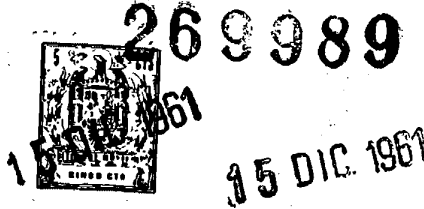


P - 21.563

A-58398-Case DP-50-6-70-XX

Rehecha I



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 18 de Agosto de 1961, con el No. 269.989

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de THE ATLANTIC REFINING COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 260, South Broad Street, Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE AUMENTAR LA PERMEABILIDAD A LOS FLUIDOS DE UNA FORMACION TERRESTRE SUBSUPERFICIAL".

---

La presente invención se refiere a un método y un preparado perfeccionados para incrementar la permeabilidad de las formaciones terrestres subsuperficiales respecto a los fluidos. En un aspecto más particular, la presente invención se refiere a un preparado y un método perfeccionados para sustentar fracturas en formaciones subsuperficiales y mejorar así la facilidad con la que pueden ser obtenidos los flúidos de tales formaciones, o la facilidad con que pueden

163483



inyectarse flúidos en dichas formaciones.

Es un hecho ya bien conocido, particularmente en el  
ramo de la producción petrolífera, que la permeabilidad de  
las formaciones terrestres subsuperficiales puede incremen-  
5 tarse si las fracturas existentes en la formación se sostie-  
nen abiertas con un agente de sustentación sólido, en forma  
de partículas, o bien se crean fracturas en dicha formación  
y se sostienen de modo semejante. En aquellos casos en que  
no existan fracturas de modo natural ni se hayan producido  
10 a consecuencia de operaciones anteriores, se crean fractu-  
ras en la formación a beneficiar disponiendo un flúido, tal  
como agua, petróleo crudo, queroseno, agua gelificada, pe-  
tróleo crudo gelificado, queroseno gelificado o emulsiones  
frente a tal formación y aplicando al flúido presión sufi-  
15 ciente para agrietar la formación y producir fracturas en  
ella. Tales fracturas existentes o creadas pueden ser con-  
vertidas en canales altamente permeables para el paso de  
flúidos depositando en las fracturas materiales sólidos, en  
forma de partículas, que sirvan para mantener separadas las  
20 paredes de la fractura. Esta contención o sustentación se  
efectúa usualmente introduciendo en las fracturas mediante  
bombeo un líquido que contiene el agente sólido de susten-  
tación. La infiltración del líquido portador por las pare-  
des de la fractura durante el bombeo, o la sucesiva retira-  
25 da del líquido por circulación de retroceso a baja presión  
deja entonces el agente de sustentación depositado entre  
las paredes de la fractura. En la inmensa mayoría de las  
operaciones de fractura industriales o de tipo comercial,  
se ha venido recurriendo a emplear como agente sustentador  
30 la arena de grano pequeño. Aun cuando el tamaño de estas are-

269989



nas viene haciéndose variar hasta cierto punto para obtener mejores resultados, en las operaciones usuales se vienen empleando arenas de tamaño inferior a malla 20, o de alrededor de 0,76 mm de diámetro.

5            También se ha expuesto recientemente que en formaciones subsuperficiales podrían obtenerse permeabilidades mucho mejores sosteniendo las fracturas existentes o creadas con materiales manufacturados formables de gran tamaño. Concretamente, los materiales manufacturados formables, de diámetros  
10           superiores a 0,76 mm. y capaces de soportar cargas mayores de 18 kg. por partícula sin fragmentación, se vió que resultaban muy eficaces para sustentar fracturas en formaciones terrestres subsuperficiales. Se vió asimismo que aquellos materiales de la clase indicada que tenían tendencia a de-  
15           formarse ligeramente al aplicárseles una carga eran sensiblemente superiores a los materiales que no presentaban deformación apreciable sometidos a la carga. Esto es lógico, puesto que los primeros, por su deformación, presentan una mayor superficie de apoyo y, por tanto, reducen la tendencia  
20           de las partículas a empotrarse en las paredes de la formación que se está sosteniendo. Estos materiales, según se vió también, veían incrementada su resistencia al deformarse, debido a lo que pudiera denominarse endurecimiento por el trabajo, en las condiciones de empleo. Estas ventajas de los materia-  
25           les, tales como el aluminio, que se aplanan bajo la carga adquirirían, según se vió, particular importancia utilizando el agente sustentador en concentración tal que en la fractura se depositaba una sola capa, o menos de una sola capa, de agente sustentador. Ahora bien, en determinadas condiciones,  
30           estos miembros de la clase general de los materiales forma-

