



Marc Delmas © Shutterstock

# EUROFLUOR HF

## Una breve visión de la industria del flúor

Cuarta Edición





**“Bienvenidos  
a l mundo de la  
industria del flúor”**

## Índice de Contenido

Introducción	3
¿Qué es el flúor?	4
Recomendaciones de seguridad	5
Aplicaciones	6
Fluorocarbonos	6
Fluoropolímeros	7
Industria electrónica	7
Industria metalúrgica	7
Producción de petróleo	8
Productos farmacéuticos	9
Protección de cultivos	9
Productos de gran consumo	10
Detergentes	10
Vidrio	11
Cerámica	11
Árbol de aplicaciones	12
¿Quién produce HF en Europa?	13
Sobre Eurofluor	14
Miembros de Eurofluor	15

“La seguridad es  
prioritaria para  
fabricantes  
y usuarios”



## Introducción

El fluoruro de hidrógeno, más conocido como Ácido fluorhídrico, es una de las materias primas básicas para una amplia gama de productos comerciales e industriales. Se obtiene mediante una reacción de Espato Flúor (mineral que se encuentra en la naturaleza) y Ácido Sulfúrico. EL HF es un ácido de gran poder corrosivo, y debe ser manipulado con grandes precauciones. Por tanto, la seguridad es la principal preocupación tanto de productores como de usuarios.

La principal actividad de EUROFLUOR (Comité técnico Europeo del Flúor) es la de preparar las recomendaciones para la manipulación correcta y segura del HF durante la producción, almacenaje, transporte y utilización.

## Importancia socioeconómica de la industria del flúor

En el año 2015, la producción europea de ácido fluorhídrico totalizó 232.000 Toneladas, con un valor de aproximadamente 270 millones de Euros.

Alrededor de 300 personas trabajan directamente en las 9 plantas de producción de HF, situadas en 4 países de Europa. Se estima que el número total de empleos directos e indirectos relacionados con la industria del flúor, incluyendo los productos derivados, es de más de 50.000.





Gilbes, Rina © Shutterstock



Marcus Jaspers © Shutterstock

## ¿Qué es el flúor?

### Espato Flúor

El elemento químico Flúor forma fluoruros al combinarse con otros elementos químicos. El Flúor se encuentra principalmente en un mineral denominado Espato Flúor, también conocido como Fluorita. Es un mineral que surge de forma espontánea en la naturaleza, que contiene hasta un 45 % de Fluoruro Cálculo ( $\text{CaF}_2$ ). En su estado natural se encuentra unido a otros minerales como baritas, galena, piritas y otros sulfuros. En su forma pura es incoloro, transparente o translúcido, con un aspecto brillante. Las impurezas en el mineral pueden dar lugar a una amplia gama de colores, y en algunos casos se da el fenómeno de la fluorescencia. Es uno de los minerales con más colorido de la naturaleza, ya que puede presentar un aspecto desde amarillo y verde hasta rosado, rojo, rosa y naranja rojizo, o azul y negro.

Los principales yacimientos de Espato Flúor se encuentran en China, México, Mongolia, Sudáfrica y Namibia. En Europa hay algunas minas económicamente viables, aunque el número de estas se ha reducido gradualmente con el paso de los años. Se trata de un negocio realmente internacional con un consumo mundial estimado de aproximadamente 4.5 millones de toneladas.

