

251086



3. Jose EFIGENIO MARTINEZ, de nacionalidad española, solicita autorización para el registro de una Patente de Invención consistente en un "MEDIUM DE AMORTIGUAMIENTO DE INUNDACIONES EN LOS CASOS DE ROTURA DE LA ENTRADA DEL O VARIAS VEHES DE AGUA".

RESUMEN

La Patente de Invención a que se refiere la presente memoria y adjuntos planos, está destinada a garantizar la propiedad y explotación exclusiva de la misma en todo el territorio español y sus posesiones, consistente en un "MEDIUM DE AMORTIGUAMIENTO DE INUNDACIONES EN LOS CASOS DE ROTURA DE LA ENTRADA DEL O VARIAS VEHES DE AGUA".

I. ANTECEDENTES. - Son muy numerosos los casos en que produce la inundación de un lugar estanco por apertura de una vía de agua que, en el momento del achicamiento, no se puede cerrar.

Los barcos en general tienen dividido el espacio situado por debajo de la línea de flotación en una serie de compartimentos estancos de modo que si se produce una vía de agua se cierran, casi de un modo automático, las puertas de aquellos compartimentos que se inundan. Posteriormente se inicia el achicamiento con bombas con el fin de bajar el nivel de agua en caso de que la vía no sea importante y, de este modo, poder taponar la brecha.

Si la entrada de agua fuera superior al caudal que extraen las bombas, y el barco está escorado de tal modo que corre peligro su estabilidad, se procede a inundar otros compartimentos, siempre que sea posible, para equilibrarlo.

251086



En caso de barcos hundidos en zonas de poca pro-

25 - fundidad se emplea el aire comprimido para la recuperación del mismo. Para ello son previamente taponadas por buzos especializados todas las brechas por donde puede escapar el aire inyectándose este a continuación. El agua es desalojada por orificios dispuestos y el barco recupera su flotabilidad.

30 - Para sótanos, viviendas, túneles inundados etc. se emplean bombas de agotamiento de la potencia necesaria para extraer el agua albergada y la que aporten las distintas vías que pueden existir.

Este sistema tiene éxito siempre que las vías de

35 - agua no tengan una magnitud desproporcionada y que el caudal fluyente por las mismas no originen arrastre de materiales (fangos, arenas etc.) que agranden las citadas vías de agua o produzcan trastornos ajenos a la operación que se efectúa (hundimientos) etc..

40 - También se emplea el aire comprimido para achicar pozos o túneles, con vías de aguas situadas en sus zonas más bajas.

II.- INCONVENIENCIA DE ESTOS SISTEMAS.- Todos

estos sistemas se consisten esencialmente en achicar el

45 - agua con bombas de agotamiento o con aire comprimido, no tienen toda la eficacia que sería de desear.

Supongáse el caso de un barco al que se le abre una vía de agua de $1.00 \times 1.00 \text{ m}^2$ a una profundidad máxima de $3.00 + 1.00 = 4.00 \text{ m.}$ por debajo de la línea de flotación. El caudal de agua que entra en sus bodegas se puede

50 - calcular por la fórmula:

$$q = C_d \cdot b \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

siendo C_d un coeficiente función del coeficiente de contracción C_c calculado por Von Mises y de la relación b/h .

En este caso particular C_d es igual a 0,625 $b = 1.00 \text{ m}$ $g =$

251086



55 - 9,81 m / segundo². h= 4.00 m. sustituyendo estos valores en la relación anterior sale:

$$q = 0.625 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 4.00} = 5.54 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Si se tienen las bombas situadas a 2.00 m por encima de la línea de flotación hay que agotar un caudal superior a 5,54 metros cúbicos por segundo con una altura de aspiración de 4.00 mas 2.00 = a 6.00 m. para lo cual es necesaria una potencia en bombas de agotamiento del tipo de 2.000-3V contando con elevación mínima, pérdidas de carga etc.

Esta potencia de agotamiento podría ser instalada únicamente en barcos de gran desplazamiento. Sin embargo no parece lógico montar una instalación de este tipo cuando,

a) es posible que la vía de agua que se produzca sea mayor que la considerada.

70 - b) agotar un caudal algo superior al que entra no resuelve el problema mientras no se tapone la vía de agua, lo que es necesario hacer desde el exterior del barco, cosa que en alta mar no siempre es posible.

El inyectar aire sería mejor solución siendo necesario un caudal dado por la fórmula:

$$q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b^{3/2}$$

y que según el gráfico de la figura 10, para a= b= 1.00m vale q= 3.00 metro cúbicos por segundo a la presión p= 3.0,40 kilos por centímetro cuadrado.

La potencia en compresores se determina por el gráfico de la figura 11 valiendo P= 490.- 3V.

Esta potencia es bastante mas reducida que la de agotamiento por las razones que se exponen en la justificación de cálculo.

85 - Sin embargo, sigue existiendo el inconveniente de no poder desalojar con el aire el agua que ha inundado el barco y se encuentra por debajo del nivel

251086



de la vía del agua.

Si la vía del agua está próxima a la línea de flota-
ción y el nivel del agua dentro del barco se ha elevado lo
90 - suficiente para poner en peligro su flotabilidad, sigue exis-
tiendo el peligro de hundimiento aun despues de haber taponado
la brecha con el aire.

Parece ser que tampoco compensa demasiado montar
una instalación importante de compresores cuando con ello
95 - no se evitan todos los peligros de hundimiento.

III.- DESCRIPCION Y FUNDAMIENTOS DEL SISTEMA OBJETO
DE LA MEMORIA. "el sistema de achicamiento en lugares estancos
inundados en los que hay abierta una o varias vías de agua"

consiste en introducir un caudal de aire a presión el cual se
100 - escapa por las distintas aberturas por las que anteriormente
entraban agua, al mismo tiempo que se extrae otro caudal de
agua por medio de bombas de agotamiento.

Condición indispensable para aplicar este sistema
es que sea estanco el lugar que se desea achicar, de modo que
105 - esté incomunicado con la atmósfera, siendo sus únicas aberturas
las correspondientes a las vías de aguas, situadas todas
ellas por debajo de la superficie de el agua inundante.

