

257481

P.- 19.580

Verti-Det. 4.2-1 Spain
(Convention Date Deadline 1960-
April 20).



257481

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 19 de Abril de 1.960, con el Núm. 257.481

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de JOSEPH RUDOLF HRADEL, de nacionalidad norteamericana, residente en 6482 South Mission Road, Mount Pleasant, Michigan, Estados Unidos de América, por:

**"UN PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR UNA COMPOSICION
EXPLOSIVA".**



5

El presente invento se refiere a composiciones explosivas sensibles e insensibles y a métodos para su preparación. De un modo más específico, el presente invento se refiere a nuevas composiciones explosivas en las que la sal oxidante está presente en la composición inicial sustancialmente en solución líquida, tal como por ejemplo, nitrato amónico en solución amoniacal, y en las que el método abarca generalmente el mezclado de la solución con un metal ligero sólido de tamaño de partícula o configuración

25 74 81



relativamente grueso, seguido, en general, por un periodo de tiempo a temperatura ambiente durante el cual la mezcla resultante experimenta una auto-reacción, dando una composición explosiva sensible.

5 Hasta ahora, en la carga y disparo de barrenos, así como en las operaciones de minería y de perforación de pozos de petróleo, se han empleado explosivos clásicos tales como nitroglicerina, TNT, composición C y otras composiciones de altos explosivos. Más recientemente,
10 se han utilizado sales oxidantes, tales como nitrato amónico, algunas veces en forma granular per se, otras, en forma granular en mezcla con aceites, y en forma de papilla acuosa, según se indica en la patente americana 2.867.172. También es sabido que las sales oxidantes -
15 granulares relativamente insensibles, tales como nitrato amónico, pueden hacerse sensibles mezclándolas con metales finamente divididos de tamaño de partícula muy pequeño, pero las mezclas resultantes son en general demasiado sensibles para poderse emplear satisfactoriamente
20 en el campo con seguridad.

Más recientemente, hemos encontrado que el nitrato amónico granular, de calidad fertilizante, mezclado con metales ligeros y pequeñas proporciones de agua, da composiciones explosivas satisfactorias para uso en la
25 carga y disparo de barrenos. Esto se describe en la solicitud americana, número de serie 763.908, depositada el 29 de Septiembre de 1.958, para "compuesto explosivo y procedimiento para su uso".

Hasta ahora, la adición de metal a los explosivos
30 granulares, es decir, la metalización de explosivos, se

25 74 81



ha realizado fundándose en la teoría de que las partículas de tamaño extraordinariamente pequeño, es decir, desde medio micron hasta aproximadamente 100 mallas de tamaño, detonan por sí mismas fácilmente, a causa de su área superficial grande, sensiblemente así a la sal oxidante relativamente insensible. En la práctica, estas cargas metalizadas se ha comprobado que no son de confianza, resultando muy peligrosas en muchos casos. Frecuentemente, el metal en forma de partículas finas detona de un modo inadvertido originando la explosión prematura de la totalidad de la carga sensibilizada. Por consiguiente, un progreso importante en la técnica de los explosivos sería desarrollar composiciones explosivas que utilizasen sales oxidantes relativamente insensibles en unión con metales, bajo circunstancias tales que las cargas iniciales tuvieran márgenes de seguridad satisfactorios.

Según esto, un objeto del presente invento es proporcionar composiciones explosivas que contienen sales oxidantes y metales ligeros y que son inicialmente relativamente insensibles.

Otro objeto del presente invento es proporcionar composiciones explosivas inicialmente insensibles que experimentan auto-reacción dando composiciones explosivas sensibles en el sitio del barreno.

Otro objeto más del presente invento es proporcionar composiciones explosivas en las que la sal oxidante p.ej. nitrato amónico, está presente inicialmente en forma de disolución, por ejemplo, en soluciones amoniacales acuosas.



Un objeto adicional del presente invento es proporcionar una composición explosiva inicial sustancialmente insensible en solución, que sea capaz de experimentar reacción autógena en presencia de metales ligeros, no divididos en partículas finas, para formar una composición explosiva sensible nueva, que posee gran potencia explosiva.

Otro objeto todavía del presente invento es proporcionar composiciones explosivas sensibles que, al detonar están sustancialmente desprovistas de gases tóxicos, tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno nocivos, cuyos materiales tóxicos constituyen graves peligros para la salud.

Objetos adicionales del presente invento abarcan la provisión de métodos para producir la composición explosiva inicial relativamente insensible, y las composiciones muy sensibles y explosivas formadas a partir de la misma, junto con nuevos métodos de detonación que utilizan tales composiciones.

Estos objetos y otros del presente invento se comprenderán fácilmente por los especialistas en la técnica a que se refieren estos inventos.

Se ha encontrado que las soluciones líquidas de sales oxidantes, tales como nitrato amónico pueden hacerse funcionar como explosivos de gran potencia en presencia de metal, bajo condiciones apropiadas. Mezclando una solución de nitrato amónico con ciertos metales ligeros, a diferencia de lo que se enseñaba hasta ahora en la técnica anterior, se forman composiciones explosivas sustancialmente insensibles, capaces de experimentar auto-reacción



para formar composiciones explosivas sensibles. Estas composiciones sustancialmente insensibles abarcan generalmente una solución líquida de nitrato amónico en la que el disolvente se selecciona entre el grupo constituido por amoniaco líquido, agua e hidróxido amónico, y un soporte térmico de metal ligero, seleccionado preferiblemente entre el grupo constituido por magnesio, aleaciones de magnesio, aluminio, aleaciones de aluminio y aleaciones de magnesio-aluminio, teniendo el soporte térmico en tamaño de partícula suficientemente grande y una configuración tal que sea sustancialmente autosoportante al colocarle en un barreno.

Después de un cierto tiempo a la temperatura ambiente, las composiciones explosivas insensibles experimentan una auto-reacción químicamente para formar composiciones explosivas o productos de reacción sensibles, de los que se demuestra que poseen una potencia explosiva insospechadamente elevada, que no la manifiestan los explosivos de nitrato amónico que se venían utilizando hasta ahora. Estas nuevas composiciones explosivas sensibles producen, cuando detonan, una remoción mucho más intensa de la roca o material que se está tratando, mayor percusión o acción rompedora, y ondas de choque más intensas que otras composiciones explosivas de nitrato amónico.

Se han encontrado nuevos métodos para la producción de una composición explosiva sensible en el sitio del barreno mismo o en su interior, que comprende, en general, colocar una solución amoniaca de nitrato amónico (seleccionándose preferiblemente el disolvente para dicha solución entre el grupo constituido por amoniaco líquido, agua e hidróxido amónico), en un barreno, en

25 74 81



mezcla con un soporte térmico de metal ligero, seleccionado preferiblemente entre el grupo constituido por magnesio, aleaciones de magnesio, aluminio, aleaciones de aluminio y aleaciones de magnesio-aluminio, y dejando que la mezcla resultante reaccione a la temperatura ambiente del barreno hasta que se ha producido por dicha acción una actividad exotérmica sustancial, tales métodos producen composiciones o productos de reacción sensibles que detonan, preferiblemente al máximo de la actividad exotérmica, dando explosiones con factores de potencia muy elevados.

Las composiciones del presente invento, por tanto, son útiles como explosivos y pueden utilizarse para una gran variedad de aplicaciones en las operaciones de minería y perforación de pozos de petróleo, tal como en los procesos de recuperación de pozos de petróleo, minería de rocas duras, canteras, construcción, pozos para tratamiento de aguas residuales y voladura de rocas porosas. Los nuevos métodos del presente invento son útiles para preparar las composiciones explosivas en el sitio general del barreno mismo en el área directa de uso que interese.

En la preparación de las composiciones del presente invento, se usan soluciones líquidas de nitrato amónico, preferiblemente las que tengan un peso específico elevado. En estos disolventes líquidos se incluyen el agua, el amoniaco líquido, el hidróxido amónico y otras soluciones amoniacales. El nitrato amónico es muy soluble en amoniaco líquido anhidro, pudiendo obtenerse soluciones casi saturadas que tengan hasta setenta y cinco

25 74 81



a ochenta por ciento de nitrato amónico en amoniaco líquido. El nitrato amónico es también muy soluble en hidróxido amónico. Se emplean preferiblemente soluciones amoniacales de nitrato amónico en las que están presentes como disolvente tanto amoniaco líquido como agua. Estas soluciones se encuentran en el comercio y las que tienen un peso específico mayor de la unidad, son útiles, por ejemplo, en las proporciones siguientes:

Número de solución	NH_3 líquido	NH_4NO_3	H_2O
A	23.8	69.8	6.4
B	25.0	69.0	6.0
C	30.0	64.0	6.0
D	34.0	60.0	6.0

Algunas de estas composiciones se venden en el comercio como fertilizantes líquidos. Otras soluciones de nitrato amónico en amoniaco líquido que se encuentran en el comercio pueden contener hasta quince por ciento de agua. También pueden utilizarse soluciones de nitrato amónico en agua, consideradas como soluciones amoniacales para los fines de este invento.

Aunque muchas soluciones amoniacales de nitrato amónico de encontrar asequibles en el comercio, pueden prepararse las soluciones de nitrato amónico utilizando nitrato amónico de calidad fertilizante lo mismo que de calidad para explosivos. Cuando se utiliza nitrato amónico de calidad fertilizante, las soluciones amoniacales pueden prepararse a partir de la forma granular o de "píldora", conteniendo frecuentemente estos materiales hasta



tres por ciento de otros componentes tales como cargas, acondicionadores, ceras y análogos, que no influyen desfavorablemente en el resultado de la solución amoniacal.

