



ESPAÑA

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

5 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

407090

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A I
(21)		
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	17.FEB.1978	

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B2PB	464.925

(54) TITULO DE LA INVENCION
"UN TUBO PERFECCIONADO QUE CONTIENE CEMENTO, NO TENSADO, REFORZADO, RIGIDO, SUSTANCIALMENTE NO FLEXIBLE"

(71) SOLICITANTE (S)	(241829)
CEMENT ASBESTOS PRODUCTS COMPANY	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
2144 Highland Avenue South, Birmingham, Alabama, Estados Unidos de América

(72) INVENTOR (ES)
James Wright

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE	(P.- 68.217)
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ	

1 Esta invención se relaciona a un tubo no esfuerza
do, reforzado, que contiene cemento y más particularmente
a un tubo no esforzado, reforzado, de alta resistencia,
que contiene cemento, especialmente un tubo de asbestos y
5 cemento caracterizado por su alta resistencia a la reventa
zón o explosión y a su alta resistencia a la flexión, y a
un método para producir dicho tubo.

 Las patentes de los Estados Unidos nos. 3.631.897
y 3.813.098 describen tubo de concreto o de asbestos y ce-
10 mento esforzado y otros artículos tubulares en los que se
envuelven o devanan hilos proporcionadores de tensión de
nylon, poliéster o de polipropileno alrededor de la super-
ficie del tubo y del artículo tubular y se estiran hasta
una longitud cuando menos 5% mayor que su longitud estable,
15 rebajada. El material de los hilos o trenzas se fija en su
condición estirada o alargada alrededor del tubo y del ar-
tículo tubular, y el material de los hilos o trenzas fijos
alrededor del tubo y del artículo tubular está en tensión
en una cantidad de 15% o más de su resistencia final al
20 rompimiento. Las patentes de los Estados Unidos núms.
2.251.201; 2.375.971 y 2.711.291, describen tubo de concre-
to que tiene alambre de metal como alambre de acero, enro-
llado o devanado alrededor del tubo para reforzarlo. La pa-
tente de los Estados Unidos nº 2.791.241 se relaciona a tu-
25 bo de resina fibroso reforzado que comprende una primer se-
rie de fibras largas de refuerzo de vidrio o asbestos, he-
licoidalmente devanadas a un ángulo de helicoides de entre
dos grados y 10º, y una segunda serie de las fibras de re-
fuerzo largas antes mencionadas superpuestas sobre la pri-
30 mer serie de devanado helicoidal y devanado con un ángulo

1 helicoidal de entre 80° y 88° . Una resina endurecida asegura las fibras una con la otra para formar un tubo integral.

5 Una aplicación importante del tubo de asbestos y cemento del arte anterior que consistía de fibra de asbestos, cemento y sílice, había sido la transportación o conducción de agua bajo presión. El tubo de hierro vaciado también se utilizaba en el arte anterior para conducir agua bajo presión. El tubo de hierro vaciado puede requerir la instalación de un sistema de protección catódico sacrificial o de corriente impresa, que no se requiere en el tubo de asbestos y cementos, para evitar la corrosión del tubo de hierro. El requisito de la protección catódica aumenta materialmente el costo del tubo de hierro vaciado. Adicionalmente, hay aún campo para mejorar la resistencia a la reventazón, así como la resistencia a la flexión en el tubo de asbestos y cemento del arte anterior antes mencionado.

10

15

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un tubo no esforzado, reforzado, rígido, sustancialmente inflexible que contiene cemento, y que comprende un tubo rígido sustancialmente inflexible compuesto de un cuerpo de artículo tubular de una composición que comprende un cemento hidráulico, una pluralidad de devanados de filamentos continuos de una fibra de poliamida aromática de alta resistencia a la tensión y de baja capacidad de alargamiento alrededor de cuando menos una capa de la composición que contiene cemento dentro del interior del tubo, sin que esté estirado, y el filamento continuo de los devanados también está caracterizado en que sustancialmente no está en tensión y tiene su longitud normal, y hay

20

25

30

1 - elementos para mantener los devanados o vueltas del filamento continuo alrededor de una o más capas que contienen cemento dentro del interior del tubo y sin que estén estirados y sustancialmente sin estar en tensión.

5 La invención también proporciona un método para producir un tubo que contiene cemento, no esforzado, reforzado, rígido, sustancialmente inflexible, que comprende formar un cuerpo de artículo tubular que comprende una pluralidad de capas sobrepuestas de una composición compuesta de un cemento hidráulico y agua, un devanado de un filamento continuo de una fibra de poliamida aromática alrededor de cuando menos una de las capas que contienen cemento mencionadas dentro del interior del tubo, durante o después de la formación de la capa que contiene el cemento, y antes de la formación de la siguiente capa completa que contiene cemento en la misma, sin estirar el filamento continuo y sustancialmente sin poner el filamento continuo en tensión, y la fibra de poliamida aromática del filamento continuo está caracterizada en que tiene alta resistencia a la tensión y una baja capacidad de alargamiento, y endurecer el tubo obtenido en esta forma.

10

15

20

El filamento continuo de la fibra de poliamida aromática usualmente se devana y se mantiene tirante alrededor de una o más capas de la composición que contiene cemento dentro del interior del tubo. Con la palabra "tirante", como se utiliza en la presente al referirse a los devanados del filamento continuo de la fibra de poliamida aromática alrededor de una o más capas de la composición que contiene cemento dentro del interior del tubo, se quiere decir que el filamento continuo de la fibra de poliami-

25

30

1 da aromática está devanado apretadamente o sustancialmente apretadamente alrededor de la capa o capas que contienen cemento sin que haya ningún tramo flojo o sustancialmente ninguna flojedad en dicho filamento.

5 El tubo de asbestos y cementos no esforzado de la presente invención, está caracterizado en que proporciona una extraordinaria mejora en la resistencia hidrostática a la reventazón y una considerablemente más alta resistencia hidrostática al estallido o reventazón que la resistencia al estallido hidrostática del tubo de asbestos y cemento del arte anterior que no está reforzado con un filamento o hilo continuo. El tubo no reforzado de asbestos y cemento de esta invención también está caracterizado en que exhibe una considerable mejor resistencia a la flexión.

10 En las pruebas de resistencia hidrostática al estallido o reventazón, el tubo de asbestos y cemento no esforzado de esta invención resistió una presión hidrostática tan grande como de 77.340 kg. por cm^2 , que es aproximadamente 110% mayor que la resistencia hidrostática a la reventazón o explosión que se requiere que resista un tubo de acuerdo con las normas de la A. W. W. A. En las pruebas de resistencia a la flexión, el tubo de asbestos y cemento no esforzado de esta invención logró una resistencia a la flexión que fue hasta de 37% por arriba de la resistencia a la flexión que se requiere que resista un tubo de acuerdo con las normas A. W. W. A.

15

20

25

Las pruebas de resistencia llevadas a cabo en el tubo de asbestos y cemento no esforzado, de alta resistencia de esta invención indican que dicho tubo está adaptado para ser utilizado en transportar o conducir agua bajo pre

30

1 - siones considerablemente más altas que las que son capaces
de conducir los tubos de asbestos y cemento del arte ante-
rior. Adicionalmente, se logra un margen adicional de segu-
ridad en el tubo de la presente invención destinado a ser
5 utilizado para transportar agua bajo carretera o calles,
debido a los devanados del filamento continuo de la fibra
de poliamida aromática, ya que el tubo bajo las carreteras
o las calles tiende a ser sometido a ciertas condiciones
extremas de alta fibración, gran peso, a condiciones de es-
10 fuerzo cortante.

La fibra de poliamida aromática del filamento
continuo utilizado en la presente invención tiene una alta
resistencia a la tensión de cuando menos 27.420 kg. por
cm² y una baja capacidad de alargamiento de no más de 7%.

15 Esta fibra de poliamida aromática usualmente tiene una al-
ta resistencia a la tensión en la gama comprendida entre
aproximadamente 28.123 kg. por cm² y aproximadamente 36.911
kg. por cm², y de preferencia una capacidad de alargamien-
to muy baja en la gama de entre aproximadamente 2% y apro-
20 ximadamente 4%. Una fibra apropiada es la que se obtiene
de E. I. DuPont de Nemours & Co., bajo la marca de KEVLAR
hilado de una poliamida aromática que de acuerdo como se
reporta, se prepara reaccionando un ácido dicarboxílico
aromático, tal como un ácido tereftálico o anhídrido, y
25 una diamina aromática tal como una p-fenilendiamina. Alter-
nativamente, la poliamida aromática puede ser un ácido ami-
nocarboxílico aromático tal como, por ejemplo, el ácido
4-aminobenzoico. El United States Federal Trade Commission
ha asignado a las poliamidas aromáticas una clasificación
30 genérica de "aramidas".

1
5
10
15
20
25
30

La fibra de poliamida aromática KEVLAR 49 preferida para ser utilizada en la presente tiene una muy alta resistencia a la tensión en la gama comprendida entre aproximadamente 36.559 kg. por cm² y aproximadamente 36.841 kg. por cm², y una capacidad muy baja de alargamiento, dentro de la gama de capacidad de alargamiento comprendida entre aproximadamente 2% y aproximadamente 4%. Con el término "capacidad de alargamiento", como se utiliza en la presente y en las cláusulas adjuntas, se quiere decir la longitud máxima o sustancialmente máxima a la que puede alargarse la fibra desde su longitud relajada estable. De esta forma, por ejemplo, una capacidad de alargamiento de 7% significa que la fibra puede ser alargada a una longitud máxima que es 7% mayor que su longitud relajada, estable; y una capacidad de alargamiento de aproximadamente 2% significa que la fibra puede ser alargada a una longitud máxima que es aproximadamente 2% mayor que la longitud de su estado estable, relajado.

El filamento continuo utilizado en la presente puede ser, por ejemplo, hilo, mecha, o tela tejida usualmente de anchura angosta o en forma de tira en la que la tira tiene una anchura, por ejemplo, típicamente comprendida entre aproximadamente 6,35 mm. y 2,54 cm. También puede concebirse el filamento continuo como una cuerda, o como una estera o tela no tejida con anchura angosta o en la forma de una tira, como se describe inmediatamente en lo anterior. El hilo es utilizable en una amplia gama de deniers, de típicamente entre 195 y 1.420. Con el término "filamento continuo" como se utiliza en la presente y en cláusulas adjuntas, se quiere decir un filamento con una

1 - longitud considerable, ordinariamente de una pluralidad de
 metros de longitud, y usualmente con una longitud de mu-
 chos metros o de numerosos metros, en contraste con las fi-
 bras cortas, discretas de asbestos, con una longitud típi-
 5 ca de 31 mm. u otro llenador corto, desmenuzado, de longi-
 tud corta similar.

