

MINISTERIO DE FOMENTO

Comisión del Grisú.

MINA SANTA ELISA

# LA EXPLOSIÓN DE GRISÚ

DE JUNIO DE 1909

INFORME DE LOS INGENIEROS

D. ILDEFONSO SIERRA

Y

D. ENRIQUE HAUSER

Vocales de la Comisión del Grisú.



MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE E. TEODORO

Glorieta de Santa María de la Cabeza, 1.

1910

MINISTERIO DE FOMENTO

Comisión del Grisú.

---

MINA SANTA ELISA

---

# LA EXPLOSIÓN DE GRISÚ

DE JUNIO DE 1909

INFORME DE LOS INGENIEROS

D. ILDEFONSO SIERRA

Y

D. ENRIQUE HAUSER

Vocales de la Comisión del Grisú.



MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE E. TEODORO

Glorieta de Santa María de la Cabeza, 1.

1910

---

---

## MINA SANTA ELISA

---

### LA EXPLOSION DE GRISU DE JUNIO DE 1909

---

Por consecuencia de la explosión ocurrida la tarde del 25 de Junio de 1909 en la mina *Santa Elisa*, de la cuenca carbonífera de Bélmez y Espiel, en la provincia de Córdoba, salimos en la tarde del 27 para dicha región (Pueblonuevo del Terrible), donde radica la Dirección de la *Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya*, explotadora de dichas minas.

#### I

#### **El lugar de la explosión.**

Del resultado de nuestra primera visita á las minas, acto seguido de nuestra llegada (el lunes 28 por la mañana), y de las informaciones adquiridas, pudimos deducir en líneas generales las condiciones en que se produjo el accidente. Este tuvo lugar en el piso 25, á los 304 metros de profundidad (desde la superficie), y en el pliegue que forman las capas E y A de la referi-

da planta (véase plano), labores las más profundas de la mina, por esta parte, y en las que están haciendo los trabajos de preparación y reconocimiento para la explotación ulterior de las mismas. Ambas capas no constituyen en realidad más que una sola, aunque se designen por letras distintas los diferentes pliegues; la capa E se dirige próximamente de Levante á Poniente, y la A de N. O. á S. E., á partir del pliegue, que lo es de eje inclinado. Dan acceso á este nivel por la parte de Levante el pozo núm. 5, que comunica por una travesía con la galería general que conduce al pozo *Antolín*, por el extremo Este (881 metros) y siguiendo una dirección próximamente paralela á la capa E, viene á cortar por Poniente la travesía ó crucero que une las balanzas Sur y Oeste que enlazan los pisos 20 y 25, en este extremo de la capa E. Hacia la mitad de la longitud de dicha galería general del piso 25 (contada á partir del pozo 5), parten una travesía hacia el Sur, que corta á la capa E, y otra (un poco más hacia Levante) en dirección Norte, que comunicaba con la balanza central que enlazaba este piso con el 16 de la mina (véase plano).

Los trabajos que en estas capas se estaban practicando, consistían en galerías de dirección en el techo y en el muro y en travesías de comunicación entre ambas, para determinar la potencia de la capa y facilitar su ventilación, galerías que una vez terminadas se rellenaban con el doble objeto de sostener los vacíos y de evitar la oxidación del carbón, que á más de grueso, por ser piritoso en algunos puntos, resulta muy propenso á inflamarse espontáneamente, de tal manera, que resulta peligroso dejar más de un mes el carbón al descubierto. Era por esta causa, y por haberse observado ligero olor á los hidrocarburos que suelen preceder á un incendio, por lo que se estaba verificando

en el pliegue de las capas A y E aceleradamente el relleno de las galerías del techo, pues las del muro y traviesas estaban ya rellenas en su mayor parte, y para facilitar la ventilación de los trabajaderos de relleno, evitando la separación de aquellos, se dejó enterrado en dicho relleno un tubo de comunicación de 30 cm. de diámetro, situado como á 1,25 metros del suelo, el cual habría de cerrarse en el momento en que una traviesa en carbón T, que estaba á punto de calar en la capa A, hubiese permitido dar ventilación más directa á dicha capa. Debemos aquí hacer observar que en las labores de avance hacia el Sur en las dos galerías de dirección de la capa A se habían observado insistentes desprendimientos de grisú, que obligaron á suprimir su prosecución sin llegar á rellenarlas, contando con hacerlo en la parte próxima al codo, que hace el enlace de esta capa con la E, cuando se hubiera llegado á calar la traviesa en carbón T, de que hemos hecho ya referencia.

