

# PROCESO POLANCO DE HIDRÓLISIS TÉRMICA: DEL LABORATORIO A LA TECNOLOGÍA COMERCIAL

*Jornadas de Digestión Anaerobia para el Aprovechamiento de Residuos (DAAR)*

*Valladolid · 5-6 octubre 2023*

*Diego Fernández-Polanco (teCH4+) · Sara I. Pérez Elvira (Universidad de Valladolid)*

## 1. Introducción

Además de su dimensión científica, estas jornadas DAAR 2023 se plantean como un espacio de reconocimiento a la labor del profesor Fernando Fernández-Polanco: investigador, pionero y referente mundial en el ámbito de las tecnologías ambientales en general y de la digestión anaerobia en particular.

En este contexto, esta ponencia se centra en la actividad del profesor Polanco en el campo de la tecnología de hidrólisis térmica (HT) y tiene dos partes bien diferenciadas: el desarrollo de la tecnología en el ámbito de la Universidad de Valladolid y su implantación comercial posterior a través de la empresa que co-fundó (teCH4+). La Figura 1 muestra el desarrollo cronológico de la tecnología HT.

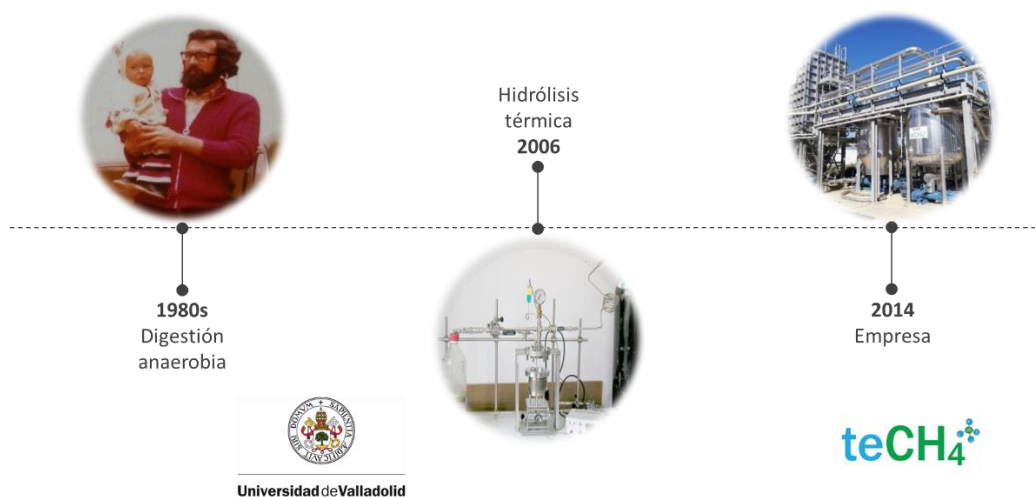


Figura 1. Polanco y la hidrólisis térmica.

## 2. Digestión anaerobia convencional

Tomando como ejemplo de residuo orgánico el agua residual urbana, que se compone fundamentalmente de agua, materia orgánica y nutrientes, los principios de la economía circular dictan que el agua se transforme en un efluente de calidad, la materia orgánica en energía y los nutrientes en fuente de N y P de aplicación agrícola. Atendiendo únicamente al factor energía, la materia orgánica es directamente asimilable a energía, ya que de acuerdo con las leyes de la estequiometría y de la termodinámica el contenido energético de 1 kg DQO equivale a 3,48 kWh.

Balances simplificados de energía (DQO) en una EDAR tipo muestran que el 60% de la energía contenida en el agua residual se concentra en el lodo. Caso de contar con digestión anaerobia (DA) convencional, en este proceso se transforma, con elevados tiempos de residencia y rendimientos moderados, en biogás (30%) y deja como subproducto un biosólido que corresponde al 30% de la DQO inicial y que hay que gestionar.

La digestión anaerobia, que es una tecnología ambiental aunque tenga un importante vector energético, es pues la clave para conseguir más biogás y un biosólido de mejor calidad.

### 3. Digestión anaerobia avanzada

La digestión anaerobia engloba una serie de reacciones bioquímicas, llevadas a cabo por bacterias y arqueas especializadas, que convierten el material orgánico sólido en biogás. La cinética global del proceso está limitada por la etapa inicial de hidrólisis o solubilización de la materia orgánica. En consecuencia, el mejor enfoque para mejorar la cinética global es la aceleración de esta etapa limitante. Se han propuesto varios pre-tratamientos para llevar a cabo la etapa de hidrólisis previa a la digestión. Añadiendo dicho pre-tratamiento, los digestores se alimentan de material pre-hidrolizado que pasa inmediatamente a los posteriores mecanismos biológicos. Se han probado una gran variedad de procesos y tecnologías físicos, químicos y biológicos, concluyéndose al comparar los estudios reportados que la hidrólisis térmica es la tecnología que presenta las características técnicas y económicas más prometedoras, en parte porque consigue varios beneficios de forma simultánea (Figura 2) aumentando la producción de biogás, disminuyendo el volumen de lodo a gestionar e higienizando el lodo para posibilitar su aplicación agrícola.