5 Aun cuando pueden prepararse soluciones sobresaturadas de nitrato amónico agua, que contengan hasta sesenta por ciento o más de agua, según la forma del nitrato amónico, se ha observado que las cantidades por debajo de quince por ciento, aproximadamente, en peso de nitrato amónico producen buenos resultados, aunque, para algunas aplicaciones, ha sido conveniente emplear cantidades de agua sustancialmente mayores de quince por ciento. La realización con disolvente óptimo se consigue con una proporción de cinco a siete por ciento, aproximadamente, de agua, en mezcla con amoniaco líquido.

15 Análogamente, se han preparado y se han utilizado con resultado satisfactorio soluciones de nitrato amónico en hidróxido amónico, agua amoniacal y otros medios acuosos amoniacales.

20 En general, los mejores resultados se han obtenido utilizando nitrato amónico en un sistema disolvente mixto amoniaco líquido-agua, tal como se indica en las composiciones A a D, inclusive, que se han señalado arriba. Así, pues, se prefieren soluciones amoniacales de nitrato amónico en las que hay presente amoniaco líquido en 25 una cantidad comprendida entre, aproximadamente, veinte a treinta y cinco por ciento en peso de nitrato amónico y en las que hay presente agua en cantidades menores de quince por ciento en peso de nitrato amónico. Se ha observado un incremento en el factor de potencia logrado 30 con la solución disolvente mixta, en comparación con la-



solución acuosa de nitrato amónico sola.

En las composiciones del presente invento, se utilizan metales ligeros como soportes térmicos o combustibles, especialmente los metales seleccionados entre el grupo constituido por magnesio, aleaciones de magnesio, aluminio, aleaciones de aluminio y aleaciones de magnesio-aluminio. Entre los metales que pueden utilizarse, figuran magnesio sustancialmente puro, y aleaciones de magnesio que tienen los números del ASTM Code, ZK10, ZK60, AK60, AZ41 y AZ11, aleados con uno por ciento de manganeso. Otras aleaciones de magnesio-aluminio que contienen treinta y tres por ciento de aluminio y aleaciones de aluminio-magnesio que contienen treinta por ciento de magnesio, pueden también emplearse. Como es natural, el aluminio, sustancialmente puro pueden utilizarse, pero no parece que es tan eficaz como el magnesio sustancialmente puro. En general, los metales ligeros que dan buen resultado en las composiciones y métodos del presente invento con los metales de peso atómico relativamente pequeño, tal como los que se encuentran, generalmente en las posiciones de peso atómico pequeño de los grupos I, II y III del clasificado periódica de los elementos.

En general, el soporte térmico se emplea en una cantidad comprendida entre, aproximadamente cuatro y, - aproximadamente, sesenta y cinco por ciento en peso de la solución amoniacal de nitrato amónico, preferiblemente entre, aproximadamente, quince y, aproximadamente, cincuenta y cinco por ciento en peso. En general, la cantidad escogida de soporte térmico dependerá de las relaciones -

25731



estequiométricas entre el metal ligero seleccionado y el oxígeno y el nitrógeno teóricos que quedar disponibles en el sistema al detonar, según se explicará más adelante en esta solicitud. Se ha observado también que hay una
5 solución general entre la cantidad de soporte térmico y el factor de potencia que presenta el explosivo al detonar. Los porcentajes más elevados de metal tienden a producir factores de potencia mejores, alcanzándose el óptimo en la región de veinticinco a cincuenta y cinco
10 por ciento en peso de la solución de nitrato amónico.

Esto es, aproximadamente, una mitad o más del límite teórico superior de acuerdo con el mecanismo de reacción que tiene lugar. En los límites más altos es decir, cincuenta y cinco a sesenta y cinco por ciento, se encuentran a veces pruebas de atomización incompleta o vaporización del metal, quemándose el exceso después de que se ha producido la reacción explosiva principal. En los
15 casos en que no se necesita una potencia explosiva máxima, las cantidades de soporte térmico comprendidas entre cuatro y, aproximadamente, diez por ciento, producen factores de potencia superiores a los obtenidos anteriormente con explosivos clásicos de nitrato amónico, es decir, con "píldoras" de nitrato amónico mezcladas con "fuel oil".
20

Se ha encontrado que los soportes térmicos más eficaces son los metales ligeros en los que se emplea una
25 mezcla de aluminio y magnesio, o aleaciones de los mismos. Los soportes mixtos que contienen, aproximadamente, cincuenta por ciento en peso de aluminio y otro tanto de magnesio, producen resultados excelentes. Esto está
30 de acuerdo, tanto con las computaciones teóricas basa-

257481



das en las reacciones que intervienen como en los datos experimentales observados, según se explican con más detalle en el ejemplo 11 posteriormente.

5 Son importantes, tanto el tamaño de partícula como la configuración de los soportes térmicos escogidos o los combustibles. En general, los polvos de metal ligero y los polvos en forma de partículas finas, escamas, y pil-
10 doras atomizadas, deben evitarse, ya que no dan los factores de potencia obtenidos en los métodos de detonación empleados en el presente invento y, porque, estos materia-
 les son sensibles por sí mismos y, como consecuencia, pe-
 ligrosos. El polvo de magnesio, por ejemplo, es extraor-
 dinariamente explosivo, y su empleo en las composiciones y métodos del presente invento se considera peligroso.
15 Además, un objeto principal del presente invento es proporcionar una composición explosiva que es incidentemente sustancial insensible, pero que es capaz de experimentar auto-reacción químicamente a lo largo de un periodo de va-
 rias horas para dar un producto de reacción explosivo muy
20 sensible. Como regla general, las composiciones del presente invento no pueden detonar satisfactoriamente, con dispositivos de detonación normales, cuando se preparan inicialmente y se colocan en posición en el barreno. Como
 es natural, este hallazgo está en contra de lo que indi-
25 caban las composiciones explosivas utilizadas hasta ahora, especialmente las que se basan en metalización mediante el uso de metales de tamaño de partícula extraordinaria-
 mente pequeño para sensibilizar la composición explosiva inicial.

30 Según esto, los límites preferidos de tamaño de par-

25 74 81



tícula de los soportes térmicos de este invento son del orden de tamaño de 20 mallas o más gruesos. Dan resultado especialmente satisfactorio los metales ligeros que tienen configuraciones bien definidas, es decir, formas
5 tales como en virutas, astillas, desperdicios de cortadoras, desperdicios de fresadoras, virutas de sierra de cinta, desperdicios de mecanización, hojas, cordones, agujas, barras, esponjas, tubos, lanas y análogos. Por ejemplo, estas formas pueden ser de un diámetro de 0,63 cm. o más
10 y de una longitud de 10,16 a 15,24 cm. o más. La chatarra de materiales de aluminio y magnesio colados, de naturaleza porosa parece dar mejores resultados que los materiales de chatarra de extrusión. Las hojas de metal sólidas así como las perforadas, producen buenos resultados. Las virutas y los residuos de los talleres de
15 trabajado de aluminio y magnesio también son útiles.

Se ha encontrado que los soportes térmicos en forma de tubos, rodillos, cilindros, virutas rizadas y otras formas predominantemente circulares o cilíndricas dan un
20 resultado máximo en la voladura explosiva. En la práctica, se ha encontrado que es conveniente colocar las formas de metal de contorno generalmente circular en orientación arbitraria en cartuchos cilíndricos metálicos, preferiblemente perforados. Dicho cartucho, que contiene
25 las partículas de soporte térmico sustancialmente auto-soportante, se convierte así en el soporte térmico completado que se mezcla después con la solución líquida de nitrato amónico amoniacal. Preferiblemente, el cartucho se hace de un metal ligero, tal como aluminio, magnesio y aleaciones de los mismos según se ha explicado
30 arriba.



Es conveniente que el tamaño de partícula sea su-
ficientemente grande para que los materiales soporte -
sean auto-soportantes o auto-sostenedores cuando la com-
posición explosiva inicial se coloque en el barreno. La
5 orientación arbitraria del metal tosco en el barreno re-
duce al mínimo cualquier compresión apreciable o coales-
cencia del metal, según se observa con las partículas me-
tálicas muy finamente divididas. En general, el diámetro
de los metales preferidos es suficientemente grande de
10 modo que quede retenida virtualmente la totalidad del
metal sobre un tamiz tipo de 20 mallas. Se observará
que algunos filamentos, varillas, etc., de metales li-
geros, que tienen una dimensión longitudinal de varios
centímetros, dan buen resultado, incluso aunque el diá-
15 metro pueda ser suficientemente pequeño para obligar a
pasar a una partícula individual a través del tamiz de
20 mallas. Sin embargo, es evidente que dichos soportes
térmicos funcionan bien a causa de su configuración, ya
que serán sustancialmente auto-soportantes o auto-soste-
20 nidos se coloquen en una orientación arbitraria en un -
barreno, incluso aunque partículas individuales puedan
ser forzadas en una posición orientada verticalmente a
través de tamices tipo que tengan orificios más finos que
el de 20 mallas. La masa metálica esponjosa orientada ar-
25 bitrariamente permite, pues, que la solución líquida de
nitrato amónico pase libremente a través de la carga me-
tálica, dando buena distribución de metal y solución en
la composición explosiva inicial. Esto permite que la
reacción exotérmica deseada transcurra de modo gradual
30 y uniforme bajo condiciones controladas para formar la



composición explosiva sensible que se desea.