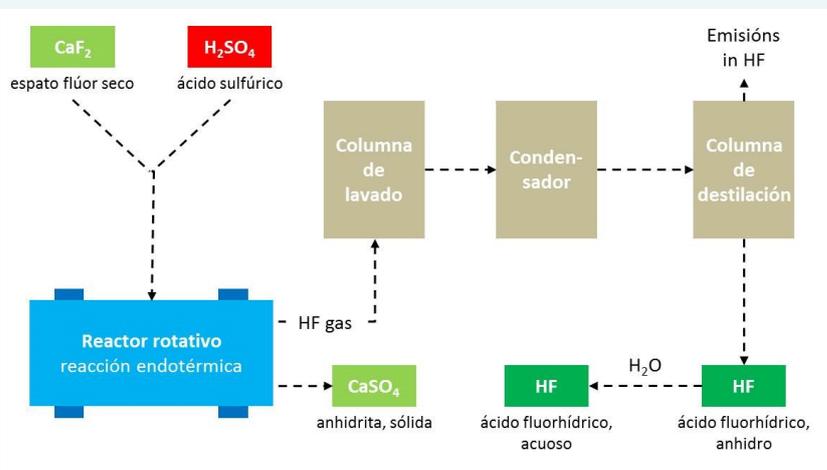
El más común es el grado ácido, que se utiliza como materia prima básica para la producción de ácido fluorhídrico. La capacidad mundial de producción de este tipo de mineral es más de 3 millones de Toneladas.

Una vez que el mineral se extrae de las minas o de yacimientos a cielo abierto, se separan las impurezas, de tal modo que el mineral final tiene una pureza mínima del 97 %. La mayoría de los co-productos se separan y recogen para otros fines muy variados. El espato flúor en grado ácido se transporta a las plantas de HF por vía marítima, ferrocarril, carretera o gabarra. En dichas plantas se produce la reacción con Ácido Sulfúrico para formar fluoruro de hidrógeno en forma gaseosa. Este producto se recoge y almacena para ser utilizado como gas licuado, o bien se diluye en agua para formar soluciones acuosas de ácido fluorhídrico.

### Los principales grados del mineral son

- mineral crudo 25 – 30 %
- grado metalúrgico, con una riqueza del 75 – 82 %
- grado cerámica, 94 – 96 %
- grado ácido, 97 %
- grado cristalino, 99 %

### Producción de ácido fluorhídrico (HF)



## Recomendaciones de seguridad

### Seguridad en el transporte de Ácido Fluorhídrico

Para los fabricantes y usuarios de HF, la seguridad es un componente esencial del Compromiso de Progreso. Desde la producción hasta el consumidor, las recomendaciones de seguridad cubren el procesado, mantenimiento, almacenamiento, transporte y uso, así como otros importantes aspectos de salud y medio ambiente.

Debido a sus propiedades especiales, el ácido fluorhídrico y los productos derivados de él son esenciales para nuestra vida diaria. Todos estos productos deben ser transportados desde las fábricas hasta los clientes. El HF se ha transportado por tren, carretera y vía marítima desde hace más de cincuenta años y durante este tiempo, nunca se ha dado un incidente de importancia con este producto en Europa.

Este envidiable historial de seguridad se debe en gran medida a la elevada calidad de las cisternas empleadas para el transporte del material. Dichos tanques se diseñan de acuerdo a distintas normas internacionales y se construyen en acero, con los estándares más altos de seguridad. Además, las unidades de transporte son inspeccionadas regularmente por organismos independientes.

“ Las unidades  
de transporte  
seguras son  
inspeccionadas  
regularmente”



En caso de que ocurriera algún incidente, hay técnicos bien entrenados disponibles en cada país de Europa en el que se lleve a cabo transporte de HF; dichos técnicos están en disposición de ofrecer consejo profesional y minimizar las consecuencias de cualquier posible incidente. Para mayor información, visite nuestras páginas web [www.eurofluor.org](http://www.eurofluor.org) y [www.cefic.org](http://www.cefic.org).

## Aplicaciones

- ⇒ Fluorocarbonos
- ⇒ Fluoropolímeros
- ⇒ Industria electrónica
- ⇒ Industria metalúrgica
- ⇒ Producción de petróleo
- ⇒ Productos farmacéuticos
- ⇒ Protección de cultivos
- ⇒ Productos de gran consumo
- ⇒ Detergentes
- ⇒ Vidrio
- ⇒ Cerámica



## Aplicaciones

### Fluorocarbonos

La principal aplicación del HF es la producción de fluorocarbonos. Alrededor del 60% del HF producido en el mundo se utiliza en este área. Desde la firma del Protocolo de Montreal en Septiembre 1987, por el que las partes se obligaban a eliminar gradualmente la producción de CFCs, ha habido dos acontecimientos principales. En primera instancia, los HCFCs reemplazaron a los CFCs. Dichos compuestos todavía tenían efectos dañinos para la capa de ozono, y se consideraron una solución intermedia al problema.