Además es indispensable que el lugar que se de-
sea achicar sea resistente a los esfuerzos resultantes del aire
110 - inyectado a la presión de trabajo.

El fundamento del sistema se explica detallada-
mente en un apartado posterior. Sin embargo, conviene indicar
en el presente apartado, cual es la parte esencial del siste-
ma y en que se diferencian de los empleados hasta el momen-
115 - to presente.

Si se dispone que el aire del recinto que se es-
tá inundando tenga una presión igual a la del agua situada
a la altura de la parte superior de la rama o boquete de

201686



entrada resultando que el caudal de agua que inundó el recinto
120 - es el debido a la acción del boquete y a una carga de agua
igual a la altura del mismo. Este caudal es muy inferior al
que se produciría en caso de estar el recinto a la presión
atmosférica, cuando funciona en este caso la acción del
boquete y de la altura total de agua hasta la superficie li-

125 - bre. Este, pues, es uno de los elementos esenciales del pro-
cedimiento.

Vista esta circunstancia, resulta que el único
alternativo de trabajo de agotamiento e inyección de aire com-
primido viene limitado por las razones siguientes:

- 130 - a) La presión del aire sobre la superficie del agua a agotar
reduce la altura de aspiración real en metros, en la citada
presión multiplicada por diez aproximadamente. Esto significa
una gran disminución de las potencias de bombas de agotamiento
e instalar.
- 135 - b) Cuando la vía de agua no es visitable por estar en la pro-
ximidad de un techo (no hay cámara de aire para albergar al
personal especializado) las bombas hacen disminuir el nivel del
agua dejando accesible la brecha.
- c) Cuando hay que extraer el agua del recinto antes de taponar
140 - la brecha, este es el caso de barcos inundados con peligro
inminente de hundimiento.
- d) Cuando la salida de agua por la brecha se ve retenida por
cualquier tipo de obstáculo que origine una pérdida de carga
importante al hacer retroceder el agua a través del mismo.
- 145 - Este caso se presenta en túneles inundados, sótanos etc.

Para una vía de agua situada a una profundidad
determinada, la potencia necesaria para mantener constante
el nivel del agua en el recinto es del mismo orden de magni-
tud bien se consigue con aire comprimido o con bombas de ago-
150 - tamiento y compresores. Se puede hacer variar la proporción
de estos elementos, compresores y bombas, siempre que la



251086

suma total de su potencia sea constante e igual a la prevista para ese caso determinado.

155 - Carga pues la duda sobre cual es la proporción mas conveniente. Si se tiene en cuenta que para efectos de ahorramiento es mucho mas ventajoso que salga aire de por la brecha a que entre agua parece conveniente destinar a compresores mayor potencia que a bombas de agotamiento.

150 - Si por una circunstancia decaer inada la potencia total de achique resulta insuficiente, contando con el mínimo posible de aire comprimido, siempre se podría ir reduciendo la brecha desde el interior del casco, con planchas de acero y juntas de gomas.

165 - En principio, y salvo casos muy particulares, parece ser que una distribución adecuada de la potencia total de achique podría ser del tipo:

Compresores.....	70%
Bombas de agotamiento	30%
TOTAL.....	100%

170 - IV.- ESTANCOS Y ESTANCOS EN EL CASCO.

En este apartado se hace referencia a unas de las aplicaciones que puede tener el sistema de achicamiento en lugares estancos en las que hay abiertas una o varias vías de aguas.

I.- Seguridad de los buques durante la navegación.

175 - Esta es una de las aplicaciones mas importante que puede tener el sistema. Como se ha dicho en apartados anteriores la forma de combatir las vías de agua en un barco es mediante agotamiento y compartimentos estancos. Sin embargo ocurre con frecuencia que la vía de agua es tan importante
180 - que no es suficiente el empleo de estos recursos, originándose el hundimiento. Un agravante es cuando la avería ocurre durante la navegación y mal tiempo.

siendo muy considerable la potencia motriz in-



185 - talada en un barco, parece lógico aplicarla total o parcial-
mente en una ocasión determinada; a proveer unas instalaciones
y bombas de agotamiento para hacer frente a una vía de agua
abierta en su casco.

190 - Para ello habría que disponer una red de tuberías
con llaves de paso accionadas automáticamente, que llegando a
los distintos recintos estancias del interior del barco pueda con-
ducir el aire a presión a aquel que se está inundando.

Igualmente se dispondría otra red de tuberías
para aspiración del agua, con la única condición de que es-
tas se encuentren constantemente llenas de agua (cobadas).

195 - Preparada la instalación de un modo parecido al
indicado y pudiendo ser movidos los compresores y bombas por
la energía motriz del barco en un acoplamiento de esta lo
mas rápido posible, parece ser que se aumenta muy notablemente
la seguridad del barco; principalmente, durante la navegación

200 - V.- FUNDACIONES DE UNO DE LOS SISTEMAS.-

1.- Antecedentes. Puestos en contacto dos vó-
lúmenes cuales quiera de agua y aire se produce entre ellos
una serie de fenómenos, debidos muy principalmente a su di-
ferencia de densidades .

205 - Esto es el principio sobre el que se desea fun-
damentar la justificación técnica, y que si bien está basa-
do sobre un tema sobradamente conocido y en el que no cabe
aportación nueva alguna, es conveniente analizar con cuida-
do en esta ocasión, para mayor claridad de la exposición que
210 - se pretende hacer.

A continuación se consideran dos casos hipoté-
ticos para analizar el comportamiento del agua y del aire
puestos en presencia.

215 - 2.- Equilibrio de dos volúmenes de agua y aire
con un plano vertical de separación entre ellos.



251086

Sea un depósito de 10 metros de altura herméticamente cerrado y dividido en dos recintos iguales A y B por un tabique vertical (figura 1ª).

El recinto A se llena de agua antes de cerrarlo y el
220 - B se llena con aire a la presión de un kilo por centímetro cuadrado. Se supone que esta es la presión del agua en el fondo del depósito.

La ley de presiones de cada uno de los fluidos sobre el tabique central es la que se indica en la figura 1ª.