Las fibras utilizadas en esta invención tienen
 una alta relación entre la resistencia y el peso y no tie-
 nen igual en la categoría de fibras orgánicas de alta tena-
 10 ciedad o alta resistencia a la tensión; la fibra KEVLAR pre-
 ferida tiene una muy alta resistencia a la tensión que es
 más que el doble del de el hilo de nylon representativo
 de peso comparable y considerablemente mayor que la de la
 fibra de poliéster de lacron y de propileno. La notable su-
 15 perioridad en la resistencia a la tensión de la fibra de
 KEVLAR 49 con respecto a las fibras típicas de nylon, la-
 cron y de propileno, se establece en seguida:

	<u>Resistencia a la tensión</u>
Fibra de aramida KEVLAR 49	35.153 kg. por cm ²
20 Nylon tipo 729	9.843 kg. por cm ²
Dacron T-68	11.249 kg. por cm ²
Polipropileno	6.609 kg. por cm ²

El nylon tipo 728 fue una poliamida alifática.

Un hilo de nylon de poliamida alifática de alta
 25 resistencia representativo tiene una tenacidad aproximada
 de 10 gramos por denier; el hilo de KEVLAR en un peso com-
 parable, tiene una tenacidad de más de 22 gramos por denier
 y otros hilos de KEVLAR tienen tenacidades superiores a 25
 gramos por denier.

30 Adicionalmente, la fibra de KEVLAR tiene una ex-

1 - celente estabilidad dimensional debido a su alto módulo o
 módulo intermedio a su bajo alargamiento, peso ligero, bue
 na resistencia a la temperatura y demuestra buena resisten
 5. cia al calor y al fuego. El hilo preferido de KEVLAR 49 pa
 ra ser utilizado en la presente, tiene una densidad de
 1,45 gramos/cm³, que es 40% menor que el del vidrio. El
 alargamiento de la fibra es de 2,8% lo que es significati
 vamente más baja que el alargamiento de la fibra de otras
 10 fibras orgánicas; una resistencia a la tensión de 36.911
 kg. por cm², lo que es considerablemente mayor que la re
 sistencia a la tensión de las fibras orgánicas convenciona
 les; un módulo de 1.336 x 16 a⁶ kg. por cm², que es el do
 ble del del vidrio E; buena resistencia a los productos
 15 químicos, y es altamente resistente a los solventes orgáni
 cos, combustibles y lubricantes; una excelente resistencia
 a la temperatura, sin degradación de las propiedades del
 hilo en exposiciones durante corto período de tiempo a tem
 peraturas hasta de 269°C. El hilo KEVLAR 29, también utili
 zable en la presente, tiene una densidad de 1,44 gramos/cm²,
 20 un alargamiento al rompimiento de entre 3 y 4%, una resis
 tencia a la presión de 28.123 kg. por cm², un módulo de
 0,633 x 10⁶ kg. por cm², una excelente resistencia a la
 temperatura y tiene propiedades útiles a través de una am
 plia gama de temperaturas desde la temperatura de subcero
 25 hasta las altas temperaturas, específicamente desde -251°C
 hasta 260°C.

Es crítico que el filamento continuo de la fibra
 de poliamida aromática utilizada en la presente invención
 no sea colocado o mantenido en tensión durante la produc
 30 ción del tubo. La razón de esto es que el asbestos-cemento

1 - es de consistencia plástica y relativamente blando, y el
concreto puede sólo estar parcialmente fraguado y es tam-
bién relativamente blando en el momento en que dicho fila-
5 mento es devanado alrededor de la capa o las capas de as-
besto-cemento, o la capa o las capas de concreto, y si el
filamento continuo se pone o se mantiene bajo una tensión
significativa en el momento del devanado, el filamento con-
tinuo cortaría entrando en el asbestos-cemento o el concre-
to blando y podría cortar el asbestos-cemento o el concre-
10 to blandos hasta el mandril. En cualquier caso, el tubo
cortado de asbestos-cemento o el tubo cortado de concreto
quedaría dañado e indudablemente dañado hasta tal grado co-
mo para hacer que no pudiera venderse. El filamento conti-
nuo de fibra de poliamida aromática del tubo cementoso de
15 alta resistencia de esta invención puede ser colocado con
cierta cantidad de tensión durante el uso del tubo cuando
el tubo sustancialmente es sometido a cierto esfuerzo, por
ejemplo, esfuerzos de flexión cuando se entierra debajo de
carreteras de calles, debido al peso de los automóviles.

20 Es importante que la fibra de poliamida aromática
utilizada en la presente tenga una capacidad de bajo
alargamiento no superior al 7%, en razón de que si dicha
fibra tiene una capacidad de alargamiento significativamen-
te por arriba del 7%, que es lo que sucede en las fibras
25 altamente elásticas tales como los naylons de poliamida
alifática, las fibras de poliéster "Dacron" y de propileno,
el tubo reforzado indudablemente no tendría la resistencia
que tiene el tubo cuando se refuerza con el filamento con-
tinuo de la poliamida aromática que tiene un más bajo gra-
do de alargamiento por debajo del 7%, o cuando menos no
30

1 — arriba del 7%. El filamento de refuerzo de fibra que tiene
una capacidad de alargamiento más elevada significativamen
te por arriba del 7%, tendría la tendencia a estirarse cuan
do el tubo reforzado que contiene la misma se somete a un
5 esfuerzo material, y por esta razón el tubo reforzado no
sería tan fuerte como cuando se refuerza con el filamento
continuo de fibra de poliamida aromática que tiene una ca-
pacidad más baja de alargamiento por debajo del 7%, cuando
menos no por arriba del 7%.

10 La pluralidad de devanados del filamento conti-
nuo dentro del interior del tubo puede ser devanada manual
mente o por un aparato de devanado convencional a través
de toda la longitud o sustancialmente toda la longitud del
tubo, sobre una porción mayor, es decir sobre el 50% o
15 más, de la longitud del tubo, sobre una porción menor, es
decir menos del 50%, pero una porción apreciable de la lon-
gitud del tubo, sobre una porción central, por ejemplo una
tercera parte intermedia, de la longitud del tubo, o sobre
otra porción de la longitud del tubo. Los devanados ordina
20 riamente son devanados helicoidales y pueden consistir de
una sola capa de devanados con un ángulo helicoidal típico
de 50% o dos o más capas sobrepuestas de devanados alrede-
dor de una o más capas de asbestos-cemento o concreto, y
el ángulo helicoidal de una de las capas de dichos devana-
25 dos usualmente es diferente que el ángulo helicoidal de la
otra capa de los devanados helicoidales de dicho filamento
continuo sobrepuesto directamente sobre el mismo, por ejem-
plo, un devanado helicoidal en una dirección que tenga un
ángulo helicoidal agudo típicamente de 50°C, y un devanado
30 helicoidal en la dirección opuesta que tenga un ángulo he-

1 - licoïdal obtuso típicamente de 120°.

5 El método de esta invención para producir un tubo que contiene cemento o cementoso no esforzado, reforzado, comprende formar un cuerpo de artículo tubular compuesto de una pluralidad de capas sobrepuestas de una composición que contiene cemento hidráulico y agua, y devanar un filamento continuo de la fibra de poliamida aromática previamente descrita en la presente, y obtenible como la fibra de aramida KEVIAR, alrededor de una o más de dichas capas que contienen cemento, usualmente mientras está húmedo y sin fraguar, o sólo parcialmente fraguado, dentro del interior del tubo durante o después de la formación de la capa que contiene cemento y antes de la formación de la siguiente capa subsecuente, completa, que contiene cemento dispuesto sobre la primera. El filamento continuo de la fibra de poliamida aromática está caracterizado en que tiene una alta resistencia a la tensión y un bajo alargamiento, así como las otras propiedades previamente descritas en la presente. El tubo obtenido de esta forma se fragua. El método de la presente está eminentemente bien adaptado para producir un tubo de asbesto-cemento para transportar agua bajo alta presión. También este método es utilizable para producir tubos de concreto para fines de drenaje o los tubos llamados de alcantarilla.

25 Más significativamente en el método de la presente invención para producir un tubo no esforzado, de asbesto-cemento de alta resistencia, se forma una lámina u hoja dispuesta con agua, de asbestos-cemento húmedo a partir de una pasta acuosa de fibra de asbestos y cemento, y el agua se elimina de la lámina húmeda de asbesto-cemento. La lámi

30

1 na aún húmeda, parcialmente deshidratada, se enrolla sobre
un mandril formador de tubo como una pluralidad de devana-
dos en espiral, con las capas de asbesto-cemento húmedas
sobre el mismo y mientras se aplica presión a la lámina de
5 asbesto-cemento húmeda sobre el mandril. Se devana un fila-
mento continuo, por ejemplo, hilo, de la fibra de poliami-
da aromática previamente descrita en la presente, y obteni-
da como fibra de aramida KEVLAR, usualmente por devanado
helicoidal y usualmente apretada, alrededor de una o más
10 de las capas de asbesto-cemento húmedo espiralmente devana-
das dentro del interior del tubo final sobre el mandril du-
rante el devanado de las capas de asbesto-cemento húmedo
sobre el mandril, sin ninguna o sustancialmente ninguna
flojedad en el filamento continuo, y sin nada o sustancial-
15 mente nada de estiramiento del filamento continuo y sin po-
ner el filamento continuo bajo tensión. El filamento conti-
nuo de la fibra de poliamida aromática está caracterizado
en que tiene una alta resistencia a la tensión, un bajo
alargamiento, y las otras propiedades previamente descri-
20 tas en la presente. El mandril se separa de la superficie
interior del tubo, y el tubo ordinariamente está precura-
do, el mandril se extrae de dentro del tubo, y el tubo pre-
curado es subsecuentemente curado o fraguado hasta un esta-
do totalmente fraguado o sustancialmente totalmente fragua-
25 do. Un devanado en espiral de la capa de asbestos cementos
del tubo es una revolución completa de la capa de asbesto
cemento del tubo.

El tubo de asbesto-cemento ordinariamente se pre-
endurece o precura después de separar el mandril de la su-
30 perficie interior del tubo, y antes de extraer el mandril

1 de dentro del tubo. El precurado se lleva a cabo durante un
período de tiempo que sea suficiente para hacer que el tubo
de asbestos cementos esté suficientemente rígido y pueda
sustentarse así mismo como para ser capaz de que el mandril
5 sea extraído del tubo sin que se desintegre el tubo.

El precurado o prefraguado y el fraguado del tubo
de asbestos-cementos ordinariamente y de preferencia se lle
va a cabo sometiendo el tubo a calentamiento a temperatura
elevada en una atmósfera que tenga un alto contenido de hu-
medad o una alta humedad relativamente, tal como el prefra-
10 guado y fraguado que se conoce y es convencional en el ar-
te. El fraguado también puede lograrse sumergiendo el tubo
de asbesto cemento en agua durante 28 días, pero esto no se
prefiere.