La ventilación antes del accidente se verificaba entrando el aire de la calle por los pozos núm. 3 y *Antolin*, corrientes que reunidas en las traviesas que unen las balanzas S y O del piso 20 al 25 entraban por la traviesa á la capa A, y contorneando ésta por la parte Oeste y Sur, venían obligadas por un telón á barrer por medio de una tubería el frente del contra-ataque de la traviesa en carbón, dos veces referida. Desde este punto continuaba el aire á través del tubo acodado, enterrado entre los rellenos á la galería del techo de la capa E, para salir después por el pozo núm. 5. La intercomunicación del aire entre la galería general de transporte y el pozo 5, se evitaba por medio de una doble puerta de que luego hablaremos. Además, el frente de relleno por el lado de la capa E tomaba aire por medio de un ventilador impelente que la arrojaba cerca del

tubo de la galería, tomándolo de la general de transporte por medio de un tubo colocado en el crucero que comunicaba ambas galerías, aire que salía después siguiendo la galería del techo de la capa E por el pozo núm. 5.

## II

### La explosión.

Así las cosas, y habiéndose retirado la gente de los trabajaderos para almorzar, poco después de volver á reanudar el trabajo, el capataz Emilio Gómez y el prisionero Fermín Ruiz observaron junto al techo de la galería de la capa E, por la hendidura que viene á quedar entre dicho relleno y el cielo, una llama, que fué corriéndose de S. á N. lamiendo el techo y aumentando de magnitud. Trataron de apagarla á capotazos; no consiguiendo su intento, dicen haber dado la voz de alarma por el tubo al otro trabajadero, retirándose ellos por la travesía de la capa E á la galería del *Antolín*, y dando aviso por la galería de transporte de la misma capa á los vagoneros que venían á su encuentro. Huyeron unos por las escalas del pozo 5, y otros á través de las puertas de la travesía del referido pozo 5 á la galería del *Antolín*, en donde se hallaba ya el capataz Emilio Gómez, quien había tratado de mandar aviso á los del trabajadero de la capa A, aviso que sólo llegó á tiempo para los dos prisioneros que trabajaban en el relleno del extremo Poniente de la galería al techo de la capa E, en comunicación directa con la travesía que unía las balanzas Sur y Oeste. Cuando parecía que la huida estaba asegurada y en el momento de salir Santiago Romero por la puerta más próxima á la galería del *Antolín*, parece ser que el Emilio Gómez le ordenó cerrarla, produciéndose en aquel instante la explosión,

que de un portazo produjo la muerte del Santiago. En todo esto transcurrieron unos siete minutos desde la retirada del tajo, siendo á las dos horas y siete minutos el momento de la explosión. En dicho instante las llamas recorrieron la galería del techo de la capa E en toda su extensión, alcanzando la llama la base del pozo 5, destrozando el tabique de las escalas y moviendo éstas con desperfecto de algunas. Otra parte de la llama marchó al N. por la traviesa hacia la galería general del *Antolín*, sin efectos destructores y con muy pocos efectos caloríficos en los maderos de la pared opuesta á la boca de dicha traviesa. En la parte de Poniente, y por lo que afecta á la capa A, tampoco se observan efectos caloríficos de importancia en las maderas opuestas á la galería por donde las llamas debieron salir, aunque hubo algunos obreros con quemaduras. No se han observado costras de cok ni ningún efecto que haga creer que en dicha explosión haya intervenido el polvo de carbón. Por lo demás, como consecuencia de la depresión consiguiente á la explosión, se produjeron hundimientos en varios puntos, principalmente en los cruces de las galerías, que impidieron el fácil acceso á las labores, al tratar de practicar el salvamento. Se comprende, por lo dicho, que el mayor número de víctimas tuviera lugar en la capa A, adonde sin duda no llegó á tiempo el aviso.

### III

#### **El salvamento.**

Habiendo sentido la explosión el capataz Carrasco por hallarse en la exclusiva del ventilador, marchó seguidamente con tres operarios al sitio de la ocurrencia, entrando por la balanza S del piso 20 al 25, retirando á

los heridos que encontraron á su paso. Continuando la inspección en unión de los ingenieros de la mina, y cerciorados de que no había quedado allí ningún obreiro comunicado, se mandó tabicar la traviesa de la capa E á la general de *San Antolín*, así como también el extremo de la del techo de esta capa junto al pozo número 5 para evitar venidas de grisú y tufo á las galerías de ventilación. Aislado de esta manera el macizo de la capa E, é incomunicado por tabique este nivel con las balanzas Oeste y Central, el aire circulaba entrando por la balanza Sur, procedente del pozo núm. 3 y saliendo por el pozo núm. 5; de esta manera quedaba el lugar de la catástrofe en disposición de poder verificar con ventilación independiente los trabajos de reconocimiento de las labores de la capa A, en donde desde los primeros momentos fueron auxiliados los heridos y extraídos los muertos que fué posible alcanzar.

En este estado las cosas ocurrió nuestra llegada á la mina, en donde encontramos al Ingeniero Jefe del distrito minero de Córdoba, Sr. Madrid-Dávila, y á los ingenieros subalternos Sres. Escosura y Carrascosa, que en unión del personal técnico de la mina se ocupaban en verificar los trabajos de extracción de obreros siniestrados, y el restablecimiento de la circulación por las labores hundidas de que tratamos.

