



Planta de biogas en Lohe-Rickelshof, Alemania.  
Foto: Dirk Ingo Franke.



# Combo energético

**Cristián Romero Salazar patentó un sistema energético que comprende una planta de etanol, planta de biodiesel y planta de biogás en el que la integración permite aumentar la eficiencia en la producción de biocombustibles.**

# C

uando un problema es estructural, la búsqueda de soluciones puntuales sólo puede derivar en parches, meros remiendos que apenas logran cubrir una parte del problema, sólo por una parte del tiempo. Ante eso, los dos caminos que más efectividad suponen son pensar la cuestión de forma integral y creativa. Así lo comprendió Cristian Romero Salazar, un ingeniero agrónomo oriundo de Los Ángeles, en la octava Región, quien ideó una matriz energética orientada a bajar costos, aumentar la eficiencia, autogenerar servicios y materias primas para la producción de biocombustibles, con el objetivo de opti-



mizar procesos y mejorar la generación de biocombustibles.

El sistema energético integrado y biorefinería que Romero patentó tanto en Chile como en México es descrito en el Diario oficial como un pool industrial que *“comprende una planta de etanol, planta de biodiesel y planta de biogás con la generación de oxydiésel, pudiendo funcionar de manera coordi-*

*nada e interconectada para hacer funcionar dicho sistema”*.

En palabras del propio Romero, el sistema energético integrado y biorefinería se traduce en una simbiosis de tres plantas distintas que producen biocombustibles a partir de recursos renovables y que se nutren y potencian unas a otras: una produce alcohol etanol o bioetanol, otra biodiésel, otra oxydiésel, y la otra entrega la energía eléctrica necesaria para que todo el sistema funcione.

Lo que hace eficiente al sistema es que muchos de los productos son generados dentro del mismo sistema, lo que implica un menor gasto directo del costo de cada litro. Este diseño industrial permite un funcionamiento de tres engranajes productivos, los cuales funcionan en forma simultánea, interconectada y coordinada, para obtener un mayor

## LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS PLANTAS

El sistema energético integrado y biorefinería, fue concebido para ofrecer una alternativa real de eficiencia energética. El complejo industrial está diseñado para autoabastecer el suministro eléctrico necesario para las plantas vecinas -etanol y biodiesel- y suministrar la energía necesaria para los procesos de formulación de alimentos concentrados, formular oxydiesel, purificar la glicerina y el accionar de todos los motores e implementos necesarios para el funcionamiento integral del sistema.

El diseño y el tamaño de la planta de biogás deberán ser calculados para poder generar la suficiente energía eléctrica para suplir las necesidades del sistema. La entrega de esta energía a las distintas plantas sería conducida por una red de postes, cables, transformadores y tableros eléctricos respectivos, que permitieran trasladar la energía del lugar de generación a los sitios en donde se requiera.

También existe la posibilidad de modificar este escenario en caso de que las necesidades de las plantas productoras de biocarburantes sean bajas ó ante una mayor rentabilidad -por presencia de subsidios, por ejemplo- en la generación de energía eléctrica en base energías renovables no convencionales -ERNCC-, cuya corriente podría ser inyectada al sistema interconectado central en su totalidad o sólo un excedente.

La planta de etanol ofrece un suministro constante de calor que es producido en la planta de biogás, para ser conducido y reutilizado en el secado de las materias primas necesarias. Este proceso se realizaría mediante cañerías apropiadas que condujerana las bodegas y silos, donde se reciben los granos, para disminuir el nivel de humedad. En una primera instancia, estas cañerías deberían ir a los lugares en donde está la recepción del maíz.

La planta de etanol genera un subproducto que se reutiliza en los digestores de la planta de biogás, la vinaza -agua con restos de maíz-, la cual se almacena en depósitos y es vertida en forma mecánica en los digestores, para mezclarla con otros suministros orgánicos que se adicionan allí. El traslado de este material no amerita mayor complejidad, sólo es necesario un equipo de carga disponible para este fin.

Si de destinara la torta de maíz y de raps a la formulación alimento concentrado, estos serían de una altísima calidad nutricional. Solo en este caso se habilitaría algún mecanismo de transporte más rápido y eficiente, dados los mayores volúmenes a conducir. Los mecanismos de conducción podrán ser mediante correas transportadoras, roscos sinfín o simplemente tubería adaptada para ese propósito.

Existe un subproducto resultante del proceso de destilación del maíz, el dióxido de carbono, que puede ser conducido desde la planta de etanol hasta la planta de biogás -28 kilos de dióxido de carbono por 100 kilos de maíz procesados-. El objetivo es aumentar el rendimiento de biogás, que está formado por metano y dióxido de carbono. Para esto se utilizarían tuberías de alta resistencia para evitar emanaciones de gas. Existe además la posibilidad de utilización del dióxido de carbono para la formulación de bebidas de máquina, las cuales requieren de un suministro anexo de este gas.