225 - Si se hiciera desaparecer instantáneamente el tabique central, los dos fluidos se pondrían en movimiento de modo que el agua ocuparía la parte inferior del depósito unificado y el aire la superior. La razón de este fenómeno es que había un desequilibrio de esfuerzos de cada uno de los fluidos

230 - sobre el tabique central siendo soportada por esta un resultante. Este esfuerzo resultante es el que origina el movimiento al hacer desaparecer el tabique. Analizando con detalle lo que ocurre en los senos de los fluidos resulta que antes de hacer desaparecer el tabique, la presión del agua en la parte inferior del mismo, y a lo largo de una franja de altura

235 - infinitamente pequeña, era igual a la del aire (1 kilo por centímetro cuadrado,) existiendo un equilibrio perfecto en esa zona. Desaparece el tabique y el agua de la franja superior recibe una sobre presión^{de} un kilo por centímetro cua-

240 - drado, transmitida por el aire. Por la incompresibilidad del agua resulta que esta sobre presión es comunicada a toda su masa, con lo que aparece una ley de presiones, un instante antes de ponerse los fluidos en movimiento según se indica en la figura 2:

245 - Teóricamente no debería pasar aire de B a A, de acuerdo con la nueva ley de presiones, si el aire fuera incompresible y no transmitiera la presión de unos de sus pun-

351680



tos a toda su masa.

- Como lo anteriormente expuesto no es eficientemente posible, sucede, simplificando teóricamente el movimiento, que cada rebanada de aire se comprime proporcionalmente a la presión soportada. El agua de la rebanada correspondiente se desplaza en el sentido horizontal al dejando unos espacios libres que son ocupados por el agua de la rebanada inmediatamente superior.
- 250 -
- 255 - esta es una representación simplista de como se origina el movimiento.

- Si se quisiera conseguir que al hacer desaparecer el tabique no se produjera movimiento alguno, habría de recurrirse a un artificio mental del siguiente tipo. Dividir el recinto B
- 260 - en una serie de rebanadas horizontales de altura infinitesimal por medio de tabiques de espesor nulo. Inyectar aire en cada rebanada de modo que se consiga una presión igual a la del agua situada a su altura, una vez incrementada en la presión de un kilopor centímetro cuadrado (Figura 3.). En este caso
- 265 - hipotético se podría hacer desaparecer el tabique vertical logrando mantener el agua y el aire sin mezclarse y separado según un plano vertical.

3.- Equilibrio de dos volúmenes de agua y aire con un plano de separación horizontal entre ellos.

- 270 - Supóngase el caso de un depósito abierto por su parte superior y dividido en dos recintos A y B figura 4 por un tabique horizontal intermedio, de modo que el recinto A tenga agua y el B aire a una presión igual a la que ejerce el agua sobre el tabique.
- 275 - Supóngase que los dos fluidos están en reposo y que se hace desaparecer el tabique horizontal. Resulta que no debería producirse movimiento alguno, aunque este equilibrio es imposible por el movimiento molecular de los fluidos.

Sin embargo, si podría conseguirse un equilibrio



254098

280 - parecido del modo siguiente. Fongase en comunicacion dos depósitos A y B a través de un tubo vertical (Fig. 59.). El diámetro del tubo será lo suficientemente reducido para que la tensión superficial del agua pueda formar una película o tubi que de equilibrio en un momento determinado.

285 - Llénese el depósito A de agua, abierto por su parte superior y el depósito B, cerrado e inco municado de A por medio de una llave de paso C, llénese de aire a una presión superior a la del agua en su zona mas baja.

Si se abra la llave C pasará el aire de B a A con una velocidad que irá decreciendo hasta anularse cuando se igualan las presiones. En este momento se produce el equilibrio estable dentro del tubo entre el agua situada arriba y el aire situado abajo, con un menisque horizontal imaginario que es la superficie del agua tenida por la cohesión molecular.

295 - Verilar.

4.- "Conclusiones previas".- En todos los casos mencionados se ha intentado hacer ver que el aire se comporta de igual modo que el agua, al considerarse esta como un fluido al que se le anula, por un artificio cualquiera, su acción sobre el agua consecuencia de la diferencia de densidades, y siempre que sean despreciables los efectos de la viscosidad y tensión superficial (números de Reynolds y Weber).

Se pueden anotar las siguientes conclusiones:

a) En caso de igualdad de presiones entre agua y aire y en determinadas circunstancias, la primera no desaloja al 2a.

b) Cuando el aire y el agua están en posición de equilibrio y en circunstancias especiales, y el primero recibe un incremento de presión, se desaloja al agua de su ocupación propia con el debido aumento.

310 - 5.- "Conclusiones y cálculos relativos sobre el fenómeno visto en la experiencia."



E. L. O.

con las ideas sobre las consideraciones de los apartados anteriores con el fin de abordar el problema de cálculo sobre la salida de aire, a través de una ranura determinada, al seno

315 - de una masa líquida que, considerando la ranura, contiene un régimen laminar de presiones sobre la masa líquida ascendente.

Dada la gran diferencia de densidad de los fluidos en cuestión (agua y aire) y la compresibilidad del aire, disminución de la presión y temperaturas absolutas, resulta que el

320 - problema de cálculo, enlucado directamente, se complica en exceso con relación a los fines que se pretenden.

Resulta mucho más sencillo y directo resolver el problema en el campo de la hidráulica donde han sido tratados los movimientos de los líquidos teóricamente y experimentalmente.

325 - De la vista en el apartado anterior como se puede conseguir el equilibrio entre agua y aire en plano de separación vertical, para ello se recurriría al artificio de dividir un depósito, de anchura unidad, en rebanadas horizontales de altura infinitesimal.

330 - Considerando pues una de estas rebanadas de anchura unidad y altura infinitesimal (Δb) llena de agua por un lado y aire, a la misma presión "P" del agua por el otro (Figura C).

Supongase que se le da al aire un incremento de presión " Δp " y se mantiene constante mediante la aportación del caudal necesario " Δq " a la presión $p + \Delta p$.

