

Guía de buenas prácticas para la transición a espumógenos libres de PFAS en sistemas de Protección Contra Incendios

Contenido

1.	Introducción – Contexto y propósito de la transición.....	2
2.	Terminología básica – Qué significan PFAS, PFOA, C6/C8, AFFF y F3	3
3.	Marco normativo europeo – Evolución legislativa: POPs → SEVESO → REACH	4
4.	Cronología de aplicación – Fechas y fases clave	6
5.	Límites de concentración y emisiones – Valores y condiciones.....	7
6.	Limpieza conforme a Mejores Técnicas Disponibles (BAT) – Procedimiento y gestión de aguas contaminadas.....	8
7.	Implicaciones para las instalaciones industriales existentes – Ámbitos técnico, ambiental y documental.....	9
8.	Implicaciones técnicas del uso de espumógeno libre de flúor o F3 – Compatibilidad, diseño, ensayos funcionales y validación.....	10
9.	Proceso recomendado de transición – Fases prácticas paso a paso.....	11
10.	Conclusiones – Una transición viable, sostenible y necesaria.....	12

1. Introducción – Contexto y propósito de la transición

Durante décadas, las espumas contra incendios fluoradas (AFFF) han representado una herramienta esencial en la protección contra incendios de líquidos inflamables, especialmente en entornos industriales.

Su efectividad se basa en la formación de una película acuosa que suprime los vapores, corta el oxígeno y enfría la superficie del combustible.

Sin embargo, estas espumas contienen sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS), una familia de compuestos químicos extremadamente estables que no se degradan en el medio ambiente, se acumulan en los ecosistemas y organismos vivos, y presentan riesgos significativos para la salud humana y la sostenibilidad ambiental persistiendo durante décadas en suelos y aguas.

Ante esta realidad, la Unión Europea ha adoptado una estrategia progresiva de transición regulatoria para eliminar las espumas con PFAS, culminando con la aprobación del Reglamento (UE) 2025/1988, que modifica el Anexo XVII del Reglamento REACH (CE 1907/2006).

Este nuevo marco normativo introduce la restricción general del uso de PFAS en espumas contra incendios, fijando límites de concentración, condiciones de limpieza y plazos de eliminación.

El presente documento tiene como objetivo explicar de forma clara, práctica y accesible los principales aspectos técnicos, normativos, ambientales y operativos de esta transición, y ofrecer una visión realista del cambio hacia los espumógenos libres de PFAS (F3) para poderse llevar a cabo de forma segura, planificada y eficaz.

2. Terminología básica – Qué significan PFAS, PFOA, C6/C8, AFFF y F3

La transición hacia espumógenos libres de PFAS no puede comprenderse plenamente sin dominar la terminología técnica asociada.

Los términos y siglas utilizados en la normativa europea y en la documentación de fabricantes —como PFAS, PFOA, C6, F3 o AFFF— suelen emplearse de forma imprecisa en el lenguaje sectorial, dando lugar a confusiones entre lo que es un compuesto químico concreto, una familia de sustancias o un tipo comercial de espumógeno.

Conocer con exactitud el significado de cada término permite interpretar correctamente los requisitos del Reglamento (UE) 2025/1988, identificar los productos afectados por la restricción y distinguir entre espumas fluoradas tradicionales y las nuevas formulaciones libres de PFAS.

A continuación, se resumen los conceptos esenciales que sirven de base para entender el alcance técnico y normativo de esta transición.

Término	Definición
PFAS	<i>Per- and Polyfluoroalkyl Substances</i> . Familia de más de 4 000 compuestos fluorados sintéticos diseñados para resistir el calor, el agua y la grasa. Son muy persistentes y difíciles de eliminar.
PFOA / PFOS / PFHxA	Compuestos individuales pertenecientes a la familia PFAS. Utilizados históricamente en espumas AFFF; actualmente prohibidos o restringidos.
C8 / C6	Clasificación según la longitud de la cadena perfluorada: C8 (larga, e.g. PFOA, PFOS) y C6 (corta, e.g. PFHxA). Ambos tipos están incluidos en la regulación actual.
AFFF o espumógeno fluorado	<i>Aqueous Film Forming Foam</i> . Espuma tradicional con PFAS, altamente eficaz pero contaminante.
F3 o SFFF	<i>Fluorine-Free Foam</i> o <i>Synthetic Fluorine-Free Foam</i> . Espumas sin PFAS añadidos, biodegradables y conformes con la nueva legislación.
Libre de flúor ≠ sin flúor químicamente	“Libre de flúor” significa libre de PFAS; un producto puede contener átomos de flúor sin ser un PFAS.

