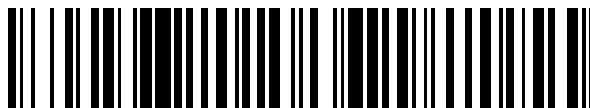


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 726**

21 Número de solicitud: 201430809

51 Int. Cl.:

E02B 9/00

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

28.05.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

01.12.2015

71 Solicitantes:

ALFAGEME GONZÁLEZ, Norberto (100.0%)
C/ Corpus Christi, 507
24010 FERRAL DEL BERNESGA (León) ES

72 Inventor/es:

ALFAGEME GONZÁLEZ, Norberto

74 Agente/Representante:

VAZQUEZ CUETO, Fernando

54 Título: **ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA**

57 Resumen:

Estructura subterránea para generar energía electro-hidráulica, que comprende una galería (2) subterránea, practicada en una zona de montaña, que capta agua y la canaliza, estando excavada en pendiente entre una boca superior (2a) y una boca inferior (2b) con, al menos, una turbina (3) y la boca superior (2a) e inferior (2b) con una diferencia (h) de cota de altura que determina un salto artificial de altura manométrica que hace trabajar la turbina (3). Para favorecer la captación del agua la galería (2) está realizada a partir de cerchas metálicas (9) y chapa e inferiormente una solera (5) de hormigón con un canal de encauzamiento (6). Además a través de canales intermedios de conexión (8) el agua va una tubería de carga (7) paralela al canal que conecta con la turbina (3). Los canales intermedios de conexión (8) son de menor sección y el agua se incorpora por efecto Venturi.

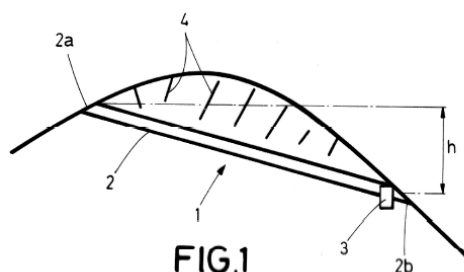


FIG.1

ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA

D E S C R I P C I Ó N

5 OBJETO DE LA INVENCION

La invención, tal como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a una estructura subterránea para generar energía electro-hidráulica, la cual aporta, a la función a que se destina, varias ventajas y características que se describirán en detalle más
10 adelante y que suponen una destacable novedad en el estado actual de la técnica.

Más en particular, el objeto de la invención se centra en el desarrollo de una estructura en forma de galería subterránea en pendiente a la que se asocia una turbina generadora de energía eléctrica accionada por la captación de una corriente de agua, captada en dicha
15 galería de modo artificial o aprovechando una existente, y que provoca un efecto colector en pendiente para generar la altura manométrica necesaria para hacer trabajar la turbina y producir energía eléctrica.

CAMPO DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

20 El campo de aplicación de la presente invención se enmarca dentro del sector de la construcción, centrándose particularmente en el ámbito de las infraestructuras y los sistemas generadores de energía eléctrica a partir de una fuente hidráulica.

25 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Como referencia al estado actual de la técnica, cabe señalar que, hasta hoy, todos los saltos hidroeléctricos aprovechan accidentes topográficos o surgencias naturales de agua, mientras que lo que la presente invención propone es practicar un orificio subterráneo con el
30 fin de que haga un efecto colector de las aguas subterráneas (o aprovechar los existentes), canalizar estas aguas por la propia estructura hasta crear un salto artificial y generar así energía eléctrica, debiendo señalarse que, al menos por parte del solicitante, se desconoce la existencia de ninguna otra estructura o invención que presente unas características técnicas, estructurales y constitutivas semejantes a las que presenta la que aquí se
35 preconiza, según se reivindica.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

De forma concreta, lo que la invención propone es, tal como ya se ha apuntado anteriormente, una estructura para generar energía electro-hidráulica, la cual,
5 esencialmente, comprende una galería subterránea practicada en pendiente y de modo que permite la captación de una corriente de agua, bien haciendo que surja de modo artificial o bien aprovechando una corriente de agua existente, y por la que se canaliza el agua hasta crear un salto artificial de suficiente altura manométrica y generar así energía eléctrica a través de la correspondiente turbina que se instala a tal efecto en la salida o boca inferior de
10 la galería.