335 -

Para efectuar el cálculo de este caudal, cabe hacer dos hipótesis distintas:

a) Al inyectar el aire por un lado correspondiente, el agua

340 - es puesta en movimiento y desalojada de la rebanada quedando este en comunicación por el lado que ocupaba el agua con una cámara de aire a la presión "P" constante. A partir de ese momento el caudal de aire que circula por la ranura viene dado



251680

por la fórmula :

$$\Delta'q = \Delta b \sqrt{2 \cdot \Delta p / \rho_{\text{aire}}} \quad [1]$$

345 - Siendo ρ_{aire} = densidad del aire a la presión y temperatura del momento.

b) La parte de rama: llena de agua tiene una longitud indefinida. En este caso el caudal de aire que circula por la rama, viene dado por la fórmula:

$$\Delta''q = \Delta b \sqrt{2 \cdot \Delta p / \rho_{\text{agua}}} \quad [2]$$

350 - siendo ρ_{agua} = densidad de agua a la presión y temperatura del momento.

Comparando la fórmula (1) y (2) resulta:

$$\frac{\Delta''q}{\Delta'q} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{agua}}}{\rho_{\text{aire}}}} \quad [3]$$

ahora bien, como la relación de densidades de agua y aire en condiciones de presión y temperatura próximas a las normales es sensiblemente constante y de valor aproximado:

$$\frac{\rho_{\text{agua}}}{\rho_{\text{aire}}} = 1.000.-$$

355 - resulta que sustituyendo este valor en (3) sale:

$$\frac{\Delta''q}{\Delta'q} = \sqrt{1000} = 32$$

es decir:

$$\Delta'q = 32 \cdot \Delta''q \quad [4]$$

lo que indica la diferencia tan notables de caudales que hay cuando el aire, sometido a la presión: $p + \Delta p$ circula libremente por la rama, a cuando lo hace teniendo por delante

360 - te una masa de agua a la presión "p".

Esta es pues la circunstancia en que se basa esencialmente el sistema objeto de la presente memoria.

Forma del movimiento del aire en el seno del líquido en el caso de rama de altura finita.

365 - Se considera que en este caso la altura de la rama Δb es finita suponiendo ^{la} rama sumergida en una masa de agua de modo que la presión a su altura media, sea P.

Si se inyecta por la rama un caudal de aire "q" a la presión $p + \Delta p$ este saldrá de la rama circulando

370 - a través del agua en forma de vena gaseosa ascendente y

231086



con líneas de corriente divergentes (Figura 7). Esto es un movimiento teórico supuesto después de la eliminación de la viscosidad (número de REYNOLDS).

375 - Mediante el movimiento de v_0 que la forma de la vena gaseosa tiene que ser curva y ascendente, tendiendo a la verticalidad debido a la diferencia de presión del agua en la zona superior e inferior de la vena, para cumplir este propósito de equilibrio es:

$$(p + \Delta p) - (p - \Delta p) = 2 \cdot \Delta p$$

380 - Para cumplir las condiciones en la vena siendo v_0 la vena gaseosa la vena gaseosa a un movimiento ascendente.

385 - Para lograr un divergencia en líneas de corriente por debido a que la parte inferior del agua sobre la vena gaseosa, según secciones sucesivas horizontales y ascendentes van disminuyendo con lo que el gas que inicialmente y en cada sección tiene una presión superior a la del agua sedilata hasta conseguir un volumen de equilibrio.

Se ha explicado para la forma de la vena de agua dentro de un canal de agua en la hipótesis de ser homogénea al número de REYNOLDS.

390 - El canal de agua que se analiza por la vena gaseosa en el caso del aumento de presión $-\Delta p-$ horizontal y de la densidad ρ_{aire} del aire.

395 - Recordando lo dicho en el apartado anterior, este canal sería 10 veces superior al que se tenía en caso de estar homogénea una zona de la vena (mejor del canal) por agua.

400 - Afortunadamente para el propósito de que se trata, este movimiento del agua a través del canal no es suficiente para el flujo producido entre la vena de la viscosidad de las líneas (número de REYNOLDS) y distorsionan los al movimiento de turbulento con oscilación de



aire y agua.

251686

El aire circularía realmente a través del agua en forma de burbujas (Figura 8, o lo que es lo mismo el aire actuaría de capón intermitente ascendiendo en el seno de la vena caprosa. En este caso y salvo algún pequeño coeficiente de corrección, el caudal de aire circulante por la tubería es función de Δp y de ρ_{agua} (densidad $1/32$ del aire).

410 - Fig. 7.- cálculo del caudal de aire en el caso más generalizado. Consideremos un recipiente cerrado sumergido en una masa de agua, al que se abre una ranura de anchura unitaria y altura h , de modo que la parte superior de la ranura quede a la profundidad h (Figura 9). Resulta que la presión del agua en la boca de la ranura variará linealmente desde $p = \gamma \cdot h$ a $p + \Delta p = \gamma (h + b)$ siendo γ el peso específico del agua en $Tm./m^3$.

420 - Si se inyecta aire a la presión $p + \Delta p$ en el recipiente con un caudal suficiente para mantener esa presión constante, resulta que no deberá entrar agua en el mismo a través de la ranura.

425 - Pese al efecto de la turbulencia de aire a su paso a través del agua que, según se ha visto en el apartado anterior es la esencia del sistema, se puede simplificar el estudio del movimiento del aire a través de la ranura haciendo distintas hipótesis que se vayan aproximando sucesivamente al fenómeno real.

a) El aire se escapa según rebanadas horizontales de altura infinitesimal, haciendo agua en todas ellas.