3. Marco normativo europeo – Evolución legislativa: POPs → SEVESO → REACH

La regulación de las espumas contra incendios con PFAS no surge de forma repentina, sino como resultado de una evolución normativa gradual que la Unión Europea ha desarrollado a lo largo de dos décadas.

Tres textos principales conforman la base de esta transición: los reglamentos POPs, SEVESO III y REACH, presentados aquí en orden cronológico.

> **Directiva SEVESO III (2012/18/UE)**

Publicación: 2012

Objeto: Prevención de accidentes graves en instalaciones que manejan sustancias peligrosas.

Aunque no regula directamente los PFAS, define las categorías de industrias de alto riesgo (refinerías, plantas químicas, farmacéuticas, logísticas, energéticas, etc.) que tradicionalmente emplean espumas con PFAS en sistemas fijos de protección.

Nota: debido a su papel estratégico en la seguridad industrial, las instalaciones clasificadas como SEVESO disponen de un plazo ampliado hasta el 23 de octubre de 2035 para completar la sustitución de espumas fluoradas, siempre bajo estrictas condiciones de control ambiental, contención y trazabilidad.

> **Reglamento POPs (UE 2019/1021)**

Publicación: 2019

Objeto: Control de los contaminantes orgánicos persistentes (*Persistent Organic Pollutants*).

Fue el primer marco legal europeo que identificó y prohibió compuestos fluorados específicos por su alta persistencia, toxicidad y bioacumulación.

En particular, reguló el PFOA y el PFOS, fijando límites de concentración muy bajos:

- **PFOA** ≤ 25 ppb (0,025 mg/kg).
- **Suma de compuestos relacionados** ≤ 1 mg/kg.

Este reglamento marcó el punto de partida de la restricción de los PFAS en espumas contra incendios y sirvió como base técnica para las medidas posteriores.

> **Reglamento REACH (CE 1907/2006) y su modificación (UE 2025/1988)**

Publicación original: 2006

Modificación relevante: 2025

El Reglamento REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) constituye la piedra angular del control de sustancias químicas en la UE.

Su modificación más reciente, el Reglamento (UE) 2025/1988, introduce la Entrada nº 82 en el Anexo XVII, que establece una restricción integral del uso de todas las PFAS en espumas contra incendios.

Esta modificación representa la culminación del proceso regulatorio:

- Se extiende la prohibición más allá de los compuestos individuales (PFOA, PFOS) a toda la familia PFAS.
- Se fijan límites de concentración máximos (1 mg/L) y condiciones específicas para la limpieza de equipos y gestión ambiental.
- Se establecen plazos escalonados (2026, 2027, 2030 y 2035*) para permitir una transición técnica ordenada.

* Ver nota sobre la directiva SEVESO III (2012/18/UE).

En conjunto, estos tres pilares —POPs, SEVESO y REACH— trazan la hoja de ruta regulatoria de la UE para eliminar los PFAS de la protección contra incendios, pasando de prohibiciones específicas a una prohibición global basada en el principio de precaución y sostenibilidad.

4. Cronología de aplicación – Fechas y fases clave

El calendario de aplicación definido por el Reglamento (UE) 2025/1988 establece una transición gradual que permite a las industrias planificar la sustitución técnica y la gestión ambiental con tiempo suficiente.

Las fechas clave diferencian entre la entrada en vigor, el periodo de coexistencia con etiquetado e inventario obligatorio y la prohibición definitiva.

A continuación, se resumen los hitos principales y su implicación práctica:

Fecha	Exigencia principal	Implicación práctica
23 oct 2025	Entrada en vigor del Reglamento (UE) 2025/1988.	Inicio del periodo de transición.
23 oct 2026	Inventario y etiquetado obligatorio de espumas con PFAS.	Registro y trazabilidad durante el periodo de coexistencia.
23 abr 2027	Fin del uso en formación y pruebas salvo contención total.	Fin de vertidos no controlados.
23 oct 2030	Prohibición general de uso y comercialización de espumas con PFAS > 1 mg/L.	Sustitución obligatoria por F3.
23 oct 2035	Fin del periodo excepcional para SEVESO.	Eliminación total del uso de PFAS.