Conviene destacar que, para dicha capación, la estructura se ejecuta de manera que favorezca la filtración de aguas a su interior, para lo cual el sostenimiento de la galería subterránea se realiza, preferentemente, con cerchas metálicas y chapa, y así favorecer la
15 infiltración.

El sistema consiste en ir colocando unos arcos metálicos o cerchas, unidos entre sí por medio de grapas, simultáneamente a la excavación.

20 La distancia a la que se colocan estas cerchas, viene determinada por la consistencia del terreno, normalmente entre 0,5 y 1,5 metros. Cuando las cerchas están muy separadas, suelen colocarse entre ellas un recubrimiento de madera o chapas metálicas que conforma el encofrado.

25 Este tipo de sostenimiento favorece el drenaje de los terrenos circundantes a la estructura subterránea, ya que no entra en contacto directo con el terreno.

Opcionalmente, se pueden utilizar otros métodos constructivos para favorecer el drenaje, perforación de sondeos horizontales, retraso en la colocación del sostenimiento para
30 aumentar el radio plástico, etc.

El orificio subterráneo se practica con una determinada inclinación, para garantizar que el agua que se va captando dentro de la estructura subterránea adquiera la energía cinética de forma natural. La diferencia de cota entre las bocas superior e inferior de la galería será
35 igual a la altura manométrica necesaria para el cálculo de la potencia.

Por su parte, el cálculo de la infiltración de agua por el terreno se hace en función de los litotipos geológicos atravesados y la profundidad de excavación, sin embargo estas surgencias son siempre abundantes, muy variables dependiendo de las zonas, aunque luego muy constantes en su fluencia.

5

Dicho cálculo de caudal de infiltración variará en función de:

- la geología de los sustratos, en cuanto a la capacidad para almacenar y transmitir el agua, existencia de fallas, contactos, plegamientos, etc.;
- 10 - la climatología, pues factores como la pluviosidad, heladas, evaporación, etc., están directamente relacionados con la capacidad de recarga de los acuíferos.
- y la geomorfología, dado que las condiciones de la superficie, orografía y características del suelo determinan la escorrentía superficial, y por tanto, las posibilidades de infiltración relacionadas directamente con la recarga de los acuíferos. Los parámetros hidrogeológicos
- 15 más interesantes son: porosidad, permeabilidad, gradiente hidráulico, transmisividad.

Así, en el estudio geológico, hay que prestar una atención especial a aspectos como los siguientes:

- 20 - La litología, estratigrafía y accidentes geológicos, sobre todo pliegues y galas de las formaciones rocosas afectadas por la galería subterránea, dando que son factores que influyen de manera decisiva sobre los caudales captados de la misma.

- La fracturación, dado que en las rocas ígneas y metamórficas con poco grado de
- 25 alteración, la mayor parte de los caudales llegan a través de las fracturas, y la permeabilidad media en la dirección del buzamiento es también muy superior a la media del macizo. En cuanto a las rocas sedimentarias carbonatadas, la permeabilidad primaria, es decir, la que se produce a través de la roca matriz, es casi siempre despreciable frente a la secundaria, debida a los fenómenos de fracturación y disolución.

30

- Los pliegues y fallas, pues en todas las formaciones son zonas de debilidad que pueden aportar caudales localizados. En los primeros, los sinclinales suelen ser interesantes para la captación de aguas subterráneas al atravesar posibles bajos de estratos apoyados en otros más impermeables y, en cuanto a las fallas, son los accidentes potencialmente más
- 35 interesantes. Por una parte actúan como barreras hidráulicas, al poner en contacto estratos

permeables con otros impermeables, pudiendo dar lugar a fuertes diferencias piezométricas localizadas y, por otra parte, el plano de falla puede actuar como conductor si se trata de una brecha o como interceptor si se trata de una milonita.