Por consultas, pueden comunicarse con Cristian Romero Salazar al 77909830 o escribirle a Cristian.romero.salazar@hotmail.com



aprovechamiento de los insumos y una mejor eficiencia. Así, lo que distingue esta invención es la conexión industrial de dos o tres plataformas energéticas, lo que según Romero lo convierte en el diseño más conveniente. “Cada uno de estos eslabones productivos tiene un procedimiento diferenciado, ya que las materias primas necesarias para su funcionamiento son diferentes. La finalidad del sistema energético es potenciar a cada sub-plataforma vecina entregando productos y servicios necesarios para mejorar el proceso productivo”.

Romero también patentó las diferentes combinaciones de las plantas: etanol-biodiésel, con la generación de oxydiésel y sin ella; etanol-biogás; biogás-biodiesel. Romero explica que de forma aisladas las plantas no tiene relevancia “porque los costos se disparan si no se utilizan los subproductos, esa es la diferencia. Por ejemplo, Brasil produce etanol, pero este tipo de integración no

se ha hecho aún, y estoy seguro que mi sistema puede obtener una reducción mayor de los costos de lo que obtienen los brasileños por las materias primas, porque ellos básicamente sacan de la caña de azúcar y tienen el fluido, pero no ocupan el etanol para producir el biodiesel, tienen plantas aisladas y no han realizado integraciones industriales. Y lo mismo pasa en Estados Unidos”.

## DE INVERSIONES Y RESULTADOS

Según explica este ingeniero de Los Angeles, la planta integrada podría abarcar desde una hasta diez hectáreas, y producir del orden de cien millones de litros de etanol al año, la misma cantidad de biodiesel, y entre cinco y cincuenta millones de litros de oxydiesel, además de una generación anexa de cinco a diez MW de energía eléctrica por hora.

Sin embargo, Romero plantea que en una primera etapa podría partirse

“La finalidad del sistema energético es potenciar a cada sub-plataforma vecina entregando productos y servicios necesarios para mejorar el proceso productivo”

Cristian Romero Salazar.



con una planta de treinta millones de litros de etanol y cincuenta millones de litros de biodiesel, lo que podría estar totalmente operativo en dos años, con una inversión de entre cincuenta a cien millones de dólares. En el caso de una planta más grande, la inversión requerida podría llegar a los cuatrocientos millones de dólares. Como contrapartida, los costos finales serían más convenientes que los precios actuales del diesel ciudad y la gasolina, puntualiza. En términos de precios, Romero res-

cata que lo más importante es la reducción que existe en el valor por litro de cada biocarburante. *“El precio de un quintal de maíz con fines alimenticios no es el mismo que un quintal de maíz para producir biocombustibles. Varía por lo menos en un 16 por ciento, porque es mucho el beneficio, con la materia prima que se entrega a la planta no se hace una sola cosa sino varias y eso, al agricultor, podría darle la tranquilidad de que si va a estar a 140 pesos el kilo de maíz seco, con 14,5 grados de*

*humedad, lo pueda vender perfectamente a 155 o más, porque el beneficio va a ser máximo”,* explica.

Para un emprendimiento de este tipo en nuestro país se necesitan varias miles de hectáreas, para brindar abastecimiento constante en periodos de cosecha y generar biocarburantes todo el año.

## LAS MATERIAS PRIMAS

Entre las materias primas a utilizar para la producción de los biocombus-



tibles, Romero señala que para hacer etanol usarían maíz, si bien no cierra los ojos a la posibilidad de incorporar otros productos, como los lignocelulósicos, las levaduras, todo tipo de granos, la remolacha, el topinambur, y el nabo; en definitiva, todo lo que contenga almidón y

pueda fermentar. Para la producción de biodiesel, en tanto, se contempla el uso de oleaginosas, como soya, maravilla y raps. En el caso del biogás, todo lo que va quedando, como la vinaza, la glicerina, la torta de raps y la de maíz. *“Eventualmente puedo integrar un pequeño plantel gana-*

*dero que me pueda dar la viscosidad para mejorar la fermentación de estiércol de vacuno”,* agrega Romero.

Conciente de la controversia por la utilización del maíz para la generación de etanol, Romero señala *“yo no genero etanol sólo después de la destilación del grano, produzco etanol y cogenero biodiésel y oxydiésel con el mismo alcohol generado de la destilación del maíz. Así que no es lo mismo, de una solo materia prima, cogenero tres biocarburantes distintos”.*

Otra de las ventajas es la capacidad de la biorefinería de generar su propia energía eléctrica y, a su vez, inyectar el excedente al sistema interconectado central. Por último, el sistema ofrece la versatilidad de modificar los escenarios internos de producción. Por ejemplo, si es necesario producir más biodiésel y oxydiésel, todo el alcohol será dirigido en esa dirección.

La visión de este ingeniero es que un sistema como este podría beneficiar en gran medida a nuestra agricultura nacional, que necesita comercializar sus materias primas en mercados estables y poderes compradores seguros. ☺