Una vez que nos hicimos cargo de las condiciones generales del lugar de la catástrofe, y á las que habían de supeditarse los trabajos de salvamento, se procedió al estudio detallado del problema para acordar las disposiciones que habian de adoptarse al fin propuesto.

Antes de pasar más adelante debemos manifestar que en todo se procedió de mutuo acuerdo y dentro cada parte de la esfera de acción que le correspondía, siendo la nuestra esencialmente consultiva, pudiendo decir, que por parte de la Sociedad explotadora fueron



realizados fielmente y sin crear dificultades de ningún género las disposiciones ejecutivas de la Jefatura de Minas.

El origen de los trabajos de reconquista se hallaba en la contratravesía que iba desde la capa A al crucero que une las dos balanzas S y O, y al efectuar nuestra primera visita, las condiciones de ventilación eran deficientes, pues por temor á un incendio sólo se hacía llegar por difusión la cantidad de aire indispensable, por lo cual se acumulaba el grisú en el techo de esta galería y las lámparas se apagaban á menos de un metro del suelo. (Una muestra de gas tomada aquel día y ensayada por la bureta Lebreton en el laboratorio de la mina *Esperanza* allí próxima, dió una ley de más del 70 por 100 en metano).

Por esta causa se dispuso fuera colocado un telón de división de corriente para obligar á pasar por el frente del trabajador el aire que venía de la balanza S. A los dos días se observó que la ventilación así producida era ya insuficiente, y fué sustituido el telón por un tubo aplastado, llamado petaca, de próximamente 0,60 metros por 0,30 y se colocó una puerta reguladora á través del crucero que unía las balanzas. Por este medio se consiguió facilitar el trabajo de conquista lo suficiente para retirar el tercer cadáver, levantando el hundimiento de la encrucijada de la galería en carbón (del muro de la capa) y la traviesa que ya dijimos se estaba calando para facilitar la ventilación de estas labores cuando ocurrió la catástrofe. Como desde este momento había necesidad de ventilar dos trabajadores, hubo que subdividir la corriente sustituyendo á la primera tubería dos de 30 centímetros de diámetro, prosiguiéndose los trabajos con lentitud, y para evitar que por la llegada directa de aire del pozo *Antolín* se dificultase la ventilación en las labores de conquista, se

colocó un telón moderador en la referida galería general, cerca de la entrada de la traviesa al pozo 5. A pesar de todas estas precauciones y con ocasión de tener que traer más tubos de otros lugares de las minas, lo que exigió la frecuente abertura de puertas de ventilación, ésta llegó á paralizarse de tal manera que hubo que parar el trabajo el día 3 por la tarde, decidiendo entonces recurrir á una ventilación local independiente de la general, á cuyo efecto quedó instalado por la Sociedad minera el día 4 un ventilador aspirante que permitió quitar la puerta del crucero y lograr más rápido avance. Antes de este momento habían salido ya los cadáveres números 4 y 5 encontrados junto al avance de la traviesa en carbón, y al calar el día 4 los hundimientos de la galería del muro de la capa A, quedó á la vista el cadáver núm. 6, ocurriendo al verificar dicho calado la venida de grisú, que coincidiendo con la interrupción de la ventilación hizo suspender los trabajos.

En la creencia de que pronto se llegaría al lugar de la catástrofe, hubo de pensarse que una entrada de aire al macizo de la capa E podría reavivar incendios dormidos, y al efecto se adoptaron las disposiciones necesarias para la toma de muestras de gases en los puntos que ahora indicaremos, para deducir por su análisis la probabilidad de la existencia de un incendio en puntos entonces inaccesibles.

Al efecto fueron tomadas dos muestras de la atmósfera por medio de sondeos, uno á través del macizo en carbón que quedaba por calar en la traviesa varias veces referida de la capa A, y el otro en el tabique construido junto al pozo núm. 5.

Esta última muestra, la primera ensayada en un aparato Orsat, dió la composición siguiente:

CO <sub>2</sub>	=	1
O	=	4,5
CO	=	0,0
CH <sub>4</sub>	=	55,5
N	=	40,0

---

101,00

El nitrógeno se determinó por diferencia; el metano por el límite de inflamabilidad; pero no disponiéndose entonces de una bureta Le Chatelier, sino de una bureta Bunte, transformada al efecto, como su diámetro era bastante más reducido que en la de Le Chatelier, el tanto por ciento de CH<sub>4</sub> encontrado lo consideramos bajo, aunque para los efectos entonces necesarios no tuviera dicha diferencia gran importancia. Lo más importante para nosotros era el conocimiento de la cantidad de CO<sub>2</sub> existentes y de CO, para deducir las probabilidades de un incendio. Ahora bien; como en ese momento para la determinación del CO sólo disponíamos en el laboratorio del cloruro cuproso, método del todo deficiente para cantidades inferiores a 5 milésimas, hubo de respirar dicho gas el segundo que suscribe éstas líneas al hacer en el sitio la toma de muestras, sin que con ello notara molestia alguna, confirmando la ausencia de dicho gas. El análisis hecho por igual procedimiento con la toma de gas en el agujero de sonda en carbón, nos dió la siguiente composición parecida:

CO <sub>2</sub>	=	0,8
O	=	2,9
CO	=	0,0
CH <sub>4</sub>	=	54,0
N	=	43,3

---

101,0

deduciéndose que ambos extremos se hallaban en co-

municación, atribuyéndose las diferencias encontradas en los análisis á imperfección en la toma de muestras y á ser en distintos momentos.