En la preparación de composiciones explosivas insensibles iniciales es más económico, como es natural, mezclar las soluciones amoniacaes de nitrato amónico con el soporte térmico de meta ligero o el combustible en el lugar de uso. Las soluciones de nitrato amónico que se encuentran disponibles en el comercio son fáciles de transportar, al mismo tiempo que mantienen un buen margen de seguridad superior al de muchos compuestos de explosivos potentes clásicos. El metal se transporta también convenientemente hasta el lugar de empleo, donde se realiza fácilmente el mezclado de los dos componentes. Esto puede hacerse sobre el terreno, puesto que la mezcla resultante es inicialmente insensible, o puede hacerse en el fondo del pozo o del barreno que se haya de tratar. En algunos casos, el soporte metálico puede colocarse en el fondo del barreno primeramente, y verter sobre el mismo la solución amoniacaal de nitrato amónico. El procedimiento puede invertirse. El procedimiento preciso que se siga dependerá de la naturaleza de la operación explosiva que ha de realizarse, según se explica con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

Los dibujos adjuntos ilustran una variedad de casos que pueden presentarse en barrenos según se encuentran en las operaciones de minería, en las de pozos petrolíferos y canteras, e indican los métodos de carga que son posibles por las composiciones del presente invento.

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un barreno 11 en el que las paredes de la roca del barreno 11 son relativamente impermeables y donde se desea

257.01



un taco de agua 12, o donde el agua penetra por las capas del orificio desde la parte superior o inferior del lugar del disparo propuesto. Un saco de polietileno tubular 13 que contiene metal 14 en forma auto-sustentadora, por ejemplo, un cartucho perforado, se hace descender en el barreno 11 y se apoya sobre el fondo del mismo. El extremo inferior del saco 13 se cierra, por ejemplo, por medio de un nudo 15. La composición explosiva inicial 16 se vierte entonces en el saco 13 por la parte superior del barreno 11 y se mueve en sentido descendente para mezclarse con el metal 14 en el fondo del saco 13. Se baja un detonador 17 hasta entrar en contacto con la composición 16. La presión estática del agua 12 forma un "taco" por encima de la carga y, después de actuar convenientemente, de detonador 17 se ceba por medio de conductores 18 para hacer explotar la masa.

La figura 2 es otra vista esquemática en sección transversal que ilustra un barreno 21 donde la roca permeable 22 está contigua al lugar de carga propuesto. Como se representa en la figura 1, un saco de polietileno 23, que contiene metal 24 y cerrado en el extremo, por ejemplo, por un nudo 25, se apoya sobre el fondo del orificio 21. Luego se vierte la composición inicial 26 en el saco 23, desciende y se dispersa en el metal 24. Si el metal 24 está encerrado en forma suelta en cartuchos perforados (según se representa) la composición difunde libremente por los cartuchos. El detonador 27 se coloca según se representa. Después se vierte un taco de arena o de roca, 28, sobre la masa que incluye el metal 24 y la composición inicial 26. Se deja que la masa madure o cure convenientemente por el transcurso del tiempo después de apli-

25 74 81



cación del taco 28, y se hace detonar la masa por medio del detonador 27, iniciado, por ejemplo, por las condiciones de disparo eléctrico 29. En la figura 2, el saco 23 impide la pérdida de la composición 26 por paso a la roca porosa o permeable 22.

5

La figura 3 es otra sección transversal esquemática tomada en un barreno 31 donde la pared de la roca 32 es relativamente impermeable. La carga se simplifica considerablemente, incluso suponiendo la presencia de agua 33, ya que se aprovecha el mayor peso específico de la composición explosiva inicial 34 con relación al peso específico del agua. Como es natural, hay que procurar evitar turbulencia excesiva en la intercara entre el agua 33 y la composición inicial 34. La carga se realiza de modo muy sencillo dejando caer el metal 35 en el barreno 31. El metal 35 se deposita en el fondo del barreno 31 de manera auto-sustentadora. Luego, por medio de un tubo 36, que se extienden hasta el fondo del barreno 31, se vierte la composición explosiva insensible 34, en el tubo 36, en la superficie y, debido a la diferencia entre el peso específico de la composición 34 y el del agua 33, la composición 34 se mezcla con el metal y asciende por el barreno 31. El detonador 37 se baja hasta que entra en contacto con la composición 34 y se inicia desde la superficie del suelo, por ejemplo por conducciones de disparo 38, haciendo detonar así el explosivo después de madurado o curado conveniente.

10

15

20

25

La figura 4 es una sección transversal esquemática a través de un barreno 41 para ilustrar una disposición de disparo más compleja que no requiere el uso de

30

25 74 81



un forro o tubo impermeable. Aquí se desea añadir un ta-
co de arena húmeda 42 sobre la masa explosiva. Lo mismo
que en la figura 3, las paredes 43 son sustancialmente
impermeables, de manera que la composición inicial 44
5 no pasará a las capas. El metal 45, por ejemplo, en car-
tuchos perforados, se deja caer en el barreno 41. Si el
barreno 41 contiene inicialmente agua 46, la carga de
la composición 44 en el barreno 41 puede hacerse como
en la figura 3. Si se añade agua 46 como parte del taco
10 42, la carga, de acuerdo con la figura 3, es innecesaria
y la composición inicial 44 se vierte sencillamente en
el barreno 41 para mezclar con el metal 45. El detona-
dor 47 se coloca en contacto con la masa de la composi-
ción 44 y se añade el taco de arena húmeda o roca macha-
15 cada 42. Como en la figura 3, la diferencia en el peso
específico determina una separación sustancial de la com-
posición explosiva 44 de cualquier agua 46. La inicia-
ción del detonador 47 se hace por medio de conducciones
de disparo 48 en la superficie de la tierra, haciendo
20 detonar así la masa explosiva después de un curado con-
veniente.

Por los dibujos se comprende claramente, aunque no
se ilustra, que la carga de un barreno seco e impermeable
se simplifica grandemente, ya que el metal auto-sostene-
25 dor se deja caer en el barreno y luego se vierte la com-
posición inicial en el barreno. El metal y la solución
amoniacal de nitrato amónico se dejan madurar o curar -
y se baja un detonador por el barreno hasta contacto con
la masa de explosivo curada. Se inicial el detonador ori-
30 ginando así la explosión de la masa explosiva. El detona-



31
dor se inicial mediante conducciones de disparo según se desee y el atacado puede insertarse o no para recubrir la carga.

5 Los siguientes ejemplos ilustran las nuevas composiciones y los procedimientos del presente invento:

Ejemplo comparativo A

10 Una carga de peso total de 6,80 kg., que contenía noventa y cuatro por ciento en peso de "píldoras" de nitrato amónico de calidad fertilizantes y seis por ciento en peso de "fuel oil" se colocó en un barreno de 1,82 m. en el suelo en el área de ensayo y se atacó con 1,35 m. de arena. La penetración del hielo en la tierra fué de aproximadamente 30,48 cm. y la nieve superpuesta era -
15 una capa adicional de 45,72 cm. Se dejó la carga en reposo en el barreno durante una hora y luego se disparó eléctricamente utilizando una carga formada (Munroe Jet). La carga se disparó satisfactoriamente.

20 Resultado: no se produjo cráter. Se observó alguna distorsión pero no hubo rotura de la tapa de hielo. El material empleado como taco voló.

Ejemplo comparativo B

25 Siguiendo las condiciones precisas del Ejemplo comparativo A, se disparó con éxito una carga de un peso total de 6,80 kg. que contenía ochenta por ciento en peso de nitrato amónico de calidad fertilizante "en píldoras", y veinte por ciento en peso de una solución de amoniaco líquido, que contenía 69,8 partes de nitrato amónico, 23,8
30 partes de amoniaco líquido y 6,4 partes de agua.



Resultados: No se produjo cráter pero hubo más distorsión que en el Ejemplo Comparativo A. Se observaron pruebas de distorsión por la existencia de grietas de más de 4.57 m. de diámetro. La tapa de hielo no se rompió. El taco voló.

Ejemplo 1:

Siguiendo las condiciones precisas del Ejemplo - Comparativo A, se dejó curar durante un periodo de 5 horas y luego se disparó con resultado satisfactorio una carga de ensayo de 6,80 kg. que comprendía (a) 85 por ciento en peso de una solución líquida amoniaca de nitrato amónico, formada por 69,8 por ciento de nitrato amónico, 23,8 por ciento de amoniaco líquido y 6,4 por ciento de agua, (b) 7,5 por ciento en peso de virutas de magnesio y (c) 7,5 por ciento en peso de virutas de aluminio.

Resultados: Se produjo una voladura excelente con un cráter de 4,26 m. Se observará distorsión alrededor del cráter.

Ejemplos 2-4, inclusive:

Siguiendo el procedimiento preciso del Ejemplo Comparativo A, y utilizando la solución amoniaca líquida del Ejemplo 1, se prepararon las siguientes cargas de ensayo y se dispararon satisfactoriamente después de experimentar auto-reacción durante un periodo de 5 horas.

Ejemplo 2: Setenta por ciento de solución líquida amoniaca de nitrato amónico, 15 por ciento de virutas de magnesio - 15 por ciento de virutas de aluminio.



Resultados: Se produjo una voladura excelente formándose un cráter de 4,57 m. El cráter fué algo más profundo que el del Ejemplo 1.

5 Ejemplo 3: Cincuenta y cinco por ciento de solución líquida amoniacaal de nitrato amónico - 22,5 por ciento de viruta de magnesio - 22,5 por ciento de viruta de aluminio.

10 Resultados: Se produjo una voladura excelente, formándose un cráter de 4,64 m. Se produjo una excelente rotura de la tierra y el cráter fué muy profundo. En este ensayo de disparo se removió una cantidad considerablemente mayor de tierra que en el Ejemplo 1 o en el 2.

15 Ejemplo 4: Cuarenta por ciento de solución líquida amoniacaal de nitrato amónico 80 por ciento de virutas de magnesio - 30 por ciento de virutas de aluminio.

20 Resultados: Se produjo una voladura excelente de alta - percusión. Se apreció una cantidad considerable de fuego en el momento de la detonación. Este ensayo de voladura no removió realmente tanta tierra que en el ejemplo 3, aunque el cráter de 4,26 m. fué aproximadamente de la misma profundidad.

