UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Ingeniería Química

CÓDIGO DEL TFG: 220-093-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Planta de producción de biometano partir de aguas residuales con sistema integrado de energía renovable y autoabastecimiento

Descripción general (resumen y metodología):

La planta tiene como objetivo principal la producción de biometano a partir de aguas residuales, utilizando un sistema de autoabastecimiento energético basado en energía solar y el uso de hidrógeno y oxígeno.

La instalación industrial se divide en dos sectores principales:

1. Producción de biometano:

En este sector se emplean aguas residuales provenientes de una estación depuradora como materia prima. Estas aguas se someten a una serie de pretratamientos que permiten que la biomasa húmeda residual ingrese en condiciones óptimas al digestor anaerobio.

El digestor genera dos corrientes: a) Una corriente de biogás que se dirige a un sistema de upgrading, donde se refina para su posterior comercialización o inyección en la red de gas natural; 2) Una corriente de digestato que se trata para su transformación en fertilizante, el cual también será destinado a la venta.

2. Sistema de producción energética:

Este sector está destinado a cubrir las necesidades energéticas de la planta mediante un sistema fotovoltaico de cobertura total (100%).

La energía solar generada abastece directamente las operaciones de la planta y se emplea para producir hidrógeno y oxígeno por electrólisis del agua. Ambos gases se almacenan en tanques especiales para su uso nocturno como fuente de energía, mediante pilas de combustible.

El agua necesaria para la electrólisis se obtiene del propio proceso de tratamiento de aguas residuales y también se reutiliza la que resulta de la reacción en las pilas, cuyas salidas son agua, calor y electricidad.

Dado que el sistema solar está dimensionado considerando los meses más desfavorables del año, se generarán excedentes energéticos significativos en los meses con mayor irradiación solar. Estos excedentes no se desaprovechan, ya que se destinan a aumentar la producción de hidrógeno y oxígeno, que podrán ser comercializados.

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

- Justificar la viabilidad de producir biometano a partir de aguas residuales como solución sostenible, en el marco de la economía circular y la transición energética, promoviendo el aprovechamiento de recursos locales y la autosuficiencia energética.
- Determinar el tamaño óptimo de la planta, considerando el caudal y características de las aguas residuales disponibles, los rendimientos esperados de biogás, y la demanda energética interna y potencial de inyección de biometano en red.
- Realizar el estudio técnico mediante: a) Descripción de procesos y equipos principales; b) Diagramas de bloques y de flujo con variables clave (caudales, temperaturas, presiones, composiciones); c) Balances de materia y energía.
- Diseñar técnicamente los equipos principales de ambas secciones de la planta.
- Desarrollar el plano de implantación general.
- Definir las redes de tuberías, bombas, instrumentación y sistemas de control, con identificación de lazos de control, sensores y elementos de regulación clave.
- Incluir capítulos específicos de otras instalaciones, como abastecimiento de agua, protección contra incendios, etc.
- Establecer una planificación preliminar del proyecto, mediante herramientas de gestión como el diagrama de Gantt.
- Realizar una estimación preliminar del presupuesto de inversión, considerando costes de equipos, obra civil, instalación, puesta en marcha,etc.
- Llevar a cabo un estudio del impacto ambiental asociado a la implantación y operación de la planta, evaluando emisiones, vertidos, residuos, consumo de recursos, y proponiendo medidas de mitigación y buenas prácticas.
- Desarrollar un Estudio Básico de Seguridad y Salud, identificando los riesgos laborales más relevantes en las distintas fases del proyecto y estableciendo medidas preventivas conforme a la legislación vigente.
- Redactar un Pliego de Condiciones Técnicas, estableciendo especificaciones constructivas, criterios de calidad, normativa aplicable, y requisitos mínimos para los equipos, materiales y sistemas de la planta.

Bibliografía básica:

Blanco, E. C., Martín, M., & Vega, P. (2023). Achieving energy self-sufficiency in wastewater treatment plants by integrating municipal solid waste treatment: A process design study in Spain. Journal of Environmental Chemical Engineering, 11(5), 110673. https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110673

Metcalf & Eddy, Inc. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th ed.). McGraw-Hill Education.

El-Shafie, M. (2023). Hydrogen production by water electrolysis technologies: A review. Results in Engineering, 20, 101426. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101426

Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B., & Shaeiwitz, J. A. (2018). Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes (5th ed.). Pearson Education.

IDAE – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2010). Biogás: Manual técnico.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con la digestión anaerobia, la producción de biogás y los procesos de upgrading para la obtención de biometano. Asimismo, resulta imprescindible consultar la normativa vigente en materia de energías renovables, emisiones, seguridad industrial y diseño de instalaciones.

Paralelamente, se aconseja familiarizarse con herramientas de simulación y diseño que faciliten el desarrollo técnico del proyecto. Entre ellas se incluyen hojas de cálculo para cálculos preliminares, software de simulación de procesos (como Aspen Plus, ChemCAD o similares), programas de diseño asistido por ordenador (como AutoCAD) y aplicaciones para la elaboración de diagramas de flujo

(como Microsoft Visio o Draw.io). El dominio de estas herramientas permitirá representar gráficamente los procesos, elaborar balances de materia y energía, y generar planos técnicos con mayor rigor y precisión.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA ÁNGELES MARTÍN LARA

Ámbito de conocimiento/Departamento: INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico: marianml@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: FRANCISCA MÓNICA CALERO DE HOCES

Ámbito de conocimiento/Departamento: INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico: mcaleroh@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ALEJANDRO JOSE FIGUEROA SILVA

Correo electrónico: figueroa22j@correo.ugr.es