

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

19 ES	11 NUMERO	10 A1
	21 465.600	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
	29-DICIEMBRE-1977	

20 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
52 836 A 76	30-12-1976	ITALIA
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F16L	
54 TITULO DE LA INVENCION		
" PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN CUERPO TUBULAR CONSTITUIDO POR UNA PARED DE HORMIGON PROYECTADO "		
71 SOLICITANTE (S)		
VIANINI, S. p. A.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
25 Via della Ferratella in Laterano. 00184 ROMA (Italia)		
72 INVENTOR (ES)		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON BERNARDO UNGRIA GOLBURU		

CM.-

1 El presente invento se refiere a un procedimiento y a una instalación para la fabricación de un elemento
constituido por un cuerpo tubular de hormigón proyectado con
armazón difundida, producido mediante proyección ininterrum-
5 pida del hormigón sobre un mandril giratorio, descartable o
recuperable para empleos sucesivos, y la envoltura simultá-
nea ininterrumpida con uno o más cables de acero de diámetro
pequeño, a fin de realizar un armazón englobada en el hormi-
gón..

10 El elemento obtenido mediante tal procedimiento
presenta características que no se encuentran en elementos
análogos realizados mediante la técnica precedente, y cons-
tituye por lo tanto un nuevo producto industrial.

15 Es sabido que los tubos de hormigón destinados
a tuberías a presión se dividen en dos tipos bien diferentes
a) tubos de hormigón armado común.
b) tubos de hormigón armado pretensado.

20 Los primeros, utilizados en un campo de presio-
nes relativamente modesto (por ejemplo, para diámetros de al-
rededor de un metro, no más de 5-6 atmósferas) están consti-
tuidos por una pared de hormigón con armazones transversales
y longitudinales englobadas, realizadas con barras de hierro
de diámetro relativamente grande: son producidos mediante
25 diferentes tecnologías (centrifugación asociada o no con vi-
braciones o con apisonado, colada en moldes verticales vi-
brantes, etc).

30 Los segundos, destinados a un campo de presiones
superiores al de los de hormigón armado común (y por lo tan-
to desde 5-6 atmósferas hasta un máximo de unas 20 atmósfe-
ras) por lo general están constituidos por un tubo-alma, pro

1 ducido mediante una de las tecnologías usadas para los tubos
de hormigón armado común, sobre el cual se envuelve una espi
5 ral de acero de alta resistencia, en tensión; la espiral es
protegida luego con un revestimiento de hormigón y, casi siem
pre, mediante un ulterior revestimiento bituminoso.

Un tipo particular de tubos pretensados lo re-
presentan los tubos monolíticos, con las armazones de acero
tensado englobadas en la pared en el acto de la colada.

10 Finalmente, se utilizan tubos con lámina metáli
ca englobada en la pared, tanto de tipo común como de tipo
pretensado; por lo demás tales tubos se consideran ya fuera
de los usos comunes, por lo menos en Italia, en cuanto pre-
sentan costos muy elevados.

15 De la descripción sumaria de las tecnologías de
fabricación de los tubos antes indicadas, se pueden fácil-
mente evidenciar los siguientes defectos de tales tecnolo-
gías que, una vez eliminadas, se traducen en otras tantas
ventajas para el procedimiento de fabricación objeto del
presente invento:

20 a) los tubos actualmente en comercio son producidos a tra-
vés de numerosas fases de elaboración; en particular la
fabricación del armazón, la preparación del molde, la
fabricación del tubo, el estacionamiento del tubo, la
25 extracción del tubo del molde, en el caso de hormigón
armado común; para los tubos de hormigón armado preten-
sado a tales operaciones se añade la envoltura con ace-
ro en tensión, el revestimiento de hormigón, el reves-
30 timiento bituminoso. Cada operación requiere una maqui-
naria específica y un departamento especial; es neces-
aria además una serie de complicadas maniobras para trans

1 ferir los elementos desde un departamento hasta el si-
 guiente. Resulta evidente la ventaja ofrecida por un
 procedimiento en el cual todas las operaciones de fabri-
 cación se concentran en una única máquina.

5 b) Las diversas operaciones de fabricación de los tubos ac-
 tualmente en comercio, evidentemente deben ser ejecuta-
 das en tiempos sucesivos (la fabricación del tubo tras
 la confección del armazón, la envoltura del acero luego
 del estacionamiento del tubo, etc): esto significa con-
10 siderables pérdidas de tiempo entre las diversas opera-
 ciones, y grandes depósitos de elementos en curso de
 fabricación; además en el ámbito de una misma fase, co-
 mo la colada de la pared del tubo, las dos fases de dis-
 tribución y de compactado del material se realizan en
15 tiempos sucesivos, que prolongan la ocupación de las
 respectivas maquinarias. Es evidente la ventaja que
 ofrecería un sistema, como el del presente invento, en
 el cual todas las fases (armazón, distribución y compac-
 tado del hormigón, estacionamiento al menos parcial) tie-
20 nen lugar no solo en la misma máquina, sino también si-
 multaneamente.

 c) Las instalaciones para la producción de tubos de hormi-
 gón armado común y de aquellos de hormigón armado pre-
 tensado son substancialmente diversos entre sí; en la
 práctica tienen en común tan solo el departamento de
 preparación del hormigón y el de confeccionamiento y
 estacionamiento del tubo: de lo cual se deduce que no
25 todas las instalaciones que existen están en condicio-
 nes de producir tubos para todo el campo de aplicación
 del hormigón armado y, por el contrario, las que lo es-
30 del hormigón armado y, por el contrario, las que lo es

1 tán no siempre utilizan en pleno las maquinarias con
las cuales están dotadas. Por el contrario, el procedi-
miento del presente invento permite fabricar tubos para
presiones de ejercicio tan elevadas que comprenden por
5 entero tanto el campo de los tubos de hormigón armado
común como el de los tubos de hormigón armado pretensa-
do; por lo tanto la instalación, pese a su simplicidad
presenta posibilidades de utilización largamente superio-
res a las de las instalaciones existentes.

10 d) Las instalaciones que trabajan según los procedimientos
conocidos necesitan un amplísimo "stock" de moldes: pa-
ra cada diámetro de tubo que se quiera producir, se ne-
cesitan por lo menos tres series de moldes; la primera
para tubos de hormigón armado común de baja presión (15
por ejemplo desde 1 hasta 3 atmósferas), la segunda
para tubos de hormigón armado común de mayor presión
(por ejemplo desde 4 hasta 6 atmósferas), la tercera
para tubos pretensados (diferentes de las dos preceden-
tes en el menor espesor de pared del tubo, en el perfí-
lado e inclinación de las superficies cónicas que de-
ben permitir la envoltura alrededor del tubo de las es-
pirales de pretensado, en las juntas destinadas a
los enganches del pretensado, etc.). Esta división del
"stock" de moldes de cada diámetro en tres series es
25 normal, si bien representa un sistema que no evita con-
siderables desperdicios de material (por ejemplo un tu-
bo para 4 atmósferas debe ser necesariamente fabricado
con el espesor del tubo para 6 atmósferas, mientras que
podría ser más delgado). Si se considera que, para rea-
lizar un ciclo continuo de fabricación de tubos de un
30

1

5

10

15

20

25

30

mismo diámetro y tipo se necesitan no menos de 10-12 moldes (considerando el prolongado tiempo durante el cual cada molde permanece ocupado para el armado, la colada del tubo, el estacionamiento y el desmolde) se llega a la conclusión de que se necesitarían teóricamente no menos de 30-60 moldes para cada diámetro de tubo: en la práctica el número de moldes necesario, limitado por la costumbre normal de fabricar en un mismo turno de trabajo tubos de diámetros diferentes, es siempre muy elevado. Por el contrario el procedimiento de producción según el presente invento permite fabricar tubos de cualquier tipo con tan sólo tres mandriles para cada diámetro, considerando el rápido ciclo determinado por la simultaneidad de toda la operación y por la recuperación casi inmediata del mandril: por si no bastase cada tubo puede ser producido calibrando exactamente el espesor según las necesidades de ejercicio que se preveen para él, sin modificación alguna del mandril y sin desperdicio de material.

e) Los moldes a que nos referíamos más arriba, (estructuras muy complicadas para las juntas, el perfilado, los anillos de rodaje, los endurecimientos, etc) tienen una longitud de construcción fija y por lo general extremidades en forma de cordón y vaso; la fabricación de tubos de diferente longitud, o bien con extremidades de perfil diferente, significa o moldes nuevos o por lo menos partes de molde que, mediante bridas con pernos, puedan substituir las partes correspondientes de los moldes de cordón y en vaso;

1 todo lo cual determina un ulterior engrosamiento del
"stock" de moldes, una complicación de los moldes -
5 mismos y considerables pérdidas de tiempo para las
operaciones de transformación. Por lo tanto es deseable un procedimiento de fabricación que, como el del presente invento, permita en cambio realizar cualquier longitud de tubo y cualquier perfilado de las extremidades, sin intervención alguna sobre los mandriles

10 En el pasado se ha intentado ya fabricar tubos de hormigón armado con armazón difundida proyectando hormigón sobre un mandril giratorio; tal método ha sido incluso patentado en su momento.

