



FICHA RETO

Producción de biogás

RETO	¿Cómo podríamos incrementar la producción de biogás en la PTAR San Fernando, considerando el alto consumo de energía eléctrica de la red en sus procesos de tratamiento, con el objetivo de aumentar el porcentaje de autosuficiencia energética de la planta?
OBJETIVO ESTRATÉGICO	Incrementar la autosuficiencia energética y la eficiencia operativa de la PTAR San Fernando mediante el aumento de la producción de biogás a través de procesos de codigestión, reduciendo el consumo de energía eléctrica y promoviendo la sostenibilidad del proceso de tratamiento de aguas residuales.
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD	Actualmente, la PTAR presenta una alta dependencia de la energía eléctrica proveniente de la red para la operación de los procesos de tratamiento de aguas residuales, lo que representa uno de los principales costos operacionales y expone la operación a incrementos en las tarifas de energía y a riesgos asociados con la disponibilidad del suministro eléctrico. Aunque la planta produce biogás a partir de la digestión anaerobia de lodos, el potencial energético disponible no se aprovecha completamente debido a las limitaciones en la generación de biogás con el sustrato actual. La codigestión con residuos orgánicos externos representa una oportunidad para incrementar la producción de biogás, aumentar la generación de energía renovable y mejorar la suficiencia energética de la PTAR. Sin embargo, aún existen desafíos relacionados con la identificación de los sustratos más adecuados, la evaluación de su impacto sobre el proceso





	biológico, la logística de suministro y la viabilidad técnico-económica de su implementación. No aprovechar este potencial implica mantener elevados costos de compra de energía, desaprovechar la infraestructura existente para el aprovechamiento energético del biogás, limitar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir las oportunidades de generar valor a partir de residuos orgánicos que actualmente son dispuestos en otros sitios o destinados a otros usos.
ANTECEDENTES	La PTAR cuenta con infraestructura para la producción y aprovechamiento de biogás generado mediante la digestión anaerobia de los lodos residuales, el cual es utilizado para la generación de energía y calor requeridos en el proceso. No obstante, la producción de biogás está limitada por la cantidad y características de los lodos generados, lo que restringe el nivel de autosuficiencia energética alcanzable únicamente con este sustrato. En los últimos años se han implementado diversas estrategias para optimizar la producción de biogás, entre ellas mejoras operacionales en la digestión anaerobia, optimización de la alimentación de lodos, modelación del proceso, seguimiento de indicadores operacionales y análisis del potencial de diferentes corrientes internas de la planta. Estas acciones han permitido mejorar parcialmente el rendimiento del proceso; sin embargo, no han sido suficientes para incrementar de manera significativa la generación de biogás ni para reducir de forma importante la dependencia de energía eléctrica de la red. Adicionalmente, se han realizado estudios de mercado e identificación de potenciales generadores de residuos orgánicos susceptibles de ser utilizados en procesos de codigestión, así como revisiones de experiencias nacionales e internacionales sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales, comerciales y municipales. Aunque estos análisis evidencian un alto potencial técnico y ambiental, persisten incertidumbres relacionadas con la selección de los sustratos más adecuados, su estabilidad operacional, la logística de suministro, los requisitos regulatorios, los impactos sobre la calidad del digestato y la viabilidad técnico-económica para una implementación a escala real. Por lo anterior, se identifica la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras que permitan incorporar procesos de codigestión de manera segura, eficiente y sostenible, incrementando la producción de biogás y