269989



bles manufacturados, que se aplanan bajo la carga, son poco mejores que la arena usual. Tales condiciones son las que se tropiezan en formaciones profundas, donde las paredes de la fractura aplican elevadas presiones al agente sustentador.

5 Además, tales formaciones profundas son también relativamente calientes, y esto crea un grave problema al efectuar un depósito adecuado de agente sustentador en la fractura.

Es, pues, objeto de la presente invención un método y un preparado perfeccionados para incrementar la permeabilidad de las formaciones terrestres subsuperficiales a los flúidos.

Otro objeto de la presente invención consiste en un método y un preparado perfeccionados para sustentar fracturas en formaciones terrestres subsuperficiales.

15 Otro objeto más del presente invento consiste en un método y preparado perfeccionados para sustentar fracturas en formaciones terrestres subsuperficiales profundas, en las cuales las paredes de la fractura aplican elevadas presiones al agente sustentador.

20 Estos y otros objetos del presente invento se irán describiendo de la descripción detallada que sigue, tomada en unión de los adjuntos dibujos, en los cuales:

- la figura 1 es una gráfica comparativa de la permeabilidad de lechos empacados de diversos agentes sustentadores bajo presiones de pared de fractura simuladas, como las que se encuentran en la sustentación de fracturas en formaciones subsuperficiales.

Conforme a la presente invención, se ha visto que las fracturas en formaciones subsuperficiales profundas pueden ser adecuadamente sustentadas, y pueden obtenerse canales

30

269989



15

de circulación de alta permeabilidad, depositando en la  
fractura un relleno en varias capas de aquellos materiales,  
que forman parte de la clase general de materiales forma-  
bles manufacturados, que no se deforman apreciablemente ba-  
5 jo la carga. Aun cuando dicha resistencia a la deformación  
puede expresarse de varias maneras en otras ramas de la téc-  
nica, en la referente a las fracturas de este género puede  
expresarse mejor en función de la disminución de permeabili-  
dad de un relleno del material cuando se aplica una carga,  
10 ya que es ésta una medida de la efectividad del material en  
el uso real.

En términos resumidos, se ha visto que puede lograrse  
una permeabilidad a los flúidos sensiblemente mejor en for-  
maciones subsuperficiales profundas, sustentando las frac-  
15 turas existentes o creadas en tales formaciones con un re-  
lleno sólido de materiales formables manufacturados, carac-  
terizados por tener una resistencia tal que la permeabilidad  
al aire de un relleno sólido de tal material no disminuirá  
más de cincuenta veces cuando la presión aplicada en dicho  
20 relleno aumente de 0 a 1.400 kg/cm<sup>2</sup>. Se ha visto además que  
un relleno sólido de tales materiales puede lograrse de pre-  
ferencia mediante bombeo del agente sustentador en la frac-  
tura en un flúido portador en el cual el sustentador se se-  
dimenta a velocidad mayor de aproximadamente 3 cm por minuto.

25 Como antes se ha indicado, la práctica usual en la  
técnica de fracturas hidráulicas viene consistiendo en de-  
positar en las fracturas existentes o creadas arena de di-  
versos tamaños comprendidos entre mallas 10 y 60, aproxima-  
damente, haciéndose uso en la gran mayoría de las operacio-  
30 nes de arena de mallas 20 a 40. Si bien se ha venido hablan-