15 Este intento es perfectamente conocido por la Solicitante, puesto que fué ejecutado en un Establecimiento de propiedad de dicha Sociedad; es bien sabido que tal intento no ha logrado ningún resultado práctico, tanto es así que actualmente no existe ningún tipo de tubo de hormigón armado producido según un procedimiento de proyección, mientras que con el
20 procedimiento del presente invento han sido ya fabricados y probados con éxito, prototipos que responden perfectamente a los requisitos exigidos para los tubos destinados a tuberías a presión.

25 Se enumeran a continuación los defectos del procedimiento ya conocido, defectos que han hecho imposible una aplicación práctica:

30 1) No había sido previsto un grupo regulador del caudal de hormigón a proyectar, de modo que la alimentación del proyector era extremadamente variable: se trató de eliminar este defecto utilizando hormigón muy dúc

1

til, es decir con una elevada relación agua-hormigón renunciando así, ya desde la primera fase de la fabricación, a producir un hormigón de elevadas características mecánicas.

5

2) El proyector era del tipo a paletas (o sea de un modelo no capaz para una proyección continua): no estaba en condiciones de imprimir al material una elevada energía cinética, lo cual provocaba no solo una insuficiente compactación del hormigón, sino incluso efectos de desprendimiento del material del mandril.

10

3) En particular, el proyector determinaba una selección del empaste; parte del material más delgado, proyectado con menor energía, ni siquiera llegaba al mandril, o bien caía apenas había llegado a su superficie; lo cual obligaba a utilizar empastos muy ricos de hormigón y arena, para tener cuenta de las pérdidas (de entidad muy variable, de modo que las características del hormigón que constituía efectivamente el tubo eran también diferentes entre un tubo y otro, y entre un punto y otro del mismo tubo).

15

20

4) La alimentación con un empaste muy delgado, muy rico de hormigón y de agua daba lugar a un progresivo pero rápido atascamiento de la superficie del proyector en los interespacios entre las paletas, que resultaban ahogadas por la malta; tras brevísimos períodos de empleo el chorro del hormigón tendía a deformarse de tal modo que sobre el mandril en vez de una faja continua helicoidal, se formaba un depósito de material totalmente irregular; prosiguiendo la operación el cauce del hormigón se reducía rápidamente, hasta

25

30

1

determinar la forzosa interrupción de la proyección para limpiar el proyector.

5) Los defectos hasta aquí enumerados daban lugar a la formación de capas de hormigón poco compactado y de espesor absolutamente irregular; por lo tanto se consideraba indispensable el empleo de una rasqueta (en la práctica una fresa a tornillo sinfín) para nivelar el empaste, capa tras capa, antes de que sobre cada capa pudieran ser distribuidos los cables del armazón.

5

10

6) La presencia de la rasqueta excluía la posibilidad de una proyección ininterrumpida del hormigón, con movimiento de ida y vuelta; el volquete de proyección podía trabajar solo en un sentido, con regreso vacío;

15

7) Siempre a causa de la presencia de la rasqueta, también la envoltura de los cables del armazón tenía que ser realizada en pasadas separadas; no habría sido posible adoptar cables continuos, como en el caso del presente invento, que por lo tanto no había sido previsto en absoluto en la patente precedente.

20

8) Luego de ejecutar cada pasada con el carro distribuidor de los cables del armazón, dichos cables eran bloqueados (con medios previsorios como plaquetas metálicas, tornillos, etc) sobre la extremidad del mandril, y una vez cortados, y el carro vuelto a llevar a la posición inicial, los extremos del cable eran de nuevo fijados con medios análogos a los precedentes, en la otra extremidad del mandril; solo después de estas operaciones se podía proceder

25

30

1

a la pasada sucesiva;

5

9) Además la rasqueta, en el acto de nivelar la superficie del hormigón, producía inevitablemente una acción disgregadora sobre dicho hormigón, reduciendo su compactado y comprometiendo de tal manera sus características de resistencia e impermeabilidad;

10

10) La reducida consistencia del empasto original, empeorada aún más por el paso de la rasqueta, permitía a los cables del armazón penetrar, en vez de apoyarse en el hormigón, alterando de modo irreparable la distribución de dicha armazón, dando origen a una anormal concentración de cables en algunos puntos, y dejando en cambio otros sin armado, comprometiendo de tal modo la ya reducida resistencia del material;

15

11) el uso de la rasqueta determinaba además una enorme pérdida de material, quitado durante el rasqueado; tal pérdida resultaba obviamente tanto más elevada cuanto menor era el espesor de la capa de hormigón rasqueada, o sea cuanto más se deseaba difundir el armazón (y por lo tanto aprovechar las posibilidades teóricas del sistema);

20

12) finalmente no había sido resuelto en absoluto el problema del armazón longitudinal de los tubos, para el cual estaban previstas interrupciones ulteriores del ciclo de fabricación, durante las cuales deberían haber sido colocados a mano cables de grueso diámetro, enganchados en las extremidades del mandril, sobre el hormigón ya proyectado a fin de que fueran luego recubiertos por las sucesivas capas de material.

25

30

1 13) para terminar, no se había hecho nada para perfilar
las extremidades de los tubos a fin de permitir el
ensamblaje con un sistema práctico y económico (por
ejemplo de cordón y vaso); el sistema, aun si hubie
5 se pasado a la fase de empleo en escala industrial,
habría permitido producir tan solo cuerpos cilíndri-
cos con extremidades lisas, que hubiesen exigido el
empleo de costosas juntas de manguito o del tipo
Gibault a ser fabricadas en una instalación aparte,
10 con el elevadísimo peso económico; también las opera-
ciones de colocación y de unión de tales tubos habrían
resultado extremadamente costosas y complicadas.

15 Por los motivos anteriormente enumeradas (redu-
cida resistencia del hormigón, elevada porosidad y permea-
bilidad, irregularidad en la disposición del armazón, des-
perdicio de material, excesiva duración del ciclo, etc) el
sistema patentado en 1955 no ha tenido nunca, como ya se
ha dicho, aplicación práctica.

20 Objeto del invento es por lo tanto un procedi-
miento y una instalación para la fabricación, técnicamente
posibles y económicamente válidos, de cuerpos tubulares de
hormigón armado común, con armazón difundida consti-
tuida por cables de diámetro pequeño continuos, dispuestos
en hélices coaxiales, concéntricas, continuas.

25 Otra finalidad del invento es la de realizar
un sistema de dosaje del caudal a fin de garantizar la per-
fecta alimentación del grupo de proyección, incluso con hor-
migón extremadamente consistente y seco, caracterizado por
un valor de slump igual a cero.

30 Objeto ulterior es la realización de un siste

1 ma de proyección capaz de asegurar la distribución uniforme
sobre el mandril (sin empleo de rasquetas) del material an-
tes mencionado, en capas incluso muy delgadas, inmediatamen-
te autosustentadas, con consistencia adecuada para soportar
5 la aplicación de los cables del armazón, y dotadas de eleva-
da resistencia e impermeabilidad.