Ejemplo Comparativo C:

25 Siguiendo el procedimiento general del Ejemplo - Comparativo A, se colocó una carga de ensayo de 2,49 kg. en un barreno de 1,82 m. y se atacó con 1,52 m. de arena. La carga de ensayo contenía 70% en peso de "píldoras" de calidad fertilizante de nitrato amónico del Ejemplo 1. La carga se disparó eléctricamente utilizando el "Munroe jet", después de haber madurado la carga durante 1 hora.

30

257481



Resultados: La carga se disparó satisfactoriamente pero no se produjo distorsión ni rotura de la superficie.

Ejemplo comparativo D:

5 Siguiendo el procedimiento del Ejemplo comparativo C, se preparó una composición que contenía /a 85% en peso de "píldoras" de calidad fertilizante de nitrato amónico (b) 2,5 por ciento en peso de virutas de magnesio y 2,5 por ciento en peso de virutas de aluminio colocadas en un cartucho de aluminio y (c) 10 por ciento en peso de la solución líquida amoniacal de nitrato amónico del Ejemplo 1, quedando la mayoría de las "píldoras" en su forma original.

10 Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente pero no se formó cráter. Se observó una ligera distorsión.

15 Siguiendo el procedimiento del Ejemplo Comparativo C, se prepararon las siguientes composiciones y se ensayaron utilizando cargas de ensayo de 2,49 kg. atacadas con 1,52 m. de arena y maduradas durante unas 5 horas:

20 Ejemplo 5:

25 Se preparó una composición que contenía 90 % en peso de la solución amoniacal de nitrato amónico del Ejemplo 1 y 10 por ciento en peso de virutas mezcladas de magnesio y aluminio (5 partes de cada clase) en un cartucho cilíndrico de aluminio.

30 Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente, formándose un cráter pequeño (1,65 m.) con distorsión alrededor del cráter.

25 74 81



Ejemplo 6:

5 Se preparó una composición que contenía 85% en peso de la solución amoniacal de nitrato amónico del Ejemplo 1 y 15 por ciento de metal mixto (7,5 partes de virutas de magnesio y la misma cantidad de virutas de aluminio) en un recipiente de aluminio.

Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente, formándose un cráter pequeño (1,65 m.), observándose distorsión alrededor del cráter.

10

Ejemplo 7:

15 Se preparó una composición que contenía 80 por ciento en peso de la solución amoniacal de nitrato amónico del Ejemplo 1, y 20 por ciento de metal mixto (10 partes de viruta de magnesio y otras tantas de viruta de aluminio) en un recipiente de aluminio.

Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente, formándose un cráter de 2,43 m. con distorsión alrededor del cráter.

20

Ejemplo 8:

25 Se preparó una composición que contenía 72% en peso de la solución amoniacal de nitrato amónico del Ejemplo 1 y 28 por ciento de metal mixto (14 partes de viruta de magnesio y otro tanto de viruta de aluminio) en un recipiente de aluminio.

Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente, formándose un cráter de 3,35 m. con distorsión alrededor del cráter.

30



Ejemplo 9:

Se preparó una composición que contenía 72 por -
ciento en peso de la solución amoniacal de nitrato amó-
nico del Ejemplo 1, y 28 % de viruta, de sierra de cin-
5 ta, de magnesio en un recipiente de aluminio.

Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente,
formándose un cráter de más de 3.35 m. con distorsión
alrededor del cráter.

Ejemplo 10:

Se preparó una composición que contenía 60% en pe-
so de la solución amoniacal de nitrato amónico del ejem-
plo 1 y 25 por ciento de viruta de magnesio y 15 por cien-
to de viruta de aluminio en un recipiente de aluminio.

Resultados: El disparo se realizó satisfactoriamente, -
formándose un cráter de 3.25 m., aproximadamente. Se ob-
servó distorsión alrededor del cráter.

Ejemplo 11: Determinación de proporciones óptimas de alu-
minio y magnesio en soportes térmicos mixtos:

Para determinar experimentalmente la relación más
eficaz de magnesio a aluminio que ha de emplearse en so-
portes térmicos de metal ligero mixtos, se preparó y dis-
paró la siguiente serie de cargas de ensayo.

La carga base contenía (a) 72 por ciento en peso
de la solución amoniacal de nitrato amónico, que conte-
nía 25 por ciento de amoníaco líquido, 69 por ciento de
nitrato amónico y 6 por ciento de agua y (b) 28 por cien-
to en peso de metal. Se utilizaron virutas de sierra de
cinta, de aluminio y magnesio. En cada experimento, la
30 carga de ensayo se dejaba en reposo durante un periodo



537151

de veinticuatro horas para permitir que la carga experimentase una amplia reacción autógena o espontánea. Se dispararon después las cargas de ensayo y el factor de potencia resultante se midió por la desviación sobre el barógrafo registrador standard.

Los resultados de estos quince experimentos independientes se reproducen en el gráfico siguiente.

En estos datos, el factor de potencia resultante de la explosión de la unidad detonadora (carga formada de "Munroe jet") se representa solamente sobre la porción de la línea de trazos de la figura 1. Se observará que resulta únicamente un factor de potencia pequeño.

Estos datos indican además que los límites preferidos de metal mixto están comprendidos entre, aproximadamente cinco y, aproximadamente, veinticuatro partes de aluminio para, aproximadamente veintitres y, aproximadamente, cuatro partes de magnesio, respectivamente, para el sistema investigado. El resultado óptimo se obtiene en los límites comprendidos entre doce y catorce partes de aluminio para 16 y 14 partes de magnesio, respectivamente. Estos hallazgos experimentales están de acuerdo con las relaciones generalmente calculadas a partir de la relación estequiométrica explicada en la parte subsiguiente de esta memoria descriptiva.

Ejemplo 12: Perfiles térmicos que miden la actividad exotérmica de autorreacción de una composición explosiva insensible inicial al cabo del tiempo a temperatura ambiente para formar un producto de reacción explosivo sensible:

Para determinar la cantidad de actividad exotérmica

257281



ca resultante de la auto-reacción o reacción autógena que tiene lugar en la mezcla explosiva insensible inicial al cabo del tiempo, se preparó una amplia serie de perfiles térmicos. En el gráfico II, que se da a
5 continuación, se dan perfiles térmicos ilustrativos.

En esta serie, el aumento de temperatura por encima de la ambiente al cabo del tiempo se midió mediante termómetro registrador. También se estudió el papel del agua o de otro medio ionizante.

10 La carga número A se preparó a partir de 72 por ciento en peso de una solución amoniacal de nitrato amónico, formada de 69,8 partes de nitrato amónico, 23,8 partes de amoniaco líquido y 6,4 partes de agua, y 28 por ciento en peso de metal mixto. Se utilizaron partes iguales (14 por ciento de cada clase) de virutas
15 de sierra de cinta de aluminio y de virutas de sierra de cinta, de magnesio. Se ve que la temperatura de la carga de ensayo aumentó de un modo exotérmico desde la temperatura ambiente de 9 6,66° C. hasta un máximo de
20 unos 57,22° C. en cuyo punto más alto, la carga se solidificaba, indicando que se había formado el producto de reacción explosivo sensible deseado. Posteriormente, disminuía gradualmente la temperatura del sistema.

La carga de ensayo B contenía 72 % de la solución
25 líquida amoniacal de nitrato amónico de carga A junto con 14 por ciento en peso de virutas de fresado de magnesio gruesas y la misma cantidad de barras de aluminio de una configuración aproximadamente de 0,31 cm., por 0,63 cm. Se observó la actividad exotérmica máxima a 60° C. después de pasar aproximadamente 4 horas y media. Se confir-
30

257481



mó el papel de las partículas de metal más gruesas en el alargamiento del periodo de la auto-reacción, siendo estas partículas metálicas mixtas de esta carga sustancialmente más gruesas que las de los metales mixtos de la carga de ensayo A.

5

La carga de ensayo C tal como se preparó inicialmente era idéntica a la carga de ensayo B. Sin embargo, como la actividad exotérmica disminuyó notablemente cuando habían pasado seis horas y media, se añadió una pequeña cantidad de agua. Una hora y media después, la reacción exotérmica se observó que liberaba nuevamente cantidades sustanciales de calor, alcanzándose un nuevo máximo exotérmico a unos 58,33° C., después de lo cual cesaba la reacción. Tomando como base estos datos se sugiere que la reacción es iónica y que el agua presente se combina químicamente, acaso, de una manera que se explica más adelante en esta memoria descriptiva.

10

15

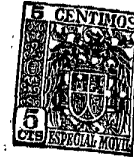
Ejemplo 13: Determinación de la exigencia óptima de metal para soluciones amoniacaes de nitrato amónico.

20

Para determinar las exigencias óptimas de metal para un sistema determinado de solución amoniacaal de nitrato amónico, se variaron los porcentajes de la carga metálica mixta. En cada una de las cargas de ensayo, la carga base contenía una solución amoniacaal de nitrato amónico formada por 23,8 partes de amoniaco líquido, 69,8 partes de nitrato amónico y 6,4 partes de agua. Se utilizó un sistema metálico mixto a base de virutas de sierra de cinta, de magnesio y aluminio. La relación de magnesio a aluminio fué 1,35 a 1,00, de acuerdo con los hallaz-

25

30



gos generales del Ejemplo 11.

Se dejó que las cargas de ensayo experimentaran auto-reacción, luego se dispararon y se midió el factor de potencia resultante por la desviación sobre el barógrafo registrador, de la manera dicha en el Ejemplo 11.

Los datos, que se reproducen en el gráfico III que se da más adelante, indican que, para este sistema amoniacal de nitrato amónico, se obtuvieron los factores de potencia máximos cuando el soporte térmico metálico comprendía de cincuenta a cincuenta y cinco por ciento en peso de la carga de ensayo inicial, aunque se obtuvieron buenos factores de potencia dentro de los límites de, aproximadamente, veinticinco a, aproximadamente, sesenta y cinco por ciento en peso.