15 Al producir el tubo de asbesto-cemento de alta re-
sistencia de la presente, la lámina húmeda de asbesto cemen-
to ordinariamente se forma por uno o más, típicamente dos,
cilindros de tamiz giratorios parcialmente sumergidos en
una pasta de asbesto-cemento acuosa, y el cilindro de tamiz
20 recoge la pasta como una lámina o trama húmeda de asbestos
cementos, delgada, dispuesta con agua, sobre su superficie
de tamiz, y el agua es eliminada de la lámina húmeda de as-
besto cementos en la superficie del cilindro de tamiz for-
zándolo a través de las aberturas del tamiz del cilindro de
25 tamiz. La lámina de asbesto cemento aún húmeda es transferi-
da del cilindro de tamiz giratorio hasta un miembro móvil,
continuo, permeable al agua, usualmente una felpa, y la lá-
mina de asbesto cemento es transportada en el miembro per-
meable en movimiento, hasta un mandril formador de tubo pa-
30 ra devanarla sobre el mismo, mientras se elimina agua adi-

1 cional de la lámina de asbesto cemento durante su transpor
tación al mandril.

5 El tubo de concreto reforzado con poliamida aro-
mática de esta invención puede ser producido, de acuerdo
con un método, colando el concreto en un molde de tubo de
acero que tenga un mandril cilíndrico de acero dispuesto y
asegurado en el mismo y con una cavidad de molde que tenga
una anchura equivalente a aproximadamente la mitad del es-
pesor radial que se desea en la pared del tubo final donde
10 dos capas de concreto van a ser coladas para formar el tu-
bo. Cuando se desean más de dos capas de concreto, por ejem-
plo tres o cuatro capas de concreto, en la pared del tubo
final, la cavidad del molde tiene una anchura equivalente
a una tercera parte o a una cuarta parte de respectivamen-
15 te el espesor radial deseado en la pared del tubo final.
Después de que se cuele la capa de concreto, el concreto
colado en el molde se prefragua o se deja endurecer parcial-
mente de manera conocida y convencional, por ejemplo al
aire ambiente, durante un período de tiempo que es suficien-
20 te para hacer que el concreto colado se sostenga así mismo
cuando el cubrimiento exterior del molde se saca, y poste-
riormente se saca la cubierta exterior del molde para expo-
ner y hacer accesible la capa de concreto vaciada, la que
puede ser aún de concreto relativamente blanco, debido a
25 que sólo está parcialmente fraguado, y por lo tanto sólo
parcialmente endurecido, sobre el mandril. El filamento
continuo de fibra de aramida KEVLAR que tiene las caracte-
rísticas de alta resistencia a la tensión y de bajo alarga-
miento así como las otras propiedades previamente descri-
30 tas en la presente, se devana después manualmente o por

1 medio de un aparato de devanado convencional, ordinaria-
mente por devanado helicoidal, y usualmente apretado, al-
rededor de la capa de concreto sin que haya o sustancial-
mente que sin que haya ningún estiramiento del filamento
5 y sin que haya o sustancialmente sin que haya tensión del
filamento. Los devanados del filamento continuo de la fi-
bra de aramida de KEVLAR se mantienen alrededor de cada
una de las capas de concreto amarrando el propio filamen-
to sobre la capa de concreto por medio de un nudo fuerte
10 apropiado, es el medio que mantiene los devanados conti-
nuos del filamento alrededor de una o más capas que con-
tienen cemento o de concreto dentro del interior del tu-
bo. Se dispone después una cubierta de molde exterior de
un diámetro mayor que la primer cubierta de molde mencio-
15 nado y con un diámetro suficiente o correspondiente como
para proporcionar una capa de concreto del espesor desea-
do, en posición adecuada, alrededor del mandril y se cue-
la otra capa de concreto sobre los devanados de filamento
continuo de fibra de aramida KEVLAR sobre la primera capa
20 de concreto. Si sólo se desean dos capas de concreto en
el tubo, después de sacar el mandril, el tubo se fragua
de manera convencional en un autoclave bajo vapor y pre-
sión o, si se desea, el aire ambiente. Cuando se desean
dos o más capas de concreto en el tubo, se devana nueva-
25 mente el filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR,
ordinariamente por medio de un devanado helicoidal y usual-
mente apretado, alrededor de la segunda capa de concreto.
Los devanados de filamento continuo de fibra de aramida
KEVLAR se mantienen o se aseguran alrededor de cada una
30 de las capas de concreto amarrando el filamento así mismo

1 sobre la capa de concreto por medio de un nudo fuerte apropiado. Esta secuencia de colado de capas de concreto y devanado de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR alrededor de la capa de concreto colada, se repite hasta que se cuele el número deseado de capas de concreto alrededor del mandril, sin embargo, sin que haya el filamento continuo de fibra de aramida de KEVLAR devanado ordinariamente alrededor de la última capa de concreto, y por lo tanto ordinariamente no queda expuesto el filamento continuo de fibras sobre la superficie principal expuesta de extrema exterior del producto del tubo.

5
10 El concreto también puede ser producido por colado o vaciado centrifugado de las capas de concreto sobre un mandril, de manera convencional, seguido por el devanado del filamento continuo de las fibras de KEVLAR alrededor de cada una de las capas de concreto, de la manera descrita previamente en la presente.

15 La presente invención puede ser utilizada con cualquier método para producir un tubo de asbesto cemento o un tubo de concreto de capas múltiples, mientras el método permita el devanado y el filamento continuo de la fibra de poliamida aromática KEVLAR alrededor de la capa o de las capas de asbesto cemento o concreto, según se desee.

20
25 El filamento continuo de la fibra de poliamida aromática KEVLAR usualmente es un filamento no tratado devanado alrededor de la capa o de las capas de asbesto cemento o concreto que en la presente se utiliza para producir el tubo de alta resistencia. Sin embargo, dicho filamento puede ser tratado, si se desea, antes de dicho devanado, por ejemplo, prerevistiéndolo con una gel de sílice

1 o una pasta de esbeto cemento.

La figura 1 es una vista isométrica, parcialmente quebrada, mostrando un tramo de tubo de asbeto cemento no esforzado, de alta resistencia, de la presente invención;

5 la figura 2 es una vista en elevación lateral, parcialmente quebrada, mostrando un tramo del tubo de asbeto cemento, no esforzado, de alta resistencia de la presente invención;

10 la figura 3 es una vista longitudinal parcialmente quebrada, mostrando un tramo del tubo de concreto no esforzado, de alta resistencia, de esta invención;

la figura 4 es un diagrama de flujo ilustrando el aparato utilizado para producir el tubo de asbeto cemento no esforzado, de alta resistencia, de la invención;

15 la figura 5 es una vista esquemática, fragmentada, mostrando el aparato para devanar el filamento continuo de la fibra de poliamida aromática dentro del tubo de asbeto cemento, durante la formación de dicho tubo en la máquina para hacer el tubo; y

20 la figura 6 es una vista esquemática, fragmentada, mostrando las bobinas móviles del aparato de devanado de filamento para devanar el filamento continuo de la poliamida aromática dentro del tubo de asbeto cemento, durante la formación del tubo sobre el mandril de la máquina para fabricar el tubo.

25 Con referencia a las figuras 1 y 2, el tubo 10 de asbeto cemento comprende una pluralidad de capas 11 enrolladas convelutivamente y comprimidas, y una pluralidad de devanados 12 de un hilo de filamento continuo de una

30

1 -fibra de poliamida aromática que tiene las características
previamente descritas. El hilo 12 de filamento continuo es
5 tá comprimido plano o sustancialmente plano, o es ovalado,
o sustancialmente ovalado, entre las capas 11 de asbesto
cemento, como se muestra en la figura 2, durante la forma-
ción del tubo sobre el mandril formador del tubo, y el ce-
mento es forzado o dispersado entre las fibras del hilo
12. El cemento se endurece entre las fibras del hilo dando
10 por resultado que el hilo 12 y sus fibras quedan unidas
dentro del tubo por el cemento endurecido. La superficie
principal expuesta de extrema exterior del tubo 10 está
exenta de filamentos continuos.

15 Como se muestra en la figura 1, los devanados 12
del hilo de filamento continuo se devanan helicoidalmente
alrededor de cada una de las capas de asbesto cemento ex-
cluyendo la capa 13 de asbesto cemento de extrema exte-
rior, y los devanados están a diferentes ángulos helicoida-
les, y en diferentes direcciones en las capas 11 sucesi-
vas.

20 Con referencia a la figura 3, un tubo 15 de con-
creto comprende una pluralidad de capas 16 separadas, con-
céntricas de concreto, y una pluralidad de devanados 17 de
un hilo de filamento continuo de fibra de poliamida aromá-
tica que tiene las propiedades previamente establecidas.
25 Los devanados 17 del hilo de filamento continuo están deva-
nados helicoidalmente alrededor de cada una de las capas
de concreto excluyendo la capa de crema exterior y los de-
vanados helicoidales están a diferentes ángulos helicoida-
les y en diferentes direcciones en las capas sucesivas.

30 Con referencia ahora a la figura 4, se suminis-

1 - tran desde las tolvas 19, 20 y 21, fibras de asbesto, ce-
mento y ordinariamente también harina de sílice, respecti-
vamente, al interior del tanque 22, y se alimenta agua al-
calina a través de la línea 23 al interior del tanque 22.
5 Las fibras de asbesto, el cemento, la harina de sílice y
el agua se mezclan uno con el otro en el tanque 22 para
formar una pasta de asbesto cemento. Como ejemplo, se sumi-
nistran hasta el interior del tanque 22 un cemento de tipo
bien conocido en el arte para ser utilizado en la produc-
10 ción de tubo de asbestos, y harina de sílice, en las pro-
porciones de 60% por peso de cemento y 40% por peso de sí-
lice. La fibra de asbestos, que típicamente es una mezcla
de fibra de crisolita larga y fibra de crocidolita larga,
se suministran hasta el interior del tanque 22 en una can-
15 tidad de aproximadamente 15% por peso del peso total del
cemento más la sílice. El agua, que se ha hecho previamen-
te alcalina, se alimenta hasta el tanque 22 en una canti-
dad suficiente como para ser una pasta apropiada de consis-
tencia bien conocida en el arte para la fabricación de tu-
20 bo de asbesto cemento. La temperatura de la pasta de asbes-
to cemento formada de esta manera en el tanque 22 típicamente
es de alrededor de 40,5°C. Los cilindros de tamiz 24
y 25 con un tamaño típico de 40 mallas se sumergen parcial-
mente y se hacen girar en sentido inverso en la pasta de
25 asbesto cemento en los tanques 26 y 27 para recoger la pas-
ta como una lámina húmeda delgada de asbesto cemento sobre
los cilindros de tamiz, y el agua es forzada hacia afuera
de las láminas de asbesto cemento a través de las abertu-
ras del tamiz de los cilindros. Una felpa 28 que se mueve
30 sobre rodillos 9 que llevan la felpa recoge la lámina húme-

1 da de los cilindros 25 - 24 y lleva la lámina de asbesto ce-
mento al mandril 29 formador del tubo. Se elimina agua adi-
cional de la lámina húmeda de asbesto cementos en la felpa
porosa 28 por medio de un vacío parcial aplicado al mismo a
5 través de una caja de vacío (no mostrada). La lámina conti-
nua de asbestos cementos húmeda con contenido reducido de
agua se devana sobre el mandril 29 mientras se aplica una
presión considerable por medio de los rodillos de presión
30 y es soportada por medio del rodillo de apoyo 31. El man-
10 dril 29, los rodillos de presión 30 y el rodillo de apoyo
31 son rodillos de acero. La felpa 32, que se comprime di-
rectamente contra el tubo de asbesto cementos que se está
formando en el mandril 29 por medio de los rodillos de pre-
sión, funciona para deshidratar adicionalmente el tubo de
15 asbestos cementos que se está formando en el mandril 29. La
felpa 32 corre sobre los rodillos que llevan la felpa 33 y
las capas de vacío que eliminan el agua de la felpa 32.