5 En resumen, el estudio simultáneo de las características litológicas y estructurales de las formaciones y el del emplazamiento y caudal de los manantiales existentes puede dar datos hidrogeológicos interesantes. Por ejemplo, si en las laderas de una montaña o de un valle aparecen varios manantiales de poco caudal, suelen indicar la presencia a poca profundidad de materiales poco permeables y la existencia de un nivel freático somero. Por el contrario,
10 si aparecen manantiales de mayor volumen en el fondo de un valle, normalmente será indicio de que el agua recogida por la ladera percola verticalmente a través de rocas permeables, dando lugar a un nivel freático más profundo. Por tanto, según la posición de la galería subterránea y la permeabilidad de las formaciones que atraviesa, podrá interceptar los acuíferos y captar aguas de los mismos, favoreciendo así la generación de energía
15 eléctrica.

Por otra parte, el cálculo de la energía aprovechable en el salto generado por la estructura subterránea depende de la altura manométrica del salto y del caudal disponible para turbinar, siguiendo dicho cálculo la siguiente ecuación:

20

Potencia (w) = Altura (m) x Caudal (l/sg) x Gravedad x Rendimiento de la instalación

Donde la potencia se mide en vatios, la altura en metros y será igual a la mitad de la diferencia de cotas de las bocas de la galería subterránea, ya que la captación se hará a lo
25 largo de todo su recorrido, el caudal en litros por segundo (estimado), y la aceleración debida a la gravedad en metros por segundo cuadrado.

La aceleración debida a la gravedad es aproximadamente de 9,81m/seg², es decir, cada segundo que un objeto cae, su velocidad se incrementa en 9,81 m por segundo, y para
30 facilitar el cálculo, dado que se trata de una fórmula empírica, el citado valor lo redondearemos a 10m/seg².

Para calcular, de forma aproximada, cuanta energía hidroeléctrica se puede generar con una estructura subterránea cualquiera, según la invención, pondremos, como ejemplo, una
35 galería subterránea excavada con cota de entrada 1300m y cota de salida 1000 m. Esto

genera una altura manométrica para cálculo igual a: $(1300-1000)/2= 150$ m.

En el cálculo se divide por 2, ya que se considera que la captación de aguas se hace a lo largo de toda la estructura subterránea, por lo que se toma la media de la altura máxima.

5

Teniendo en cuenta que el rendimiento de la instalación depende del rendimiento hidráulico de la turbina (85%), del rendimiento mecánico de la instalación (90%) y del rendimiento del generador (80%), lo que genera un rendimiento global del 60%.

10 Y suponiendo que se consigue un caudal surgente a lo largo de toda la galería subterránea excavada de 0,5 m³/sg, lo que es igual a 500 litros por segundo con la altura manométrica calculada de 150 metros, en la ecuación obtenemos lo siguiente:

Potencia salto: $150 \times 500 \times 10 \times 60\% = 750.000$ vatios = 450 kw/h.

15

En un año de generación de energía eléctrica (debe recordarse que este tipo de surgencias suelen ser muy constantes, no varían más de un 20% su caudal a lo largo del año) tendremos:

20 Potencia generada año: $450 \text{ Kw/h} \times 24 \times 365 = 4.000 \text{ Mw}$

Suponiendo un retorno por venta de energía eléctrica a la red de 80 euros/Mw, se puede llegar a tener una facturación potencial anual de 320.000 euros, y la obtención de beneficio dependerá de los costes de ejecución para calcular el período de amortización.

25

En cualquier caso, la estructura se configura como una central generadora del tipo de centrales de agua fluyente, también denominadas centrales de filo de agua o de pasada, y que utilizan todo el flujo de agua captada para generar la energía eléctrica, pues son centrales que operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada.

30

Por ello, la turbina que incorpora la estructura de la invención, puede ser de eje vertical, cuando el flujo tiene una pendiente fuerte, u horizontal cuando la pendiente del flujo de agua es baja.

35

Por su parte, la incorporación del agua al circuito de generación se mediante un canal colector, incorporado a lo largo de la galería y convenientemente acoplado al sistema de captación de las aguas, y que discurre hasta una tubería de carga-presión y de ahí a la turbina generadora situada a la salida o boca inferior de la galería subterránea.

5

En caso de túneles con mucho recorrido, podrían enlazarse distintas bombas generadoras por tramos, la potencia generada será igual a la suma de los diferentes tramos, ya que irán engarzados unos a otros.