Este cronograma refleja la intención del legislador de equilibrar la exigencia medioambiental con la viabilidad técnica, otorgando más plazo a las instalaciones clasificadas como SEVESO, siempre bajo condiciones de control reforzado.

5. Límites de concentración y emisiones – Valores y condiciones

El Reglamento distingue entre distintos escenarios operativos: la espuma comercializada, las instalaciones que se reutilicen tras limpieza conforme a BAT y los vertidos accidentales o no contenidos.

En cada caso, los límites de concentración establecidos tienen un propósito específico:

- Garantizar que las espumas nuevas o reformuladas cumplan niveles casi nulos de PFAS.
- Asegurar que las instalaciones reaprovechadas estén libres de contaminación significativa.
- Evitar la liberación de PFAS al entorno en operaciones de mantenimiento o pruebas.

Contexto	Límite (suma PFAS)	Condición
Espuma en uso o comercializada	≤ 1 mg/L	Límite general de cumplimiento desde 2030.
Espuma cargada tras limpieza BAT	≤ 50 mg/L	Solo si se realiza limpieza conforme a Mejores Técnicas Disponibles y las aguas residuales se gestionan como residuo.

Estos valores actúan como referencia cuantitativa de cumplimiento y sirven también como criterio de verificación analítica tras los procedimientos de limpieza y recarga con F3.

6. Limpieza conforme a Mejores Técnicas Disponibles (BAT) –

Procedimiento y gestión de aguas contaminadas

El término BAT (Best Available Techniques) se refiere a los procedimientos más eficaces y seguros para eliminar contaminantes.

La limpieza es el paso esencial para reaprovechar instalaciones con espumas fluoradas.

Un proceso conforme a BAT debe incluir, según la Directiva 2010/75/UE:

- > Flushing secuencial, repitiendo los ciclos de limpieza necesarios hasta alcanzar concentraciones residuales de PFAS ≤ 50 mg/L, verificadas mediante análisis LC-MS/MS. En la práctica, las experiencias disponibles indican que suelen requerirse entre dos y tres pasadas completas, aunque el número exacto dependerá de la configuración de la instalación y del tipo de espuma previamente utilizada.
- > Verificación analítica mediante LC-MS/MS, que cuantifica los PFAS individuales y confirma que las concentraciones se encuentran ≤ 50 mg/L.

** Métodos alternativos como TOP-A (Total Oxidizable Precursor Assay) o TOF (Total Organic Fluorine) pueden emplearse para conocer el contenido total de flúor orgánico o precursores fluorados, pero no son obligatorios ni requeridos por la normativa europea.*

- > Gestión del residuo líquido mediante recogida y tratamiento por gestor autorizado (incineración ≥ 1100 °C o tratamiento fisicoquímico especializado).
- > Registro documental de resultados analíticos, destino de residuos y trazabilidad.

Incluso tras la limpieza y verificación < 50 mg/L, los restos de PFAS pueden permanecer en la instalación, por lo que toda descarga —ya sea en prueba o en incendio real— debe recogerse y tratarse como residuo peligroso mediante incineración (> 1100 °C) o procesos avanzados como SCWO (oxidación en agua supercrítica) o GPCR (reducción química en fase gaseosa), estando prohibido el vertido directo a red o al medio natural o redes de saneamiento, y garantizando el principio de cero vertidos de contaminantes persistentes.

7. Implicaciones para las instalaciones industriales existentes – Ámbitos técnico, ambiental y documental

El proceso de transición combina tres dimensiones inseparables:

- > Regulatoria – cumplimiento de límites, etiquetado y trazabilidad.
- > Ambiental – eliminación de vertidos y correcta gestión de residuos.
- > Técnica – verificación de compatibilidad y rendimiento con agentes F3.

Desde el 23 de octubre de 2026, las instalaciones que mantengan espumógenos con PFAS deberán:

- > Inventariar todos los espumógenos existentes, especificando tipo, fabricante, cantidad, ubicación y concentración estimada.
- > Etiquetar claramente todos los depósitos, bidones y sistemas activos con la leyenda:
"Contiene PFAS ≥ 1 mg/L – Uso restringido según Reglamento (UE) 2025/1988."
- > Registrar las operaciones de mantenimiento, recarga o prueba, conservando la documentación durante al menos 15 años.
- > Evitar la mezcla entre agentes fluorados y F3 en una misma red.