430 - El caudal elemental de aire que sale por una rebanada de altura dy infinitesimal, situada a la profundidad $h + y$ es :

$$dq = dy \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p / \rho}$$



- Δp - es la diferencia entre las presiones del aire $(h+b)\gamma$ y del agua a esa profundidad $(h+y)\gamma$, resultando:

$$\Delta p = (b-y) \cdot \gamma \quad [6]$$

435 - Sustituyendo el valor (5) en la expresión (6) y teniendo en cuenta que ρ es la densidad del agua y su peso específico, y que $\rho/\gamma = g$ = aceleración de la gravedad, queda la expresión:

$$dq = d\gamma \cdot \sqrt{2g(b-y)} \quad [7]$$

El caudal total que sale por la mancha será la integral de la expresión anterior, esto es:

$$q = \int_0^b \sqrt{2g(b-y)} \cdot d\gamma = \left[-\frac{2}{3} \sqrt{2g} (b-y)^{3/2} \right]_0^b = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b^{3/2}$$

De la expresión:

$$q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b^{3/2} \quad [8]$$

Se deduce que el caudal depende exclusivamente de las dimensiones de la mancha: $l \times b$ (m^2) siendo la expresión del mismo función de la profundidad: $p = (y+b) \cdot \gamma$

445 - b) El aire sale por la mancha de un modo similar a como vierte el agua en un vertedero sobre pared del lado.

Esta es una hipótesis parecida a la realidad si se tiene en cuenta la forma de la vena de aire (Figura 9) y que el movimiento de la misma está originado por una diferencia de presiones que varía linealmente desde cero en la parte inferior de la mancha a $b \cdot \gamma$ en la parte superior.

En este caso la fórmula (8) viene aceptada por un coeficiente C_d , siendo:

$$q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2} \quad [9]$$

valiendo C_d , en el caso del agua:

$$C_d = 0.611 + 0.076 \cdot \frac{b}{w}$$

455 - para fijar ideas se puede tomar $w = b$ como valor medio, resultando $C_d = 0.686$. La fórmula (9) se transforma en:

$$q = 0.686 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2} \quad [10]$$



251033

c) El aire sale por la ranura, pegándose a la pared superior de la misma.

Esta es la hipótesis más real debido a la diferencia de presiones a ambos lados de la vena del aire. Una cosa similar ocurre en los vertederos sobre pared del todo sin cámara de ventilación. El agua empuja al aire creando una depresión que le hace pegarse a la pared.

Esto es el gran inconveniente que hay para calcular de un modo exacto el caudal de aire que sale por la ranura. En el caso de agua, el caudal desaguado es bastante superior para la misma altura h . Se puede aplicar un coeficiente medio de corrección estimado a lo largo de numerosas experiencias. Su valor es 1,43, suficientemente amplio para garantizar que el caudal nuevo no excederá en ningún caso al 43% del que da la fórmula (10).

Así pues, el caudal corregido que debe servir para el cálculo, es:

$$q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2} \quad (11)$$

La función viene tabulada según el gráfico de la figura 10.

no 6.- Cálculo de la potencia a instalar en compresores para un caudal y presión determinados.-

Suponiendo que existe una relación lineal entre los caudales de aire a una presión determinada y la potencia en compresores necesaria, relación que es bastante aproximada si se tiene en cuenta que en el mercado hay compresores hasta una potencia determinada, resulta que, prescindiendo de las pérdidas de carga y de la influencia de la temperatura, la función que liga estas variables con la presión, es del tipo:

$$P = 115'8 \cdot Q (14p) \quad (12)$$

donde P es potencia en CV, Q es caudal en m^3/hq y p presión en kg/cm^2 .

Siendo esta relación suficientemente aproximada a los

251.36



efectos del procedimiento, se ha representado en el gráfico de la figura 11.

480 - mé - 9. - Cálculo del nivel de la línea en caso de mantener la presión del aire de la cámara igual a la del agua situada a la altura del punto mas alto de la ramura.

La ramura es, como en casos anteriores de anchura unitaria y altura b . El agua penetraría en el interior del recinto por la diferencia de presiones que hay desde el punto mas alto de la ramura hasta el punto bajo: $\Delta p = \frac{b \gamma}{10}$, con una distribución lineal de las mismas.

495 - Este es un caso parecido al considerado en el apartado mé 7, a), por lo que el caudal en el caso simplificado será: $q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2}$

500 - Sin embargo, este caudal viene afectado de un coeficiente C_d de reducción, función del coeficiente C_c de contracción de vena líquida con contorno bidimensional calculado por Venturi. La relación que liga estos dos coeficientes se deduce del caso de salida torcida bajo compresión, obteniéndose la expresión:

$$C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c \cdot b(10\gamma + b)}}$$

505 - se donde el denominador depende además de la presión p con los siguientes límites de oscilación.

$$p=0 \quad \text{---} \quad C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c}}$$
$$p=\infty \quad \text{---} \quad C_d = C_c$$

Con este nuevo procedimiento, objeto de la Patente que se describe, se resuelven los inconvenientes antes citados.

510 - REIVINDICACIONES

Los puntos nuevos que se pretenden para que sean objeto de reivindicaciones en la presente memoria de Patente de Invención que por veinte años se solicita en España son:



251036

515 - 1ª.- "SISTEMA DE AERIFICACION EN LOS CASOS DE BANCOS EN LOS QUE HAY ABERTURAS EN LA O VARIAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza por una combinación de inyección de aire a presión y al mismo tiempo extracción de líquido por bombeo.

520 - 2ª.- "SISTEMA DE AERIFICACION EN LOS CASOS DE BANCOS EN LOS QUE HAY ABERTURAS EN LA O VARIAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza porque el caudal de aire inyectado y la presión del mismo son funciones de la magnitud de la vía de agua y de la profundidad de la misma con relación a la superficie libre del líquido.

525 - 3ª.- "SISTEMA DE AERIFICACION EN LOS CASOS DE BANCOS EN LOS QUE HAY ABERTURAS EN LA O VARIAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza porque el caudal de aire inyectado es función directa de la dimensión de la vía de agua, pudiéndose determinar dicho caudal, aproximadamente y en caso de abertura rectangular de anchura a y altura b, por la fórmula:

$$q = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2}$$

530 - 4ª.- "SISTEMA DE AERIFICACION EN LOS CASOS DE BANCOS EN LOS QUE HAY ABERTURAS EN LA O VARIAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza por la presión del aire inyectado es función de la profundidad del punto mas bajo de la vía de agua con respecto a la superficie libre del líquido penetrante, viniendo determinada por la fórmula:

$$p = \frac{h}{10.7}$$

siendo p la presión en kg/cm^2 ; h la altura en metros y γ el peso específico del agua.