Al hacer la toma de muestra de gas en el tabique de la capa E, junto al pozo núm. 5, se observó que si bien había generalmente presión, en otros momentos se producía depresión, que motivaba la entrada del aire exterior, lo cual nos hizo temer la reproducción posible de una explosión si quedaba rescoldo para un incendio, por el peligro consiguiente con la atmósfera grisosa en que se hacía el trabajo para evitar el contacto del aire puro con el carbón. Estas depresiones nos extrañaban, tanto más cuanto que creíamos haber tapado todas las grietas, y como dichas depresiones se produjeron cuando aún no estaba instalado el ventilador aspirante local, llegó á pensarse si sería debida á la influencia de la apertura y cierre de la puerta de ventilación de los trabajos de salvamento en la capa A; pero después de varias comprobaciones con un manómetro de agua con tubo inclinado sin resultado, Mr. Chastel, director de la mina, como más conocedor de las condiciones locales de la misma, pudo comprobar la salida de grisú por el techo de la traviesa al pozo núm. 5, que hacía aspiración por momentos en el barrero de sonda hecho en el tabique á Levante de la capa E, que estaba por bajo del nivel de aquellos escapes. Ante esto se decidió cubrir con cemento todas las grietas de dicha traviesa, y enganche del pozo 5, y procurar que en la ventilación hubiese la menor diferencia de presión entre los dos extremos del trayecto, colocándose al efecto unos marcos de puerta en la traviesa y del lado del pozo 5.

En esos momentos, y como después del hallazgo del cadáver número 6.º, hubo que detenerse sin encontrar otros ante el hundimiento que formaba la encu-

cijada que hacía retorno en la capa A, se aceleró forzosamente el calado de la traviesa en carbón T de dicha capa, que dió por resultado el hallazgo, en el otro frente, del 7.º cadáver, que como el 6.º se hallaba boca arriba y libre de hundimiento. Aunque al calar en el punto indicado el mucho grisú impedía avanzar, pudo verse, desde luego, el referido cadáver con ayuda de una lámpara eléctrica de reflector; esto ocurría por la tarde, y en el espacio de tiempo que transcurrió hasta la madrugada, quedó libre de grisú esta parte de la mina, arrastrado lentamente hacia Levante por el tubo de comunicación del antiguo trabajador, y las fisuras que probablemente existían en la masa del carbón, dando ocasión á que, anticipándose á nuevos peligros, pudiesen extraerse con facilidad los cuatro últimos cadáveres. De éstos se hallaban boca abajo dos, en actitud de huir hacia el Sur, y los otros dos tendidos abrazados con la cabeza apoyada en el barro de rellenar que quedaba por sacar de la caja de una vagoneta volcada, que se hallaba junto al ya referido tubo de comunicación. Fijamos minuciosamente la actitud de los siniestrados, para las consecuencias que habíamos de deducir más tarde. Debemos añadir que los efectos térmicos de la explosión eran insignificantes, no habiendo llegado á quemarse las cuerdas de esparto de que pendía una tubería de ventilación.

Cumplida esta primera parte de nuestra misión quedaba acordar el plan conveniente para poder llegar con el menor peligro posible al lugar considerado como origen del accidente.

A dicho fin, y para dificultar el paso del aire de la capa A á la E y evitar al mismo tiempo marcharse por las grietas del carbón, llegando á un punto de la masa del mismo, todavía caliente, se pensó en rellenar el extremo de la galería en carbón donde existía el tubo abier-

to, en el que, proyectando polvo de carbón, vimos aspiraba lentamente aire, sin cerrar, sin embargo, dicho tubo hasta que las grietas presumidas quedaran cubiertas por el relleno. Como esta operación no podía hacerse en breves momentos, y los obreros pedían descanso, se colocó provisionalmente un telón húmedo á algunos metros atrás del frente, contando con hacer al día siguiente la operación indicada, en combinación con otros trabajos que habían de completar la incomunicación entre ambas capas.