Otro objeto del invento es un sistema de distri-
bución de los cables del armazón, que permita aplicar simul-
táneamente numerosos haces de cables, incluso con funciones
10 diferentes, a fin de eliminar, entre otras cosas, el armazón
longitudinal, substituída por haces de cables envueltos con
adecuada inclinación con respecto al eje del elemento.

Otra finalidad del invento es ejecutar simulta-
neamente la proyección del hormigón y la distribución del
15 armazón metálica.

Finalidad ulterior del invento es la ejecución
de dichas operaciones en forma continuada, con movimientos
de ida y vuelta todos útiles, y por lo tanto sin solución
de continuidad alguna, en particular sin cortar, tras cada
20 pasada, los cables del armazón.

-Además; otro objeto del invento es la posibili-
dad de confeccionar juntas de cordon y vaso, o sea de rea-
lizar el tipo de junta más económico y más difundido en
25 el campo de los tubos de hormigón.

Otra finalidad del invento es el obtener la
posibilidad de someter el tubo a estacionamiento acelerado,
ya durante el curso de la manufactura, minimizando los tiem-
pos muertos entre dos sucesivas reutilizaciones del mismo
30 mandril.

Estos objetivos son realizados mediante el pro

1 cedimiento del presente invento, que es ilustrado a conti-
nuación.

5 En una instalación central de dosaje y mezcla
se efectúa la operación de preparación del hormigón. Dicho
hormigón debe estar en condiciones de ser proyectado sin su-
frir ningún fenómeno de selección de los componentes; debe
constituir capas homogéneas, compactas y regulares sobre es-
pesores muy reducidos (hasta un mínimo de 2-3 mm), debe vol-
verse inmediatamente autosustentador, apenas proyectado so-
10 bre un mandril giratorio, para evitar fenómenos de desprendi-
miento y de recaída, debe ser compactada sobre el man-
dril, tras la proyección, en medida tal de soportar el peso
de los cables del armazón sin resultar cortado por éstos;
por último, a elemento concluido, debe presentar elevados
15 valores de resistencia mecánica, reducidísima porosidad y
permeabilidad, tal como se requiere a los tubos destinados
a tuberías a presión.

20 Estas exigencias resultan satisfechas con un
adecuado estudio de las mezcla granulométricas (por otra
parte variables según la naturaleza de los materiales lapí-
deos), con un elevado tenor de hormigón y con una reducidísi-
ma relación agua-hormigón, (característica esencialmente de
slump cero), pero sobre todo con los dispositivos de regula-
25 ción del caudal del hormigón y con el particular sistema de
proyección, que permite lanzar el material sobre el mandril
en forma continua, absolutamente regular, en una lámina de
espesor extremadamente delgado (del orden de pocos mm) y de
anchura constante, dotada de una velocidad, al momento del
30 impacto sobre el alma giratoria, muy elevada (y de todos
modos no inferior a los 60 y preferentemente a los 70-80

1 Km/hora) de tal manera que se garantice, teniendo incluso presentes las características del material, la inmediata compactación del mismo sobre la superficie del mandril.

5 Durante la operación de proyección un carro que transporta los dispositivos antes enumerados es sometido a un movimiento longitudinal de ida y vuelta paralelo al eje del mandril: este movimiento, oportunamente apareado con la rotación del mandril, permite la distribución del hormigón en haces helicoidales adyacentes, aptos para formar
10 una capa continua de hormigón depositado sobre el mandril en correspondencia con cada traslación completa del mencionado carro; el número de las traslaciones, y por lo tanto el número de las capas de hormigón y en definitiva el espesor del tubo que se fabrica puede ser modificado sin limitación alguna en base a las exigencias de resistencia del
15 tubo, por lo cual el sistema descrito permite, a paridad de diámetro interior del tubo (igual al diámetro del alma giratoria) fabricar tubos con paredes de cualquier espesor.

20 Simultáneamente con el movimiento de ida y vuelta del carro que deposita las sucesivas capas de hormigón, análogo movimiento se imprime a un carro (o varios carros) porta-bobinas; dichas bobinas llevan cada una un cable de acero de diámetro pequeño (en la práctica inferior a 3 mm aproximadamente); los cables, pasando a través de
25 un peine, son fijados en una extremidad del alma y se envuelven por lo tanto en una espiral sobre la capa de hormigón depositada sobre el mandril; al término de una traslación del carro el haz de cables, habiendo llegado a la extremidad del tubo que se está construyendo, inicia sin interrupción alguna o solución de continuidad, y por lo tanto
30

1 sin necesidad de cortar tales cables, la traslación de vuel-
ta, que constituye el armazón de la sucesiva capa de hormi-
gón.

5 El invento será descrito con mayores detalles
haciendo referencia al diseño anexo, que representa, muy
esquemáticamente, una instalación para la realización del
procedimiento según el invento.

La instalación de fabricación comprende:

10 a) una central 1 de dosaje y mezcla de los compo-
nentes del hormigón, en el cual se confecciona el empaste
con las características previstas;

b) un transportador 2, por ejemplo de cinta, que
transporta la mezcla confeccionada;

15 c) un grupo 3 de regulación del caudal y de la
proyección del hormigón, que recibe la mezcla transportada
por el transportador 2, montado sobre un carro 4 al cual se
puede imprimir un movimiento de ida y vuelta, en una longi-
tud igual a la del elemento o tubo a producir;

20 d) un mandril 5 de diámetro igual y longitud al
menos igual a la del tubo que se desea fabricar, que gira
alrededor de su propio eje longitudinal, y dispuesto con
dicho eje en forma paralela al recorrido del carro 4, a una
distancia conveniente para recibir sobre la superficie la
colada de hormigón proyectada por el grupo 3 de regulación
y proyección;

25 e) un segundo carro (que por razones de simplifi-
cación no se representa por separado en la figura, pero que
coincide con el carro 4, quedando entendido que conceptual-
mente el carro del grupo 3 de regulación y proyección y el
30 carro de las bobinas pueden ser separados) que lleva las bo

1 binas 6 (indicadas de manera esquemática) sobre las cuales
se enrollan los cables de acero destinados a formar el arma-
zón del tubo, dotado de movimiento de ida y vuelta análogo
5 (o coincidente, como se ilustra en la figura) al del carro
de proyección del hormigón;

f) una instalación para la producción de vapor o
calor para el estacionamiento rápido (no indicada); y

g) medio de elevación y transporte (no indicado).

10 El hormigón dosado y mezclado en la central 1,
es transportado por el transportador 2 y alimentado en el
grupo 3 de regulación del caudal y proyección del hormigón,
el cual proyecta un chorro en forma de lámina delgada sobre
la superficie exterior del cuerpo tubular que se va forman-
do paulatinamente sobre el mandril girante 5, mientras el
15 carro 4 se mueve paralelamente al eje del mandril. Luego
de haber depositado una primera capa de hormigón sobre el
mandril 5, se fijan sobre una extremidad del mandril 5 las
puntas de los cables del armazón. En la sucesiva pasada del
carro 4, el mandril giratorio 5 envuelve sobre sí mismo los
20 cables del armazón desenrollados por la bobina 6. Por lo
tanto la traslación del carro 4, combinada con la rotación
del mandril 5, hace que los cables se dispongan sobre la ca-
pa de hormigón ya depositada, según helices cuyo paso está
determinado por las relaciones entre dichas velocidades. Si-
25 multaneamente con la envoltura de los cables, el grupo 3 de
regulación y proyección deposita una capa por encima de los
cables del armazón aplicados, de tal modo que al final del
pasaje se obtiene un aumento del espesor del cuerpo tubular
proyectado sobre el mandril, espesor en el cual queda englo-
30 bado el armazón. Concluido el pasaje, se invierte el senti-

1 do de marcha del carro sin solución de continuidad, y el pro
ceso continúa hasta alcanzar el espesor de pared deseado
para el cuerpo tubular producido.

5 A continuación se describen con mayor detalle
cada una de las máquinas y equipos que forman parte de la
instalación precedentemente descrita, y que a su vez forman
parte del presente invento.