do de otros agentes sustentadores, aparte de la arena, como equivalentes a la arena, lo cierto es que como agente sustentador en operaciones reales en la práctica se utilizaba la arena exclusivamente, y los trabajos realizados en relación con el presente invento demostraron que no existía semejante equivalencia. Además, los trabajos sobre el reciente desarrollo arriba citados demostraron que podía obtenerse una permeabilidad sensiblemente mejorada, en operaciones de fractura, depositando en la fractura un material manufacturado formable de un tamaño de partículas superior a 0,76 mm y capaz de soportar cargas superiores a unos 18 kg por partícula, sin fragmentación. Debido a la elevada resistencia de estos materiales y a su aptitud para soportar cargas muy superiores a las de la arena usual, se vió que al utilizar estos materiales podía alcanzarse una permeabilidad sensiblemente mejor. Además, la propiedad de algunos de estos materiales, de aplanarse cuando se le aplica una carga, en lugar de romperse en fragmentos como hace la arena, hizo a estos materiales muy deseables y convenientes, ya que el aplanamiento del material hacía que el agente sustentador presentara una mayor área de sustentación o apoyo para las paredes de la fractura y, así, permitía el empleo de dichos materiales en una sola capa en vez de en forma de relleno sólido de varias capas, y en la mayoría de los casos distribuidos con una diseminación tal que quedaban grandes espacios vacíos entre partículas individuales de una sola capa.

Aun cuando el empleo de materiales como el aluminio, que se deforman y aplanan bajo la carga, dió resultados inesperadamente superiores a los obtenidos con la arena,

258-89



15 DIC.

se ha visto ahora que la mismísima ventaja a que se debía esta mejora con presiones de pared de fractura moderadamente elevadas, y a profundidades moderadamente grandes, hacía que estos materiales fueran poco mejores que la arena a presiones extremadamente elevadas o en formaciones profundas.

Un exámen de la fig. 1 pondrá de manifiesto las claras e inesperadas ventajas que pueden lograrse conforme a la presente invención. La fig. 1 es una representación gráfica de la permeabilidad al aire de diversos materiales depositados en un relleno de varias capas, de 2,5 cm de espesor, 3,8 cm de ancho y 5 cm de largo, al ir sometiendo este relleno a presiones cada vez mayores.

Las medidas de permeabilidad expuestas en la fig. 1 se realizaron de la siguiente manera:

Se forma una célula de alta presión a base de una caja rectangular de acero que tiene unas dimensiones internas de 3,8 cm de ancho y 5 cm de longitud y un bloque de acero adaptado para deslizarse por el interior de la caja, constituyendo la parte superior de la misma. En costados opuestos de la célula, y en comunicación abierta con el interior de la misma, se disponen unas tomas de aire filtradas, con el propósito de impedir la formación de canales. Junto a las tomas de aire se colocan otras dos tomas, para medir la diferencia de presión a través de la célula.

El ensayo se realiza colocando una lámina de Teflon en el fondo de la caja y llenando la caja con el material sustentador que se desea probar, hasta una altura de 2,5 cm. Encima del cuerpo de material se coloca otra lámina de Teflon, y se introduce el bloque de cierre de acero. A continuación se hace pasar aire forzado a través de la célula, a veloci-



200000

dad conveniente, por medio de las tomas de aire, según se  
va aplicando al cuerpo de material la fuerza compresiva in-  
dicada, por medio del bloque de cierre. Durante el ensayo  
se efectúan medidas del gasto o velocidad de paso de aire,  
5 y de la presión diferencial o pérdida de carga. A base de  
estas medidas y de las dimensiones del relleno de material  
sustentador, se calculan las permeabilidades del relleno,  
por fórmulas usuales ya conocidas.