Los fabricantes reaccionaron muy rápido, desarrollando los HFCs, que no contienen cloro, por lo que no dañan la capa de ozono, pero tienen algo de Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potencial). La última generación de olefinas fluoradas hidrogenadas (HFO) se está desarrollando actualmente y muestran ya un GWP insignificante. Existen dos sectores de aplicación principales:

#### 1. Refrigerantes

El principal producto para refrigerantes es el HFC 134 a, que se ha revelado como un excelente sustituto del CFC 12, aunque restringido parcialmente, se utiliza en cualquier proceso que implique transferencia de calor, como enfriamiento o congelación. Se contempla la utilización de HFO para aplicaciones similares, incluyendo

- Proceso de enfriamiento, procesamiento de alimentos, refrigeración industrial
- Refrigeración en el transporte, comercial y doméstico
- Aire acondicionado



## 2. Espumación

Algunos plásticos, como el poliuretano y el poliestireno, se caracterizan por tener una elevada propiedad de aislamiento. El proceso que consiste en tratarlos para mejorar esta propiedad, se conoce como espumación y se consigue utilizando fluorocarbonos, lo que da un rendimiento elevado y espumas aislantes de baja densidad. Los HFC, sustancias sin ningún efecto en la capa de ozono, han remplazado los CFC, y parcialmente los HCFC. Los HFO se encuentran igualmente en desarrollo para este segmento. Las dos principales áreas de aplicación de las espumas son:

- electrodomésticos
- aislamiento en la construcción
- aislamiento en el transporte

### Fluoropolímeros

La mayoría de fluoropolímeros se basan en una combinación de fluorocarbonos. Entre otros fluoropolímeros, el politetrafluoroetileno (PTFE) se utiliza como aislante en cables e hilos, tuberías, válvulas y recipientes, recubrimientos en general (por ejemplo, para utensilios de cocina, impermeabilizantes de textiles, etc).

Sus propiedades particulares incluyen resistencia al fuego, fuerza mecánica, aislante, baja tensión superficial y resistencia a la acción de agentes químicos.

### Industria electrónica

En la industria electrónica, el HF es el principal producto químico en la producción de semiconductores con base de silicio. El HF ataca el óxido de silicio y lo transforma en compuestos solubles, con lo cual este producto es la base de múltiples aplicaciones en los procesos de limpieza y grabado.

El ácido fluorhídrico es utilizado en combinación con el ácido nítrico para el grabado de la sílice, como grabador tamponado en conjunción con soluciones de fluoruro amónico, y como HF diluido para los procesos de limpieza final y la eliminación de los óxidos que se han originado.

Los semiconductores son cruciales para el funcionamiento de muchos productos de consumo diseñados para hacernos la vida un más fácil, como las lavadoras, PCs, frigoríficos, teléfonos móviles, videocámaras, y muchos otros, pero también son elementos fundamentales del sistema electrónico en coches, aviones y trenes.

### Industria metalúrgica

El ácido fluorhídrico y sus sales se utilizan en varias fases del procesado de muchos metales, en la industria del aluminio primario, acero inoxidable y fundición, entre otras.



“El ácido fluorhídrico se utiliza como catalizador para una mayor eficacia en los procesos”



### 1. Extracción de metales

El HF se usa para separar metales esenciales de la veta de mineral. El tántalo y niobio, por ejemplo, se usan en la electrónica y otras importantes aplicaciones. El tántalo es esencial en la producción de teléfonos móviles.

### 2. Fabricación de metal

El Aluminio se obtiene de la bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) por electrólisis. El electrolito utilizado es el Fluoroaluminato Sódico, también conocido como criolita sódica. La otra materia prima principal en este proceso es el fluoruro de Aluminio ( $\text{AlF}_3$ ).  $\text{AlF}_3$  es utilizado para disminuir el punto de fusión, lo que da como resultado un ahorro significativo de energía.