540 - 5ª.- "SISTEMA DE AERIFICACION EN LOS CASOS DE BANCOS EN LOS QUE HAY ABERTURAS EN LA O VARIAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza porque la extracción del líquido



251086

do combinada con la presión del aire inyectado, se efectúa por medio de bombas de agotamiento, de tal modo que el caudal de líquido entrado suado alcaudal de aire comprimido que se escapa por la brecha sea mayor que el caudal del líquido que penetraría en caso de que no hubiera aportación de aire y se mantuviera la presión del existente igual a la del agua exterior situada a la altura del punto más alto de la brecha,

6a.- "SISTEMA DE AGOTAMIENTO EN LOS PISOS SUBTERRÁNEOS EN LOS CASOS DE LAS VILLAS VI. O VILLAS VIAS DE AGUA".

El cual se caracteriza porque el caudal de agua que penetraría en el recinto, manteniendo la presión del aire existente en él igual a la del agua exterior situada a la altura del punto más alto de la brecha, es función directa de las dimensiones de la misma, pudiéndose determinar aproximadamente y en caso de sección rectangular de dimensiones a.b. en metros cuadrados, por la fórmula:

$$q = \frac{2}{3} \cdot a \cdot C_d \cdot \sqrt{2g} \cdot b^{3/2}$$

donde g es la aceleración de la gravedad y C_d es un coeficiente función de otro coeficiente C_c de contracción de vena líquida con contorno bidimensional tabulado recientemente por von Hises. La relación entre ambos es del tipo:

$$C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c \cdot b / (10p\gamma + b)}}$$

donde p es la presión en kg/cm^2 y γ el peso específico del agua.

7a.- "SISTEMA DE AGOTAMIENTO EN LOS PISOS SUBTERRÁNEOS EN LOS CASOS DE LAS VILLAS VI. O VILLAS VIAS DE AGUA".

La presente memoria consta de diecinueve hojas mecanografiada por una sola cara a dos espacios y de un total de quinientos sesenta y cinco líneas y seis planos.