En efecto, después de entretenida discusión en la cual entraban en pugna de un lado los deseos de acelerar la terminación de los trabajos, y de otro el hacer la obra de incomunicación lo más perfecta posible, se acordó rellenar bien el trozo de galería en donde estaba el tubo comunicante con la capa E, así como la prolongación al Sur de la misma galería é igualmente la mayor parte de la galería de contorno de esos trabajos, rellenando después la contra-traviesa al crucero que unía las balañas S y O. Mal interpretadas estas órdenes en los primeros momentos, pues se tabicó la contra-traviesa sin relleno previo de las galerías, lo cual hubiera dejado un almacén de cerca de 300 metros cúbicos de grisú en comunicación con la capa E, adonde luego contábamos ir á hacer el estudio del lugar origen de la explosión, cosa altamente peligrosa por la extensión que habría podido alcanzar una explosión posible, fué necesario deshacer este trabajo, empuzándose con actividad digna de todo encomio los de relleno. Pero como desde el descubrimiento de los cadáveres (el 6 de Julio á la madrugada) hasta que se decidió el volver á comenzar las obras de relleno (el 8 por la tarde), se perdieron dos días, y aunque el día 9 por la tarde empezó ya á hacerse el relleno en buenas condiciones, el tiempo perdido fué suficiente para que

el carbón resquebrajado en la contra-traviesa y aireado por la corriente de aire puro, procedente de la balanza Sur, llegara á elevar su temperatura, notándose el olor empireumático, característico de los hidrocarburos que se desprenden como precursores de un incendio, el cual, de estallar, hubiera cortado la retirada del personal que estaba dentro de una atmósfera muy explosiva. En vano Mr. Chastel, Director de la Sociedad, secundado especialmente por el Sr. Malye, Ingeniero principal, trataban de forzar la corriente ventiladora, pues aumentando entonces la depresión crecía proporcionalmente el desprendimiento de grisú, que llegaba á marcar el 2 por 100 en la salida del ventilador, para un volumen de aire de próximamente 700 litros de aire por segundo (lo cual correspondía á unos 50 metros cúbicos de metano puro por hora). En estas condiciones, y considerando que no había personal alguno que salvar, y que sólo el interés científico de encontrar positivamente la causa de la explosión no justificaba el riesgo de nuevas víctimas, se acordó, bien á pesar de todos, la renuncia á hacer el relleno completo, que considerábamos indispensable para hacer trabajos de conquista en la capa E, limitándolo al de la contra-traviesa de que hemos hablado. Con esto dimos por terminada la primera parte de nuestra misión, que completada por algunos trabajos de laboratorio, unos intercalados con la inspección minera y otros subsiguientes á la misma, nos permitió formar el juicio que sigue sobre la causa probable de la explosión y manera de propagarse ésta.

#### IV

### **Explosión y sus causas.**

Ya indicamos en el Capítulo II las condiciones generales en que tuvo lugar la explosión: vamos ahora á estudiarla en detalle para tratar de deducir sus causas.

Desde luego la ventilación de la capa A estaba expuesta á interrumpirse momentáneamente si por una falsa maniobra quedaban abiertas las puertas del crucero del pozo 5 por un tiempo relativamente corto, á lo cual contribuía en gran manera la resistencia que presentaba al paso de la corriente los tubos de ventilación, por los cuales había de pasar todo el aire que ventilaba las labores de la capa A, puesto que la capa E tenía su ventilación especial. Ahora bien, como la distancia entre puertas era sólo de 8,50 metros, se comprende que en el caso de un convoy demasiado largo pudieran quedar abiertas aquellas más tiempo de lo conveniente, produciéndose mientras tanto el estancamiento de la corriente de aire de que acabamos de hablar; por otra parte se comprende, aunque de esto no tengamos ninguna prueba efectiva, que es muy posible que durante el almuerzo y deseosos de estar en corriente de aire fresco, tuvieran entreabiertas dichas puertas los obreros que allí descansaban, lo cual habría contribuido aun más al referido estancamiento. También debía contribuir al estancamiento de la corriente en las labores de la capa el aumento de presión que en el frente de salida del tubo de comunicación creaba la salida de aire del ventilador impelente de la capa E. El hecho es que, según manifestaciones del lampistero de servicio en este piso, en aquel día hubo de reemplazar, por apagarse antes de la explosión, una ó dos lámpa-



ras del lado de la capa E, y hasta siete del lado opuesto del tubo, indicándonos todo esto que en la mañana del 25 no era satisfactoria la ventilación en dichos tajos, especialmente en los de la capa A. Asimismo parece ser cierto que estando almorzando en el piso 20 el capataz Emilio Gómez, fué requerido por el contratista de los rellenos de la capa E (J. Estévez) para que examinase el estado de la atmósfera de dichas labores, que encontraba muy cargada de grisú.

Según parece, el referido capataz bajó al piso 25, y mientras el contratista volvía á su trabajo en la capa A, el capataz marchó á la capa E para examinar por el otro extremo del tubo la atmósfera que venía de la referida capa A. Y entra aquí el momento más incompleto de nuestro estudio, por lo cual habremos de entrar más de lo que deseáramos en el terreno de las suposiciones.