Ejemplo 14:

Siguiendo los procedimientos generales de los ejemplos 1-10, inclusive, se formó una carga de ensayo de 2,49 kg. disolviendo 1,36 kg. de "píldoras" de nitrato amónico de calidad fertilizante, en 0,453 de amoniaco anhidro líquido. La solución amoniacal de nitrato amónico resultante se mezcló con 0,697 kg. de metal mixto, formado a partir de torneaduras de magnesio y virutas de chatarra de trabajado de aluminio en la relación cincuenta-cincuenta. Se hizo un barreno de 1,82 m. en el suelo en el área de ensayo y se atacó con 1,52 m. de arena. Al cabo de cuarenta minutos después de colocada la mezcla inicial en el barreno, se anotó la actividad exotérmica. Tres horas más tarde, la reacción transcurría enérgicamente y la carga se solidificó luego apro-

237481



5 ximadamente cuatro horas y media después de colocada en el barreno. Después de cuarenta y ocho horas de la solidificación, se disparó eléctricamente la carga de ensayo utilizando una carga formada. La voladura resultante produjo un cráter de un diámetro aproximadamente de 0,91 a 1,52 m.

Ejemplo 15:

10 Se preparó la solución de nitrato amónico siguiendo el procedimiento del Ejemplo 14. Se añadió tres por ciento en peso de la carga total de agua, mezclando el soporte de metal mixto como en el Ejemplo 14. Después de madurar, la solución solidificó en tres horas y media y se dejó en reposo durante 48 horas antes de disparar. La carga se disparó satisfactoriamente. Se formó un cráter de un diámetro aproximado de 1,82 m.

Ejemplo 16:

20 Siguiendo el procedimiento del Ejemplo 14, se preparó una carga de ensayo de 2,49 kg., disolviendo 1,36 kg. de "píldoras" de nitrato amónico de calidad fertilizante, en 0,453 kg. de amoníaco líquido junto con 0,053 kg. de agua. Se mezclaron 0,679 kg. de torneaduras de aluminio gruesas con la solución amoniaca de nitrato amónico en el barreno. Seis horas más tarde, se observó alguna actividad exotérmica y al cabo de siete horas después de mezclado en el barreno, se solidificó la carga. Se disparó 48 horas después del mismo modo que en el Ejemplo 14. Se originó un cráter de un diámetro entre 1,05 30 y 1,52 m., aproximadamente, con buena distorsión.



257481

Ejemplo 17:

Se mezclaron con 0,679 kg. de virutas de sierra de cinta, de magnesio, 1,58 kg. de una solución casi saturada de nitrato amónico en agua, formada por disolución de nitrato amónico en agua, y la mezcla resultante se colocó en un barreno. La actividad exotérmica máxima se produjo en un periodo de tiempo menor que el observado en los Ejemplos 14-16, inclusive. La carga se disparó satisfactoriamente cuarenta y ocho horas después, produciéndose un cráter de un diámetro aproximado de 1,82 m.

Hasta ahora, las explosiones de nitrato amónico se han venido considerando en general como reacciones de detonación lenta, basándose principalmente en el volumen de gases que queda en libertad. En contraste neto las cargas de ensayo del presente invento, según se ilustra en los ejemplos anteriores, proporcionan una reacción rápida, violenta, acompañada de gran percusión y poder rompedor y de ondas de choque intensas. Aunque es difícil medir la velocidad exacta de detonación en reacciones explosivas, se ha observado que las reacciones del presente invento son mucho más rápidas que las que se obtienen normalmente con nitrato amónico.

El factor de potencia mejorado que resulta de la detonación de las composiciones del presente invento parece que deriva principalmente del invento calor originado, y únicamente de un modo secundario, de la liberación inicial de más gasese. El efecto de los calores extraordinariamente elevados que se originan es, como es natural, incrementar de un modo enorme el volumen de gas que queda disponible, de acuerdo con la relación normal volumen

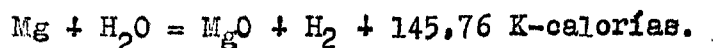
25 74 81



de gas-temperatura. Esto da como resultado mayor potencia, puesto que la rotura de roca observada, por ejemplo, en la reducción de mineral Taconita con estas nuevas composiciones, es del orden de treinta y cinco toneladas por cada 0,453 kg. de carga explosiva insensible -
5 inicial, contra 20 toneladas por cada 0,453 kg. de carga en la que se han hecho detonar cargas de nitrato amónico secas y semi-líquidas.

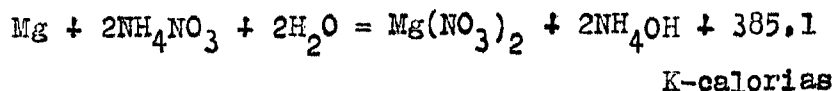
Aunque los ejemplos anteriores ilustran el factor
10 de potencia inesperado que presentan las composiciones explosivas del invento presente, se ha hecho otras observaciones que son útiles para determinar la naturaleza de las reacciones complejas que tienen lugar en estos sistemas.

15 Inicialmente, la composición explosiva sustancialmente insensible experimenta auto-reacción químicamente, según se comprueba por la fuerte exotermicidad registrada en los experimentos realizados según el Ejemplo 12 anterior. Hay alguna indicación de que, cuando hay presente
20 magnesio, se produce la siguiente reacción en presencia de agua:

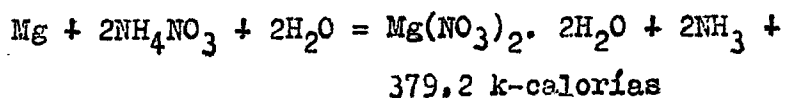


Al mismo tiempo, hay pruebas de que el magnesio,
25 por ejemplo puede reaccionar con el nitrato amónico formando nitratos de magnesio, siendo absorbida el agua presente, acaso, como el hexahidrato de la sal resultante, o el dihidrato, por ejemplo, de acuerdo con la reacción siguiente:

30



o



5

10

15

20

25

30

Esto está apoyado por los datos anteriores que indican que, cuando la reacción exotérmica disminuye, puede iniciarse nuevamente añadiendo una pequeña cantidad de agua a la carga. Además, cuando se ha completado la auto-reacción, usualmente en un plazo de veinticuatro horas, se ha observado que el producto de reacción completado está sustancialmente en forma sólida. En general, al cabo de unas cinco horas, ha tenido lugar una actividad exotérmica suficiente, de manera que los productos de reacción resultantes pueden detonar satisfactoriamente. Un exámen a fondo pone de manifiesto que, aun cuando una gran parte de los soportes térmicos de metal elemental o de los combustibles siguen estando presentes en tales, una porción muy sustancial se ha convertido en una sal metálica o en un grupo de sales. Dicho producto de reacción de delimitado del barreno, se ha dejado permanecer a la temperatura ambiente durante varios días se ha vuelto al barreno y se ha hecho detonar por cargas formadas como explosivos granular, completamente seco.

Cuando la mezcla inicial se coloca en el barreno, no puede hacerse detonar, en general ni por los cebos clásicos ni por la carga formada preferida. Hay frecuentemente un lapso de tiempo que puede llegar hasta alcanzar una o más horas, antes de que se observe cualquier



actividad exotérmica apreciable. Por lo tanto, la velocidad de la reacción y, por consiguiente la cantidad de reacción exotérmica producida, puede controlarse adecuadamente regulando el tamaño de partícula y la configuración del soporte metálico y controlando la cantidad de agua presente en la composición explosiva insensible inicial. La disminución del tamaño de partícula y el aumento de la cantidad de agua tienden a acelerar la reacción. Se ha encontrado que la auto-reacción puede hacerse suficientemente violenta de manera que en realidad expulse el material fuera del barreno. La experimentación ha producido los límites operables, según se ha explicado anteriormente en esta memoria descriptiva para controlar estos factores.

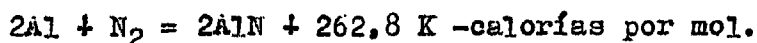
En general, la auto-reacción se completa al cabo de veinticuatro horas, aunque, generalmente se prefiere hacer detonar el producto de reacción mientras la actividad exotérmica del sistema está en su máximo o cerca del mismo (ver Ejemplo 12).

Después de haberse producido la actividad exotérmica sustancial resultante de la interacción, la composición explosiva, ahora sensible, se hace detonar, por ejemplo, con una carga formada ("Munroe jet"). Las pruebas experimentales apuntan hacia la vaporización de magnesio para usar sustancialmente la totalidad del oxígeno presente y liberado. Esto se realiza por un aumento enorme de calor, vaporizándose principalmente el magnesio en forma de óxido de magnesio. El vapor de óxido magnésico de color claro se ha observado cuidadosamente en pequeños disparos de ensayo. No se observa magnesio residual,

257481



incluso cuando hay presente la cantidad máxima teórica de soporte térmico. Así, pues, el magnesio, que no interviene ya en el producto de la auto-reacción, sirve como combustible, produciendo calor intenso que eleva la temperatura del aluminio, que tiene un punto de in-
5 iniciación mayor que el magnesio, hasta su punto de ebullición o de vaporización, haciéndole que experimente, - probablemente, la siguiente reacción:



10

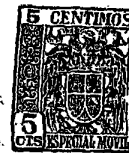
Esta reacción tiene lugar a temperaturas comprendidas entre unos 1787° C. y 1926° C., liberándose la - enorme cantidad de calor resultante. El valor en K-ca-
lorías supera con creces cualquier pérdida de nitróge-
15 no gaseoso. Este calor excesivo, junto con su efecto sobre el volumen de gas liberado en la detonación, puede ser en gran parte residual del factor de potencia ex-
traordinariamente alto que se obtiene con los explosivos del presente invento. Las pruebas apuntan hacia la
20 reacción de formación de nitruro más bien que a la formación de un óxido de aluminio, y, por tanto, excluye la formación de óxidos de nitrógeno nocivos que hasta
ahora constituían un peligro para la seguridad en los residuos o fragmentos de piedras que quedaban después
25 de la detonación de los explosivos clásicos de nitrato amónico.