Estas acciones forman parte del plan de gestión y control ambiental exigido por el reglamento, y son obligatorias durante el periodo de coexistencia hasta la prohibición definitiva.

8. Implicaciones técnicas del uso de espumógeno libre de flúor o F3 – Compatibilidad, diseño, ensayos funcionales y validación

Los F3 presentan propiedades distintas respecto a los AFFF fluorados, lo que requiere ajustes de diseño y validación funcional.

Propiedades distintas:

- > Mayor viscosidad y tensión superficial.
- > Diferente coeficiente de expansión y tiempo de drenaje.
- > Ausencia de película acuosa: el control y supresión de vapores depende de la espuma expandida.

Impacto en el diseño:

- > Proporcionadores: recalibración o sustitución para asegurar la dosificación correcta.
- > Tuberías y válvulas: revisión de caudales y pérdidas de carga.
- > Rociadores y vertederas: compatibilidad con el nuevo agente.
- > Depósitos: posible ajuste del volumen útil y mezcla.
- > Vejigas de tanques de membrana: se deben sustituir, ya que los elastómeros retienen los PFAS incluso tras limpieza.

Compatibilidad y validación funcional:

Tras limpieza y recarga con F3:

- > Debe realizarse una verificación de compatibilidad entre el nuevo agente y el dosificador/proporcionador mediante ensayo funcional o hidráulico, dada la mayor viscosidad del F3.
- > Debe comprobarse la compatibilidad del F3 con los rociadores o boquillas, mediante test práctico de expansión y cobertura, si no existe certificado de compatibilidad del fabricante.
- > Realizar ensayos de dosificación o simulaciones hidráulicas sin descarga, conforme al NFPA 11 Anexo D, para evitar generación de efluentes.
- > Comprobar la compatibilidad de materiales (juntas, sellos, válvulas, bombas) y la idoneidad del agua (dulce o marina).
- > Documentar resultados y actualizar el plan de mantenimiento.

9. Proceso recomendado de transición – Fases prácticas paso a paso

Fase	Acción principal	Resultado esperado
1. Diagnóstico	Inventario y análisis de PFAS.	Conocimiento de la situación inicial.
2. Evaluación técnica	Análisis de compatibilidades y necesidades de limpieza.	Plan de actuación definido.
3. Limpieza (BAT)	Flushing, análisis y gestión de residuos.	Sistema descontaminado.
4. Sustitución por F3	Carga del nuevo agente y recalibración.	Cumplimiento técnico y normativo.
5. Validación funcional	Ensayos de rendimiento y documentación.	Confirmación operativa.
6. Seguimiento	Formación del personal, auditorías y mantenimiento periódico.	Cumplimiento sostenido.

En España no existe una “autoridad competente” (AHJ) que deba aprobar la recarga tras limpieza. Sin embargo, se recomienda conservar los informes analíticos y registros de proceso para su eventual revisión por:

- > el titular de la instalación.
- > la autoridad ambiental autonómica (en caso de gestión de residuos).
- > un organismo de control autorizado (OCA).
- > la aseguradora o ingeniería de riesgos.

La validación se entiende completada cuando la documentación demuestra que los niveles de PFAS residuales son inferiores a los límites legales y que el sistema ha superado las pruebas funcionales con el nuevo agente.

10. Conclusiones – Una transición viable, sostenible y necesaria

La eliminación de las espumas con PFAS representa un cambio estructural y necesario en la protección contra incendios y en la seguridad industrial europea.

Aunque supone un desafío técnico y organizativo, es una oportunidad para modernizar los sistemas, reducir el impacto ambiental y alinearse con las políticas de sostenibilidad.

Los espumógenos F3 son una alternativa viable y eficaz, siempre que la transición se aborde con planificación, limpieza adecuada, verificación funcional y acompañamiento técnico especializado.

El éxito de esta transición no depende únicamente del cumplimiento normativo, sino de una gestión responsable y técnicamente solvente que asegure sistemas de extinción eficaces, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.