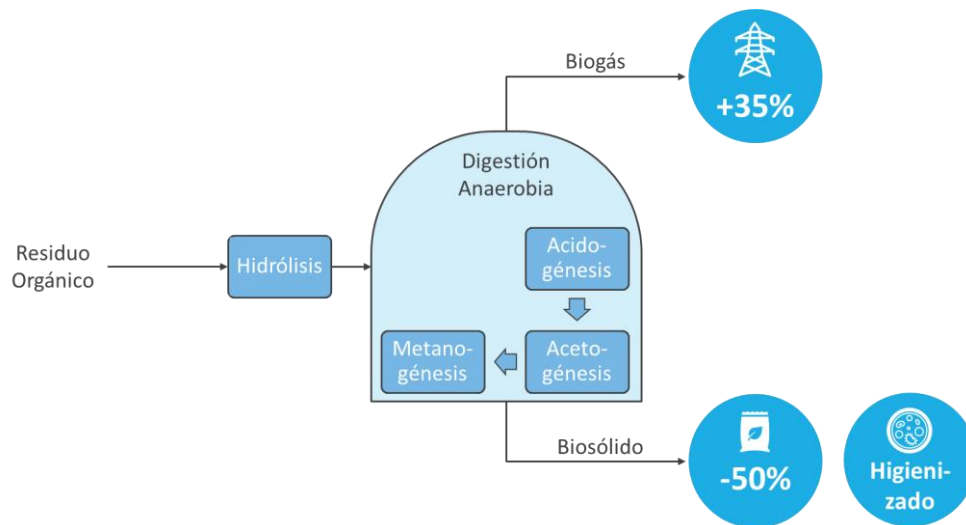


Figura 2. Digestión anaerobia avanzada mediante tecnología de hidrólisis térmica

### 4. Desarrollo de la tecnología en la Universidad de Valladolid

Con el bagaje de más de 25 años en el ámbito de la digestión anaerobia, en el año 2006 se inició la investigación en el campo de la hidrólisis térmica con la tesis doctoral de Sara I. Pérez Elvira. Esa tesis, y sus prometedores resultados, fueron el germen de una línea de investigación que siguió todos los pasos de aprendizaje y escalado en forma de pilotos de laboratorio y pilotos industriales.

El proceso culminó, en el año 2012, con la instalación de una planta industrial que trataba todo el fango secundario de la EDAR de Valladolid (400.000 habitantes equivalentes) y que estaba enmarcada en un proyecto subvencionado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y que contaba con Aguas de Barcelona como socio industrial.

### 5. Desarrollo comercial: teCH4+ y el Proceso Polanco

Tras analizar en detalle las tecnologías de hidrólisis térmica comercialmente disponibles en lo que era, en esencia, un mercado monopolístico, en el año 2014 se constituyó teCH4+, una empresa de base tecnológica que partió con el objetivo de patentar y comercializar tecnología de hidrólisis térmica de segunda generación.

Nace de esta forma el Proceso Polanco, así llamado como humilde homenaje póstumo, que es una tecnología de hidrólisis térmica que opera en continuo y en régimen estacionario, que aplica un

doble mecanismo de flash además del mecanismo térmico y que utiliza vapor vivo (Figura 3). Sus principales ventajas son un mayor rendimiento de biogás, un menor consumo de energía y una mayor estabilidad.

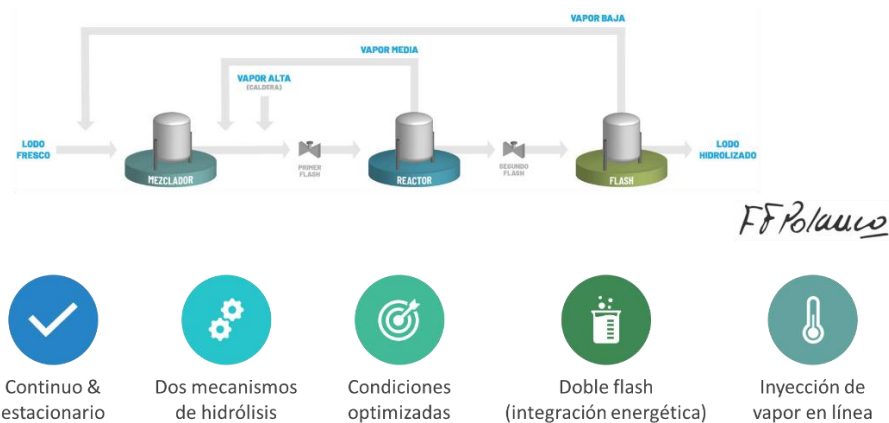


Figura 3. Diagrama del Proceso Polanco

## 6. Casos prácticos

Se resumen en esta sección una serie de casos reales de aplicación del Proceso Polanco, resaltando sus peculiaridades más interesantes.