25

Frecuentemente, las explosiones clásicas de ni-
trato amónico dan como resultado cantidades residuales
sustanciales de amoniaco, que se acusan fácilmente por
30 el olor amoniacal. Con las composiciones explosivas del

30

257481



presente invento, no se nota olor de amoniaco residual después de detonación, convirtiéndose completamente el amoniaco en nitrógeno e hidrógeno a las temperaturas elevadas que intervienen en el sistema reaccionante.

5 Hay también pruebas de que quedan disponibles - cantidades sustanciales de hidrógeno durante la reacción explosiva y que están desempeñando también un papel importante en el mejor resultado que se observa. - Por ejemplo, en los disparos de ensayo en el campo, después de detonación, se ha observado una llama axulada
10 característica en grietas y fisuras en la roca abiertas por la voladura en la que evidentemente el oxígeno ha reaccionado con el hidrógeno residual, como explosivos secundarios.

15 El enorme factor de potencia conseguido por las composiciones explosivas del presente invento ha permitido realizar muchas operaciones de voladura con una cantidad muy pequeña de explosivo, en comparación con los explosivos clásicos de nitrato amónico.

20 En la voladura de rocas duras, ha sido posible cargar y disparar un barreno removiendo una cantidad de roca que hasta ahora necesitaba tres o cuatro barrenos y cargas con explosivos clásicos de nitrato amónico.

25 Por ejemplo, en la Columbia Mine, en Minnesota, la economía del empleo de soluciones de nitrato amónico con sensibilización metálica, como se ha explicado, se comparó con nitrato amónico "en píldoras" según las técnicas anteriores, utilizando una sensibilización con aceite (práctica corriente). En este último método, se rompieron
30 m³ de mineral de Taconita exigiendo siete perforaciones,



y 684 kg. de nitrato amónico y aceite que, junto con los
cebos y el "Primacord" cuesta 0,0286 dólares por 0,764
metros cúbicos de tierra rota, para un coste de perfora-
ción de 0,1433 dólares por 0,764 m³ de tierra rota. Uti-
lizando los materiales explosivos explicados en la solución
5 presente y rompiendo 2466 metros cúbicos de Tacnita, so-
lamente se necesitaron tres perforaciones y 115 kg. de
compuesto explosivo, este último a un coste, incluyendo
metal sensibilizador, "Munroe jets", detonadores y alam-
bres de voladura, de 0,0151 dólares por cada 0,764 me-
10 tros cúbicos de rotura. El coste de perforación basado
sobre 2,50 dólares por cada 0,30 metros como en la car-
ga comparativa, fué solamente 0,596 dólares por cada -
0,764 metros cúbicos de rotura. Este trabajo comparati-
15 vo indica una economía de 56,5 por ciento y un mejora-
miento del factor de potencia desde 0,18 kg. de explosivo
por cada 0,764 metros cúbicos de rotura hasta 0,049 kg. de
compuesto explosivo utilizando los compuestos explosivos
aquí explicados.

20 Como resultado del trabajo con papillas o suspensio-
nes de nitrato amónico, que se hacían detonar a distancia,
según se ha descrito en la patente americana 2.867.172,
publicada el 6 de Enero de 1.959, con las cargas de ni-
trato amónico granular humedecidas, en mezcla con metal
25 finamente dividido, según se describe en la solicitud de
patente americana, número de serie 763.908, depositada
el 29 de Septiembre de 1.958, y con los explosivos de so-
luciones de nitrato amónico del presente invento, junto
con otros experimentos, hemos encontrado que muchos ex-
30 plosivos, que son inicialmente insensibles sustancial-



mente, puede hacerse que experimenten auto-reacción o interacción al cabo del tiempo en las condiciones de temperatura ambiente o del barreno, para formar productos de reacción corrosivos que son sensible, eso proporciona un sistema explosivo extraordinariamente seguro. Hemos encontrado que este principio es aplicable a una gran variedad de sales oxidantes estables, tales como nitratos, nitritos, percloratos, sulfuros, cloratos, cromatos, peróxidos y otras muchas sales capaces de liberar oxígeno al detonar o experimentar "electronación" de algún otro modo. Incluidos en estas clases figuran el nitrito amónico, el perclorato amónico, el nitrato amónico y otros. Análogamente, hemos encontrado que pueden proporcionarse muchos soportes térmicos, metálicos y no metálicos, que de algún modo intervienen en la reacción con la sal oxidante para formar un producto de reacción o mezcla de compuestos de reacción corrosivos que forman por sí mismos materiales explosivos muy sensibles capaces de sensibilizar la parte de la carga base que no ha reaccionado. Incluidos en dichos metales figuran: hierro, magnesio, aluminio, cinc, calcio, litio, sodio, estroncio, bario, estaño, plomo, titanio, e incluso metales de tierras raras. Se han empleado satisfactoriamente muchos elementos ligeramente metálicos o no metálicos, tales como carbono, azufre, selenio, fósforo y otros.

Además, estas composiciones explosivas sensibles se han preparado partiendo de sales oxidantes que están en forma sustancialmente granular o pulverulenta, en mezcla semi-líquida, y mezclas de solución completa, según

257481



5 se describe en esta solicitud. Mientras hay suficiente
agua u otros medios ionizantes presentes, incluso las
composiciones insensibles iniciales que están sustan-
cialmente secas al tacto puede hacerse que experimenten
reacción para formar productos de reacción corrosivos
sensibles. Los intervalos de tiempo durante los cuales
10 tienen lugar tales auto-reacciones exotérmicas son, na-
turalmente, muchos más cortos cuando hay presentes di-
solventes líquidos ionizantes en cantidad bastante gran-
de, pero incluso composiciones en forma sustancialmente
granular, pero ligeramente humedecidas con tales disol-
ventes líquidos, experimentan reacción en periodos de ma-
durado o curado que duran desde varias horas hasta alcan-
zar varios días en algunos casos.

15 Este hallazgo nos ha permitido trabajar con muchas
composiciones explosivas, y prepararlas, que son inicial-
mente seguras para operar, pero que experimentan interac-
ción o auto-reacción formando explosivos sensibilizados
bajo las condiciones ambientes. En muchos casos, las auto-
reacciones exotérmicas, que son normalmente muy lentas,
20 se han acelerado por aplicación externa de calor o por
aplicación de disolventes líquidos.

Pueden hacerse varias modificaciones en la compo-
sición y en los procedimientos del presente invento sin
25 apartarse del espíritu o del alcance del mismo, sobren-
tendiéndose que el invento está limitado solamente por
el alcance de las reivindicaciones que figuran a conti-
nuación.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en
30 E.U.A., el 20 de Abril de 1.959, bajo el número 807.406,

25 74 81



se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente
Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
de Invención en España, por VEINTE años, son los siguien-
tes:

10

1.ª. - Un procedimiento para producir una composición
explosiva, combinando una sal oxidante inorgánica, un me-
tal ligero, y un disolvente para la sal oxidante, carac-
terizado porque el metal ligero está en forma de partí-
culas y tiene un tamaño de partícula suficientemente --
grande para ser retenido por un tamiz que tiene un tama-
ño lineal de malla de aproximadamente 0,8 mm.

15

2.ª. - Un procedimiento de acuerdo con el punto 1.ª,
caracterizado porque el componente metálico está sustan-
cialmente libre de polvo y partículas atomizadas u otras
de un tamaño suficientemente pequeño para pasar a través
de un tamiz que tiene un tamaño lineal de malla de apro-
ximadamente 0,8 mm.

20

3.ª. - Un procedimiento de acuerdo con los puntos
1.ª y/o 2.ª, caracterizado porque la sal oxidante es nitra-
to amónico.

25

4.ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera
de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1.ª
a 3.ª, caracterizado porque el disolvente para la sal oxi-
dante es amoniaco anhidro líquido, amoniaco acuoso, o agua.

30



52. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 4º, caracterizado porque la totalidad de la sal oxidante o del nitrato amónico, respectivamente, está contenida en la fase líquida, en forma disuelta.

6º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 5º, caracterizado porque la sal oxidante o el nitrato amónico, respectivamente, se emplea en forma de una solución saturada o casi saturada.

7º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 6º, caracterizado porque el metal ligero es magnesio, aluminio, o una aleación que tiene cualquiera de estos metales como base.

8º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 7º, caracterizado porque el metal ligero se emplea en forma de partículas irregularmente formadas, tales como virutas, desperdicios, hojas, cordones, esponjas y similares.

9º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 8º, caracterizado porque las partículas de metal tienen un tamaño de hasta 6 mm. o más de diámetro y hasta 15 cm. o más de longitud.

10º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1º a 9º, caracterizado porque el metal ligero comprende entre 4 y 60%, preferentemente entre 15 y 55 %, y más ven-



tajosamente entre 25 y 55% en peso basado en el peso total de la composición.

5 11ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1ª a 10ª, caracterizado porque la solución amoniaca del nitrato amónico contiene hasta 15% y preferentemente menos de 7% de agua.

10 12ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1ª a 11ª, caracterizado porque se emplea suficiente amoniaco para producir una solución amoniaca de nitrato amónico que contiene más de 4% y hasta 35% o más de amoniaco basado en el peso del nitrato amónico.

15 13ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1ª a 12ª, caracterizado porque se emplea suficiente amoniaco para producir una solución amoniaca de nitrato amónico, que contiene más de 20% del amoniaco basado en el peso del nitrato amónico.