El grupo 3 de regulación del caudal y de proyec
ción del hormigón comprende:

- 10 a) una tolva, montada sobre el carro 4, para con-
tener el hormigón, en forma de tronco de cono con
la base menor hacia abajo, en la cual se sitúa un
alma cónica 8, que presenta la conicidad inverti-
da con respecto a la tolva exterior 7, a fin de
15 dar al depósito una forma anular de sección que
se estrecha paulatinamente hacia la base; el alma
cónica gira en torno a su propio eje y está dota-
da, en la superficie que entra en contacto con el
hormigón, de paletas dispuestas a fin de encauzar
20 el hormigón mismo hacia el ojal anular que queda
libre entre las bases de la tolva 7 y del alma 8.
Regulando la velocidad de rotación del alma, el
número, el perfilado y la disposición de las pale-
tas, se garantiza un constante flujo de hormigón
25 hacia el ojal de la base, evitando el uso de vibra-
dores, apisonadores y equipos similares que darían
lugar a seleccionamientos del material;
- 30 b) un plato girante, dispuesto en coincidencia con
el ojal inferior de la tolva 7, capaz de recoger
el hormigón y depositar en cada giro, a través de

1 una ranura especial, una cantidad exactamente ca-
librada sobre la cinta de alimentación colocada
por debajo;

5 c) una cinta alimentadora, dotada de rasquetas a
guillotina para una ulterior regulación del cauce
que transfiere el material al aparato de proyec-
ción;

10 d) un proyector, constituido substancialmente por
una pareja de rodillos 9 y 10; que giren a alta
velocidad, cada uno provisto de un aparato motor
propio y dispuestos con los ejes paralelos entre
sí y paralelos al eje del mandril giratorio (a
15 una distancia adecuada a fin de que el chorro de
hormigón llegue a dicho mandril con la energía
cinética deseada). Dichos rodillos 9 y 10, giran-
do esencialmente en contacto periférico entre sí,
y estando revestidos por una capa de material elas-
tómico (liso o eventualmente acanalado, con es-
20 trías paralelas o inclinadas, en festón griego o
de cualquier otra forma deseada) proyectan el hor-
migón (que es dirigido por la cinta alimentadora
hacia el intersticio entre ambos rodillos) sobre
la superficie del mandril giratorio. Los equipos
a), b), c), d) están montados sobre el carro 4
25 que, como ya se ha dicho, está dotado de un movi-
miento longitudinal de ida y vuelta y está coloca-
do en forma paralela al eje del mandril giratorio
5.

El equipo de la instalación comprende además:

30 e) un carro porta-bobinas que comprende un cierto

1

número de bobinas igual al número de cables de acero que se desea emplear (incluso 20 o más) y uno o más peines que regulan la distancia recíproca entre ellos, que varía a voluntad. Dicho

5

carro se mueve longitudinalmente con movimiento de ida y vuelta en forma paralela al eje del mandril y en la figura, por razones de simplificación,

10

el carro 4 constituye tanto el carro para el transporte del grupo 3 de regulación y proyección, cuanto el carro para el transporte de las bobinas 6, pero como se ha dicho ya, dichos carros son conceptual y prácticamente separables;

15

f) un sistema de calentamiento del mandril (con vapor de agua o agua caliente o resistencia eléctrica) durante la fase de fabricación del tubo, para acelerar su desmolde;

20

g) mandriles que normalmente son de lámina metálica adecuadamente plegadas y endurecidas, que podrán ser realizadas según las siguientes modalidades de construcción, con miras al desmolde;

25

1) en sectores separables,
2) en una pieza única, con apertura a lo largo de una sola generatriz, y dotado de mecanismos capaces de provocar un "fruncido" a lo largo de dicha generatriz,

30

3) en una pieza única, sin apertura alguna, pero perfilados con una ligera conicidad de la superficie exterior (pocos mm por cada metro de longitud) que, si bien carente de importancia a los fines del empleo del tubo producido, sea

1 suficiente para garantizar el retiro del mandril
mismo mediante adecuados extractores; en este ca
so el desmolde podrá incluso ser facilitado dispo
niendo una camisa continua o faja de material ter
5 moplástico entre la superficie exterior del man-
dril y la primera capa de hormigón proyectada.

Es posible realizar la instalación con diferentes
variantes facultativas, entre las que se pueden mencionar
las siguientes.

10 Como se ha dicho ya anteriormente, el carro por-
ta-bobina puede ser parte integrante del carro del grupo de
regulación del caudal y de proyección; los carros porta-bo
bina pueden ser más de uno, a fin de envolver simultanea-
mente varias armazones, dispuestas de manera diferente so-
15 bre la superficie del elemento en curso de fabricación ;
los carros porta-bobinas pueden ser substituídos, en su mo-
vimiento de ida y vuelta, por canillas guía-cables; en este
caso el grupo de las bobinas quedará fijo, en una posición
adecuada para distribuir los cables a las canillas; también
20 los carros de proyección del hormigón pueden ser de un núme-
ro mayor de uno, para acelerar la fabricación del elemento;
la instalación puede ser estudiada a fin de que los carros
permanezcan fijos, y en cambio sea móvil, con movimiento
de traslación de ida y vuelta, el mandril giratorio ; el
25 mandril puede ser dispuesto con el eje en posición vertical
en lugar de horizontal; en este caso el movimiento de ida y
vuelta de los carros con respecto al mandril, o viceversa,
tendrá lugar a lo largo de recorridos verticales en vez de
horizontales.

30 Mediante el empleo de uno o mas carros portabobi

1 nas, se pueden realizar armazones de los tipos más diversos
por ejemplo de los tipos que se describen a continuación:

5 A) armazón en hélice única, con la inclinación que se de
see con respecto al eje del tubo, que se cruza con
la hélice de vuelta formada por el mismo carro, de
tal manera que se constituya el armazón en forma de
malla; la inclinación es oportunamente fijada a fin
de distribuir en los porcentajes deseados, la resis
tencia del hierro en sentido paralelo u ortogonal
10 con respecto al eje del tubo.

15 B) armazón en hélice doble simétrica, en la cual con
dos carros que se mueven simultáneamente uno en un
sentido (por ejemplo de izquierda a derecha) y el
otro en el sentido opuesto (por ejemplo de derecha
a izquierda) se trata de realizar dentro de una mis
ma capa de hormigón, la malla indicada en el punto
A).

20 C) armazón en hélice doble asimétrica, en la cual se
desea diferenciar mejor la distribución de la resis
tencia en sentido transversal y longitudinal: en es
te caso un carro, dotado de movimiento lento (norma
mente a una velocidad igual a la del carro de pro
yección del hormigón) formará una hélice de paso re
ducido, mientras un segundo carro, con movimiento de
25 ida y vuelta bastante más veloz, formará una hélice
alargada; en este caso en particular (pero obviamen
te también en los casos precedentes) el diámetro y
el número de los cables distribuidos por cada carro
podrán ser diferentes entre sí, adecuando cada uno
30 a la función específica que las armazones cumplirán

1

en el tubo terminado,

D)

5

armazón en hélice múltiple, constituida en cualquier forma, realizada mediante el empleo de un número cualquiera de carros que actúan simultáneamente con movimientos independientes entre sí o bien oportunamente coordinados, para realizar armazones de tipo especial o simplemente para realizar las armazones previstas de una manera más veloz, o bien para aumentar la difusión de los cables del armazón en el hormigón.

10

15

El empleo de los carros porta-bobinas como se ha descrito más arriba, permite obviamente, modificando la velocidad de traslación de cada carro con respecto a la del carro proyector, variando el número de bobinas sobre cada carro, variando el diámetro del cable de cada bobina, cambiando finalmente la distancia entre los cables mediante el peine distanciador con el cual está provisto cada carro, englobar en el hormigón una cantidad cualquiera de material ferroso, dispuesto y distribuido de cualquier manera.

20

25

Otra variación del sistema de armazón de los tubos consiste en el empleo, en lugar de las bobinas que transportan un solo cable, de bobinas que llevan una trenza de cables delgados, o bien que transportan una cinta de red metálica, a su vez constituida por cables delgados.

30

Una vez completada la fabricación del tubo se procede a su estacionamiento acelerado mediante el uso de vapor; por lo general el tubo, con el mandril incluido, es

1 transferido en una estación especial y encerrado en un box
predispuesto (o bien cubierto con un telón) en el cual se
inyecta el vapor a temperatura y humedad controladas.