### Caso 1 – EDAR Ceyhan (Turquía): HT como pre-tratamiento y diseño contenerizado

- La HT se ubica como pre-tratamiento a la DA (Figura 4). Esto reduce significativamente el volumen de digestión requerido, al operar con altas cargas orgánicas y concentraciones, por lo que es de interés en los diseños de plantas nuevas y en ampliaciones de las existentes.
- No es energéticamente autosuficiente, es decir el calor residual de los gases de escape del motor es insuficiente para satisfacer la demanda de vapor de la HT, por lo que es preciso quemar parte del biogás, penalizando la producción de electricidad.
- Es una planta contenerizada, con dimensiones limitadas a las de un contenedor de 40 pies.

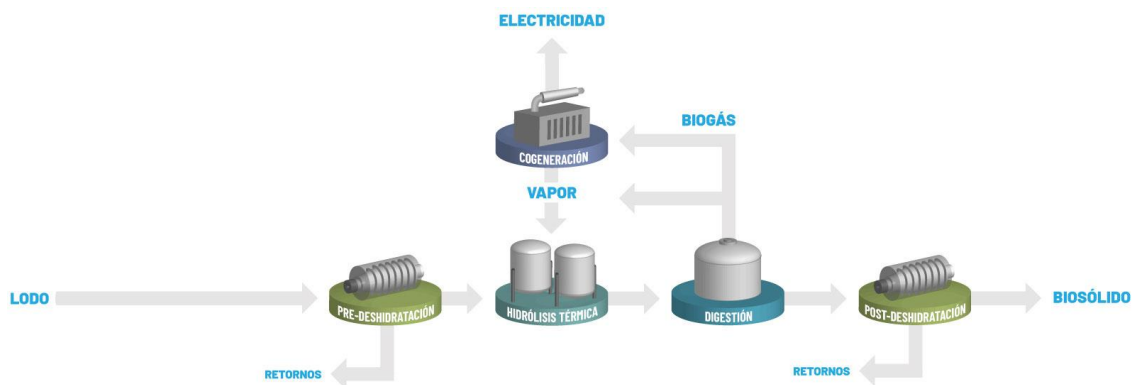


Figura 4. HT como pre-tratamiento

### Caso 2 – EDAR Guijuelo (Salamanca): Planta piloto para residuos de matadero

- Planta piloto parte de un proyecto europeo de I+D.
- Se comprobó que las condiciones de hidrólisis tienen poco impacto ya que los rendimientos hidrolizando a diferentes temperaturas (140°C, 160°C, 180°C) y diferentes tiempos (15 min., 30 min.) son similares.

- Se obtuvieron diferentes mejoras del rendimiento de biogás al hidrolizar diferentes residuos:
  - Lodos EDAR y EDARi: incrementos del 60% - 80%.
  - Purines y sangre: incrementos del 8% - 10%.
  - Grasas: indeterminado (falta de aclimatación al inóculo).

### Caso 3 – EDAR Copero (Sevilla): HT como inter-tratamiento

- La HT se ubica como inter-tratamiento (Figura 5). En esta configuración, el lodo mixto se digiere primero (pre-digestión), luego se hidroliza en la planta de HT (Figura 6) y finalmente se conduce a una nueva etapa de digestión (post-digestión).
- La mayor producción de biogás y electricidad mejora el balance energético y da como resultado la autosuficiencia energética de la HT (los gases de escape de los motogeneradores producen el vapor para la HT) y los mejores resultados operativos.
- Por su mayor volumen de digestión, esta configuración incurre en un gasto de capital más alto, por lo que será particularmente atractiva en plantas con digestiones sobredimensionadas.
- El lodo hidrolizado está higienizado.
- Mejora el rendimiento de biogás.

