

## 1. GENERALIDADES

## 1.1. Lana de vidrio

### 1.1.1. PANORAMA HISTÓRICO

Desde la más lejana antigüedad, fenicios y egipcios ya sabían obtener hilos de vidrio, sumergiendo una varilla metálica en un crisol conteniendo vidrio en fusión y retirándola rápidamente. Estos hilos se utilizaban para decorar vasos de vidrio moldeados sobre formas de arcilla. Sin embargo, la primera comunicación sobre la lana de vidrio no aparece hasta el siglo XVIII, y se debe al físico y naturalista francés Antoine de Reaumur (1713).

Bien entendido que en esta época no se trataba de lana de vidrio para aislamiento, sino para fines textiles, el tejido exige fibras muy finas, por lo que el fibrado del vidrio se abordó por el lado más difícil, y, por ello, no es de extrañar el fracaso consiguiente. Durante algún tiempo Venecia trató de perfeccionar los procedimientos de estirado; pero las fibras obtenidas, con un costo elevado, resultaban frágiles y los tejidos, faltos de flexibilidad.

En definitiva, hasta principios del siglo XX, la lana de vidrio fue una simple curiosidad.

En la Colombian Exposition de 1893 se presentó un traje enteramente tejido con hilos de vidrio.

Así pues, la fabricación de plumeros, mechas y fieltros de laboratorio eran las aplicaciones más aptas de la lana de vidrio.

No existen datos precisos que señalen el momento a partir del cual se desarrolla, paralelamente a estas aplicaciones tan particulares y limitadas, la utilización como aislamiento térmico. Sin embargo, parece que coincide con la aparición de un nuevo procedimiento de fibrado. El «algodón de vidrio» se obtenía dejando caer un hilo de vidrio fundido con un chorro de vapor. Así se lograba obtener gotas de vidrio prolongadas en una aguja fina. Este procedimiento deriva de la fabricación de la lana de escorias.

Las cualidades aislantes de estas fibras groseras no tardaron en ser advertidas. Mientras tanto, el aumento del desarrollo industrial impulsó la necesidad creciente de los calorifugados.

A partir de este momento, los procedimientos de fibrado van a progresar rápidamente. Durante la guerra europea de 1914-1918, por razones del bloqueo, los alemanes continuaron activamente las investigaciones para reemplazar los aislantes tradicionales de los que carecían: corcho, amianto, tierra de diatomeas, etcétera.

En Francia la pionera en la lana de vidrio es la sociedad «La Seda de Vidrio», cuya fábrica estaba situada en Soissons; siendo destruida en 1940 por un bombardeo, concentrándose entonces la fabricación en la localidad de Ratigny, donde se produce una fibra corta y fina.

En España comienza la fabricación de la lana de vidrio en La Granja (Segovia), en el año 1942, por la sociedad EXPACO, S.A., y comercializada con la marca «VITROFIB».

En ese mismo año, el Laboratorio de Ensayos Técnicos (LET), de SAINT-GOBAIN, concibió un nuevo procedimiento que se bautizó con el nombre de TEL (de las iniciales LET invertidas).

El procedimiento TEL conjuga dos de las tres formas posibles de fibrado:

- Por centrifugación.
- Por fluido.

La puesta a punto se llevó a cabo en Ratigny, durante los años 1954 a 1956. SAINT-GOBAIN ha vendido la licencia de este procedimiento a la casi totalidad de los países productores de lana de vidrio.

En España se comienza la fabricación de la fibra TEL en el año 1963 por la Sociedad FIBRAS MINERALES, S.A., presentándose en el mercado con la marca «VITROFIB-TEL».

### 1.1.2. EL PROCEDIMIENTO «TEL» ISOVER SAINT-GOBAIN (fig. 1)

#### Composición del vidrio

Se elabora partiendo de tres elementos principales:

- Un vitrificante, sílice en forma de arena.
- Un fundente, para conseguir que la temperatura de fusión sea más baja (carbonato de sodio y sulfato de sodio y potasio).
- Estabilizantes, principalmente carbonato de calcio y magnesio (dolomía), cuya misión es conferir al vidrio una elevada resistencia a la humedad, ya que presenta una gran superficie de ataque para los agentes exteriores.

