



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROYECTO INDUSTRIAL

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE BIOLODOS DE PLANTAS DE CELULOSA



AUTORES:

Rodrigo Betervide

María Laura Castagnino

Constanza D'Andrada

Fernando de los Santos

Bianca Decarlini

José Ignacio García

TUTORES:

Raúl García

Beatriz Briano

22 de agosto de 2022

ÍNDICE

Capítulo I - Introducción	1
Capítulo II - Comercialización	6
Capítulo III - Tamaño y Localización	19
Capítulo IV - Ingeniería	26
Capítulo V - Análisis económico-financiero y Evaluación del proyecto	108

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto trata sobre la digestión anaerobia de los lodos resultantes del tratamiento de efluentes realizado por la planta productora de pulpa de celulosa Montes del Plata.

El mayor residuo producido por los procesos comúnmente empleados de tratamiento de efluentes resultan ser los lodos, los cuales se categorizan en lodos primarios y lodos secundarios. Los lodos primarios son la biomasa que resulta de la primera decantación de los efluentes, siendo su composición altamente dependiente de los procesos de los cuales provienen tales efluentes. En el caso de este proyecto se corresponden con una biomasa compuesta predominantemente por residuos madereros. Por otra parte los lodos secundarios son biomasa proveniente del fondo de las piscinas de tratamientos biológicos de efluentes (comúnmente el tratamiento de lodos activados), compuestos principalmente por los microorganismos que toman parte en tal tratamiento biológico.

En la actualidad la comunidad científica no se ha puesto de acuerdo en cuál es el mejor uso que se le podrían dar a estos lodos, generando problemas ambientales a nivel mundial, ya que muchas veces estos lodos no cuentan con otro destino que la disposición final en rellenos sanitarios o su incineración.

Tomando en cuenta la composición de los lodos en cuestión, este proyecto plantea el uso de los mismos como materia prima en procesos de digestión anaerobia, participando cada lodo en un proceso independiente, resultando en la producción de biogás y un digestato sólido (particular para cada digestión) al que se le suele llamar lodo estabilizado, cuya principal característica es contar con un volumen mucho menor que los lodos al inicio del proceso.

La planta estará ubicada en la zona franca de Punta Pereira, en el padrón N° 17.391 donde se ubica Montes del Plata.

De Montes del Plata se proveen 2.800 ton/mes de lodos primarios con una humedad del 90% y 4.000 ton/mes de lodos secundarios con una humedad del 83%. Cada lodo es tratado en una línea de producción independiente.

Los lodos primarios provistos pasan por un tanque de acondicionamiento y un intercambiador de calor con el objetivo de acondicionarlos para el proceso de digestión, el cual se da a continuación en el digestor de lodos primarios.

Los lodos secundarios pasan por un pretratamiento que consiste principalmente en una hidrólisis térmica con el objetivo de aumentar el potencial de metanización de los mismos. Luego ingresan a un tanque de acondicionamiento y pasan por un intercambiador de calor con el objetivo de prepararlos para el proceso de digestión que ocurrirá en el digestor de lodos secundarios.

El biogás generado en ambos digestores es acondicionado para su posterior quema. Previo al acondicionamiento, se cuenta con un gasómetro para almacenar biogás y una antorcha para su quema en caso que sea necesario. Para el acondicionamiento se da primero su ingreso al biofiltro con el objetivo de remover SO₂. Luego pasa por un secador para la remoción de agua. Finalmente, 155 kg/h del biogás (lo equivalente al 42% de la producción) se derivan para operar como combustible de la caldera y el restante es quemado en un motogenerador para la producción de energía eléctrica. Su uso en la caldera representa un costo de oportunidad de 163.000 USD/año. Luego, parte de la energía es consumida por la propia planta, y el excedente es inyectado en la red de UTE, estimando una inyección de 315 MWh/mes. Alrededor del 25% de la energía producida se destina al autoconsumo, con un costo de oportunidad de 37.000 USD/año.

Las fuentes de ingresos del proyecto constan en el pago otorgado por UTE debido a la energía inyectada mensualmente, contando con un precio fijo en un contrato de 10 años de 45 USD/MWh, y en el pago recibido desde Montes del Plata por el tratamiento de los lodos, con un precio de 5 USD por tonelada de lodo húmedo tratada.

Se requiere una inversión inicial de 5,25 MUSD. Tal como se verá en el Capítulo V - Análisis económico-financiero, la situación con costos y ventas actuales no es rentable. A su vez luego de realizar el análisis de sensibilidad en busca de escenarios viables se encontró que la reducción de costos no era una alternativa posible ya que incluso reduciendo la mano de obra a cero no se obtendría un VAN positivo. Por otro lado, un aumento del precio del tratamiento ofrecido a Montes del Plata tampoco muestra un escenario favorable ya que para alcanzar un VAN positivo es necesario aumentar 5 veces el precio del tratamiento cuando se realiza la inversión con capital propio o 4 veces en caso de utilizar el régimen de capital mixto. Cualquiera de estos factores es desmedido y no se ajusta a la realidad. Por estos motivos se concluye que el proyecto no es viable en ninguno de los escenarios evaluados. Este aspecto no lo hace atractivo desde el punto de vista del empresario ni instituciones financieras.

Sin embargo, debido al impacto ambiental del proyecto, el mismo resulta de interés nacional. El proyecto contribuye con la diversificación de la matriz energética, brindando a la población una mayor seguridad en la continuidad de suministro de energía eléctrica. Además, al ser un país que no cuenta con hidrocarburos, el proyecto colabora con su soberanía energética, haciéndolo menos dependiente de la importación de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica. A su vez, el proyecto contribuye con la reducción de las emisiones de dióxido de carbono. Asumiendo que la energía aportada por el proyecto sustituye a la quema de diesel, se reduce la generación de 1.010 ton CO₂/año, lo cual corresponde a un 0,1% a las emisiones totales del sector industrial del país.

Los beneficios no económicos del proyecto pueden motivar al estado a brindar beneficios fiscales o a realizar inversiones que permitan a proyectos de esta índole ser viables económicamente. Además, cabe destacar que un eventual surgimiento de regulaciones ambientales más estrictas, y/o un aumento en los costos de las alternativas de disposición de los lodos, podrían posicionar al proceso planteado en este proyecto como una mejor alternativa para el tratamiento de lodos.