### 3. Procesado de metales

Otro ejemplo de la importancia del flúor es en el tratamiento superficial de metales. El ácido fluorhídrico se utiliza, junto con ácido nítrico, en la fabricación de acero inoxidable para eliminar los óxidos no deseados y otras impurezas de la superficie de la bobina final.

### 4. Miscelánea

Nuevos productos y tecnologías se desarrollan continuamente. El ácido fluorhídrico y sus derivados se usan cada vez más en los siguientes campos:

- como agentes de fundición, para rebajar el punto de fusión y ahorrar energía.
- como agente de refinado de metales.
- como material de protección para superficies metálicas antes de su acabado decorativo.

## Producción de petróleo

Además de los diversos usos del HF como un agente químico de proceso, se utiliza también como catalizador en varias aplicaciones industriales. Un catalizador es un material que favorece una reacción química sin consumirse en ella. El uso de agentes catalíticos incrementa tanto la eficacia del proceso como el ahorro.

En la industria petroquímica los componentes naturales del crudo se separan tradicionalmente por el proceso de destilación. Sin embargo, este proceso no cambia las proporciones relativas de los componentes individuales, algunos de los cuales tienen un valor comercial más alto que otros.

El proceso de alquilación, en el cual el HF se emplea como catalizador, conlleva una mejora en el aprovechamiento de las fracciones del petróleo. Normalmente, las fracciones de baja temperatura de ebullición, como el propileno y el butileno reaccionan con isobutano para generar productos de alto octanaje.

Dichos productos originan un combustible que se quema de un modo eficaz, aumentando de este modo la vida del motor y creando emisiones más bajas. Al incrementar el octanaje de los combustibles, los alquilatos evitan la necesidad de introducir plomo, una sustancia dañina para el medio ambiente, sin reducir las prestaciones del motor.



“El fluor es  
vital para los  
asmáticos”



## Productos farmacéuticos

El flúor ha jugado un importante papel en las industrias farmacéutica y agrícola desde hace varias décadas. Es bien conocido el hecho de que la eficacia de varias complejas moléculas se ve incrementada por la presencia de incluso un solo átomo de flúor.

En tiempos pasados, se utilizaba el HF masivamente para adicionar el flúor necesario. En consecuencia, se utilizó el Fluoruro Potásico, especialmente en las reacciones halógenas de intercambio de átomos (se reemplaza un átomo de cloro con uno de flúor). El fluoruro potásico es más fácil de manejar para el usuario, y presenta un mayor grado de selectividad que el ácido fluorhídrico. Todavía es un producto popular, y continúa siendo la fuente de flúor preferida en un amplio número de insectidas y herbicidas, así como algunos preparados analgésicos, antibióticos y antidepressivos.

Incluso más recientemente, se ha conseguido avanzar en el desarrollo de compuestos fluorados orgánicos basados en CF<sub>2</sub> y CF<sub>3</sub>. Entre estos compuestos, destacan un preparado anestésico y un conocido medicamento contra la malaria.

En los últimos dos años, se ha avanzado a pasos agigantados en este área de investigación, lo cual ha llevado al desarrollo de una gama de productos orgánicos intermedios, basados todavía en las mismas moléculas originales, pero producidos ahora en procesos industriales modernos. Este desarrollo ha abierto una ventana de oportunidades para los fabricantes tanto de productos farmacéuticos como de agroquímicos.

La mayoría de las compañías agroquímicas más importantes están actualmente investigando el posible uso de estos productos químicos como insectidas y/o herbicidas. Entre los medicamentos más modernos que se benefician de estos desarrollos destacan una medicina para la artrosis, así como un tratamiento muy prometedor para el virus HIV.