	fortaleciendo la autosuficiencia energética de la PTAR, sin afectar la confiabilidad del proceso de tratamiento de aguas residuales.
¿QUÉ RESULTADOS ESPERA OBTENER?	Implementar una solución técnica y económicamente viable para incorporar procesos de codigestión en la PTAR, que permita incrementar de manera sostenible la producción de biogás y su aprovechamiento energético, reduciendo la dependencia de energía eléctrica de la red y fortaleciendo la autosuficiencia energética de la planta. Se espera obtener los siguientes resultados: • Incrementar la producción de biogás mediante la incorporación de sustratos orgánicos externos con alto potencial metanogénico. • Aumentar la generación de energía renovable a partir del biogás, incrementando el porcentaje de autosuficiencia energética de la PTAR. • Reducir el consumo y el costo de la energía eléctrica adquirida de la red, generando ahorros operacionales cuantificables. • Identificar los residuos orgánicos más adecuados para procesos de codigestión, garantizando la estabilidad del tratamiento biológico y el cumplimiento de la normatividad ambiental. • Desarrollar un modelo técnico, logístico y económico que permita la implementación y escalabilidad de la codigestión en la PTAR. • Contribuir a la economía circular, valorizando residuos orgánicos externos y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía convencional.
POBLACIÓN AFECTADA	De manera directa, la necesidad es percibida por el equipo operativo de la PTAR San Fernando responsable de la operación y control de los procesos de digestión anaerobia y aprovechamiento energético del biogás, quienes gestionan día a día las limitaciones de producción y las restricciones que impone la dependencia de la red eléctrica. También se ven afectadas el Área de Tratamiento de Aguas Residuales y la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado, que deben asumir los costos operativos asociados al consumo de energía eléctrica y dar cuenta del desempeño energético y ambiental de la planta frente a los objetivos corporativos de EPM. De manera indirecta, se beneficiarán los usuarios del servicio de alcantarillado y saneamiento, al contribuir la solución a la reducción de costos operativos y a la sostenibilidad del sistema de tratamiento. Igualmente, el incremento en el aprovechamiento del biogás impacta positivamente los compromisos ambientales de EPM en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y avance hacia una





	operación más circular, lo que es de interés para las autoridades ambientales y fortalece la reputación corporativa de la empresa.
ALIADOS CLAVES	• Universidades y grupos de investigación con líneas en digestión anaerobia, codigestión, caracterización de sustratos orgánicos y valorización energética de residuos, que puedan aportar conocimiento técnico y científico para la identificación y evaluación de los sustratos más adecuados y el desarrollo de modelos de operación. • Empresas del sector agroindustrial, comercial y municipal generadoras de residuos orgánicos con alto potencial metanogénico, que puedan actuar como proveedores de sustratos para los procesos de codigestión y co-desarrollar esquemas logísticos y contractuales viables. • Empresas de ingeniería especializada en digestión anaerobia, biogás y aprovechamiento energético de residuos, con experiencia en el diseño, implementación y operación de sistemas de codigestión a escala industrial. • Empresas consultoras con experiencia en viabilidad técnico-económica de proyectos de energías renovables y economía circular aplicada al sector de saneamiento, que apoyen la estructuración del modelo de negocio y la evaluación de retorno de inversión.
BARRERAS	La solución propuesta deberá desarrollarse considerando las siguientes restricciones: • Cumplimiento de la normatividad ambiental y sanitaria vigente, aplicable al tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos





	orgánicos, emisiones atmosféricas, biosólidos y aprovechamiento de biogás. • Continuidad y confiabilidad de la operación de la PTAR, garantizando que la implementación de la codigestión no afecte la capacidad de tratamiento ni el cumplimiento de los parámetros de calidad del efluente. • Limitaciones de la infraestructura existente, incluyendo la capacidad de recepción, almacenamiento, pretratamiento, digestión anaerobia y aprovechamiento energético, evitando modificaciones estructurales de gran magnitud. • Disponibilidad, calidad y variabilidad de los residuos orgánicos externos, los cuales dependen de terceros y pueden presentar fluctuaciones en cantidad y composición. • Restricciones de espacio físico para la incorporación de nuevos equipos o áreas de almacenamiento dentro de la planta. • Disponibilidad de recursos financieros y tiempos de implementación, por lo que la solución debe ser técnica y económicamente viable dentro de las condiciones de inversión de la empresa.
REQUISITOS	Técnicos • Identificar y evaluar los residuos orgánicos con mayor potencial para procesos de codigestión, considerando su producción de biogás, biodegradabilidad y estabilidad del proceso. • Demostrar que la codigestión incrementa la producción de biogás sin afectar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales, la digestión anaerobia ni la calidad del biosólido. • Definir los requerimientos de pretratamiento, almacenamiento, dosificación y alimentación de los sustratos. • Establecer criterios de operación, monitoreo y control que garanticen un funcionamiento seguro y estable. • Integrar la solución con la infraestructura existente, minimizando modificaciones civiles y operacionales. Económicos • Presentar un análisis de viabilidad técnico-económica que incluya inversión, costos de operación y mantenimiento, ahorros esperados y periodo estimado de recuperación de la inversión. • Cuantificar el potencial de reducción del consumo de energía eléctrica y los beneficios económicos derivados del incremento en la generación de energía.