Parece no ofrecer lugar á duda que después del almuerzo y sin notar nada de extraordinario en el frente, se ocupaba el pisonero Fermín Ruiz en ir sacando maderas del frente del trabajadero, sustituyendo sus hucos por barro de relleno. Desde luego no parecía haber razones para sospechar un incendio próximo, pues si bien es cierto que días atrás habíase notado olor empi-reumático, no se observaba nada aquella tarde, y las maderas salían secas y no húmedas, como sucede de ordinario en la proximidad de un incendio.

Según manifestación del geómetra, que hizo mediciones aquella mañana á primera hora, para calcular lo que faltaba para romper la travesía en carbón, no se notaba entonces nada anormal en la ventilación de la capa A. Sin embargo, después del almuerzo asegura el pisonero F. Ruiz habersele apagado una lámpara al pasarla junto al tubo de comunicación, lo cual indica desde luego un contenido de metano para esta parte

superior al 5 por 100. En este estado las cosas, y ocupado dicho pisonero en serrar un palo á la distancia de unos 30 cm. del techo y teniendo colgada la lámpara en el cuadro anterior de la maderación, parece presumirse que entró el Emilio Gómez á hacer el examen de la corriente de grisú. Sin embargo, en sus declaraciones este capataz dice que se encontraba agachado, quitando unas tablas próximas al suelo, estando él de espaldas al frente, y al dirigir la mirada hacia el pisonero Ruiz, vió un resplandor en el techo, que le hizo observar la llama anteriormente referida, que como hemos dicho trató de apagar juntamente con Ruiz.

Desde luego tenemos que admitir como cierta la producción de esta llama, pues como véremos en breve, sólo por su existencia en la forma expresada puede explicarse la producción de una explosión con siete ú ocho minutos de retraso que diese lugar á salvarse estos operarios y la mayor parte del personal, pues de 49 obreros sólo hubo 20 bajas, de ellas 12 muertos. Ahora bien; la producción de una llama procedente, más bien que de gases de un incendio, de grisú filtrado por una grieta, sólo podía explicarse en una atmósfera conteniendo menos de 5 por 100 de grisú, pues de ser éste de 5 á 6 por 100 se hubiera extendido rápidamente; de 6 á 12,6 por 100 la explosión habría sido inmediata, y superior al 12,6 por 100 no habría habido llama; de manera que habremos necesariamente de admitir una buena ventilación en el frente de esta labor, lo cual no es extraño teniendo enfrente el tubo de salida del ventilador impelente, que daría quizás 700 litros de aire limpio por minuto, que se hallaba bien removido en el frente. Por otra parte, si admitimos que la producción de grisú en la capa A, en el momento de la explosión fuera la misma que al abandonar los trabajos la madrugada del 11 de Junio, la cual alcanzaba, según dijimos, unos 50

metros cúbicos por hora, y siendo la sección media de las galerías transitables de las labores de la capa A de  $2,80 \text{ m}^2$  y su longitud total unos 100, la cual nos da un volumen aproximado de  $280 \text{ m}^3$ , deduciremos que era bastante unos veintiún minutos de parada de la ventilación, para producir en esas labores una mezcla explosiva al 6,1 por 100, y menos de tres cuartos de hora para que alcanzase el 12,6 por 100, límite superior de inflamabilidad. Ahora bien; si consideramos las cosas, en el momento de estar cerradas las puertas del crucero del 5, sobre todo después de algunos instantes de estar abiertas, es evidente que al aproximar una lámpara á la salida del aire por el tubo de comunicación entre rellenos, ésta tratará de apagarse conforme indicó el pisonero Fermín Ruiz, por ser muy abundante el grisú en el lado opuesto. Por el contrario, si la lámpara se aproximaba al mismo punto con las referidas puertas abiertas, la lámpara podía no marcar grisú, pues sólo había en el frente el aire traído por el ventilador impelente de una atmósfera sana. Además, si la ventilación estaba en estado normal, es decir, con las puertas del pozo 5 cerradas, como marchaban en sentido opuesto y distintos niveles el aire traído por el ventilador impelente y el procedente de las labores de la capa A, tendería á formarse un par ó remolino, que durante cierto tiempo pondría en suspensión en el aire el polvo más tenue procedente del aserrado de las maderas más ó menos apolilladas. Ahora bien; ¿puede en estas condiciones inflamar al grisú el polvo del serrín? A este efecto, y con grisú tomado de la mina hicimos varios experimentos en el laboratorio de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, llegando á la conclusión, de que tratándose de lámparas con una sola red, si ésta se enrojece por la combustión del grisú alrededor de la llama de la lámpara, y el aire se halla en

cantidad suficiente, el grisú puede inflamarse al exterior si se proyecta serrín fino sobre la parte enrojecida de la tela. En el caso de doble tela no hemos podido conseguir dicha inflamación, sin duda por no haber obtenido en las condiciones en que operábamos el enrojecimiento de la tela exterior; pero este efecto puede favorecerse en lámparas mal construídas, si las costuras de las redes son bastante voluminosas y dispuestas en sentido inverso para ponerse en contacto, en cuyo caso el calor de la red interior se transmite á la exterior más fácilmente.