Mientras la lámina húmeda de asbestos cementos se
está devanando sobre el mandril 29 que forma el tubo, se de-
20 vana apretadamente, en forma helicoidal, un filamento 35
continuo de fibras de poliamida aromática como se describen
previamente, pero este filamento está sin estiramiento, y
es suministrado desde un carrete 36, también mostrado en la
figura 5, alrededor de cada una de la pluralidad de capas
25 de asbesto cemento que se está devanando sobre el mandril
29 y dentro del interior del tubo formado de esta manera.
Como se muestra en la figura 5, el filamento continuo 35 pa-
sa desde el carrete 36 a través de la guía 37, de los rodi-
llos 38 alimentadores de potencia, y entre las cuchillas de
30 una cortadora 39 automática, antes de ser devanado helicoi-

1 dalmente sobre las capas de asbesto cemento sobre el man-
dril 29. La cortadora 39 corta el filamento continuo 35 has-
ta la longitud deseada de dicho filamento para que sea deva-
nado helicoidalmente sobre las capas de asbesto cemento en
5 el mandril 29. Los devanados de dicho filamento continuo se
mantienen apretados o sustancialmente apretados alrededor
de las capas de asbesto cemento dentro del interior del tu-
bo sin que sean sustancialmente estirados y sin tensión sus-
tancial, por medio de las capas de asbesto cemento sobre-
10 puestas directamente sobre dichos devanados. Con referencia
a la figura 6, se emplean dos o más carretes 36, cada uno
de cuyos carretes oscila hacia adelante y hacia atrás y
aplica un devanado helicoidal del filamento continuo 35 so-
bre más del 50% de la longitud de las capas de asbesto ce-
15 mento, excluyendo la capa de asbesto cemento de extrema ex-
terior, desde los extremos opuestos del mismo sobre el man-
dril 29, trasladándose sobre la porción central de las ca-
pas de asbesto cemento.

20 Con referencia nuevamente a la figura 4, el man-
dril 29 y el tubo 49 de asbesto cemento sobre el mismo son
transportados como una unidad por medio de un transportador
de cadena 41 hasta una calandria 42 que comprende dos rodi-
llos 43 de acero giratorios por medio de los cuales se sepa-
ra el tubo 40 de asbesto cemento del mandril 29. Un opera-
25 dor ordinariamente comienza la separación del tubo de asbes-
tos cementos desde el mandril con una herramienta en la por-
ción de extremo del tubo, y la acción de los rodillos 43 gi-
ratorios de la calandria da por resultado que el tubo de as-
bestos cemento se separe del acero del mandril en toda la
30 longitud del tubo de asbestos cementos. El mandril 29 con

el tubo separado 40 aún sobre él, es transportado por medio de un transportador 44 de cadena a un horno de calor húmedo 45 para el prefraguado. La temperatura en el horno 45 típicamente es de alrededor de 121°C y la humedad relativa en el mismo típicamente es entre aproximadamente 95% y 100%, y el mandril con el tubo de asbesto cemento separado del mismo se mantiene en el horno 45, de manera típica, aproximadamente una hora y 15 minutos. Se cree que el calor y la humedad en el horno 45 aceleran ciertas reacciones que ocurren en el cemento del tubo de asbestos cementos 40 con lo que, al sacar el mandril 25 y el tubo 40 del horno 45, el tubo 40 de asbestos cementos tiene una rigidez y una resistencia suficiente como para permitir que el mandril 29 sea sacado del tubo 40.

Después de sacar el mandril 29 y el tubo 40 del horno 45, el mandril y el tubo son transportados hasta el extractor 46 del mandril por medio de un transportador 44 de cadenas. El mandril 29 se saca manualmente del tubo 40 de asbestos cementos en el extractor 46, y el tubo 40 es transferido después manualmente a otro transportador de cadena 47. El tubo 40 es transportado por medio del transportador 47 hasta otro horno de calentamiento húmedo 48, y el tubo 40 es retenido en el horno 48 típicamente a una temperatura aproximada de 49°C y a una humedad relativa típica de entre 60 y 70% durante aproximadamente 1 hora y cuarto. El mandril desprendido es llevado por el elevador 49 a otro transportador 50 de cadena, el que regresa el mandril 29 y usualmente también otros mandriles que han sido sacados en el extractor de mandriles 46, hasta la máquina de formación de tubos.

1 El tubo 40 se saca del horno 48 después de un
tiempo típico aproximado de una hora, y cuarto y es carga-
do usualmente junto con otros tubos de asbesto cemento sa-
cados del horno 48, sobre una charola. Las charolas que tie-
5 nen el tubo 40 de asbesto cemento formado de esta manera
son transferidas por medio de un vehículo 51 de transporte
a las autoclaves a 52 y se insertan en las autoclaves. Las
puertas de las autoclaves 52 se cierran después y los tubos
de asbesto cemento son fraguados por completo en las auto-
10 claves 52 bajo las siguientes condiciones: Se acumula pre-
sión de vapor gradualmente hasta que llegue a 8.788 kg. por
cm² durante el transcurso de entre aproximadamente una hora
y una hora y media y dicha presión de vapor se mantiene du-
rante entre 12 y 16 horas adicionales. La temperatura es de
15 aproximadamente 177°C a dicha presión de vapor. El tubo 40
de asbestos de cementos se saca después de la autoclave 52
como un tubo de asbestos cementos totalmente fraguado. Los
extremos del tubo totalmente fraguados son maquinados des-
pués en aparatos de maquinado hasta la configuración desea-
20 da, usualmente como un extremo de espiga dentro del cual se
instala una conexión de acoplamiento. Antes de embarcar di-
cho tubo, se somete a una prueba de flexión y a una prueba
hidrostática de presión interna.

25 Se llevaron a cabo pruebas en las que longitudes
medidas de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49
de tres denieres diferentes se devanaron intermitentemente
dentro de las paredes de asbesto cemento de los tubos de as-
besto cemento durante la formación del tubo sobre el man-
dril en la máquina formadora del tubo, durante los ciclos
de producción normal del tubo. El filamento continuo de fi-

1 bra de aramida KEVLAR 49 fue alimentado a mano con una ten
sión en el filamento que sólo era suficiente para evitar
cualquier flojedad. Puesto que se estaba produciendo un tu
bo de asbesto cementos de la clase 150 con un diámetro de
5 40,6 cm. en el momento de las pruebas, puesto que el punto
más débil en un tubo de este tamaño era en las pruebas de
la presión hidrostática y la fractura primaria consistente
mente era en el centro o aproximadamente al centro de cada
tramo de 3,96 metros, el devanado del filamento continuo
10 de la fibra de aramida KEVLAR 49 se concentró en el centro
o en el área intermedia del tubo. Las pruebas de presión
hidrostática se llevaron a cabo de acuerdo con el método
de prueba C-500 de la ASTM, y las pruebas de la flexión se
llevaron a cabo de acuerdo con el método C-500 de la ASTM.
15 En las pruebas y en los resultados de las pruebas que se
establecen posteriormente, las palabras "presión requerida"
o "presión que se requiere" significa la presión hidrostáti
ca o la presión a la fricción que la A. W. W. A., es decir,
the American Water Works Association, requiere que resistan
20 los tubos de asbesto cemento. El término "tejido cerrado"
al que se hace referencia en las pruebas y en los resulta
dos de las pruebas, significa que el filamento continuo se
devanó helicoidalmente dentro del tubo de tal manera que el
filamento continuo estaba devanado helicoidalmente en forma
25 de que un filamento estaba adyacente al otro y/o tocando
uno con el otro y sin que hubiera grandes espacios entre los
devanados helicoidales. El término "tejido de espiral abier
ta" al que se hace referencia en las pruebas y en los resul
tados de las pruebas, significa que el filamento continuo
se devanó helicoidalmente en el tubo de tal forma que el

1 - filamento continuo de los devanados helicoidales estaba espaciado a una distancia apreciable uno del otro y no estaban adyacentes ni tenían contacto uno con el otro.

5 La mejora considerable en la resistencia a la reventazón o explosión del tubo de la presente invención que contiene el filamento continuo de fibra de KEVLAR devanado internamente con respecto al tubo convencional que no contiene el filamento continuo de fibra de KEVLAR, se demuestra posteriormente por medio de los resultados de las pruebas

10 bas núms. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, en comparación con los resultados de la resistencia a la reventazón o explosión hidrostática para un tubo convencional que no contiene el filamento continuo, el que se reporta posteriormente en la porción de los "resultados" de la prueba núm. 6. La excelente

15 resistencia a la presión que se proporciona al tubo de esta invención que contiene el filamento continuo de fibra de KEVLAR devanada internamente, se demuestra posteriormente por medio de los resultados de las pruebas núms. 8, 9, 10, 11 y 12. Se lograron aumentos extraordinarios en la resistencia hidrostática a la reventazón o explosión que representan más del 200% de la resistencia hidrostática a la reventazón o explosión que se requiere, por medio del tubo

20 de la presente invención que contiene el filamento continuo de fibra de poliamida aromática KEVLAR devanado internamente, como se demuestra posteriormente por medio del resultado de la prueba en la prueba nº 4. Se lograron aumentos considerables en la resistencia a la flexión de aproximadamente 35% o más por arriba de la resistencia a la flexión o "carga" que se requiere, por medio del tubo de la presente

25 invención que contiene devanado internamente el filamento

1 - continuo de fibra de KEVLAR, como se muestra posteriormente por medio de los resultados de la prueba en las pruebas núms. 9 y 11.

Prueba nº 1

5 Se devanaron tramos de 195, 390 y 1.424 denier de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 en el centro de diferentes tubos de asbestos cementos comenzando con la primera o la segunda de las capas de asbesto cemento de cada uno de los tubos y continuando hasta que se había utilizado el tramo completo. Se devanaron filamentos continuos de 56 metros de 195 denier, 28 metros de 308 denier y 7,3 metros de 1.424 denier dentro de diferentes tubos de asbestos cementos. Se utilizó una envoltura de una sola espiral sin tratar de que hubiera tejido.