5 Después de unas 4 horas de tratamiento, el tubo
puede ser extraído del mandril y este último retirado inme-
diatamente para ser utilizado en la confección de otro tubo,
y esto porque, al contrario de otros sistemas que requieren
la apertura de los moldes, la limpieza de las juntas de
los mismos, el montaje y fijado del armazón metálica, y só-
10 lo entonces el reemplazo de los moldes es decir en la prácti-
ca después de no menos de ocho horas, en el caso del presen-
te invento ninguna de las operaciones descritas es neces-
ria.

15 Por lo demás el sistema de fabricación según el
presente invento, aprovechando la presencia del mandril, --
prevé incluso que se pueda inyectar vapor en el interior
mismo del mandril, ya desde la fase de fabricación del tubo
(el vapor puede ser substituído por agua caliente que cir-
cule en apropiadas cañerías dispuestas dentro del mandril)
20 de tal modo que el estacionamiento acelerado del hormigón
se inicie desde las capas más profundas hacia aquellas más
superficiales, ya durante la fabricación; éste método permi-
te reducir el tiempo de permanencia de los tubos en el box
de estacionamiento de las 4 horas indicadas anteriormente,
25 a 1 ó 2 horas (según el espesor de la pared); en consecuen-
cia se reduce a unas 2 horas el intervalo de tiempo entre
dos reutilizaciones sucesivas de un mismo mandril, de modo
tal que una dotación de tres mandriles por cada diámetro de
tubo es suficiente para garantizar la continuidad del ciclo
30 de fabricación de los tubos, todos con el mismo diámetro.

1 Con el procedimiento del presente invento, se realiza por lo tanto un cuerpo tubular de hormigón proyectado con armazón difundida, que presenta las siguientes características:

- 5 a) diámetro interior igual al del mandril;
- b) cualquier longitud dentro de un límite máximo determinado por la longitud del mandril; para obtener una longitud inferior será necesario y suficiente limitar a la longitud elegida el recorrido de los
- 10 c) extremidades perfiladas según las más diversas exigencias, entre las cuales las más importante es aquella en forma de cordón y vaso, adoptada universalmente para los tubos de hormigón a causa de sus características no solo de óptimo rendimiento, sino
- 15 también de economía.

 En la descripción precedente han sido expuestas por razones de simplificación, las modalidades de fabricación de un tubo con extremidades lisas (cordones);

20 no obstante el cordón puede ser substituído, por ejemplo, con una extremidad en forma de vaso, colocando sobre el mandril, en una posición conveniente, un anillo metálico (contra-vaso) que reproduzca la silueta interior de dicho vaso; por lo que

25 concierne a la confección del tubo, una vez terminada la distribución del hormigón y del hierro sobre el cuerpo cilíndrico del tubo, será suficiente con limitar el recorrido de ida y vuelta de los carros al breve sector correspondiente al vaso, para

30 realizar en dicha zona, con un número suficiente de

1

pasadas, el engrosamiento del hormigón armado que constituye, justamente, la extremidad en forma de vaso del tubo. Esta variante permite realizar, sin ninguna modificación del procedimiento ni otros equi-

5

pos, tubos de cordón doble, o bien de vaso doble, o bien de cordón y vaso, de macho y hembra etc.;

d) cualquier espesor, determinado por el espesor de cada capa de hormigón y por el número de las capas (ambos factores dependientes de la libre elección del fabricante) y por lo tanto limitado tan solo por exigencias prácticas del empleo de los tubos y por exigencias de economía de mercado. Por lo demás el espesor de las paredes no debe necesariamente ser constante a lo largo de toda la longitud del elemento tubular; de hecho con el mismo procedimiento utilizado para la formación del vaso, pueden ser realizados engrosamientos de espesor en cualquier punto de la pared del tubo, en particular haces de refuerzo (similares a las cantoneras de los tubos metálicos) para tubos particularmente empuñados, o bien haces de mayor espesor en los cuales poder practicar, sin comprometer la resistencia del tubo, respiraderos, descargas, bocas de introducción, etc.;

10

15

20

25

e) armazones, de cualquier tipo, por lo que concierne a la entidad y distribución, siempre que resulten contenidas dentro de los límites prácticos ya mencionados;

30

f) características particulares; el procedimiento de fabricación según el invento permite también la utilización de mandriles descart-

1

5

10

15

20

25

30

bles, variante que resulta particularmente interesante cuando se desee producir tubos destinados a fines específicos, que exijan particulares características de la superficie interior (elevada resistencia química, elevada resistencia a la abrasión, etc.) en tal caso bastará substituir el mandril con un eje provisto de soportes apropiados, colocar sobre los soportes el mandril descartable (por ejemplo un tubo de material plástico resistente a los agentes químicos y/o a la abrasión) y confeccionar sobre éste último el tubo de hormigón para obtener el englobamiento del tubo de plástico en el de hormigón, o sea en otras palabras, para obtener un tubo de hormigón con la superficie interior de material plástico.

Obviamente el mismo objetivo puede ser conseguido colocando el tubo de plástico sobre el mandril metálico normal, o bien envolviendo el mandril con material plástico (si éste último se presenta en forma de cinta) o bien fijando el material plástico sobre el mandril con tornillos o ganchos provisorios (si se presenta en forma de hoja); por lo tanto se pueden obtener incluso revestimientos parciales de la superficie interior del tubo.

El mismo resultado (dotar al tubo de una resistencia particular de carácter químico o mecánico) se puede obtener con el procedimiento de fabricación del presente invento, realizando estructuras en forma de sandwich, o sea intercalando capas de hormigón cementado con capas de malta de liga polimérica: con este fin es suficiente disponer de un grupo proyec-

1 tor alimentado con tales maltas, sin más modificacio-
nes de los equipos o alteraciones del procedimiento:
la capa especial (o las capas especiales) pueden
5 ser obviamente dispuestas a voluntad sobre la super-
ficie interior, sobre la exterior, o bien en el in-
terior del espesor, según sea su finalidad. Nada si-
milar es posible con los métodos conocidos de fabri-
cación de tubos de hormigón. Cuando se desee en par-
10 ticular proteger los cables del armazón, será tam-
bién posible disponer, a continuación de cada peine,
un baño de material adecuado a fin de que dichos ca-
bles lleguen a la superficie del tubo impregnados
con la preparación de protección; con el mismo proce-
15 dimiento los cables pueden ser impregnados con los
productos adhesivos conocidos, que aumentan la adhe-
rencia y la colaboración entre el hormigón y el hie-
rro del armazón.

Además los cables del armazón podrán ser substituí-
dos con fibras de vidrio resistentes a los álcali,
20 para realizar elementos utilizables para el transpor-
te de líquidos particularmente agresivos para el hie-
rro, o bien elementos que serán colocados en ambien-
tes altamente agresivos.

La versatilidad del sistema permite obviamente el
25 uso de todos los tipos de aditivos para el hormigón
(acelerantes, impermeabilizantes, expansores, etc.)
particularmente interesante resulta el empleo de los
expansores cuyo efecto es reforzado por la difusión
del armazón, y de cuyo empleo pueden por lo tanto
30 esperarse sorprendentes incrementos de la resisten-

1

cia del hormigón.

5

For último, el procedimiento según el invento, puesto que el hormigón no es sometido durante la fabricación del tubo a ninguna acción que pueda dar lugar a efectos de seleccionamiento (vibración, centrifugación, etc.) permite el uso de inherentes livianos o de inherentes mixtos (livianos y pesados) en los casos en que resulte de particular interés limitar el peso de los productos.