Dada la clase de lámpara que allí se usaba (Marsaut, de dos telas, aceite y admisión superior), no era probable una inflamación de grisú por el serrín. Como á la lámpara de Fermín Ruiz por salir intacta no se le dió importancia en el primer momento de la llegada de los ingenieros, fué limpiada en la lampistería, y aunque dicen haberse conservado las mismas redes, no hallamos rastro ni de su posición en la lámpara ni de su temperatura, de manera que no podemos asegurar que ésta fuera la causa inicial de la inflamación del surtidor de grisú.

Volvamos ahora á la hipótesis de haberse hecho el examen del frente de la capa E con las puertas abiertas. En estas condiciones y al no observar el capataz nada en su lámpara, que probablemente se hallaba caliente por haberla tenido en reposo durante el almuerzo, es posible que al elevarla para examinar la atmósfera del techo saltara un cristal por la corriente de aire fresco del ventilador, inflamándose entonces en la misma el surtidor de grisú. Como el capataz salió aceleradamente con el pisonero, abandonando su lámpara en el tajo, tomando otra que encontró en un vagón, no hemos podido reconocer dicha lámpara para comprobar nuestra segunda hipótesis, por no haberse

podido llegar á conquistar dicho frente. Cualquiera que sea la hipótesis del origen de la llama de grisú, es evidente que durante la huida del personal se abrieron las puertas, y durante todo este tiempo quedó completamente limpia de grisú la atmósfera por la parte E, acumulándose por el contrario en la capa A, de manera que en el instante de cerrarse las puertas después del salvamento, es evidente que se produciría una entrada súbita de atmósfera grisúosa por el tubo de comunicación en un sitio en donde existía una llama de longitud creciente y un ventilador que inclinaba la llama hacia abajo y hacía uniforme la mezcla con rapidez. En ese instante ha debido producirse la explosión, comunicándose por el tubo de la capa E á la capa A.

Nos confirma en nuestro modo de pensar respecto al modo de producirse y propagarse la explosión: 1.º, el buen estado de las lámparas que pudimos examinar en los obreros siniestrados en la capa A; 2.º, la posición de los cadáveres, que excepción hecha de los que murieron por aplastamiento, estaban caídos, abrazados, como dijimos, en dirección opuesta al tubo de comunicación por donde debió venir la llama, los dos que trabajaban en ese frente; en posición de marchar huyendo del tubo, otros dos; 3.º, que la atmósfera de la capa A debió tener un contenido en grisú de ley media superior al 12,6 por 100, es decir, incombustible en el cielo y lentamente combustible en el suelo. Confirma esta manera nuestra de pensar: *a)* los limitados efectos mecánicos; *b)* los limitados efectos térmicos en el interior de las labores de la capa A, que se acrecientan al tomar más aire la llama á su salida al crucero que unía las balanzas Sur y Oeste; *c)* que la posición de los caídos, de boca arriba, de los muertos que se hallaban frente á un obstáculo demuestra que cayeron asfixiados, asfixia acelerada por la acción nociva del óxido

de carbono que la combustión de una mezcla grisosa de contenido en metano superior á 9,4 por 100 produce en cantidad capaz de alcanzar 7,80 por 100; cuando la ley en metano llega al límite superior de inflamabilidad.

Admitidas estas explicaciones se comprende que la llama sólo corriese en la capa A hacia el nivel del suelo, consumiendo la mayor parte del oxígeno disponible y produciendo los efectos indicados. La mayoría de los efectos mecánicos observados son hundimientos en los cruces de galería, producidos por la depresión subsiguiente á toda explosión de grisú. No se han observado fenómenos mecánicos de transporte en la parte de Poniente, como hemos dicho ocurrieron en la de Levante.

En el laboratorio hemos reproducido experimentalmente, con un modelo, las principales circunstancias en que esta explosión ha tenido lugar, conforme queda relatado.

ILDEFONSO SIERRA.