	Normativos • Cumplir la legislación ambiental, sanitaria y de seguridad industrial vigente aplicable al manejo de residuos orgánicos, digestión anaerobia, generación y aprovechamiento de biogás, emisiones atmosféricas y biosólidos. • Garantizar que la implementación no comprometa el cumplimiento de los permisos ambientales ni la calidad del efluente tratado. Operacionales • No afectar la continuidad de la operación de la PTAR durante la implementación. • Garantizar condiciones seguras para el almacenamiento, transporte y manejo de los sustratos y del biogás. • Considerar la variabilidad en la disponibilidad y calidad de los residuos externos. • La solución deberá demostrar, mediante indicadores verificables: • Incremento de la producción de biogás. • Aumento de la autosuficiencia energética de la PTAR. • Reducción del consumo de energía eléctrica comprada. • Viabilidad técnica, económica y ambiental para su implementación.
TIPO DE INNOVACIÓN	Mejora de proceso. La solución esperada corresponde al desarrollo e implementación de procesos de codigestión en la PTAR San Fernando, orientada a incrementar la producción de biogás mediante la incorporación de sustratos orgánicos externos con alto potencial metanogénico, aumentar la autosuficiencia energética de la planta y reducir la dependencia de energía eléctrica de la red. Busca hacer más eficiente y sostenible una capacidad existente — la digestión anaerobia — mediante la incorporación de nuevos sustratos, modelos logísticos y esquemas de valorización energética, con potencial de escalamiento a otras PTAR de EPM





TIPO DE SOLUCIONADORA DESEADA	• Empresas de base tecnológica (startups o scaleups) especializadas en aprovechamiento energético de residuos orgánicos, digestión anaerobia y producción de biogás a escala industrial. • Empresas de ingeniería especializada en diseño e implementación de sistemas de codigestión, biogás y valorización energética de residuos, con experiencia en plantas de tratamiento de aguas residuales. • Universidades y centros de investigación aplicada con líneas en digestión anaerobia, caracterización de sustratos orgánicos, economía circular y aprovechamiento energético de residuos. • Empresas consultoras con experiencia comprobada en viabilidad técnico-económica de proyectos de energías renovables y economía circular aplicada al sector de saneamiento.
RANGO DE PRESUPUESTO	No se ha establecido un valor fijo de presupuesto; sin embargo, se espera que las propuestas se formulen dentro de un rango económico razonable y proporcional al alcance del reto, considerando que la solución será desarrollada y validada a escala piloto en un plazo de hasta 3 meses. Las propuestas deberán incluir de manera explícita todos los costos asociados al desarrollo, implementación, validación, soporte técnico, formación operativa, y —si aplica— adquisición e instalación de equipos o licencias necesarias para el funcionamiento de la herramienta. Se priorizarán aquellas propuestas que demuestren una relación costo-beneficio sólida, que sean técnicamente viables y escalables dentro del marco de recursos públicos o institucionales, y que no impliquen inversiones elevadas en infraestructura o modificaciones físicas de gran escala.
RANGO DE TIEMPO	La solución, a nivel piloto, se espera hasta en 3 meses
PROPIEDAD INTELECTUAL	Importante: Es necesario indicar que lo presentado a continuación es una primera aproximación a lo que podría ser la Propiedad Intelectual, pero la definición final se realizará en el momento de la contratación con el solucionador elegido. La propiedad intelectual que se derive del trabajo que debe ejecutar el solucionador seleccionado queda radicada exclusivamente en RUTA N. En consecuencia, el solucionador seleccionado cede de manera total, exclusiva, ilimitada, a nivel mundial y por todo el tiempo de protección legal transferible, todos los derechos patrimoniales a que haya lugar sobre los productos objeto de este contrato a RUTA N, sin que el solucionador seleccionado tenga ningún