15 Resultados: El tubo nº 1 que contenía 56 M. de 195 denier, resistió una prueba de presión hidrostática hasta de 37.966 kg. por cm^2 y falló a 37.966 kg. por cm^2 .

20 El tubo nº 2 que contenía 28 metros de 380 denier, resistió la prueba de presión hidrostática hasta 35.153 kg. por cm^2 y falló a 35.153 kg. por cm^2 .

25 El tubo nº 3 que contenía 14,6 m de 1.424 denier, resistió la prueba de la presión hidrostática hasta 34.450 kg. por cm^2 y falló a 34.450 kg. por cm^2 .

Prueba nº 2

30 Se utilizaron variaciones de tejido en espiral de cantidades no medidas de filamento continuo de 195, 380 y 1.424 denier de fibra de aramida KEVLAR 49. Comenzando en

1 el centro de cada uno de los tubos de 40,6 cm. de diámetro de clase 150, se alimentó el filamento continuo a mano moviendo hacia un extremo y continuando hacia el extremo opuesto y regresando al centro.

5 Resultados: Tubo nº 1 que contenía 1.434 denier. El filamento continuo se añadió desde el centro hasta el lado del extremo impulsado y de regreso hasta el lado del operario, pero el filamento continuo tubo que ser cortado antes de regresar al
10 centro. Este dio por resultado un tubo que estaba doble devanado en un extremo y con un solo devanado en el otro. El tubo no se reventó en la prueba de presión hidrostática hasta que se llevó a una presión de 37.966 kg. por cm^2 , y
15 se observó que el tubo sólo se dividió desde el centro regresándose al lado que contenía un solo hilo.

El tubo nº 2 que contenía filamento continuo de 380 denier de la fibra de aramida KEVLAR 49,
20 no se reventó en la prueba de la presión hidrostática hasta que se llevó a una presión de 36.911 kg. por cm^2 .

El tubo nº 3 contenía el filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 con 195 denier no se
25 reventó en la prueba hidrostática hasta que se llevó a una presión de 36.911 kg. por cm^2 .

El tubo nº 4 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier y no se reventó en la prueba de la presión hidrostática hasta que se llegó a una presión de 37.966 kg.

1 por cm^2 .

5 Tres de estos cuatro tubos pasaron la prueba requerida de 36.911 kg. por cm^2 . También vale la pena notar que ninguno de los tubos se dividió o se agrietó a toda la longitud del tubo cuando reventó, que es el tipo de reventamiento normal en tubos de gran diámetro.

Prueba nº 3

10 Nuevamente concentrándose en la sección central del tubo de asbesto cemento, se devanaron los tres diámetros o denier de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 sobre diferentes longitudes en el centro del tubo.

15 Resultados: El tubo nº 1 tenía un filamento continuo de fibra de aramida de KEVLAR 49 de 195 denier devanado sobre los 91 cm. centrales moviéndose desde el centro hacia la izquierda aproximadamente a una distancia de 45 cm. y envolviendo hasta este punto durante 10 capas antes de mover los 45 cm. a la derecha pasando por el centro, haciéndolo lentamente durante 10 capas y luego regresando al centro durante otras 10 capas.

20 Esto se continuó hasta que se llegó a la cuenta total de 110 capas. Este tubo se probó en las pruebas de presión hidrostática primeramente a 35.153 kg. por cm^2 , luego a 38.217, 39.723, 45.699, 45.699, 45.699 kg. por cm^2 , y finalmente a 48.160 kg. por cm^2 antes de que se reventara. Nuevamente, este tubo no se agrietó extremo a extremo, sino que tenía una grieta en

25

30

1

forma de U desde el borde del área de aplicación y de regreso.

5

El tubo nº 2 se devanó de la misma manera que el tubo nº 1 con el filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier confinado entre o dentro de los 61 cm. del centro. Este tubo se probó en las pruebas de presión hidrostática a 35.153 kg. por cm^2 , 45.699 kg. por cm^2 y 53.433. kg. por cm^2 antes de reventarse.

10

El tubo nº 3 se devanó de la misma manera que el tubo nº 2 pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier. Este tubo se probó dos veces a 45.699 kg. por cm^2 y no se reventó hasta que llegó a una presión de 48.512 kg. por cm^2 .

15

El tubo nº 4 se devanó de la misma manera que los anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1.424 denier y confinándolo a los 45 cm. de la parte central del tubo. Este tubo se probó en las pruebas de presión hidrostática a 37.263, 41.481, 42.184, y 45.699 kg. por cm^2 , y no se reventó hasta que llegó a una presión de 49.215 kg. por cm^2 .

20

25

Ninguno de estos tubos se agrietó de extremo a extremo al fallar en las pruebas hidrostáticas. Puesto que el 80% de la totalidad del tubo de abestos cementos de clase 150 con un diámetro de 40,6 cm. producido el día antes de las pruebas y el 20% de todos los tubos de asbesto ce-

30

10028

1

mento de clase de 150 con diámetro de 40,6 cm. producido el mismo día de la prueba sin la incorporación en los mismos del filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 devanándolo en el tubo no tuvieron la resistencia suficiente como para resistir la prueba de la presión hidrostática ni aún a 36.911 kg. por cm^2 , los resultados de la prueba demuestran la mejora considerable en la resistencia cuando se devana en el tubo la fibra de aramida KEVLAR 49. Los resultados de la prueba indicaron que un tejido cerrado en el área central del tubo es superior a un solo tejido de una sola espiral abierta a través de toda la longitud del tubo.

5

10

15

Prueba n° 4

Esta es una prueba de fines múltiples en un tubo de asbesto cemento clase 150 con diámetro de 10 cm, puesto que todos los tubos con diámetro desde 10 cm. a 20 cm. deben resistir tanto una prueba de presión hidrostática como una prueba a la flexión. Se hicieron 13 tubos de prueba de asbesto cemento y se separaron del mandril de la máquina para hacer tubos.

20

25

Resultados: Tubos núms. 1, n° 2 y n° 3 se tejieron con un tejido de espiral abierta en los 91 cm. de la parte media de cada uno de los tubos mientras duró en el enrollamiento, utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier. Los tres tubos pasaron la prueba de la presión calibrada requerida de 9.425 kg. por cm^2 o de 498.952 kg. de carga aplicada en

30

10028

1 la prueba en la flexión. El tubo nº 1 se sometió a una presión de 9.843 kg. por cm^2 en la prueba de flexión y se rompió a una distancia de 2,33 metros desde el extremo de impulsión

5 cuya ruptura estaba justamente al borde del área de aplicación. Los tubos nº 2 y nº 3 se sometieron después a presiones hidráulicas comenzando a la presión requerida de 36.911 kg. por cm^2 y continuando con incrementos de 3.515

10 kg. por cm^2 hasta que el tubo nº 2 se rompió a una presión de 70.307 kg. por cm^2 , y se rompió sólo en el extremo de impulsión. El tubo nº 3 se reventó a una presión hidrostática de 69.604 kg. por cm^2 en el extremo del operario. Ambos

15 se rompieron fuera del área de aplicación. Los tubos nº 4 y nº 5 se tejieron de una manera tan similar como fue posible a los tres anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 de-

20 nier. Ambos tubos pasaron la prueba requerida de 9.421 kg. por cm^2 de presión calibrada en la prueba de flexión y el tubo nº 5 resistió una prueba a la flexión adicional hasta 9.843 kg. por cm^2 . Nuevamente ambos tubos se probaron hidrostáticamente comenzando a 36.911 kg. por cm^2 continuando hasta que el tubo nº 4 se reventó a 61.870 kg. por cm^2 de presión hidros-

25 tática y el tubo nº 5 se reventó a 42.184 kg. por cm^2 . Ambos se quebraron en el extremo del lado del operario y fuera del área de aplica-

1 ción.

Los tubos nº 6 y nº 7. El filamento continuo se aplicó como en los tubos anteriores, pero utilizando un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1.424 denier. Ambos tubos pasaron la prueba de presión calibrada requerida de 9.421 kg. por cm^2 en la prueba a la flexión. El tubo nº 6 se sometió a una prueba de flexión adicional de 9.843 kg. por cm^2 y se rompió a una distancia de 2 metros 36 cm. desde el extremo del lado de impulsión - nuevamente en el borde del área de aplicación. El tubo nº 7 se probó hidrostáticamente comenzando a una presión de 36.911 kg. por cm^2 y continuando hasta 61.870 kg. por cm^2 . Este tubo no se reventó y resistió pruebas adicionales.

Los tubos del nº 8 al nº 13 se tejieron comenzando en el centro y aplicando tres capas, moviéndose 31,7 cm. hacia la izquierda y deteniéndose durante 3 capas, moviéndose a la derecha durante 91 cm. y deteniéndose durante 3 capas y regresando al centro mientras duró el hilo.

El tubo nº 8 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1.424 denier y pasó la prueba a la flexión requerida de una presión calibrada de 9.421 kg. por cm^2 y se rompió durante una prueba de flexión adicional a 10.546 kg. por cm^2 a una distancia de 1,88 metros desde el extremo del lado de impulsión.

Resultados: Los tubos nº 9 y nº 10 contenían filamento con

1 tinuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 de-
nuer y ambos pasaron la prueba a la flexión re-
querida a una presión de 9.421 kg. por cm^2 pe-
5 ro el tubo n.º 9 falló en la prueba en la fle-
xión adicional a 9.843 kg. por cm^2 y se rompió
a una distancia de 2,31 cm. desde el extremo
del lado de impulsión. El tubo n.º 10 se probó
hidrostáticamente a 36.911 kg. por cm^2 y se
10 continuó aumentando la presión en incrementos
de 3.515 kg. por cm^2 hasta que falló a una prue-
ba de presión hidrostática a 70.307 kg. por
 cm^2 , quebrándose en el extremo del lado del
operario.

15 Los tubos n.º 11, n.º 12 y n.º 13 todos contenían
material de 195 denier y pasaron la prueba a
la flexión de 9.421 kg. por cm^2 de presión ca-
librada, y el tubo n.º 11 falló en las pruebas
adicionales a la flexión a 10.546 kg. por cm^2 .
20 Tanto el tubo n.º 12 como en el tubo n.º 13 se
probaron hidrostáticamente a partir de una pre-
sión de 36.911 kg. por cm^2 ; hasta que el tubo
n.º 12 falló en el centro a una presión hidros-
tática de 69.604 kg. por cm^2 y el tubo n.º 13
falló en el centro a una presión hidrostática
25 de 77.341 kg. por cm^2 (la presión de 77.341
kg. por cm^2 representa el 210% de la presión
de la prueba hidrostática requerida).