Existe otro área de la medicina donde la química del flúor juega un papel vital. Durante muchos años, los CFCs se utilizaron como agente propelente en los inhaladores. Desde el Protocolo de Montreal y el subsiguiente acuerdo para prohibir los CFCs, se ha desarrollado una nueva generación de propelentes. Estos gases, que tienen un efecto nulo sobre la capa de ozono, se conocen como HFCs. Los enfermos asmáticos en todo el mundo que necesitan dichos inhaladores para combatir su enfermedad se benefician en la actualidad de este nuevo desarrollo. Los trabajos para extender el uso de estos gases también en afecciones pulmonares continúan.

## Protección de cultivos

El ácido fluorhídrico se usa también en la producción de agentes protectores de cultivos. En este caso, el componente de Flúor incrementa la reactividad y selectividad de insectidas y herbicidas. Las sustancias activas actúan de un modo más eficiente, y son menos dañinas para el medio ambiente que muchas fórmulas tradicionales.

## Detergentes

El Fluoruro de Hidrógeno se utiliza como catalizador en la producción de detergentes. El proceso tiene varios paralelismos con la alquilación de la gasolina, excepto que en este caso, se trata de producir LAB. Este compuesto se utiliza en la producción de detergentes LAS para aplicaciones en lavandería y lavavajillas.

Comparado con un detergente tradicional como el jabón, estos productos son más solubles en agua. Dicha solubilidad permite penetrar las manchas de la ropa de una manera más eficaz. La acción de un detergente depende en gran medida de la presencia de un componente polar y no polar en la molécula. El componente polar atrae el agua, mientras que el no polar atrae grasas y aceites. De este modo, se forma una emulsión por la cual la suciedad puede ser fácilmente eliminada por lavado.

Tanto en las aplicaciones relacionadas con el petróleo como las de detergente, se dan pérdidas de catalizador por las condiciones de operación. Ello implica que exista una continua demanda de HF.



## Productos de gran consumo

Ya en el año 1925 se había observado en Estados Unidos que el flúor ingerido de fuentes de agua rica en flúor podría conllevar una reducción en la incidencia de la caries dental. Después de varios años de investigación, la fluoración del agua potable comenzó en Grand Rapids, Michigan, en 1947. En Suiza, país donde el sistema de distribución de agua no posibilitaba este tipo de fluoración, un grupo de científicos determinó que el Flúor en forma de Fluoruro Potásico podía añadirse a la sal de uso común.

Varios ensayos demostraron que los resultados eran similares a los obtenidos por la fluoración de agua. Un programa de la OMS recomendó la fluoración de la sal común como el mejor medio de prevenir la caries dental allí donde la fluoración del agua potable no fuera posible, de tal modo que el Fluoruro Potásico se añada rutinariamente a la sal común en América Central y Sudamérica. También se encuentra sal fluorada de un modo más limitado en la Unión europea.

Otros dos compuestos, Fluoruro Sódico y Monofluorofosfato Sódico, son también esenciales en las formulaciones de las pastas dentífricas y tienen una importancia similar en la prevención de la caries dental. Sin embargo, no hay duda de que la ingestión de flúor en dosis controladas es mucho más efectiva que cualquier aplicación tópica.





imágenes © Shutterstock

“El HF da al  
vidrio su  
acabado  
brillante”

## Vidrio

Las principales materias primas que se utilizan en la producción de casi todos los tipos de cristal son la sílice y el carbonato de sodio. Además, en el vidrio se emplea el óxido de plomo. En estado fundido, se forma el cristal en la forma requerida, bien mecánicamente o por soplado. En muchos casos, utilizando una rueda de diamante, una forma compleja puede ser grabada en la superficie del cristal después de enfriarlo.

El proceso final de la fabricación consiste en el paso del cristal lentamente a través de un baño que contiene una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido sulfúrico. Las soluciones de ácido fluorhídrico acuoso son los únicos ácidos capaces de disolver la materia prima, la sílice, en un período de tiempo aceptable. Es por medio de este tratamiento final que se le dota al vidrio del acabado brillante que es reconocido en todo el mundo.

## Cerámicas

Los compuestos fluorados inorgánicos son componentes importantes de fritas y esmaltes cerámicos.