	derecho o prerrogativa sobre los mismos. Lo anterior sin perjuicio de los derechos morales que permanecerán en cabeza del autor o autores de la obra (investigación), de acuerdo con las leyes que rijan la materia y en particular en Colombia (Ley 23 de 1982 y la Decisión 351 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena) y demás disposiciones legales vigentes que las modifiquen o las deroguen. En consecuencia, RUTA N como el solucionador seleccionado se obliga a mencionar, en toda publicación que haga de los documentos que se generen como parte de este contrato, el nombre de las personas que ejecutan el presente contrato como autores intelectuales y al el solucionador seleccionado. A su vez, el solucionador seleccionado podrá publicar, divulgar, reproducir los mismos documentos, con fines científicos o académicos con autorización previa y por escrito de RUTA N y EPM. No podrá en ningún caso usar material protegido por propiedad intelectual del presente contrato en sus actividades con fines comerciales. El uso de logos y marcas de RUTA N y EPM, será de acuerdo con las condiciones pactadas y al direccionamiento del área de comunicaciones de la respectiva entidad. No obstante, el solucionador seleccionado retendrá la propiedad de todos los conceptos, soluciones, know-how, herramientas, cuestionarios, evaluaciones, módulos, cursos, marcos conceptuales, software, algoritmos, bases de datos, contenidos, modelos y perspectivas industriales preexistentes. En la medida en que los entregables incluyan alguno de estos, el solucionador seleccionado otorga a RUTA N una licencia de uso no exclusiva, perpetua, irrevocable, de alcance mundial y libre de regalías, única y exclusivamente para utilizarlos como parte integrada de los entregables y para el cumplimiento del objeto de este contrato.
SOLUCIONES QUE NO SE ACEPTARÁN	• Soluciones que se limiten únicamente a estudios, diagnósticos, revisiones bibliográficas o consultorías, sin incluir una estrategia de implementación y validación a escala piloto. • No contemplen el incremento de la producción de biogás mediante procesos de codigestión con residuos orgánicos externos o no demuestren cómo contribuirán al aumento de la autosuficiencia energética de la PTAR. • Propongan únicamente la adquisición o sustitución de equipos, sin una estrategia integral que considere aspectos técnicos, operacionales, logísticos y económicos de la codigestión. • Requieran modificaciones estructurales de gran magnitud en la infraestructura existente o inversiones incompatibles con el alcance y plazo del reto.





- Comprometan la continuidad operacional de la PTAR o afecten la estabilidad del proceso de digestión anaerobia, la calidad del efluente tratado o la calidad del biosólido generado.
- Utilicen residuos orgánicos cuyo manejo, transporte, almacenamiento o aprovechamiento no cumpla la normatividad ambiental y sanitaria vigente o represente riesgos inaceptables para la operación.
- No demuestren técnica y económicamente la viabilidad de la solución, incluyendo la disponibilidad y continuidad del suministro de los sustratos propuestos.
- Se basen en tecnologías experimentales sin evidencia técnica, pilotos o referencias de aplicación en sistemas de digestión anaerobia o plantas de tratamiento de aguas residuales de características similares.
- Dependan de un único proveedor o de residuos cuya disponibilidad no pueda garantizarse en el tiempo.
- No sean compatibles con la infraestructura existente o requieran cambios significativos en los sistemas de recepción, almacenamiento, pretratamiento, digestión o aprovechamiento energético del biogás.
- No presenten indicadores verificables que permitan demostrar el incremento en la producción de biogás, el aumento de la autosuficiencia energética, la reducción del consumo de energía eléctrica de la red y la viabilidad técnico-económica de la solución.
- Generen impactos negativos sobre la seguridad industrial, la operación, el control de olores, las emisiones atmosféricas o el cumplimiento de los permisos ambientales de la PTAR.