30 Debe observarse que se requiere que un tubo de
clase 150 con un diámetro de 10 cm. pase de los 36.911 kg.
por cm^2 en la prueba de presión hidrostática. La mayoría de

1 - los tubos en estos experimentos de prueba de esta prueba
nº 4, resistió presiones hidrostáticas comprendidas entre
63.276 kg. por cm^2 y 70.307 kg. por cm^2 , que es un aumento
5 extraordinario en la resistencia hidrostática a la reventa
zón o explosión del tubo, y que representa aproximadamente
un 190% (para 70.307 kg. por cm^2 de la presión de prueba
hidrostática requerida).

Prueba nº 5

10 Se llevó a cabo una continuación de las pruebas
en un tubo de asbesto cemento de clase 150 con 40,6 cm. de
diámetro. Nuevamente, se tejieron filamentos continuos de
fibra de aramida KEVLAR 49 de cada uno de los denier den-
tro de los 91 cm. del centro de cada uno de los tubos de
prueba, comenzando al centro y deteniéndose durante 10 ca-
15 pas antes de moverse a la izquierda en una helicoidal de
aproximadamente 45 cm., y deteniéndose nuevamente durante
otras 10 capas; luego, de nuevo en el helicoidal, regresan-
do al centro y deteniéndose durante 10 capas antes de mo-
verse a la derecha aproximadamente a 45 cm. y deteniéndose
20 durante otras 10 capas, y de nuevo regresando al centro.
Este ritmo se continuó a través de todo el ciclo de enro-
llamiento completo durante aproximadamente 110 capas de as-
besto cemento sobre el mandril donde se formaba el tubo.

25 Resultados: Los tubos nº 1 y nº 2 contenían filamento con-
tinuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 de-
nier y el tubo nº 1 resistió presiones hidros-
táticas hasta de, pero reventándose a 41.129
kg. por cm^2 .

El tubo nº 2 siguió el mismo patrón de prueba
y reventó a 40.778 kg. por cm^2 .

30

10028

1 El tubo n° 3 contenía filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier y reventó a una presión hidrostática de 37.263 kg. por cm².

5 Los tubos n° 5 y n° 6 contenían filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 1.424 denier y el tubo n° 4 resistió presiones hidrostáticas hasta de, pero se reventó a, 42.184 kg. por cm². El tubo n° 5 también siguió el mismo patrón de prueba y reventó a una presión hidrostática de 43.239 kg. por cm².

10 Los tubos hechos durante el período de estos experimentos de prueba sin la adición de este filamento continuo de fibra de KEVLAR sólo hubieran resistido presiones hidrostáticas en la gama comprendida entre 28.123 y 29.880 kg. por cm².

15 Prueba n° 6

20 Se añadió un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier a dos tubos de asbesto cemento utilizando diferentes métodos que cualquiera de los que se trataron en las pruebas anteriores. En el tubo n° 7, el filamento se aplicó en los puntos en donde el tubo se dividía en tres secciones iguales pero sin ningún tejido. En el tubo n° 8 el filamento se aplicó en puntos que dividían el tubo en cuatro secciones iguales nuevamente sin tejido.

25 En ambos tubos el filamento se añadió mientras duró el ciclo de enrollamiento.

Resultados: Tubo n° 7, reventó a una presión hidrostática de 32.314 kg. por cm².

El tubo n° 8, reventó a una presión hidrostática

1 ca de 33.747 kg. por cm^2 .

Prueba n.º 7

5 Se devanó un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier en un tubo de asbesto cemento con una espiral muy abierta de extremo a extremo y nuevamente de regreso mientras duró el ciclo de enrollamiento, en el tubo n.º 9.

Resultados: El tubo n.º 9 reventó a una presión hidrostática de 33.747 kg. por cm^2 .

10 Prueba n.º 8

15 Se llevaron a cabo series de prueba como continuación y similares a las de las series anteriores, en tubos de asbesto cementos de clase 150 y de clase 200 con diámetro exterior de 10 cm. Hasta la fecha sólo se han obtenido los resultados de las pruebas a la flexión. El tubo n.º 1 se devanó con un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier con una espiral abierta comenzando a 30 cm. a cada lado del centro y continuando pasando por el centro hacia el extremo opuesto. El tubo n.º 2 se devanó con filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier con una espiral abierta comenzando a 15 cm. desde un extremo y continuando hasta dentro de los 15 cm. del extremo opuesto. El tubo n.º 3 se devanó con un filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier de la misma manera que el tubo n.º 1, pero comenzando a 61 cm. a cada lado del centro (195 denier).

25 Resultados: El tubo n.º 1 con un diámetro exterior de 13,61 cm. se probó en su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 11.812 kg. por cm^2 . para el tubo de clase 200, y cada una de

30

1 las presiones de prueba subsecuentes aumentó hasta que el tubo se rompió a una presión de 14.764 kg. por cm^2 (25% arriba de la presión requerida para la prueba a la flexión).

5 El tubo n° 2 que tenía un diámetro de 13 cm se probó en cuanto a su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 9.421 kg. por cm^2 para el tubo de clase 150 y se probó nuevamente a la flexión a una presión calibrada de 10.546 kg. por cm^2 (12% por arriba de la presión que se requiere para la prueba a la flexión) y no se rompió.

10 El tubo n° 3 con un diámetro exterior de 13,61 cm se probó en cuanto a su resistencia a la flexión a la presión calibrada requerida de 11.812 kg. por cm^2 para los tubos de clase 200 y se probó nuevamente a la flexión a una presión calibrada de 12.796 kg. por cm^2 (8% arriba de la presión que se requiere para la prueba a la flexión) y no se rompió.

15 Prueba n° 9

20 Se enrollaron tubos de asbesto cemento n° 4, n° 5, n° 6 y n° 7 con filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 con una espiral de tejido cerrado, un filamento al lado del otro, sobre a una distancia comprendida entre 25 61 y 91 cm. de la parte media de cada uno de los tubos, utilizando un solo hilo de filamento de 195 denier. Los tubos producidos se sometieron a las pruebas a la flexión.

Resultados:

	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló	
1	4	200	13,84	11.811	15.326	15.819 *
5	5	200	13,76	11.811	14.905	-
	6	200	13,71	11.811	13.799	-
	7	150	13,03	9.421	10.546	11.249 *

* 34% arriba de la carga requerida.

* 19% arriba de la carga requerida.

10

Prueba n.º 10

Se devanaron los tubos de asbesto cemento n.º 8 y n.º 9 con un tejido de espiral cerrada es decir un filamento al lado del otro, a una distancia de 1,82 cm. en la parte media, con dos hilos de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier, simultáneamente. Los tubos producidos se sometieron a las pruebas a la flexión.

15

Resultados:

	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló	
20	#8	150	12,90	9.421	9.421	-
	#9	150	12,98	9.421	11.811 *	

* 25% arriba de la carga requerida.

25

Prueba n.º 11

Se devanaron los tubos de asbesto cementos n.º 10 y n.º 11 con una espiral tejida cerrada, es decir un filamento al lado del otro, a través de 1,82 cm, en la parte media con 2 hilos de filamento continuo de fibra de arami-

30

1 da KEVLAR 49 de 380 denier, simultáneamente.

Resultados:

5	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló
10	200	13,84	11.811	13.006	16.170 *
11	200	13,71	11.811	13.006	-

* 35% arriba de la carga requerida.

10 Prueba n.º 12

Se devanaron los tubos del n.º 12 al n.º 17 con un tejido de espiral cerrada, es decir un filamento del lado del otro, a una distancia de 1,22 metros en la parte media del tubo, con un solo hilo de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 195 denier y un hilo de filamento continuo de fibra de aramida KEVLAR 49 de 380 denier, simultáneamente.

Resultados:

20	Clase	Diámetro exterior (cm.)	Presión calibrada requerida	Presión máxima que resistió en la prueba a la flexión	Presión a la que falló
#12	200	13,74	11.811	11.811	-
#13	200	13,74	11.811	11.811	-
#14	200	13,81	11.811	12.655	14.764 *
25 #15	200	13,74	11.811	13.006	-
#16	200	13,71	11.811	13.217	14.764
#17	200	13,71	11.811	13.358	-

* 25% arriba de la carga requerida.

1 - tablezcan para los tubos núms. 12, 13, 15 y 17 en la tabla
anterior, en la columna de "presión a la que falló" es que
dichos tubos no se probaron hasta su destrucción, sino que
se retuvieron para otras pruebas. En la prueba a la fle-
5 xión cada presión calibrada en kg. por cm^2 representa
3.723,5 kg. de carga real aplicada. El "diámetro exterior"
en todas las pruebas significa el diámetro exterior del tu-
bo. El extremo "del lado de la impulsión" del tubo en la
prueba es el extremo del tubo en el lado en que el mandril
10 tiene la impulsión; el extremo "lado del operario" del tu-
bo en las pruebas es el extremo del tubo del lado del ope-
rario en el mandril, que es el lado opuesto al extremo del
lado de impulsión.

Varios de estos tubos se probaron hasta su des-
15 trucción resistiendo presiones en las pruebas a la flexión
que se aproximaban a entre 25 y 35% por arriba de la carga
requerida, pero debe indicarse que todas se probaron a pre-
siones equivalentes a la carga al rompimiento más elevada
de cualquier tubo compatible producido sin la adición de
20 este material. La carga al rompimiento promedio del tubo
de prueba en las pruebas de resistencia a la flexión es
aproximadamente 20% más elevado que la carga promedio al
rompimiento de un número igual de tubo standard con la más
alta resistencia.

25

10028

1 - posición del artículo tubular de tubo también contiene sílice.

4^a.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que los devanados del filamento continuo están apretados alrededor de la capa de la composición que contiene cemento.

5^a.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la fibra tiene una resistencia a la tensión de cuando menos aproximadamente 27.420 kg. por cm^2 , de preferencia entre aproximadamente 28.123 kg. por cm^2 y 36.911 kg. por cm^2 y una capacidad de alargamiento de no más de 7%, y de preferencia de entre 2% y 4%.

6^a.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el filamento continuo es un hilo.

7^a.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el cuerpo de la tubular comprende una pluralidad de devanados espiralmente enrollados en capas.

8^a.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el cuerpo del artículo tubular comprende una pluralidad de capas concéntricas.

9^a.- Un tubo de acuerdo con lo reivindicado en las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por el hecho de que el filamento continuo está devanado helicoidalmente alrededor de la porción central de una o más de las capas dentro del interior del tubo.

30

10028

1 10ª.- Un tubo de acuerdo con lo reivindicado en
las reivindicaciones 7 y 8 caracterizado por el hecho de
que el filamento continuo está devanado helicoidalmente pa
ra proporcionar cuando menos dos devanados sobrepuestos he
5 licoidales del filamento continuo alrededor de cuando me-
nos una de las capas dentro del interior del tubo, y el án
gulo helicoidal de uno de los devanados helicoidales es di
ferente del ángulo helicoidal en la otra capa de los deva-
nados helicoidales sobrepuestos directamente a los mismos.

10 11ª.- Un tubo de acuerdo con lo reivindicado en
la reivindicación 10ª, caracterizado por el hecho de que
se proporcionan dos devanados helicoidales del filamento
continuo alrededor de cada una de las capas de cemento den
tro del interior del tubo.