10

La incorporación de las aguas de infiltración a la tubería de carga o canal colector, se realiza llevando, por la solera hormigonada, un canal de encauzamiento de las aguas de infiltración que discurre de forma paralela a la tubería de carga y se conectarán ambas de forma periódica mediante canales intermedios de conexión con menos sección, incorporando así el agua a la tubería de carga por efecto Venturi, por lo que adquiere mayor presión.

15

Por último, cabe señalar que al tratarse de una instalación subterránea, el impacto ambiental se reduce a la propia captación de aguas realizada por la galería colectora, no afectará ni a la fauna, ni a la flora de manera directa.

20

Teniendo en cuenta que las captaciones de agua se realizarán en zonas con un desnivel de cota 100-500 metros (zona montañosa), el impacto se reduce al agua situada inmediatamente por encima de la galería, pudiendo producir el secado de alguna surgencia local (fuente). En cualquier caso esta agua se incorporará al cauce público a la salida de la boca inferior, por lo que se trata de un impacto local, de carácter moderado.

25

Además, la turbina y demás elementos de generación de energía de la instalación se situarán, preferentemente, dentro de la galería subterránea lo que impedirá su visibilidad. Por lo tanto el impacto visual se limitará a la línea de evacuación de la electricidad generada.

30

En cualquier caso este impacto será muy inferior al ocasionado por cualquier otro medio de generación de energía eléctrica. Se trata, por tanto, de un sistema de generación, limpio, que no afecta al medio de manera perjudicial, invisible, constante y económicamente factible.

35

La descrita estructura subterránea para generar energía electro-hidráulica representa, pues, una estructura innovadora de características estructurales y constitutivas desconocidas hasta ahora para el fin a que se destina, razones que unidas a su utilidad práctica, la dotan de fundamento suficiente para obtener el privilegio de exclusividad que se solicita.

5

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, de un juego de planos, en los que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La figura número 1.- Muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de la estructura subterránea para generar energía electro-hidráulica objeto de la invención, representada en sección longitudinal sobre una montaña en la que se ha llevado a cabo su instalación, de modo que se aprecian las principales partes y elementos que comprende así como la configuración y disposición de las mismas.

La figura número 2.- Muestra una vista, igualmente esquemática, de una vista en sección transversal de la estructura de la invención, apreciándose en este caso la configuración de la galería, y de los elementos que comprende para la recogida y conducción del agua.

La figura número 3.- Muestra una vista esquemática de la configuración y disposición de uno de los canales intermedios de conexión entre la tubería de carga el canal de encauzamiento, apreciándose su menor sección que provoca el efecto Venturi.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A la vista de las mencionadas figuras, y de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo no limitativo de la estructura subterránea para generar energía electro-hidráulica preconizada, la cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

Así, tal como se observa en dichas figuras, la estructura (1) en cuestión, comprende, esencialmente, una galería (2) subterránea, practicada en una zona de montaña de modo

que capta agua y la canaliza en su interior, estando dicha galería excavada en pendiente entre una boca superior (2a) y una boca inferior (2b) que presentan una diferencia (h) de cota de altura tal que, al menos, determina un salto artificial de altura manométrica para el agua canalizada, capaz de hacer trabajar una turbina (3) instalada al efecto en dicha boca inferior (2b) y generar energía eléctrica.

El agua se capta en la galería (2) bien haciendo que surja de modo artificial o bien aprovechando una corriente de agua existente. En el primer caso, preferentemente, la galería (2) está realizada a partir de cerchas metálicas (9) y chapa incorporadas para cubrir su parte superior, de modo que se favorece la captación del agua subterránea existente sobre la misma, y que surge normalmente a través de grietas (4) o aberturas del propio terreno.

En la parte inferior, la galería cuenta con una solera (5) de hormigón en la que se ha previsto un canal de encauzamiento (6) que va recogiendo el agua captada a lo largo de toda la longitud de la galería (2).

Además, preferentemente, en dicha solera (5) se incorpora de forma paralela una tubería de carga (7), y a la que desemboca el agua del canal de encauzamiento (6) a través de canales intermedios de conexión (8), previstos periódicamente para tal fin, comunicando dicho canal con dicha tubería, siendo esta tubería de carga (7) la que, en su extremo, en la boca inferior (2b) de la galería, conecta con la turbina (3) para introducir el agua a presión en ella y hacerla funcionar para generar la energía eléctrica.