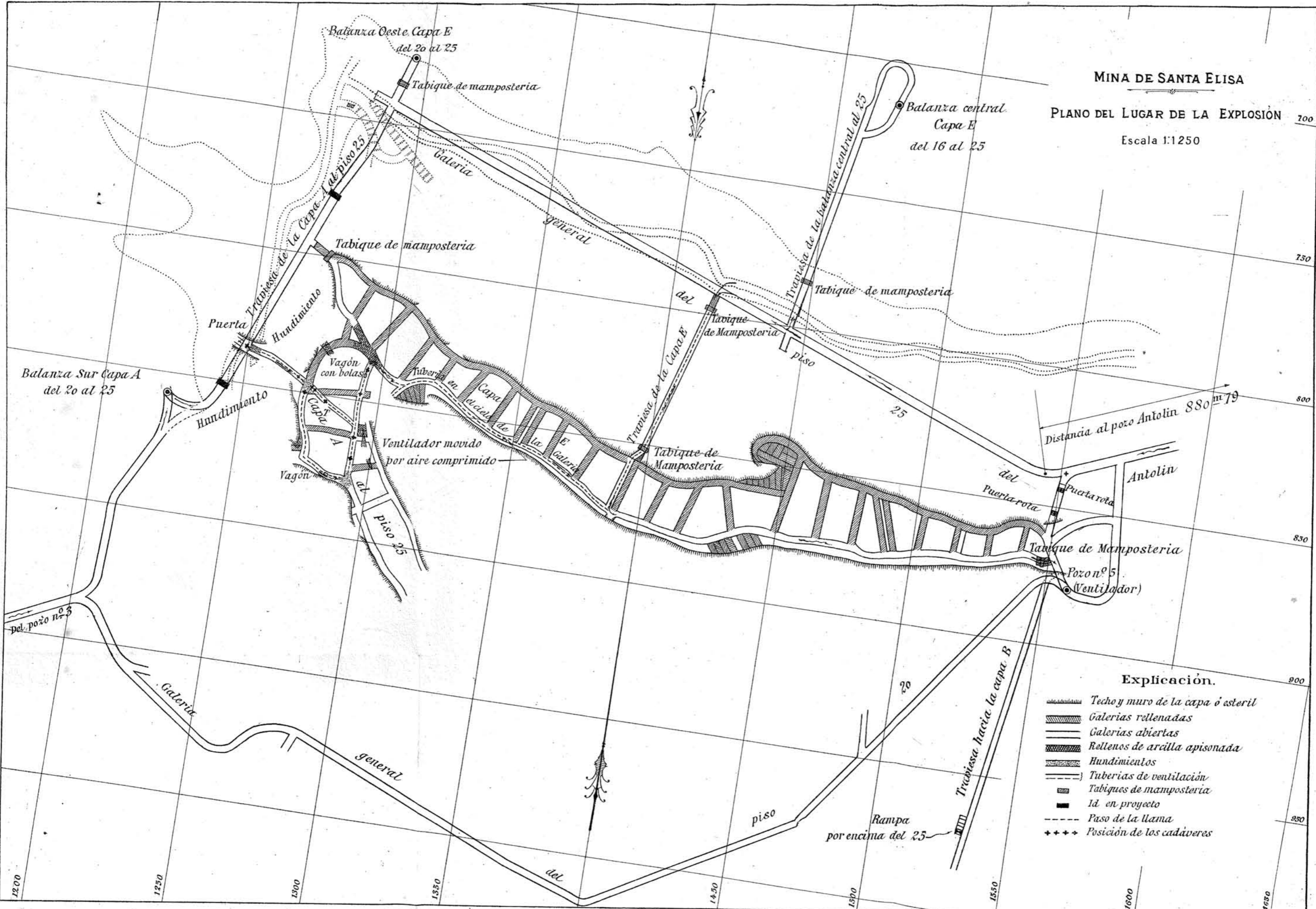
ENRIQUE HAUSER.

Madrid, 10 de Enero de 1910.

MINA DE SANTA ELISA

PLANO DEL LUGAR DE LA EXPLOSIÓN 700

Escala 1:1250



- Explicación.**
- Techo y muro de la capa ó esteril
  - Galerías rellenadas
  - Galerías abiertas
  - Rellenos de arcilla apisonada
  - Hundimientos
  - Tuberias de ventilación
  - Tabiques de mamposteria
  - Id. en proyecto
  - Paso de la llama
  - Posición de los cadáveres

PUBLICACIONES RELATIVAS A LOS TRABAJOS  
DE LA COMISIÓN DEL GRISÚ

---

Los aparatos respiratorios y los Servicios de salvamento en las minas de carbón, por *Enrique Hauser* y *Rafael Ariza* — 1906.

Nota sobre la ley de difusión de los gases entre sí, por *Enrique Hauser*.—Publicado por la Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales — 1906.

El grisú en las minas.—Conferencia dada por *Enrique Hauser* el 3 de Diciembre de 1906 en el Instituto de Ingenieros Civiles de España. —Publicada por la Revista «Ingeniería».

El grisú en las minas de carbón.—Primera conferencia experimental dada el 29 de Mayo de 1907 en la Escuela de Ingenieros de Minas, por *Enrique Hauser*. —Publicada por la Escuela de Minas.

El grisú en las minas de carbón.—Segunda conferencia experimental dada el 3 de Diciembre de 1907 en la Escuela de Ingenieros de Minas, por *Enrique Hauser*.—1908.

Proyecto de Reglamento para la explotación de las minas de carbón, propuesto á la Superioridad por la Comisión del Grisú.

Leçons sur le grisou.—Première conférence expérimentale, par *Enrique Hauser*.—1908.

Informe sobre el VII Congreso Internacional de Química aplicada, celebrado en Londres en 1909, por *Enrique Hauser*.—1909.

Nuevo modelo de grisúmetro, por *Enrique Hauser*.—Publicado por la Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. — 1909.

---

Explosión de grisú - Sierra y Hauser