En las aplicaciones de cerámica, al contrario que en el caso del vidrio, el compuesto fluorado se incorpora de hecho al producto final. El producto utilizado más frecuentemente en este campo es probablemente el fluoruro de bario, que sirve tanto como material fundente y opacificante.



imágenes © Shutterstock





## ¿Quién produce HF en Europa?

- ◆ Derivados del Fluor SAU (ES-Ontón)
- ◆ Fluorchemie Dohna GmbH (DE-Dohna)
- ◆ Fluorchemie Stulln GmbH (DE-Stulln)
- ◆ Fluorsid SpA (IT-Assemini-Porto Marghera)
- ◆ Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH (DE-Seelze)
- ◆ LANXESS Deutschland GmbH (DE-Leverkusen)
- ◆ Solvay Fluor GmbH (DE-Bad Wimpfen)





“EUROFLUOR  
representa a los  
mayores **productores**  
y **utilizadores** de HF  
en Europa”

## Sobre Eurofluor

El CTEF (Comité técnico Europeo del Flúor) se formó en 1975 para garantizar la producción, almacenamiento, transporte y utilización segura de los distintos tipos de ácido fluorhídrico.

El CTEF, que cambió su nombre por Eurofluor en 2012, representa a los principales productores y utilizadores de HF y productos químicos fluorados de Europa.

Los objetivos de este grupo sectorial son:

- ⇒ asegurar la correcta producción, manejo, transporte y utilización del ácido fluorhídrico
- ⇒ asegurar la protección efectiva de los trabajadores, el medio ambiente y la población residente cerca de las fábricas de ácido fluorhídrico
- ⇒ garantizar un tratamiento médico adecuado en caso de quemaduras accidentales por ácido fluorhídrico
- ⇒ estudiar las tendencias en el consumo de ácido fluorhídrico en vista de la cambiante legislación para sus productos derivados
- ⇒ asegurar la adecuada comunicación sobre sus productos y recomendaciones





“garantizar la  
producción,  
almacenamiento,  
transporte y  
utilización segura  
de HF desde 1975”

## Miembros de Eurofluor

- ◆ Alufluor AB (SE) [www.alufluor.com](http://www.alufluor.com)
- ◆ Arkema (FR) [www.arkema.com](http://www.arkema.com)
- ◆ Chemours (NL) [www.chemours.com](http://www.chemours.com)
- ◆ Daikin Refrigerants Europe GmbH (DE) [www.daikin.com](http://www.daikin.com)
- ◆ Derivados del Fluor SAU (ES) [www.ddfluor.com](http://www.ddfluor.com)
- ◆ Fluorchemie GmbH (DE) [www.fluorchemie.com](http://www.fluorchemie.com)
- ◆ Fluorsid S.p.A. (IT) [www.fluorsid.com](http://www.fluorsid.com)
- ◆ Honeywell Chemicals (DE) [www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)
- ◆ Lanxess Deutschland GmbH (DE) [www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)
- ◆ Mexichem UK Limited (UK) [www.mexichemfluor.com](http://www.mexichemfluor.com)
- ◆ Soderec International (FR) [www.soderecfluor.com](http://www.soderecfluor.com)
- ◆ Solvay (DE-FR) [www.solvay.com](http://www.solvay.com)
- ◆ Victrex Manufacturing Ltd. (GB) [www.victrex.com](http://www.victrex.com)



## EUROFLUOR

### Comité Technique Européen du Fluor

Rue Belliard 40 box 15 B-1040 Brussels Belgium

Tel. +32.2.676.72.17 info@eurofluor.org

[www.eurofluor.org](http://www.eurofluor.org)

A sector group of Cefic 

European Chemical Industry Council - Cefic aisbl

EU Transparency Register n° 64879142323-90



st.djura © Shutterstock

## ABOUT CEFIC

Cefic, the European Chemical Industry Council, founded in 1972, is the voice of large, medium and small chemical companies in Europe, which provide 1.1 million jobs and account for 15% of world chemicals production.

Cefic - December 19