

## Transformando la industria farmacéutica: Eternal y su contribución a la sostenibilidad

El crecimiento exponencial de la industria farmacéutica, aunque necesario para abastecer las necesidades crecientes de fármacos, ha traído consigo desafíos significativos en términos de sostenibilidad ambiental. La fabricación de medicamentos tradicionalmente ha estado asociada con altos niveles de consumo de recursos naturales, emisiones de gases de efecto invernadero y generación de residuos peligrosos.



**PAZ SEBASTIÁ**  
INVESTIGADORA PRINCIPAL  
DEL PROYECTO ETERNAL  
EN AIMPLAS, INSTITUTO  
TECNOLÓGICO DEL  
PLÁSTICO.

**E**n este contexto, el Proyecto ETERNAL surge como una respuesta innovadora a los desafíos ambientales y de sostenibilidad que enfrenta esta industria. Con una duración de cuatro años, ETERNAL se propone no solo abordar los problemas ambientales existentes, sino también establecer nuevas normas para una producción farmacéutica más responsable desde el punto de vista ambiental.

### ETERNAL en cifras

Este proyecto está financiado bajo el programa HORIZON-HLTH-2021-IND-07-01, y cuenta con un consorcio compuesto por 16 organizaciones de 8 países distintos, entre las que se encuentran grandes empresas farmacéuticas, universidades, centros tecnológicos o consultorías de innovación y regulación, entre otras. Con una duración de

48 meses, desde septiembre de 2022 hasta agosto de 2026, el proyecto está respaldado por un presupuesto total de 8 millones de euros. De este presupuesto, €5.9 millones están asignados a socios de la Unión Europea, mientras que €2.1 millones se distribuyen entre los socios asociados del Reino Unido. Estos datos destacan el alcance y la importancia del proyecto en el contexto de la in-

vestigación y la innovación en la industria farmacéutica.

### La sostenibilidad, una motivación

Reconocemos que la industria farmacéutica, aunque es vital para la salud pública, también tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Desde la extracción de materias primas hasta la eliminación de residuos, cada etapa del ciclo de vida de un medicamento puede contribuir a la degradación ambiental y al cambio climático. Por lo tanto, estamos comprometidos a abordar estos desafíos de manera proactiva, adoptando prácticas más sostenibles y reduciendo nuestra huella ecológica.

Al mismo tiempo, la sostenibilidad no es solo una responsabilidad empresarial, sino también una oportunidad para generar un impacto positivo en la sociedad. Al promover prácticas sostenibles en la industria farmacéutica, podemos contribuir a la mitigación del cambio climático, la conservación de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad.

**La sostenibilidad  
no es solo una  
responsabilidad  
empresarial, sino  
también una  
oportunidad para  
generar un impacto  
positivo en la  
sociedad**

### Procesamiento continuo para un mañana sin interrupciones

Uno de nuestros pilares es el paso de la fabricación tradicional por lotes a una metodología en continuo, optimizando tiempo y recursos. Al eliminar los pasos de producción por lotes y permitir la producción ininterrumpida, se reducen los tiempos de espera y los costos asociados con el cambio de equipos y la limpieza entre lotes. Esto se traduce en una mayor productividad y una capacidad de respuesta más rápida a la demanda del mercado. Además, el proceso continuo ofrece un mayor control sobre las condiciones de fabricación, lo que permite



Figura 1. Entidades y organismos participantes como socios en el proyecto ETERNAL



una mejor reproducibilidad y consistencia en la calidad del producto final.

Actualmente se ha fijado el foco en la preparación de fármacos mediante lo que se conoce como compounding farmacéutico. Esta técnica emplea extrusoras doble husillo para producción a gran escala, pues proporcionan un entorno controlado para la mezcla y la formulación de medicamentos, lo que minimiza la variabilidad y los errores asociados con los métodos tradicionales. La combinación de una extrusora para compounding farmacéutico con herramientas de análisis de procesos (PAT, por sus siglas en inglés) en tiempo real nos permiten monitorear y controlar los parámetros críticos del proceso durante la producción, optimizando la eficiencia, mejorando la calidad del producto y reduciendo el riesgo de errores.

### La regla de oro: las tres “R”

La gestión responsable de los disolventes es crucial para reducir el impacto ambiental de la industria farmacéutica y minimizar la generación de residuos peligrosos. Para lograrlo, estamos explorando una variedad de tecnologías y enfoques avanzados, tales como la destilación y la filtración con membranas semipermeables, para eliminar impurezas y contaminantes de los disolventes de manera selectiva.

Asimismo, estamos explorando el potencial de enzimas degradativas para descomponer contaminantes orgánicos presentes en los disolventes, ofreciendo una alternati-

va biológica y respetuosa con el medio ambiente para su purificación. La fotocatalisis también está siendo investigada como una técnica prometedora para degradar contaminantes mediante la irradiación con luz ultravioleta, aprovechando procesos de oxidación avanzada para eliminar impurezas de manera efectiva.

Estas tecnologías no solo tienen el potencial de mejorar la calidad de los disolventes recuperados, sino que también pueden reducir significativamente el consumo de energía y los costos asociados con la purificación de disolventes. Al mismo tiempo, al promover la reutilización de disolventes limpios en otros procesos de fabricación, estamos cerrando el ciclo de vida de los recursos y minimizando la generación de residuos.

### Empieza la revolución digital

La inteligencia artificial (IA), los Digital Twins (DT) y otras herramientas tecnológicas y de modelado son clave para mejorar cada fase de los nuevos proyectos, desde el diseño inicial hasta la optimización continua, lo que en inglés se conoce como Sustainable-by-design.

La IA y los DT nos permiten crear modelos virtuales de nuestros procesos de fabricación, identificando patrones y tendencias que pueden ayudarnos a identificar áreas de mejora antes de implementar cambios en el mundo real y reducir el consumo de recursos. Por ejemplo, mediante el análisis de datos en tiempo real y el aprendizaje au-

tomático, podemos identificar patrones de consumo energético y desarrollar algoritmos inteligentes que ajusten dinámicamente los parámetros de los equipos para minimizar el uso de energía sin comprometer la calidad del producto. Esto nos permite reducir significativamente nuestra huella de carbono y avanzar hacia una producción farmacéutica más sostenible.

### Más allá de los límites de la industria

La transparencia y la educación son fundamentales para generar conciencia sobre los desafíos ambientales que enfrentamos y fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana.

Para lograr este objetivo, estamos trabajando en estrecha colaboración con nuestros socios y partes interesadas, tanto nacionales como internacionales, para promover programas de concienciación y divulgación en medios de comunicación y redes sociales sobre la importancia de la sostenibilidad en la fabricación farmacéutica. Elegir medicamentos producidos de manera sostenible es una forma poderosa de ejercer un impacto positivo en la sociedad en su conjunto. Al apoyar a las empresas y fabricantes que adoptan prácticas responsables y sostenibles, estamos fomentando un cambio positivo en toda la industria farmacéutica. Esto puede inspirar a otras empresas a seguir nuestro ejemplo y trabajar hacia un futuro más sostenible para todos ●