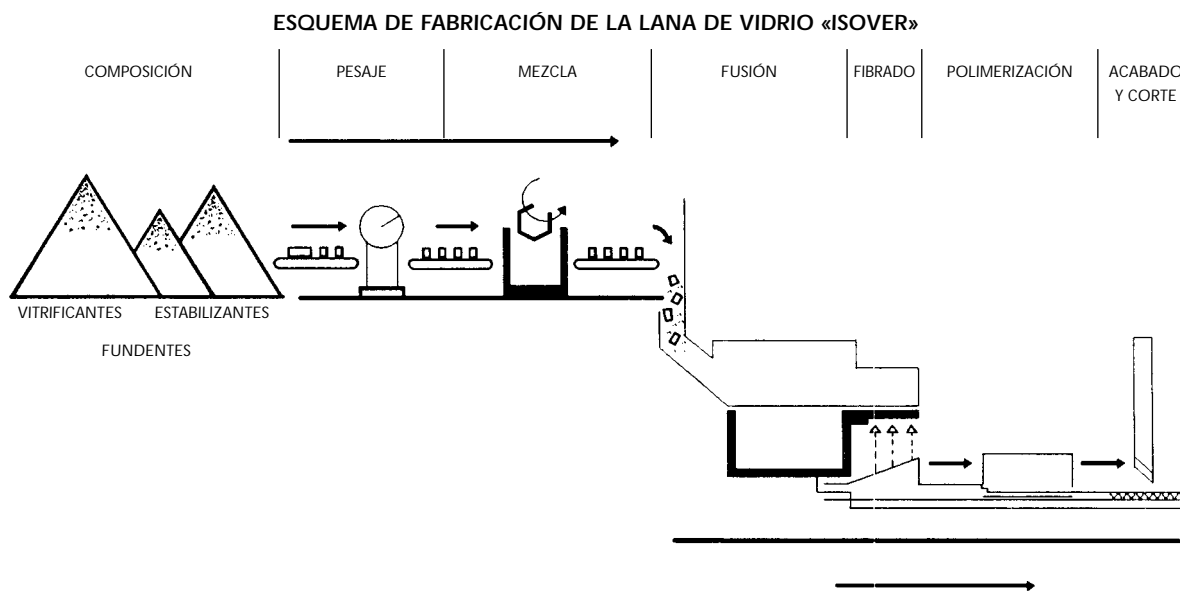
Por otra parte, los límites de temperatura impuestos por la estabilidad de las aleaciones que componen los aparatos de fibrado obligan a trabajar el vidrio a temperaturas sensiblemente más bajas que los vidrios clásicos.

De aquí la necesidad de introducir en la composición elementos capaces de reducir la viscosidad.

Finalmente, como en vidriería clásica, se añade a la mezcla una cierta proporción de calcio finamente molido.

La elaboración de la mezcla exige unidades especiales: molido, secado eventual (para las arenas), almacenaje en silos, controles físico-químicos, pesadas exactas y mezcla perfectamente homogénea. Para obtener 840 kilos de vidrio fundido se necesita una tonelada de materia prima.

Fig. 1



### Fusión

La composición se introduce en un horno, que funciona con dos series de quemadores de inversión, o en un horno de quemadores transversales. La tecnología permite también la utilización de hornos de fusión eléctrica.

### La producción de la lana de vidrio

El fibrado se realiza a través de los orificios de un «plato» perforado, soportado por un eje y dotado de un movimiento de rotación muy rápido.

Este aparato es alimentado con vidrio fundido, por un órgano de reparto, «panier», que recibe el vidrio fundido de la parte delantera del horno.

Después de este primer estirado mecánico, horizontal, debido a la fuerza centrífuga, las fibras se alargan verticalmente, por la acción mecánica y térmica de un quemador circular de llama rápida.

Varios factores permiten actuar sobre el diámetro de las fibras obtenidas:

- El número y diámetro de los orificios del «plato» para un caudal de vidrio fijo.
- El caudal de vidrio para un mismo plato.
- La viscosidad del vidrio.
- El régimen del quemador horizontal.

La dispersión alrededor de los diámetros medios es muy estrecha.

### Elaboración de los productos

Después de la pulverización, ya sea de aceite mineral para los productos «blancos», ya de resinas para los productos «impregnados», las fibras caen sobre un tapiz metálico de aspiración.

Los productos «impregnados» pasan por una estufa, en la cual un circuito de aire caliente asegura la polimerización de la resina, que confiere rigidez a los productos.

La velocidad del tapiz de recepción varía en la proporción de 1 a 30, lo que permite obtener diferentes pesos de lana de vidrio por m<sup>2</sup> de producto.

### 1.1.3. PROPIEDADES DE LA LANA DE VIDRIO

#### Propiedades térmicas

Un material aislante se caracteriza por el valor de su conductividad térmica; su poder aislante es tanto más elevado cuanto más pequeña es su conductividad.