20 14ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 1ª a 13ª, caracterizado porque se emplean además otros metales, tales como zinc, hierro, calcio o tales no metales como carbón, azufre, fósforo, u otros aditivos.

25 15ª. - Un procedimiento para la detonación de una composición explosiva, caracterizado porque una composición explosiva preparada de acuerdo con los anteriores puntos 1ª a 14ª, se coloca en un agujero de sorleo o de barrenado u otra cavidad y se detona por medio de una carga formada o por un detonador singularmente potente.

30

25748



5 16ª. - Un procedimiento de acuerdo con el punto 15ª, caracterizado porque la composición explosiva que se ha de hacer explotar se prepara directamente a partir de los componentes, haciendo la composición en el agujero u otra cavidad donde ha de ser detonada.

10 17ª. - Un procedimiento de acuerdo con el punto 16ª, caracterizado porque un metal ligero en forma de partículas irregularmente formadas se coloca en el agujero o cavidad similar y la sal oxidante o nitrato amónico, respectivamente, se añade en forma de solución.

15 18ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 15ª a 17ª, caracterizado porque la composición explosiva se coloca en un recipiente metálico que es preferentemente un cartucho cilíndrico perforado hecho de metal ligero.

20 19ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 15ª a 17ª, caracterizado porque la composición explosiva se coloca en un recipiente plástico tal como una bolsa de polietileno tubular.

25 20ª. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 7ª a 19ª, caracterizado porque se permite que la composición explosiva envejezca, antes de ser detonada.

25 21ª. - Un procedimiento de acuerdo con el punto 20ª, caracterizado porque el envejecimiento es llevado a cabo permitiendo que la composición explosiva sufra una auto-reacción.

30 22ª. - Un procedimiento de acuerdo con el punto 21ª caracterizado porque la composición se hace detonar hasta



257481

por lo menos una hora y hasta 5 horas o más, y si se desea, hasta 24 horas o más después de que los componentes de la composición explosiva han sido combinados.

5 23º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 20º a 22º, caracterizado porque la explosión es llevada a cabo al tiempo en que la mezcla envejecida ha alcanzado su temperatura extrema como resultado de la autorreacción exotérmica.

10 24º. - Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos o cualquier combinación de los puntos 20º a 23º, caracterizado porque la detonación es iniciada por una cubierta de voladura normal u otro iniciador de efecto iniciador similar.

15 25º. - Un procedimiento para producir una composición explosiva.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede presentado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escritas a máquina por una cara.