15 12ª.- Un tubo de acuerdo con cualquiera de las
reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho
de que se fragua en caliente.

20 13ª.- Un tubo perfeccionado que contiene cemen-
to, no tensado, reforzado, rígido, sustancialmente no fle-
xible.

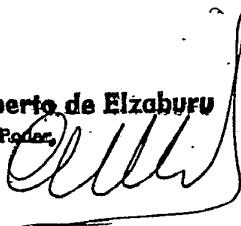
Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante
cede, representado en los dibujos que se acompañan y para
los fines que se han especificado.

25 Esta Memoria consta de cuarenta y tres hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17.FEB.1978

P.A.

Alberto de Elizburu
Por Poder.



10028

F C M

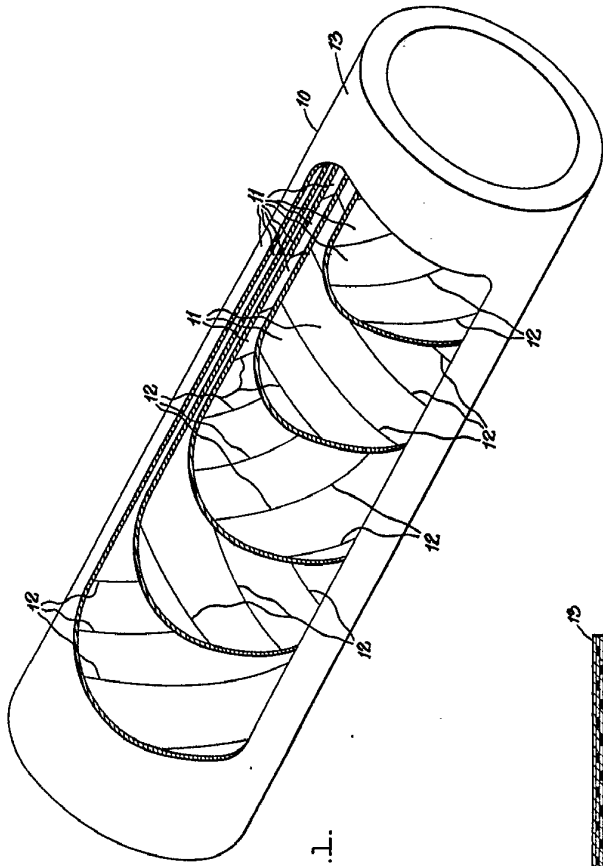


Fig. 1.

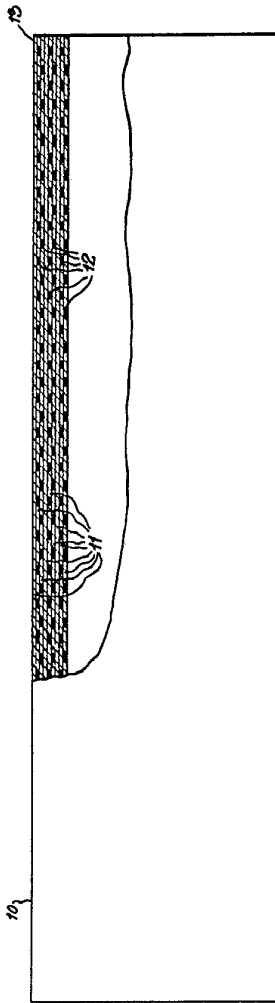


Fig. 2.

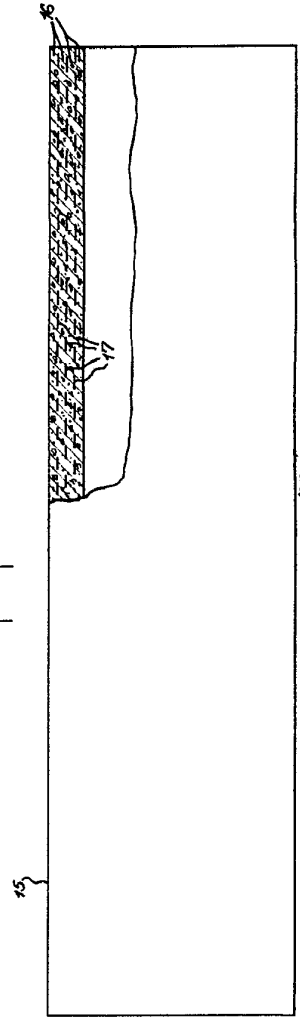


Fig. 3.

ALBERT C. EISENBERG
 PATENT ATTORNEY
Albert C. Eisenberg

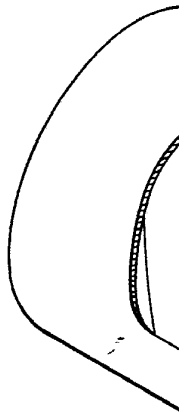


Fig. 1.

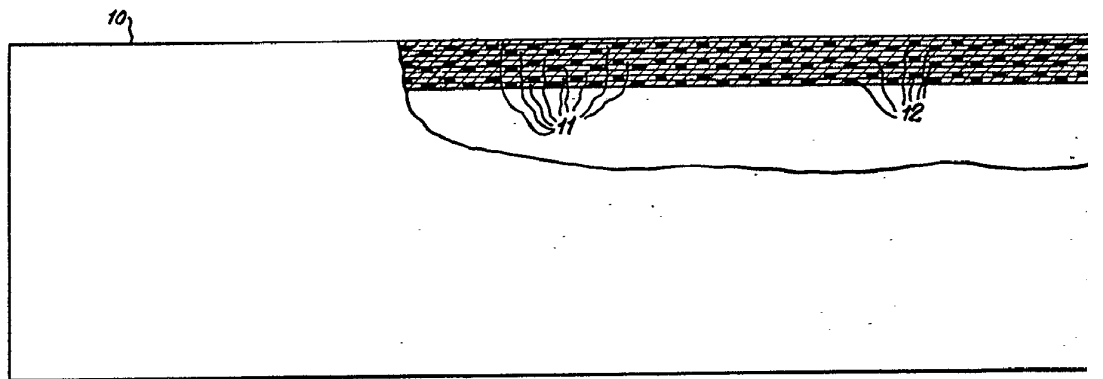


Fig. 2.

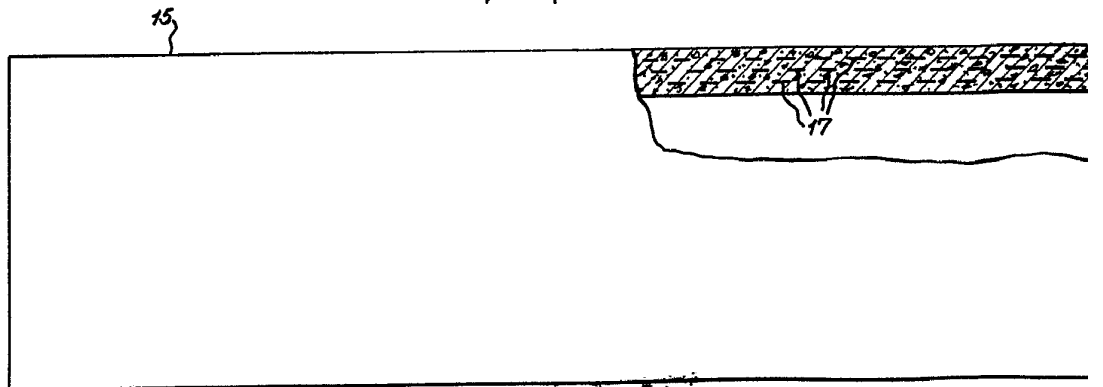
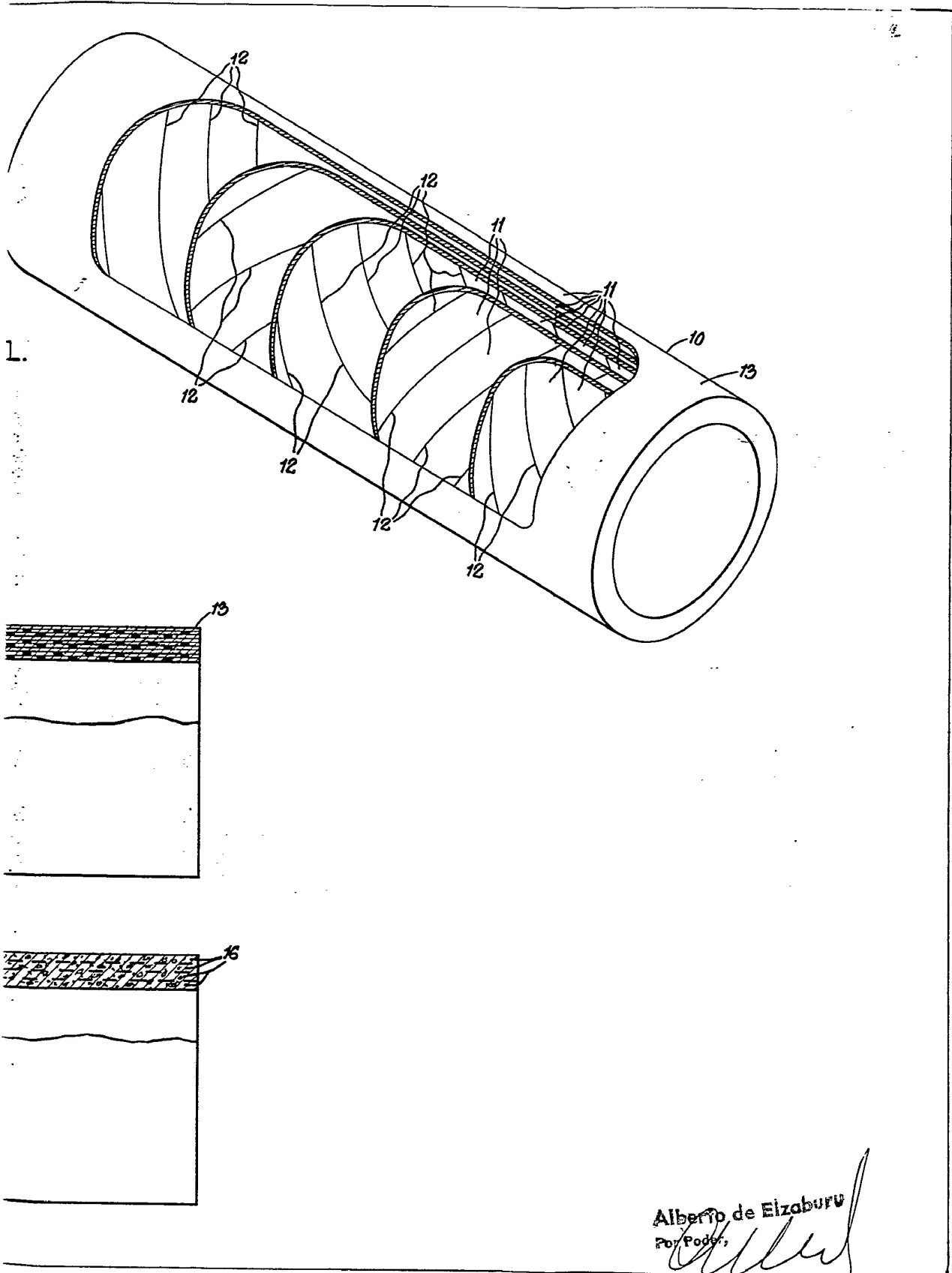


Fig. 3.