La lana de vidrio es un material compuesto. El fieltro, que se forma en la cadena, está constituido por fibras entrecruzadas desordenadamente, que impiden las corrientes de convección del aire. Es evidente que la conductividad térmica del fieltro será no una conductividad sólida real, sino una conductividad aparente y que será el balance de los efectos conjugados de varios procesos de cambios de calor, que vamos a tratar de analizar a continuación:

- El aire inmovilizado por la red de fibras es un volumen proporcionalmente importante; por tanto, una parte de la transmisión de calor se hará por convección.
- Las fibras, en contacto unas con otras, permiten la transmisión de calor por conducción.
- Finalmente, las fibras intercambian energía entre sí, por radiación.

La relativa importancia de estas formas distintas de cambio de calor dependen, a igualdad de temperatura en el ambiente, de:

- El diámetro de las fibras.
- La densidad aparente del producto.

La conductividad térmica resulta, en la práctica, de la combinación de la transmisión gaseosa y de la radiación; siendo despreciables las otras dos.

El valor de dicha conductividad varía de 0,032 a 0,045 W/m °C (a 10 °C), para los productos ISOVER, de aplicación en la construcción.

#### Otras propiedades

Los productos fabricados son ligeros (de 10 a 110 kg/m<sup>3</sup>) y fáciles de cortar y de manejar.

La lana de vidrio es incombustible, inatacable por los agentes exteriores: aire, vapor de agua, ácidos (excepto de fluorhídrico) y bases no concentradas. El pH de la composición, 7 aproximadamente, asegura a la fibra una estabilidad total, incluso en medio húmedo, y garantiza al usuario la no existencia de corrosión de los metales en contacto con ella.

Su débil calor específico permite puestas en régimen rápidas, en instalaciones intermitentes.

Por último, la «lucha contra el ruido» ha puesto de manifiesto las cualidades «acústicas» de la lana de vidrio.

Su elasticidad le permite ser el material que mejor se adapta a la técnica de los «suelos flotantes». Igualmente le permite mejorar sensiblemente el índice de aislamiento acústico en dobles tabiques.

Su elevado coeficiente de absorción justifica su empleo en la corrección acústica de locales (talleres, oficinas, etc.), y sobre todo en los casos más difíciles, como el revestimiento de paramentos en «cámaras sordas o anecoicas».

## 1.2. Lana de roca

### 1.2.1. INTRODUCCIÓN

Otro tipo de lana mineral es la denominada «lana de roca», elaborada a partir de rocas diabásicas (rocas basálticas), obteniéndose un producto de propiedades complementarias a la lana de vidrio. Es un producto especialmente indicado para los aislamientos térmicos en la industria (altas temperaturas).

### 1.2.2. FABRICACIÓN DE LA LANA DE ROCA

#### Componentes

El «caldo» utilizado en la fabricación de la lana de roca tiene unas características físico-químicas parecidas a los vidrios, estando compuesto por silicatos y óxidos metálicos.

La lana de roca se obtiene fibrando por centrifugación el material, controlando en el proceso los contenidos de sílice y de óxidos metálicos.

La composición química final que debe asegurar una gran estabilidad mecánica hasta 750 °C es:

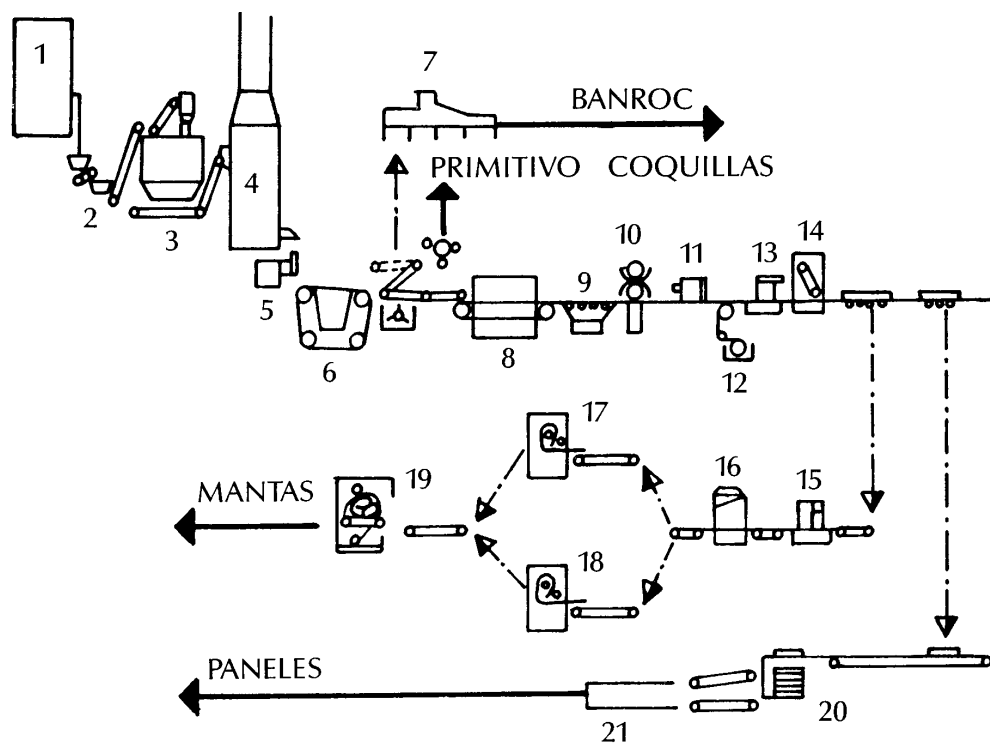
Materias primas	Materias primas encolado
Roca basáltica	Aceite de linaza
Grava	Resina escórez
Fosfato	Naftenato de manganeso
Mineral de hierro	Baquelita
	Aceite mineral