Como se verá por la fig. 1, la arena de diversos ta-  
10 maños pierde permeabilidad rápidamente cuando se aplican al  
relleno de arena presiones superiores a unos  $280 \text{ kg/cm}^2$ .  
Aun cuando con carga cero la arena de tamaño más grande tie-  
ne una elevada permeabilidad, la permeabilidad decrece rápi-  
damente al aplicar cargas superiores a unos 1.800 kg. y por  
15 encima de los 2700 kg todas estas arenas, aparte del tamaño  
que tengan, dan sensiblemente la misma permeabilidad, y son  
todas extremadamente deficientes. La brusca caída de las cur-  
vas de permeabilidad para las diversas arenas se debe al he-  
cho de que a presiones próximas a los  $280 \text{ kg/cm}^2$  aproxima-  
20 damente, las partículas de arena empiezan a romperse en frag-  
mentos, y aun cuando no se trituren todas las partículas,  
los pequeños fragmentos formados tienden a llenar los espa-  
cios vacíos o huecos entre partículas mayores enteras y al  
final una arena de gran tamaño, que tenía una elevada per-  
25 meabilidad en ausencia de carga, termina con una permeabi-  
lidad tan mala o peor que la de una arena mucho más fina.  
Por lo que concierne a las arenas de un tamaño de partícu-  
las extremadamente pequeño, aunque la disminución de per-  
meabilidad no es tan grande, hay un brusco descenso en la  
30 curva de permeabilidad cuando la arena empieza a triturar-

269939

15 D



se. Así, como puede verse, aparte del tamaño de partículas de la arena o material similar que se rompa en fragmentos bajo la carga, ninguno de estos materiales resulta adecuado para el uso cuando las paredes de una fractura apliquen presiones superiores a unos  $420 \text{ kg/cm}^2$ .

Una nueva referencia a la fig. 1 pone de manifiesto que la permeabilidad de las pellas de aluminio y la cáscara de nuez triturada y redondeada también decrece rápidamente a presiones superiores a unos  $420 \text{ kg/cm}^2$ . Aun cuando estos materiales no se rompen en pequeños fragmentos, como hace la arena, se deforman y aprietan o rellenan huecos entre sí muy fuertemente bajo presión, dando así unas permeabilidades muy deficientes a las altas presiones que se indican.

Por contraste, las pellas de acero no presentan este descenso de permeabilidad. Así, como es obvio, a presiones superiores a unos  $420 \text{ kg/cm}^2$ , los materiales tales como gránulos de acero, que conservan su forma y no se aplanan ni trituran en fragmentos, son enormemente superiores a los demás materiales ensayados. Tiene particular importancia el hecho de que dichos materiales conservan sensiblemente la misma permeabilidad a presiones de cualquier valor hasta de  $1.400 \text{ kg/cm}^2$ . El límite inferior de  $420 \text{ kg/cm}^2$  representa profundidades mínimas de formación de alrededor de 2.030 a 4.580 metros, ya que la presión ejercida por las paredes de una fractura, expresada en  $\text{kg/cm}^2$ , oscila entre 0,093 y 0,21 veces, aproximadamente, la profundidad de la formación en metros.

También se observará, por la comparación de la arena, que se rompe en fragmentos, y del aluminio y la cáscara de nuez, que se deforman pero no se rompen en fragmentos, con

268889



15

los gránulos de acero que ni se rompen en fragmentos ni se deforman, que la medida de la permeabilidad de un lecho del material a presión es medida tanto de la resistencia a la fragmentación como de la resistencia a la deformación.

5           En las condiciones de presión mencionadas, se ha visto asimismo que es preciso emplear rellenos sólidos, de varias capas, del agente sustentador. Si se utiliza una sola capa, o menos de una capa, del agente sustentador, éste tiende a empotrarse en las paredes de la fractura, y la fractura se cerrará casi por completo. La formación de un depósito de relleno de varias capas del agente sustentador del presente invento impone dos exigencias o requisitos adicionales. Primero, ha de utilizarse un material de tamaño relativamente pequeño. Normalmente, el ancho de una fractura  
10 no excede de alrededor de 5 mm. Por consiguiente, si el diámetro del agente sustentador es mayor de aproximadamente la mitad de dicha anchura, la concentración máxima absoluta que se puede obtener es la de un relleno de dos capas del agente sustentador. Esto, desde luego, no es satisfactorio, ya que no se evitará el empotramiento en la formación. Por consiguiente, como cuestión práctica, el agente sustentador conforme a la presente invención ha de ser de un diámetro menor de aproximadamente 2,5 mm.  
15

25           Se ha visto asimismo que el depósito de un relleno de varias capas de agente sustentador se logra del mejor modo por suspensión del agente sustentador en un portador o vehículo en el que la velocidad de sedimentación sea relativamente rápida. En la práctica, se ha visto que esta velocidad de sedimentación ha de ser de al menos 3 cm por  
30 minuto aproximadamente. En estas condiciones, el agente sus-