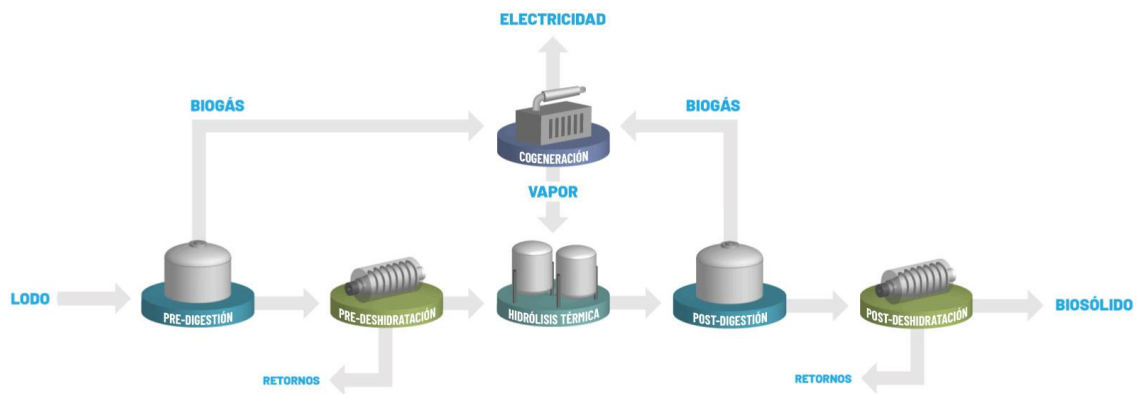


Figura 5. HT como inter-tratamiento



Figura 6. Planta de HT en la EDAR Copero (Sevilla)

#### Caso 4 – Planta de biometanización Las Dehesas (Valdemingómez): Planta piloto para FORM

- Planta piloto parte de un proyecto europeo de I+D.
- Experiencia pionera de hidrólisis de la Fracción Orgánica del Residuo Municipal (FORM).
- La mayor complejidad es el pre-tratamiento mecánico de la alimentación a la HT.
- Los esfuerzos se centraron en conseguir un hidrolizado con alta DQO soluble.

#### Caso 5 – EDAR Pinedo (Valencia): HT solo del fango biológico

- Se hidroliza solo el fango biológico (Figura 7), que por su composición (principalmente exopolímeros y bacterias) es mucho menos biodegradable que el fango primario.
- La principal desventaja es que no consigue higienizar el lodo digerido.
- Al no hidrolizarse el fango primario, el balance de energía mejora enormemente, a la vez que disminuye el tamaño de la planta de HT.
- Esta puede ser la configuración óptima si la higienización de biosólidos no es uno de los objetivos del proyecto.
- En este proyecto se puso una especial atención a la integración del proceso de HT dentro de la EDAR, que es un aspecto de suma importancia.

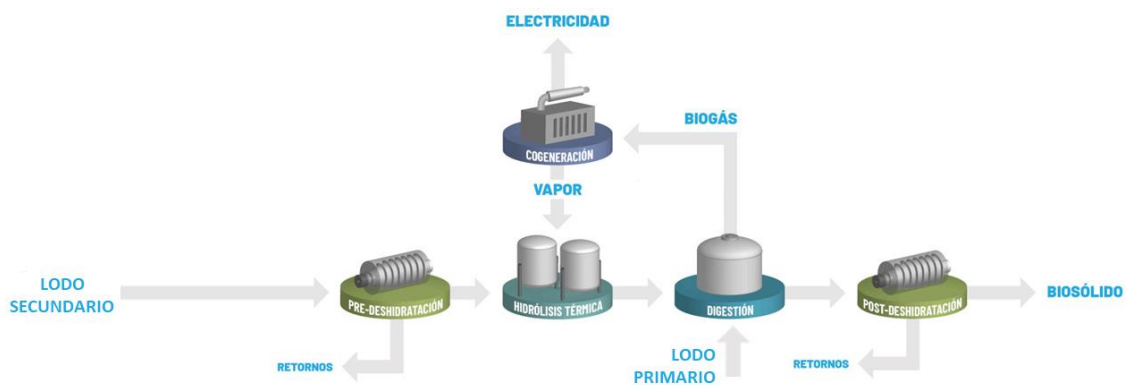


Figura 7. HT sólo de fango secundario

#### Caso 6 – EDAR Ranilla (Sevilla): Modelo integrado de gestión de lodos

- EMASESA ha enfocado la gestión de todos sus lodos de manera global, bajo el paraguas de proyecto MITLOP (Modelo Integrado de Gestión de Lodos de Depuración y de otros residuos orgánicos).
- Los dos pilares de este modelo son la co-digestión y la hidrólisis térmica.
- De las cuatro grandes depuradoras de Sevilla, dos se clausuran (EDAR San Jerónimo y EDAR Tablada), una se amplía para tratar esa agua (EDAR Coper) incorporando una segunda línea de HT en la línea de fangos y una (EDAR Ranilla) se adecúa con la instalación de una nueva planta de HT.