10

Por la descripción precedente se desprenden fácilmente las características del procedimiento de fabricación según el presente invento:

15

La enorme versatilidad, por lo que se refiere a forma, dimensión, resistencia del elemento producido; la notable simplicidad de los equipos utilizados y de las operaciones de construcción; es de hacer notar en forma particular que el procedimiento expuesto, a diferencia de todos los demás procedimientos actualmente conocidos sin excepción, permite ejecutar simultáneamente las operaciones de formación de la pared del elemento, su compactado, la formación y englobado del armazón, el estacionamiento inicial acelerado; todas estas operaciones tienen lugar, en cambio, con los sistemas conocidos, en momentos sucesivos y por lo general en diferentes zonas de trabajo y con maquinarias diversas;

20

25

las elevadas características hidráulicas del elemento producido; en efecto, la superficie interior, lanzada contra el molde metálico, es perfectamente uniforme y presenta por lo tanto un coeficiente de as-

30

1 pereza extremadamente bajo, sumamente inferior al
de los tubos fabricados con otros sistemas muy difun-
didados desde el punto de vista industrial (centrifuga-
ción, apisonado, etc.); es comparable sólo a aquellos
5 tubos vaciados verticalmente entre dos moldes concén-
tricos (método que, por motivos económicos, actual-
mente es utilizado tan sólo para tubos de grandes di-
mensiones).
Las excepcionales características mecánicas del ele-
10 mento producido: es sabido que el empleo del hormi-
gón armado se basa esencialmente en la colaboración
entre los dos materiales que lo constituyen, hormi-
gón y hierro, y que tal colaboración es tanto más
eficaz cuanto mayor es la superficie de recíproco -
15 contacto; solamente motivos de índole práctica y eco-
nómica limitan el aprovechamiento de tal colaboración
imponiendo la utilización de armazones constituidas
por hierros de diámetro relativamente grande; el em-
20 pleo práctico de una armazón de estructura muy difun-
dida, y distribuída en forma homogénea representa
por lo tanto un excelente resultado desde el punto
de vista de la ciencia de las construcciones, y ga-
rantiza la obtención de elevadísimas resistencias me-
25 cánicas por parte del conjunto. En particular, para
estructuras sometidas a grandes esfuerzos de trac-
ción, como los tubos destinados a tuberías a presión,
la difusión del armazón elimina los efectos negativos
de la contracción, incluso en el caso de alto conte-
30 nido de hormigón, y evita la formación de las respec-
tivas grietas que, en los tubos de producción co-

1 rriente representan un punto peligroso para la inser
ción de roturas.

5 El elemento producido mediante el presente invento
representa un producto industrial nuevo, en cuanto
sea comparado con los tubos de hormigón armado común
y de hormigón armado pretensado actualmente existen-
tes.

10 En efecto, los tubos fabricados según el procedimien
to del presente invento permiten realizar completamen
te las tuberías de hormigón con un solo tipo de ele-
mento, cosa que garantiza un idéntico comportamiento
por parte de todos los elementos con respecto a los
esfuerzos de trabajo a que son sometidos; esto es par
15 ticularmente importante por lo que se refiere a los
márgenes de seguridad contra roturas. Por el contra-
rio, las tuberías de hormigón tal como se realizan
actualmente presentan a este respecto una situación
verdaderamente irracional, cuando están compuestas,
como sucede en la mayoría de los casos, tanto por
20 tubos de hormigón armado común (que, utilizando la
sola resistencia a la tracción del hormigón armado,
resultan muy débiles con respecto a los esfuerzos de
trabajo que actúan desde el exterior, y ofrecen már-
genes limitadísimos de seguridad contra roturas) co-
25 mo por tubos de hormigón armado pretensado (cuyos
márgenes son muchísimo más elevados).

30 Puesto que la resistencia de un complejo de elemen-
tos diversos evidentemente es proporcional a la re-
sistencia de su elemento más débil, se deduce que
las tuberías mixtas actuales ofrecen márgenes muy re-

1 ducidos, como lo son los de los tubos de hormigón armado común, mientras permanece fuera de juego el margen de los pretensados.

5 El nuevo tipo de tubo ofrece el máximo ahorro de materias primas; en efecto, es posible adecuar exactamente los espesores y armazones a las presiones previstas, cosa que en cambio, en la práctica, no es posible con los tubos que existen actualmente en el mercado.

10 Incluso la posibilidad de modificar, entre límites muy amplios, la entidad del armazón englobada, su distribución, su inclinación con respecto al eje, etc, permiten adaptar exactamente los elementos producidos a las condiciones de trabajo previstas; nada similar es posible con los tubos que se producen actualmente, en los cuales motivos de orden tecnológico imponen un esquema de armazón muy rígido.

15 A la extrema versatilidad con respecto a los esfuerzos de ejercicio, los tubos que estamos considerando aúnan una resistencia excepcional, consecuencia de la difusión de las armazones; a igualdad de espesor y de peso de hierro, un tubo del tipo que examinamos es enormemente más resistente (por lo menos el doble) que un tubo de hormigón armado del tipo que se encuentra en el comercio.

25 Sin embargo, aún en el caso de que motivos excepcionales determinasen la formación de una grieta, la misma volverá inmediatamente a cerrarse, no bien desaparezca la causa que la ha provocado; este fenómeno de soldadura de las grietas accidentales en el hormigón con armazón difundida

30

1 es muy conocido, y ha sido notado repetidamente sobre todas las estructuras de este tipo. Nada similar puede esperarse de los tubos de hormigón armado común de producción actual.

5 En las tuberías actuales, tienen un notable peso económico los elementos especiales (respiraderos, descargas bocas de introducción, desviaciones, etc.) y las estructuras de protección (en coincidencia con los cruces viales o ferroviarios, los cruces con otras canalizaciones, bajo enterríos excepcionalmente altos, etc.); para los tubos del tipo nuevo la posibilidad de formar reforzamientos sobre la superficie exterior (ya sea para realizar respiraderos, descargas, etc., ya para dotar a dichos tubos de cantoneras de endurecimiento) y la ausencia del acero de pretensado (que sería oportunamente cortado) permitirían eliminar buena parte de los elementos especiales y de las estructuras de protección, con evidentes ventajas económicas.

15 Por lo que se refiere el peso económico de los elementos especiales, una reducción ulterior podrá derivarse de la posibilidad de producir indistintamente tubos de vaso y cordón, o con otro tipo de extremidad, sin aumento alguno del costo, así como de la posibilidad de hacer tubos de menor longitud con respecto a la standard.

20 Los nuevos tubos, si bien utilizables en el sector actualmente ocupado por los tubos pretensados, no requieren el empleo de acero de alta resistencia, del cual es perfectamente conocida la gran susceptibilidad a la corrosión; su empleo no comportará ningún riesgo por lo que concierne a la corrosión misma, ni serán necesarias las precauciones que actualmente se adoptan para los tubos pretensados (revestimientos de hormigón y bituminosos, protec-

1 ción catódica).

5 El empleo de mandriles descartables, de materiales resistentes a la agresión química o a la abrasión, permite adaptar los tubos fabricados según el presente invento al transporte de cualquier tipo de líquido, sin ninguna complicación en las operaciones de fabricación sin ningún trabajo extra; para obtener los mismos resultados de los tubos actualmente en el comercio, se necesitan en cambio costosos y trabajosos añadidos de capas de protección (baldo-
10 sas de gres, esmaltes o maltas con compuestos plásticos, etc.).

15 El procedimiento del presente invento prevé como posibilidad alternativa al empleo de mandriles descartables de formar la capa interior de los tubos con malta de resina no atacable por los ácidos, procediendo luego a formar el resto de la pared con hormigón normal.

20 Además, el procedimiento prevé la posibilidad de emplear inherentes livianos o pesados, o mixtos, de realizar estructuras en forma de sandwich con resinas poliméricas, de proteger los cables del armazón impregnándolos con tales resinas, a fin de extender el campo de empleo de los nuevos tubos al transporte de líquidos de cualquier tipo, así como volverlos aptos para ser colocados en ambientes por cualquier razón agresivos; todo lo cual puede ser realizado sin
25 alterar el procedimiento de construcción y por lo tanto sin costo adicional alguno (como no sea el de los materiales particulares empleados). Los tubos que se producen actualmente no tienen, como es bien sabido, ninguna posibilidad de esta naturaleza, de modo que su campo de aplicación resulta notablemente inferior, tanto es así que en estos casos
30

1 en particular se debe recurrir al empleo de tuberías de costos mas elevados (gres, plásticos reforzados, etc.).

5 El procedimiento prevé además la posibilidad de crear una delgada capa de resina en el interior de la pared del tubo con la doble función de impermeabilización y de protección del hierro.