15 D

203008

tentador se sedimentará en la fractura cerca del ánima del pozo y, por tanto, quedará depositado en la fractura en el lugar en que más falta hace que la permeabilidad sea elevada. Este requisito de rápida sedimentación resuelve también otro problema principal en la fractura de formaciones profundas, ya que las temperaturas que allí se tropiezan dan lugar a considerables dificultades. Con altas temperaturas, la inmensa mayoría de los vehículos de agente sustentador de que se dispone comercialmente pierdan rápidamente su capacidad portadora. Ahora bien, trabajando conforme al presente invento, esto no representa grave problema, ya que lo que conviene es una rápida sedimentación, y en algunos casos puede emplearse agua sola o agua salada como vehículo.

Los agentes sustentadores apropiados, conforme a la presente invención, incluyen el acero, ciertas aleaciones, tales como aleaciones de aluminio y magnesio, etc. Cada uno de estos materiales presenta la característica de conservar su forma original al estar sometido a las más altas presiones con que se tropieza en operaciones de fractura, y, como valor mínimo, su permeabilidad no disminuye más de cincuenta veces cuando un relleno sólido, de varias capas, es sometido a presiones crecientes desde 0 a 1.400 kg/cm<sup>2</sup>. En realidad, tales materiales exhiben esencialmente esta misma característica de no disminuir en permeabilidad más de cincuenta veces en un margen de presiones de 420 a 1.400 kg/cm<sup>2</sup>.

Puesto que, como antes se ha dicho, el agente sustentador ha de ser depositado en la fractura cerca del ánima del pozo para obtener los mejores resultados, y como los agentes sustentadores del presente invento son relativamente más costosos que los materiales tales como la arena, pue-



15 DIB

de depositarse en la fractura una cantidad de arena u otro material relativamente poco costoso, antes de depositar el agente sustentador conforme al presente invento. Además, una vez depositado un agente sustentador conforme a la presente invención, el operador ha de evitar la costumbre de sobre-inyectar. Esta costumbre viene poniéndose en práctica con bastante frecuencia en el ramo de las fracturas, y consiste en hacer seguir el depósito de agente sustentador de una cantidad de líquido, bien el mismo del vehículo o bien diferente de éste, con el propósito de asegurarse de que se fuerza a entrar en la fractura todo el agente sustentador. Ahora bien, según se ha visto, esta costumbre constituye una desventaja cuando hayan de obtenerse fracturas de alta permeabilidad, como en la práctica de la presente invención, ya que el agente sustentador es lavado y arrastrado por el canal abajo, apartándose del ánima del pozo, que es donde hace más falta.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 22 de Agosto de 1960, bajo el Núm. 51119, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1º. - Un método para aumentar la permeabilidad a los flúidos de una formación terrestre subsuperficial que tiene por lo menos una fractura que se extiende desde la pared de



20

15 D

un ánima de pozo radialmente dentro de la formación y en la cual las paredes de la fractura ejercen una presión superior a unos 420 kgs/cm<sup>2</sup>, caracterizado por inyectar dentro de dicha ánima de pozo y por tanto dentro de dicha fractura una  
5 suspensión flúida de partículas de un material manufacturado capaz de recibir forma que es metálico, cerámico o plástico, o mezclas de los mismos, caracterizándose dichas partículas por tener una resistencia a la fragmentación y una resistencia a la deformación tal que la permeabilidad al  
10 aire de un relleno sólido, de varias capas, de dichas partículas, disminuya menos de 50 veces cuando la presión sobre dicho relleno aumenta desde unos 420 a unos 1400 kgs/cm<sup>2</sup> y dicha suspensión se caracteriza por contener una concentración de dichas partículas suficiente para depositar un relleno sólido de varias capas de dichas partículas en dicha  
15 fractura.

2º. - El método del punto 1º, en el cual el material manufacturado capaz de recibir forma es metálico.

3º. - El método del punto 2º, en el cual el material metálico es acero.  
20

4º. - El método del punto 2º, en el cual el material metálico es una aleación de aluminio.