Madrid, 28 de Julio de 1.959

El Director General

D. JOSÉ LEGORBURU MARTÍNEZ

Son seis hojas

HOJA 1

PATENTE DE INVENCION

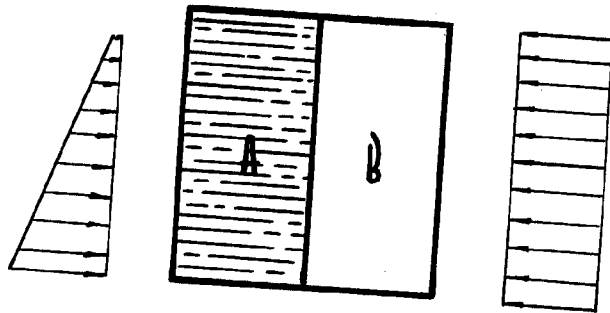


FIGURA 1

251686

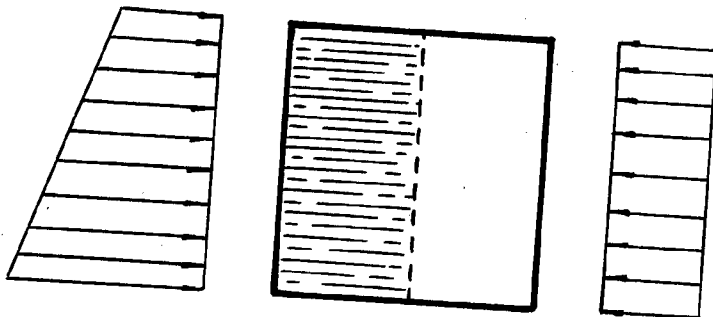


FIGURA 2

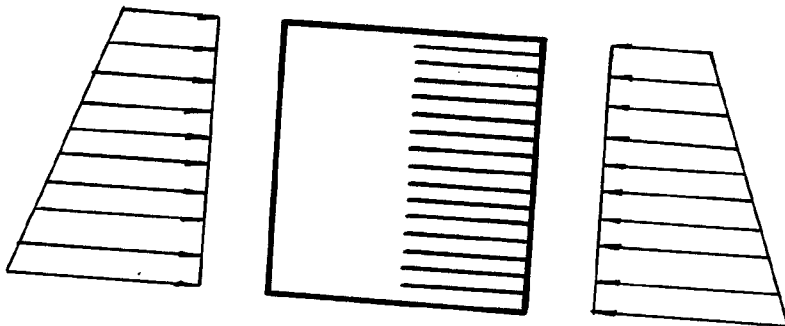


FIGURA 3

D. JOSÉ LEGORBURO MARTÍNEZ

sin seis nojas

HOJA 2

PATENTE DE INVENCION

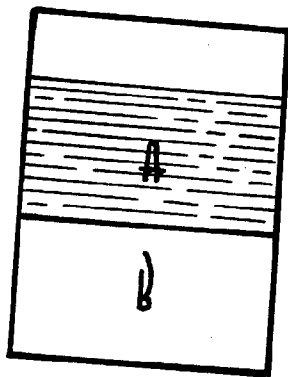


FIGURA 4

251086

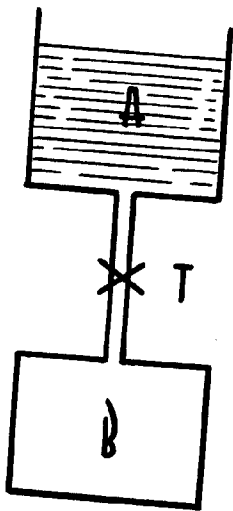


FIGURA 5



FIGURA 6

D. JOSÉ LEGORBURO MARTINEZ

sin más hojas