10 Existe también la posibilidad de pasar por un baño de resinas (por ejemplo epoxídicas) los cables del armazón a fin de aumentar la adherencia entre el hierro y el hormigón y por lo tanto la resistencia del tubo.

15 El procedimiento permite también usar como armazón no ya cables de acero, sino fibras de vidrio resistentes a los álcali, con todas las ventajas que de ello se derivan.

20 El presente invento no se limita a la fabricación de tubos para el transporte de fluidos, sino que ofrece también la posibilidad de fabricar pilastros y postes huecos de sección poligonal, cilíndrica o policéntrica según solamente la sección del mandril empleado.

EJEMPLOS

25 Se fabricaron tubos de prueba con una mezcla de hormigón de un tamaño de partícula de grava inferior a 3 mm que a los 28 días presentó las siguientes características de resistencia:

25 .. resistencia a la tensión simple: 65 kg/cm²
resistencia a la tensión con curvatura: 100 kg/cm²
resistencia a la compresión: 700 kg/cm²

30 Se utilizaron como refuerzo alambres de acero de un diámetro de 0,8 mm y 1 mm, y una resistencia final a la

1 tensión superior a 80 kg/mm^2 .

5 Los tubos eran de 2 a 5 metros de largo, sus diámetros interiores eran de 500 mm y 800 mm, con gruesos diferentes, que variaban dentro de un amplio margen. También se varió la proporción de volumen y la disposición del alambre de refuerzo para comprobar su efecto sobre la resistencia de los tubos.

10 Los tubos fabricados presentaban una superficie interna lisa y compacta en alto grado y una exactitud muy alta en cuanto a dimensión y configuración.

Pruebas de esfuerzo de tensión

15 Se cortaron de dichos tubos muestras cilíndricas (núcleos) con rectificadora, y se experimentaron en cuanto a resistencia final a la tensión; se midió la carga o esfuerzo mecánico (deformación) mediante calibres eléctricos.

20 Las pruebas llevadas a cabo sobre las muestras cilíndricas muestran que la resistencia final a la tensión (U.T.S) depende de la proporción volumétrica (V.R.) del alambre de refuerzo distribuido, dispuesto en la dirección de la carga.

Se midieron en los citados especímenes cilíndricos los siguientes valores medios:

V.R.	U.T.S.
2,0 %	110 kg/cm^2
2,5 %	125-130 kg/cm^2

30 Para proporciones más elevadas de refuerzo, fue difícil cortar muestras cilíndricas, debido al grueso de la pared del tubo, por lo que se cortaron muestras anulares, por medio de una operación de rectificación, utilizando tubos de un diámetro interno de 500 mm. Tales muestras tenían

1 una longitud de 20 cm.

Se dispuso en un aparato de pruebas un tubo metálico de un diámetro exterior de 400 mm, y una longitud de 20 cm, provistos de pestañas de extremo desmontables, y de una bolsa toroidal de caucho que podía inflarse con agua a presión.

5 Se dispuso la sección del tubo colocándola entre las pestañas metálicas, con una separación desde dichas pestañas de aproximadamente 1 mm, para no sufrir presión por parte de las mismas. Se formó así un espacio toroidal entre la sección de tubo de 500 mm que se trataba de probar, la sección de tubo metálico de 400 mm, y ambas pestañas. Se situó la bolsa de caucho en el interior de dicho espacio. Al ponerse bajo presión, efectuó una presión sobre la sección de tubo en hormigón por carga de tensión.

15 En dicho aparato, se comprobó una pluralidad de muestras anulares de hormigón armado, conforme a la invención, en cuanto a resistencia final a la tensión (U.T.S.) con diferentes proporciones de volumen (V.R.) de refuerzo en la dirección de la carga. Los resultados medios fueron los siguientes:

V.R. (%)	U.T.S. kg/cm ²
2,5	100-115
4,0	115-130
5,0	125-140

25 Observaciones realizadas por medio de los calibres eléctricos de carga han mostrado que la rotura de las muestras bajo carga de tensión era precedida de una pluralidad de micro-grietas, que, en cambio, quedaban limitadas y detenidas por los elementos metálicos de refuerzo. Tal efecto,

30

1 que es conocido y peculiar en el hormigón armado con un re-
fuerzo uniformemente distribuido, es particularmente intere-
sante en el campo de la tubería.

Pruebas de presión interna

5 Los tubos arriba descritos se sometieron a pre-
sión interna y se comprobaron en cuanto a rotura. Dichas
pruebas vinieron a confirmar los resultados correspondien-
tes a las pruebas de cargas de tensión realizadas sobre los
citados especímenes de muestra cilíndricos y anulares. Los
10 resultados e indicaciones en promedio de las comprobaciones
aparecen relacionados en la siguiente tabla 1.

TABLA 1

Resultados de las pruebas de presión interna

15	<u>Diámetro del tubo (mm)</u>	<u>Grueso del tubo (cm)</u>	<u>Refuerzo(kg/me- tro lineal)</u>	<u>Presión de ro- tura(atmósferas)</u>
	500	5	17	16-17
	500	7	34	28-30
	800	6	38	13,5-15
	800	8	60	21-23

20 Es de hacer notar que, como quiera que se situó
aproximadamente un tercio del alambre de refuerzo en dispo-
sición inclinada respecto a la línea de centro del tubo pa-
ra recibir la carga de la viga (carga de curvatura longitu-
dinal), sólo han de considerarse los otros dos tercios del
25 alambre como útiles para absorber la presión interna. Por
consiguiente, por los resultados de la tabla 1, se pueden
calcular los siguientes valores medios para la resistencia
final a la tensión en las condiciones de la prueba:

30	V.R. (%)	U.T.S. (kg/cm ²)
	2,5	80

1

3,0

90

3,5

100

5

Por lo que se refiere a la rotura, se observó que los tubos conservaban su capacidad de hermeticidad hasta que se producía la rotura real. Esta, se produjo en forma de una pluralidad de grietas estrechamente agrupadas, situadas en la dirección longitudinal del tubo, teniendo una longitud muy reducida, de algunos centímetros, y estando espaciadas entre sí. Debido al pequeño tamaño de tales grietas, se produjo la pérdida de agua en grado reducido y se formó de nuevo un cierre hermético al agua en breve (pocas horas) como resultado de la hidratación hormigón al entrar en contacto con el agua, por lo que los tubos quedan perfectamente herméticos incluso a la presión que ha producido las primeras grietas.

10

15

El citado procedimiento pudo repetirse varias veces a mayores presiones, hasta producirse grietas longitudinales coextensivas a toda la longitud del tubo, momento en el cual ya no pudo obtenerse hermeticidad.

20

Las pruebas han mostrado que puede confiarse en un margen de un 30 % a partir de la presión a la cual se producen las primeras grietas, hasta llegar a la presión final de destrucción.

25

Los resultados de las pruebas muestran que los tubos con arreglo a la invención, a igual diámetro, grueso y proporción de refuerzo, ofrecen una resistencia muy superior que los tubos de hormigón armado corrientes, por lo que pueden utilizarse ventajosamente en lugar de tubos ordinarios de hormigón armado (dentro de límites de presión de 1 a aproximadamente 6 atmósferas), tanto como de tubos

30

1 de hormigón armado pretensados (dentro de límites de presión de 6 atmósferas a aproximadamente 20).