Madrid,

P. A.

25

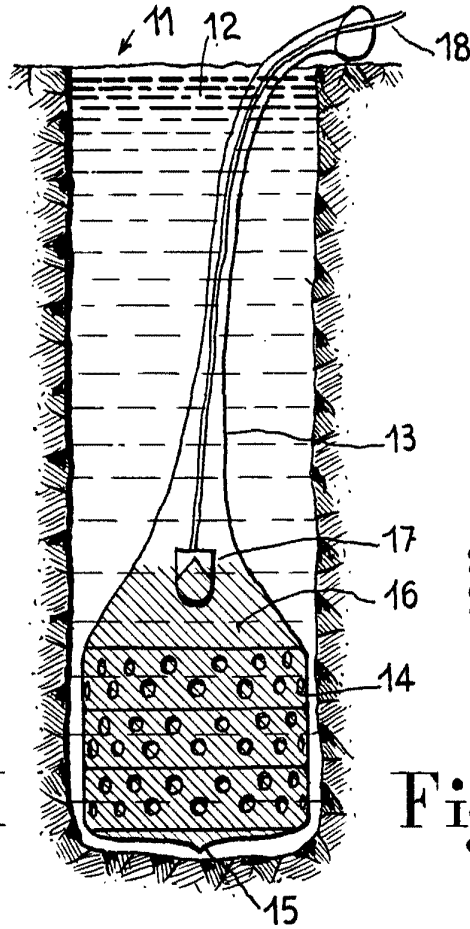


Fig. 1

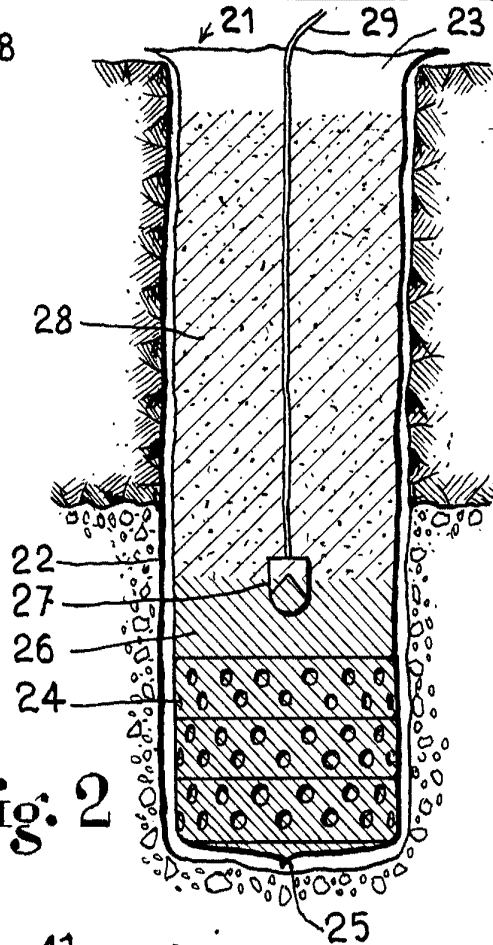


Fig. 2

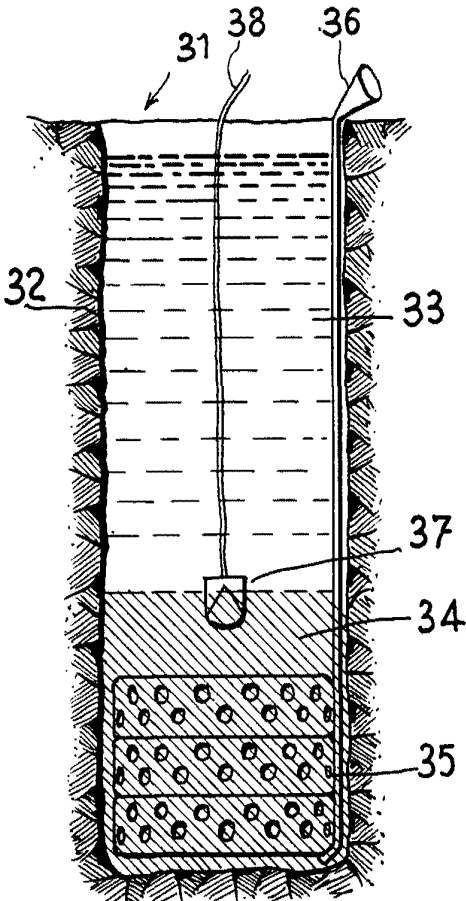


Fig. 3

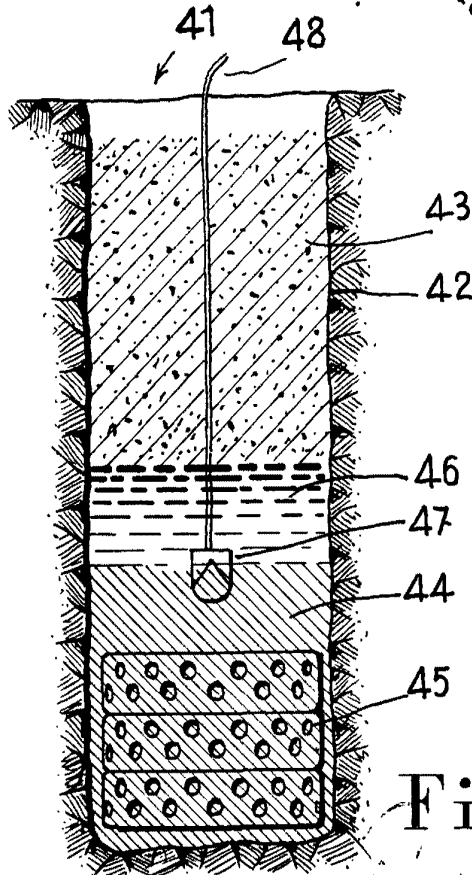


Fig. 4

Atorio de Escaburo
Por. 1900



27-31

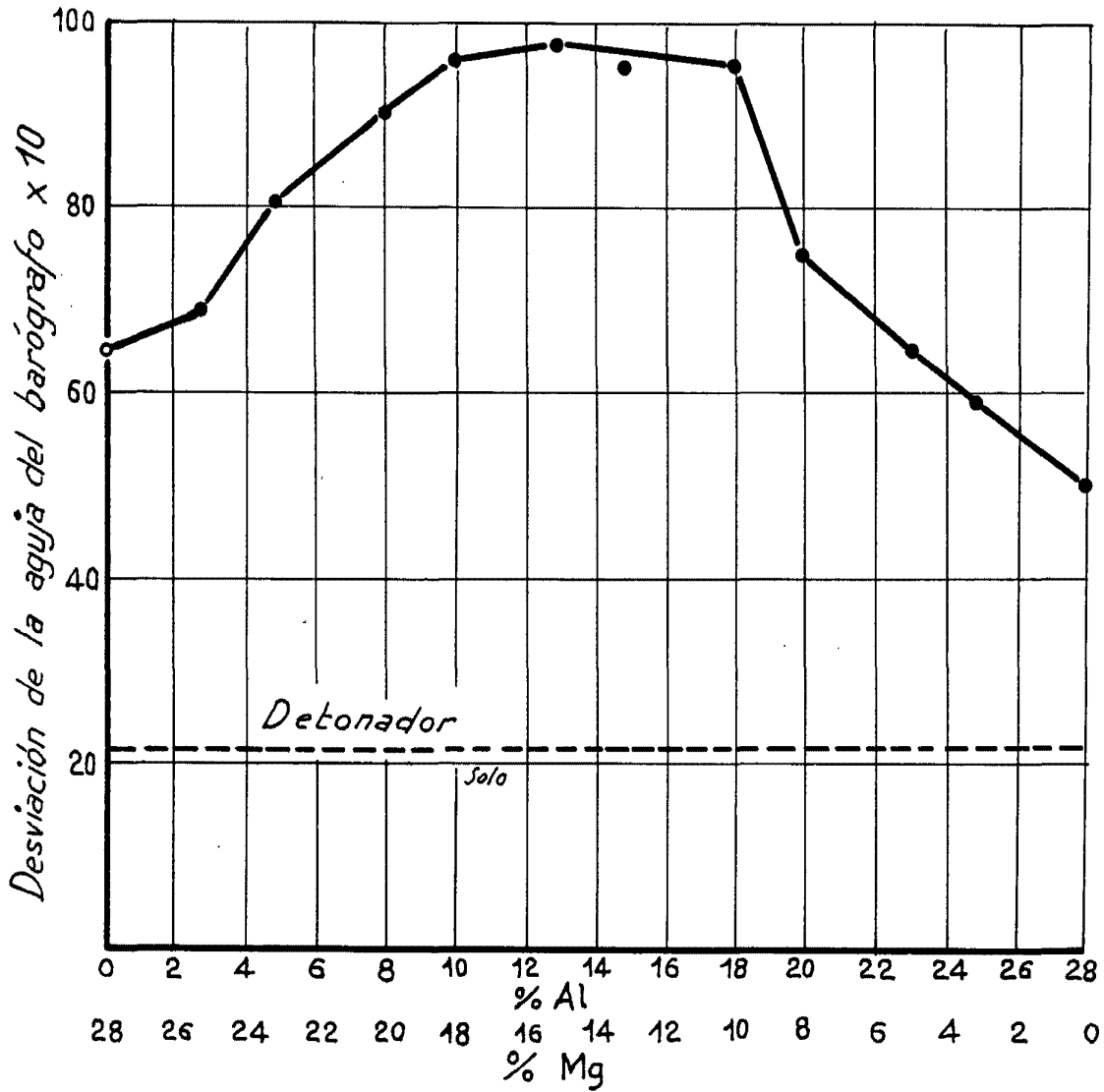


Gráfico I

Ministerio de Minería
Banco de Chile

237401

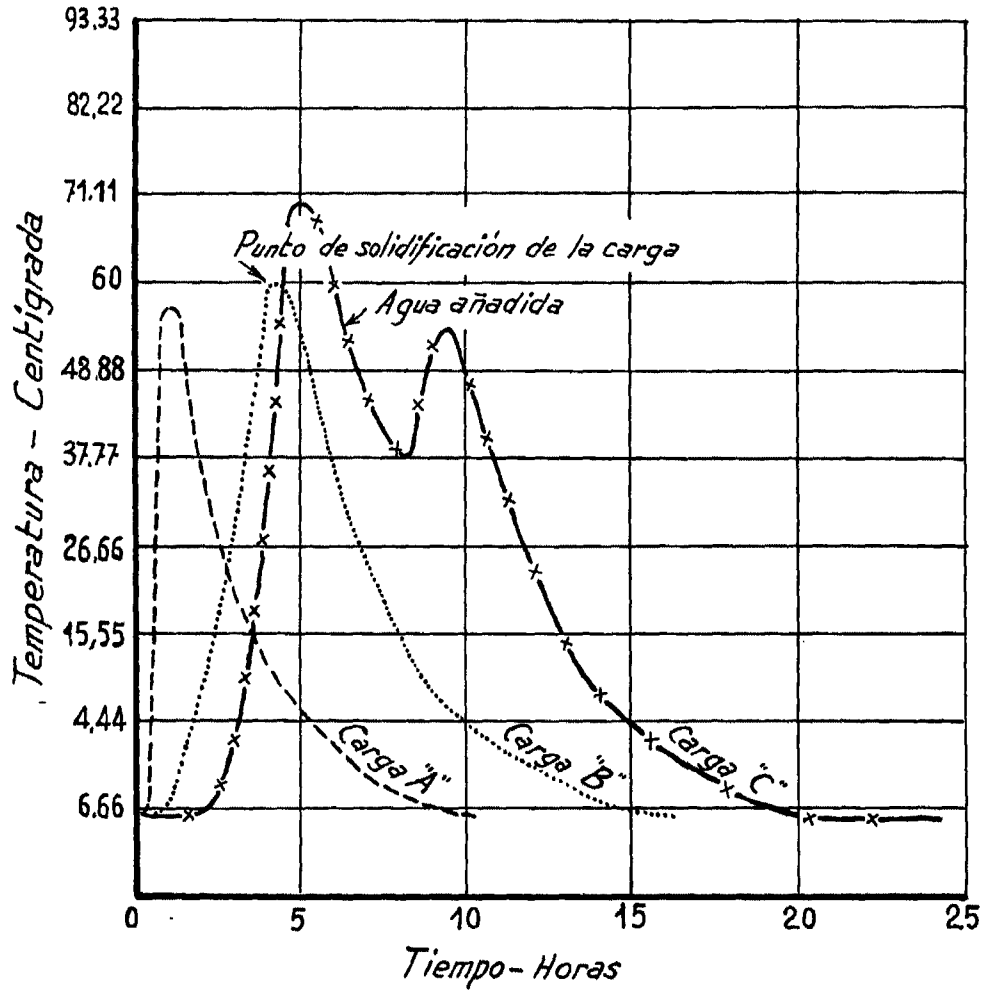
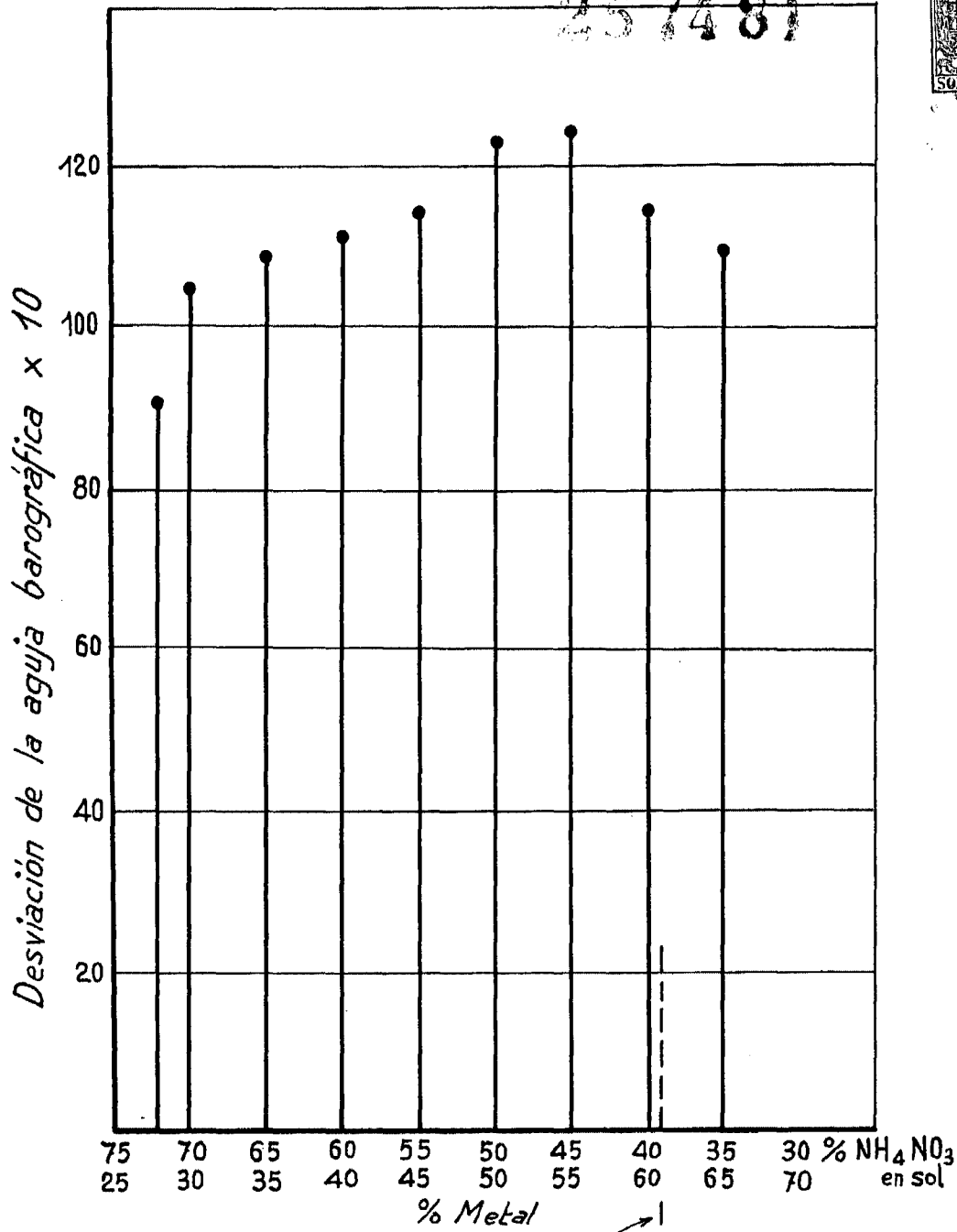


Gráfico II

Handwritten signature and text at the bottom right of the page.

257481



75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 % NH₄NO₃
 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 en sol

Relación estequiométrica para

2 moles O₂ + N₂
 6 moles NH₄NO₃
 4 moles Mg
 AL

Gráfico III

Handwritten signature or initials at the bottom right of the page.