Es importante destacar que los citados canales intermedios de conexión (8), tal como se observa en la figura 3, son de menor sección que el canal de encauzamiento (6) y que la tubería de carga (7) por lo que el agua, cuyo sentido de dirección de descenso dentro de la galería (2) se ha representado mediante flechas, se incorpora en dicha tubería de carga (7) por efecto Venturi.

Opcionalmente, por ejemplo en el caso de que la galería (2) tenga mucho recorrido, se contempla la incorporación de más de una turbina (3), en distintos tramos de la misma, en cuyo caso están instaladas engarzando un tramo con otro, de modo que la potencia generada sea igual a la suma de los diferentes tramos.

Preferentemente, la turbina (3) y demás elementos de generación de energía de la instalación se disponen incorporados dentro de la galería (2) subterránea en las proximidades de la boca inferior (2b), y no en el exterior de la misma, de modo que determinan el mínimo impacto visual en el paisaje.

5

En definitiva, la estructura comprende una galería (2) subterránea, practicada en una zona de montaña, que capta agua existente de forma natural en dicha montaña y que, haciéndola surgir o aprovechando la que surge de modo natural, la canaliza. La galería (2) está excavada en pendiente entre una boca superior (2a) y una boca inferior (2b) y, al menos, en dicha boca inferior (2b) incorpora una turbina (3) donde se canaliza el agua. Además, dicha boca superior (2a) y dicha boca inferior (2b) presentan una diferencia (h) de cota de altura tal que determina un salto artificial de altura manométrica para el agua canalizada, susceptible de hacer trabajar la turbina (3) y generar energía eléctrica.

10

15

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, no se considera necesario hacer más extensa su explicación para que cualquier experto en la materia comprenda su alcance y las ventajas que de ella se derivan, haciéndose constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba siempre que no se altere, cambie o modifique su principio fundamental.

20

REIVINDICACIONES

1.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, **caracterizada** porque comprende una galería (2) subterránea, practicada en una zona de montaña, que capta agua existente de forma natural en dicha montaña y que, haciéndola surgir o aprovechando la que surge de modo natural, la canaliza; porque dicha galería (2) está excavada en pendiente entre una boca superior (2a) y una boca inferior (2b); porque, al menos, cerca de dicha boca inferior (2b) incorpora una turbina (3) donde se canaliza el agua; y porque dicha boca superior (2a) y dicha boca inferior (2b) presentan una diferencia (h) de cota de altura tal que determina un salto artificial de altura manométrica para el agua canalizada, susceptible de hacer trabajar la turbina (3) y generar energía eléctrica.

2.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, según la reivindicación 1, **caracterizada** porque cuando el agua que se capta no surge de modo natural, la galería (2) está realizada a partir de cerchas metálicas (9) y chapa incorporadas para cubrir su parte superior, y favorecer la captación del agua subterránea existente sobre la misma, normalmente a través de grietas (4) o aberturas del propio terreno.

3.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque en la parte inferior, la galería (2) cuenta con una solera (5) de hormigón en la que se ha previsto un canal de encauzamiento (6) que va recogiendo el agua captada a lo largo de toda la longitud de la galería (2).

4.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, según la reivindicación 3, **caracterizada** porque, en dicha solera (5), se incorpora de forma paralela al canal de encauzamiento (6), una tubería de carga (7) que conecta con la turbina (3), y a la que desemboca el agua del canal de encauzamiento (6) a través de canales intermedios de conexión (8), previstos periódicamente para tal fin.

5.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, según la reivindicación 4, **caracterizada** porque los canales intermedios de conexión (8) son de menor sección que el canal de encauzamiento (6) y que la tubería de carga (7) y el agua se incorpora en dicha tubería de carga (7) por efecto Venturi.

6.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA,

según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizada** porque la galería (2) incorpora más de una turbina (3), en distintos tramos de la misma.

- 5 7.- ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA PARA GENERAR ENERGÍA ELECTRO-HIDRÁULICA, según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizada** porque la turbina (3) y demás elementos de generación de energía de la instalación se disponen incorporados dentro de la galería (2), en las proximidades de la boca inferior (2b).