5 En resumen la patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para fabricar un cuerpo tubular constituido por una pared de hormigón proyectado, armado con armazón difundida continua, de cualquier espesor deseado, procedimiento que comprende las operaciones de:

- 10 a) preparar una mezcla de hormigón con relación agua-hormigón tal que presente una característica esencialmente de slump cero;
- 15 b) regular el flujo de dicha mezcla de hormigón a fin de obtener un caudal esencialmente constante;
- 20 c) proyectar de manera continuada y con flujo constante el hormigón, en forma de un chorro laminar de espesor delgado y anchura esencialmente constante, con elevada velocidad de impacto sobre la superficie exterior de una primera capa constituida por un cuerpo tubular rígido, que gira alrededor de su propio eje;
- 25 d) hacer correr el punto de impacto de dicho chorro contra la superficie del mencionado cuerpo tubular, a lo largo del eje longitudinal de dicho cuerpo tubular y simultaneamente con esta operación de proyección del chorro, aplicar sobre la superficie del mencionado cuerpo tubular, en un punto que preceda al punto de impacto del chorro, una envoltura helicoidal de cable de armazón, de tal manera que dicho chorro produzca una capa autosustentada de hormigón que cubra y englobe dicha envoltura de cable de ar-

1

5

10

15

20

25

30



mazón y que se adhiere a dicho cuerpo tubular;
d) repetir en sentido inverso y con continuidad dicha operación de envoltura de cable y de proyección del chorro cada vez que este último alcance una de las extremidades del cuerpo tubular, hasta que la pared del tubo alcance el espesor deseado, quedando dicha pared constituida por lo tanto, por un conglomerado monolítico de hormigón que engloba una serie de envolturas helicoidales coaxiales concéntricas de cable metálico continuo.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicho chorro laminar tiene un espesor de pocos mm, una anchura del orden de algunos cm, y la velocidad del mismo en el momento del impacto no es inferior a los 60 km/hora.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el cual la punta del cable del armazón es fijada sobre el cuerpo tubular y la aplicación de la envoltura tiene lugar en forma automática, desenrollando un cable de una bobina y dejando que se envuelva en torno al cuerpo tubular que gira, mientras la bobina es trasladada en la misma dirección del eje longitudinal de dicho cuerpo tubular.

4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dicho cable del armazón es de acero de diámetro no superior a 3 mm.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual en la operación (d) se aplica un cierto número de series de envolturas helicoidales, cada una constituida por un cable de armazón continuo.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5, en

1 el cual las bobinas desde las cuales se desenrollan dichos
cables pueden tener diferentes velocidades de traslación
en la dirección del eje longitudinal del cuerpo tubular y
diferentes sentidos de movimiento.

5 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, en el cual por lo menos algunos de
tales cables de armazón pueden ser constituidos con una -
trenza de cables delgados o con una cinta de red metálica.

10 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, que comprende además la operación de
calentar el cuerpo tubular durante la operación de proyec-
ción del chorro, para acelerar el estacionamiento.

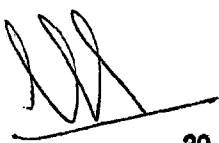
15 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, en
el cual el calentamiento del cuerpo tubular se obtiene me-
diante inmisión de vapor en el interior del cuerpo tubular.

10.- Procedimiento según la reivindicación 7 o
bien 8, en el cual el cuerpo tubular es formado con un cho-
rro proyectado de hormigón precalentado.

20 11.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, en el cual al comienzo de la opera-
ción de proyección el chorro es proyectado sobre un mandril
recuperable, para formar la mencionada primera capa de cuer-
po tubular preconstituido.

25 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones desde la 1 hasta la 10, en el cual al comienzo
del procedimiento de proyección el chorro es proyectado so-
bre un mandril descartable, para formar la mencionada capa
del cuerpo tubular preconstituida.

30 13.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, en el cual la composición de la mez



1 cla de hormigón puede ser diferente para diferentes capas
proyectadas de la pared del cuerpo tubular.

5 14.- Procedimiento según la reivindicación 13, en
el cual la mezcla de hormigón comprende además aditivos de
resinas poliméricas para la formación de capas impermeables
o resistentes a los agresivos químicos.

10 15.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, en el cual el cable del armazón es
revestido con resinas capaces de aumentar su adherencia con
el hormigón.

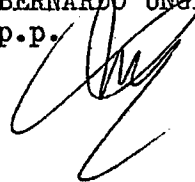
15 16.- Procedimiento según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, en el cual el espesor de pared del
cuerpo tubular producido es aumentado en sectores determina-
dos de dicho cuerpo tubular, con respecto al resto de dicho
cuerpo tubular, depositando, en forma limitada a dichos sec-
tores, capas suplementarias de hormigón y cable de armazón.

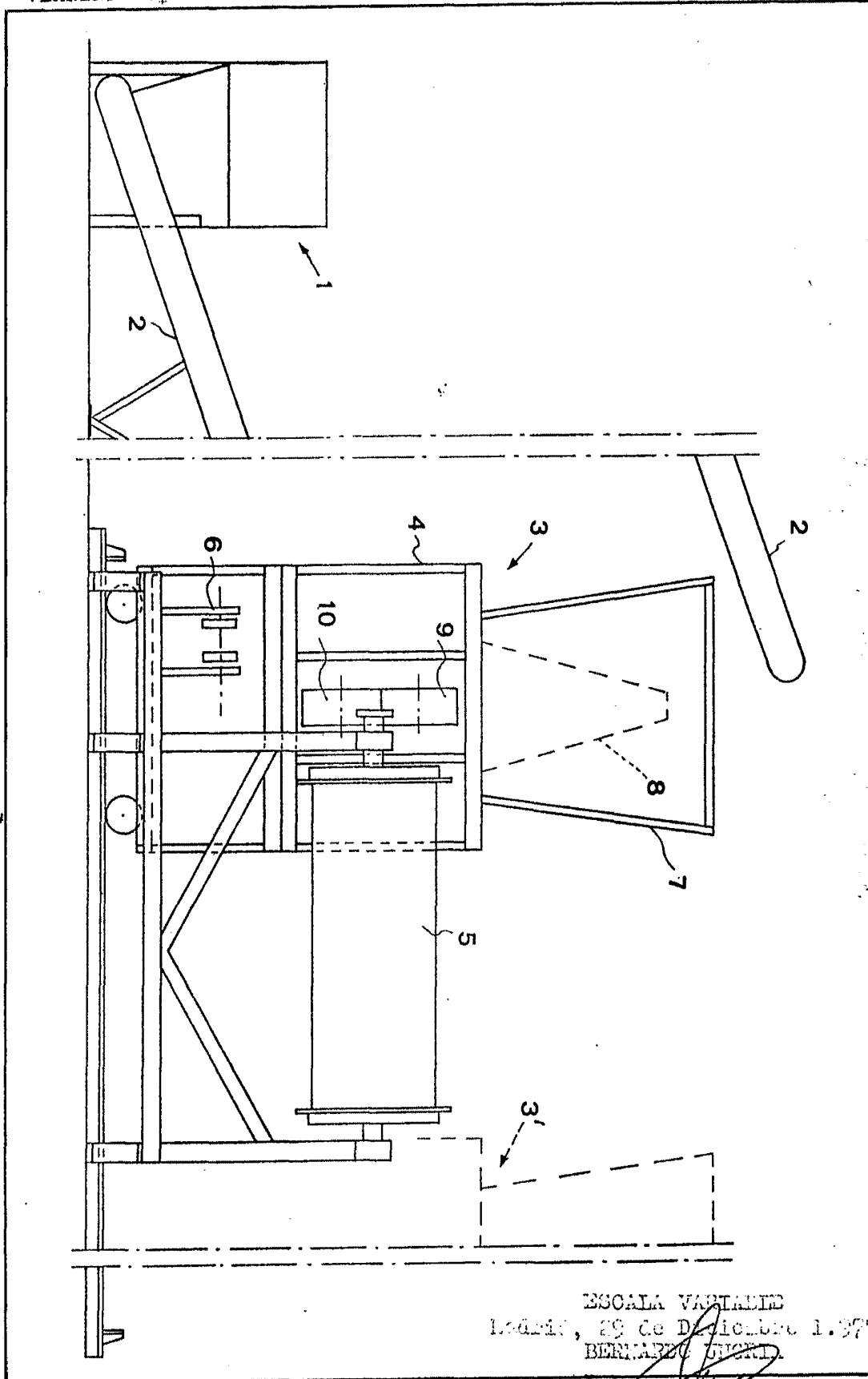
20 17.- Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solici-
ta: PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN CUERPO TUBULAR CONSTITUI-
DO POR UNA PARED DE HORMIGON PROYECTADO.

25 Todo conforme queda descrito y reivindicado en
la presente Memoria Descriptiva que consta de cuarenta y
dos páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan:

Madrid, 29 de Diciembre de 1977

BERNARDO UNGRIA
P.P.





ESCALA VARIABLE
Madrid, 29 de Diciembre 1.977
BERNABEU UZCUDI