HOJA 3

PATENTE DE INVENCION

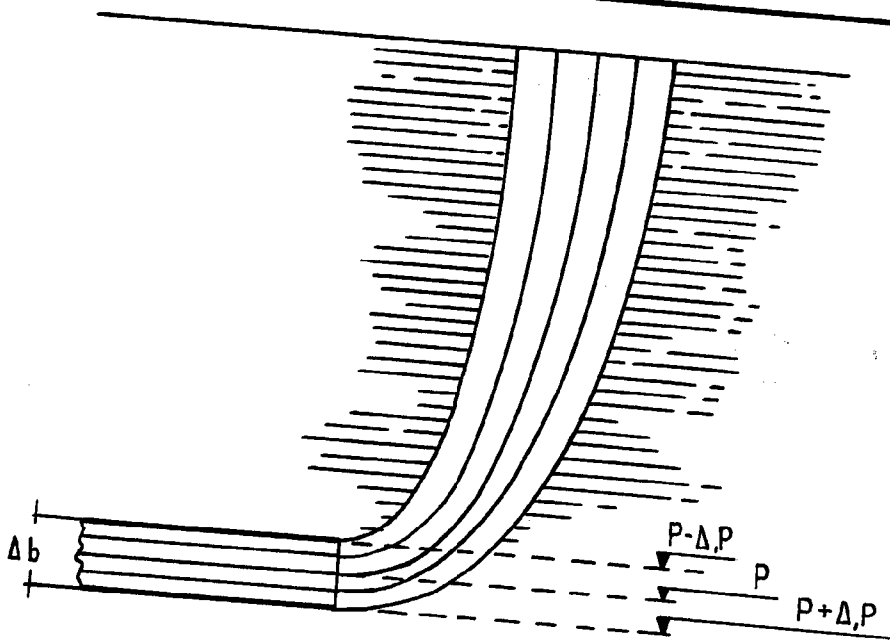


FIGURA 7

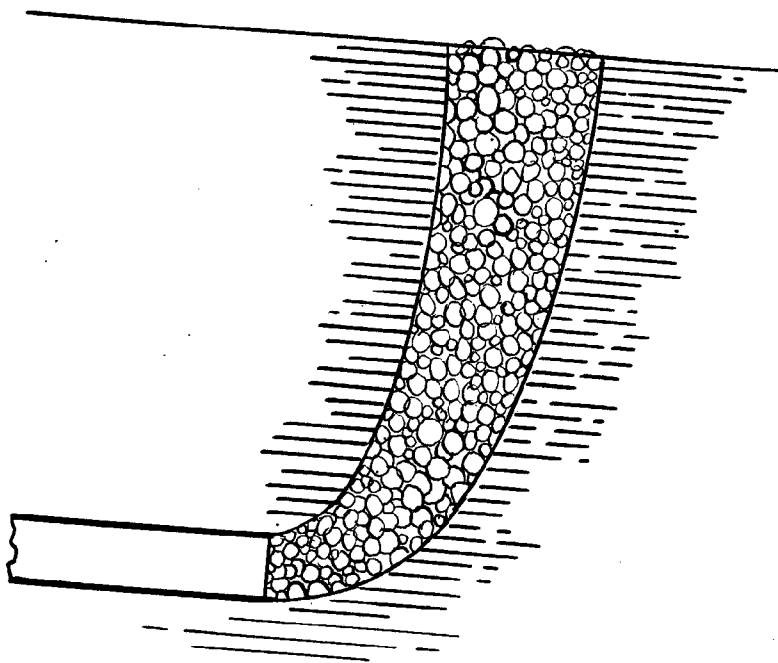


FIGURA 8

D. JOSÉ LEGORBURU MARTINEZ

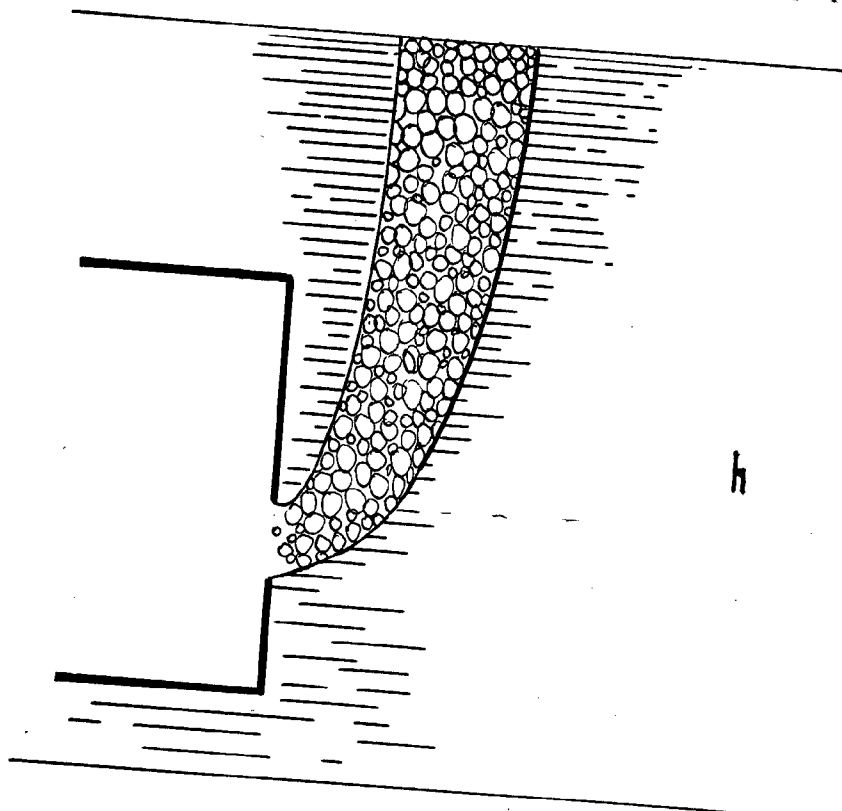
dos de hoja

HOJA 4

PATENTE DE INVENCION



151088



h

FIGURA 9



251033

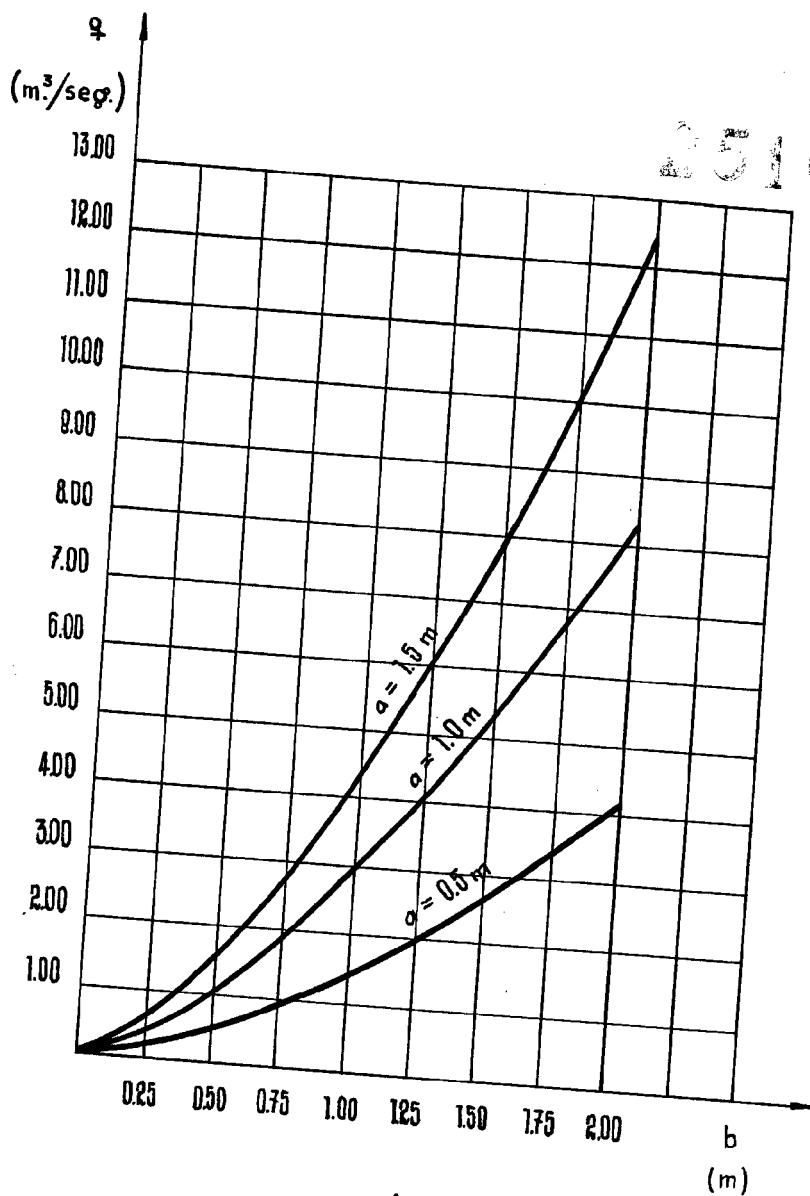


FIGURA 10

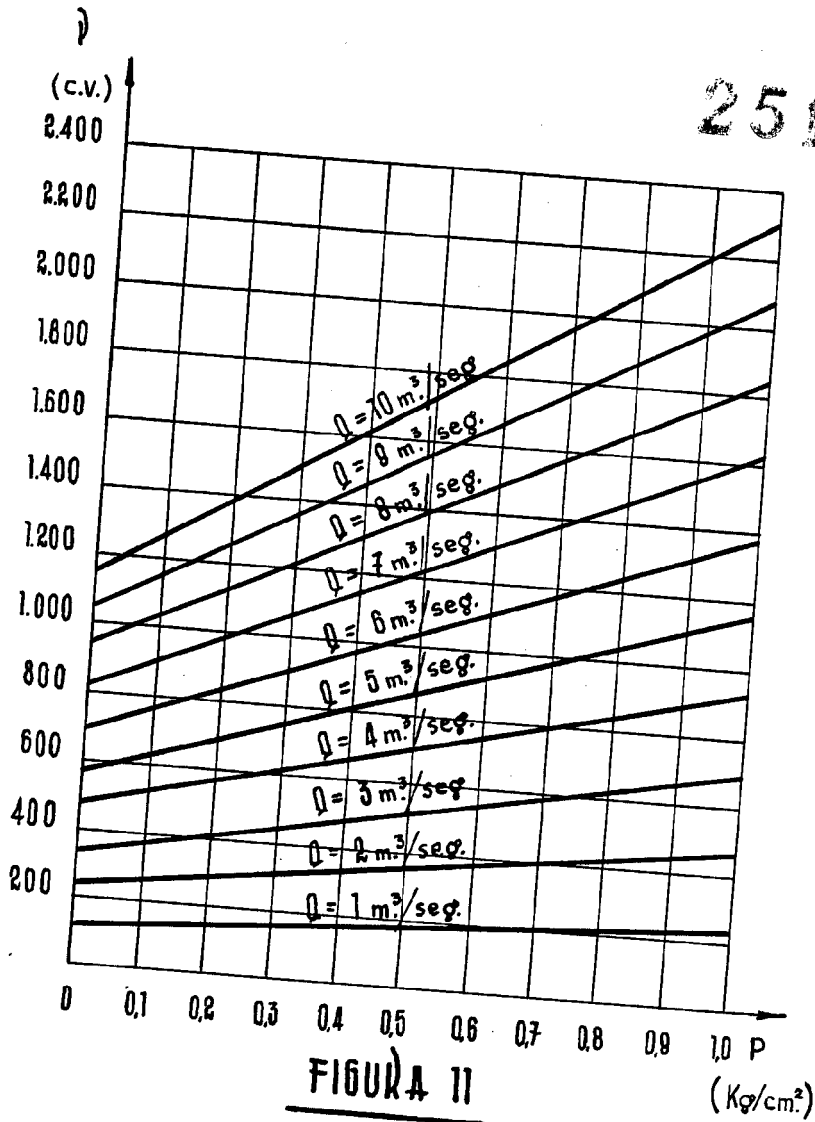
D. JOSÉ LEGORBURO MARTINEZ

dos ses rejia HOJA 6

PATENTE DE INVENCION



251086



ESCALA VARIABLE
MADRID 28 JULIO 1959.

Miguel de los Angeles