Alberto de Eizaburu
Por Poder,

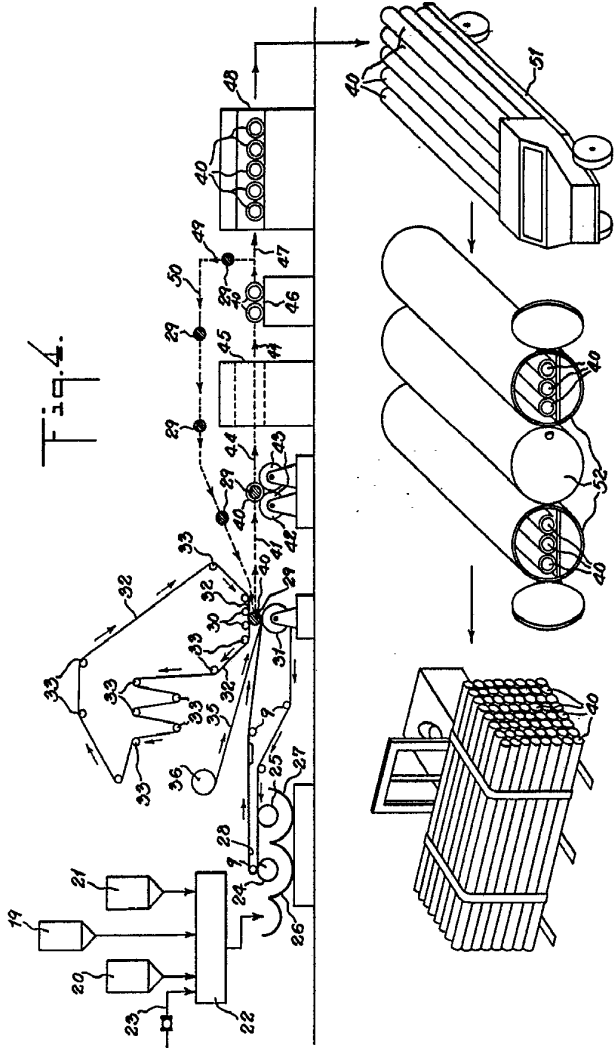


Fig. 4.

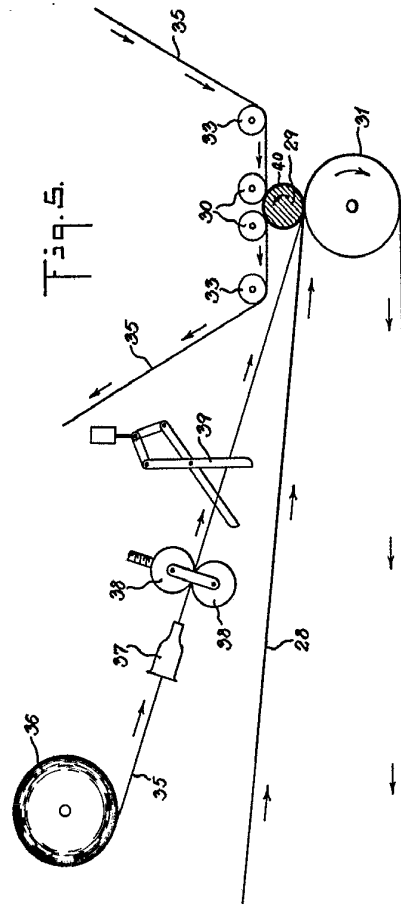
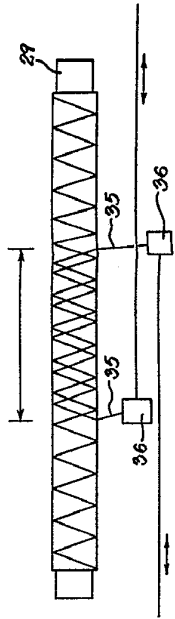


Fig. 5.

Fig. 6.



Alfonso de Escobedo
Inventor

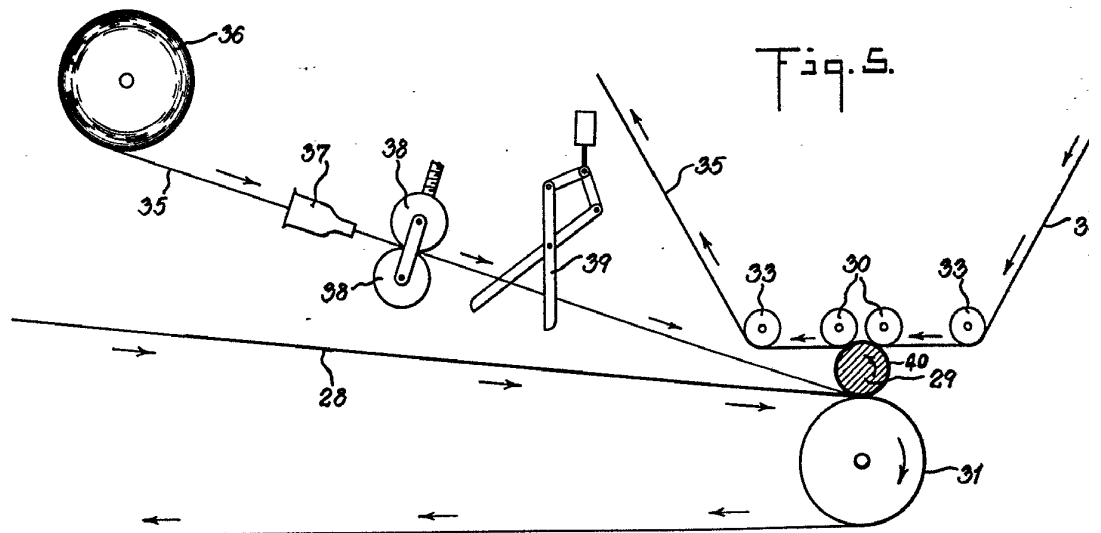
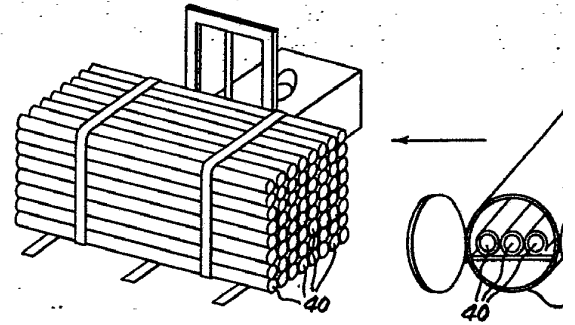
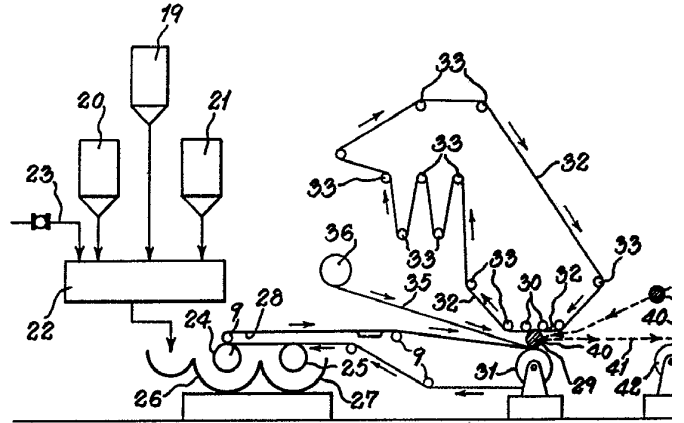


Fig. 4.

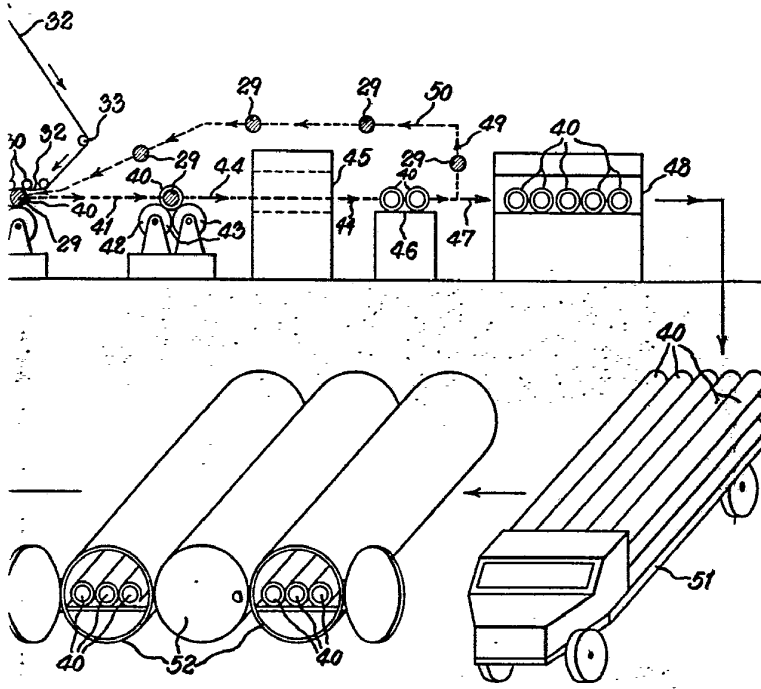
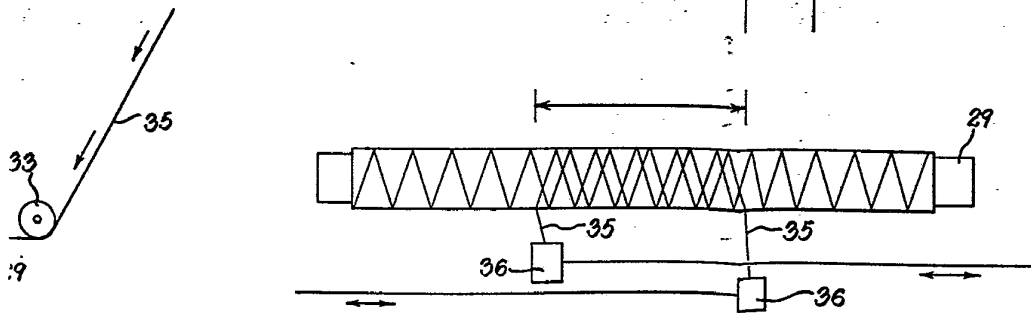


Fig. 6.



31

Alfonso de...
Por...
[Signature]