5º. - Un método de aumentar la permeabilidad a los flúidos de una formación terrestre subsuperficial.

25 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede,



15

269339

representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 DIC. 1961

P. A.

Alberto de Ezabara  
Por Poder

DG/



20-39

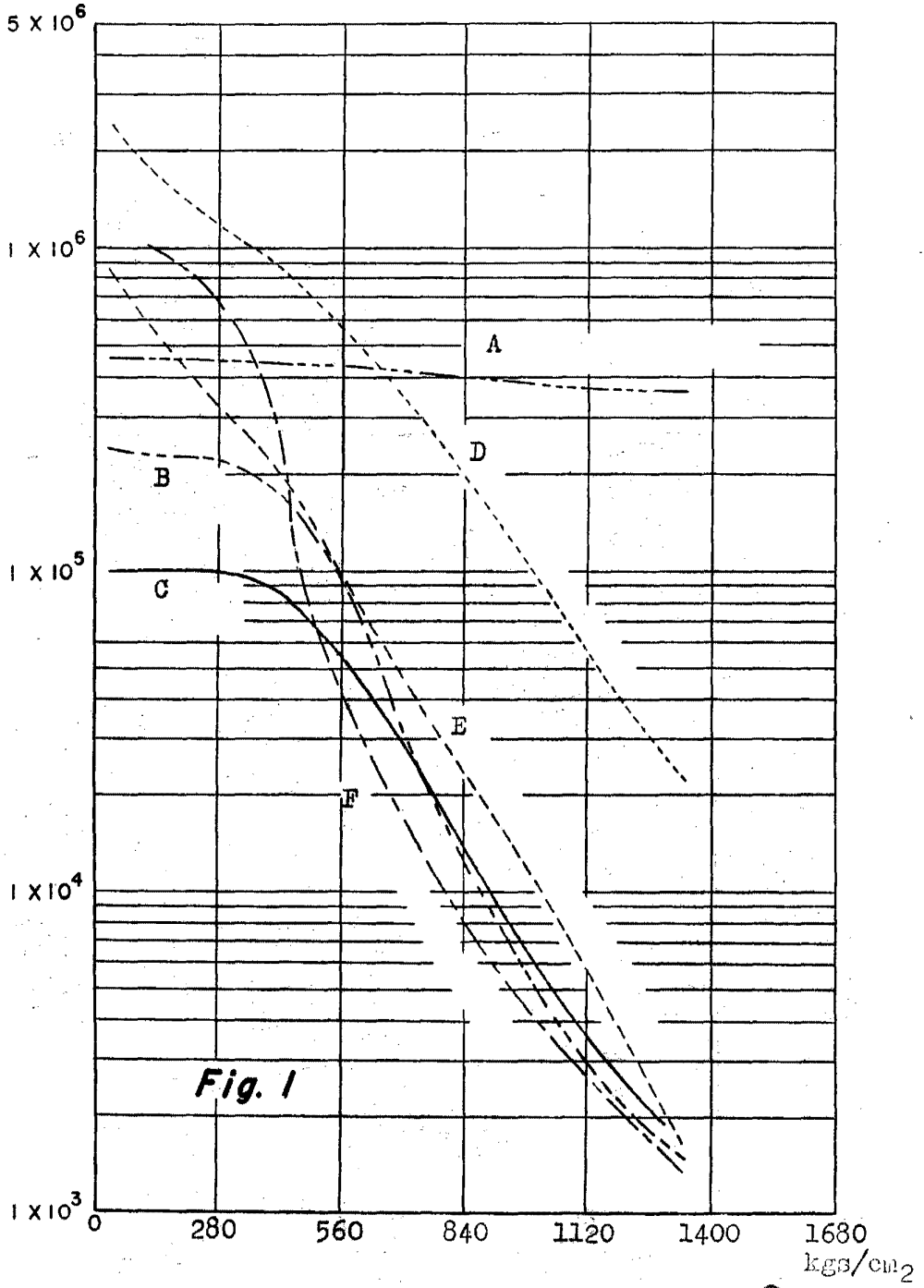


Fig. 1

ARCO DE F...  
*[Handwritten signature]*