### Fabricación

El cubilote es el aparato encargado de fundir la escoria, utilizando como combustible carbón de coque.

El chorro de fusión choca con el borde exterior de un rotor metálico, produciéndose el estirado mecánico y la aparición de fibras que tienen un diámetro medio de 4 micras (fig. 2).

Fig. 2  
ESQUEMA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE LANA DE ROCA



- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Almacenaje materias primas | 12. Foso revestimientos |
| 2. Separación finos           | 13. Corte transversal   |
| 3. Pesada                     | 14. Enrolladora         |
| 4. Cubilote                   | 15. Máquina de coser    |
| 5. Hiladora                   | 16. Guillotina          |
| 6. Recepción                  | 17. Enrolladora nº 1    |
| 7. Embaladora Banroc          | 18. Enrolladora nº 2    |
| 8. Estufa                     | 19. Empaquetadora       |
| 9. Enfriadora                 | 20. Apiladora           |
| 10. Corte longitudinal        | 21. Embalado            |
| 11. Corte espesor             |                         |

Las fibras, una vez impregnadas con un encolado compuesto de aceite mineral y una resina, caen sobre un tapiz metálico en movimiento para pasar a una estufa en la que un circuito de aire caliente asegura la polimerización del encolado.

La variación de la velocidad del tapiz de recepción permite obtener diferentes densidades y espesores del material aislante (fig. 2).

### 1.2.3. MATERIALES, PROPIEDADES Y CAMPO DE APLICACIÓN

Definición: La calidad funcional de un material aislante depende de las propiedades del producto elegido y del montaje.

Dado que los materiales aislantes se definen como tales por una propiedad física que expresa la facilidad o dificultad con que el calor atraviesa el material —conductividad térmica— y que ésta es bastante parecida para toda la oferta, las diferencias en el resultado final son debidas a los distintos sistemas de montaje.

El montaje debe tener en cuenta el comportamiento del material a:

- Contracciones y dilataciones.
- Fuego.
- Acción de disolventes y agentes atmosféricos.
- Solicitaciones mecánicas.
- Temperatura (máxima de empleo).

En función de los distintos comportamientos, los materiales deberán montarse de forma que se minimicen los puentes térmicos.

Si un material tiene una variación dimensional entre el 5% y el 7% en volumen, deberá realizarse el montaje a través de machihembrado o la doble capa, evitando siempre la continuidad de las juntas.

Los materiales minerales, lana de vidrio y lana de roca, están compuestos por silicatos y óxidos metálicos, lo que explica que las variaciones dimensionales expresadas en tanto por ciento en volumen sean del 0% (ni siquiera con métodos dilatométricos muy sofisticados se consigue la medición).

El comportamiento al fuego exigirá el montaje de protecciones en obra o metálicos para evitar la combustión y destrucción del aislamiento. Los materiales minerales son incombustibles, pudiendo entonces dejarse vistos (p. ej., falsos techos decorativos).

La estructura química de los materiales minerales asegurará, además, que no se desprenderán gases tóxicos sometidos al fuego directo. Recuérdese que son las intoxicaciones las culpables de muertes en incendio, incluso de los bomberos que acuden al siniestro.

La temperatura máxima de utilización no está regulada como Norma UNE, pero como criterio se utiliza en el resto de Europa el siguiente:

«Temperatura máxima de empleo es aquella en la que el material alcanza una deformación del 5% del espesor bajo una carga uniforme constante de 1.000 Pa.»

A continuación aparece una tabla comparativa de temperaturas máximas de empleo de distintos materiales aislantes.

Minerales	Plásticos
LANA DE VIDRIO Con encolado, 250 °C Sin encolado, 500 °C	POLIESTIRENO Expandido, 70 °C Extrusionado, 85 °C
LANA DE ROCA Hasta 750 °C	POLIURETANO 100 °C
FIBRA CERAMICA Hasta 1.500 °C	