



Anexo 12 Fichas de Perfil de Proyectos Innovativos.

1. Mejora de la flota de camiones de recolección en base a tecnología híbrida, diesel-motor eléctrico.

Objetivo

Introducir vehículos de recolección domiciliaria que permitan reducir significativamente el consumo de combustibles generando ahorros no sólo en su explotación, sino que también en la rentabilidad de la inversión.

Descripción de la tecnología del vehículo híbrido

Cuando se habla de un camión híbrido se trata de un vehículo que utiliza como fuente de potencia un motor eléctrico y un motor diesel, equipos que pueden actuar de manera conjunta o por separado.

Dependiendo del ciclo de conducción, el camión híbrido puede reducir tanto el consumo de combustible como la emisión de dióxido de carbono entre un 15% y 20%. Además, en casos de stop and go el ahorro puede llegar hasta un 35%.

La tecnología HÍBRIDA cumple su propósito principal -el ahorro de combustible-, cuando el ciclo de paradas es alto, habiendo sido diseñado para recuperar energía durante el frenado, en vez de disiparla en el sistema de frenos tradicionales, generando electricidad que se acumula.

No requiere de fuentes externas para recargar las baterías ya que éstas son recargadas por el propulsor de combustión y la energía obtenida de las frenadas y desaceleraciones.

El hecho de actuar mediante un motor eléctrico, tiene la ventaja adicional de que este tipo de alimentación prácticamente reduce el nivel de ruido a un mínimo.



Principales características técnicas de un ejemplo concreto:

- Motor diesel de 7 l, el que produce:
 - 340 CV y un par de 1300 Nm. en operaciones de recolector.
 - 300 CV y un par de 1160 Nm en otras operaciones, como de distribución.
- El motor diesel opera en paralelo con un motor eléctrico que alcanza los 120 kW; potencia que se obtiene de baterías de litio.
- Capacidad máxima de carga: 26 t

Ventajas y desventajas de su incorporación

Principales ventajas

- Economía de combustible:

Sobre la base de 70.000 Km rodado/año la economía anual de combustible es la siguiente:

Camión B7R (diesel)	: 34,552 t/año
Camión híbrido	: 22,267 l/año
Ahorro de combustible	: 12.285 l/año (35 %)

- Reducción de emisiones:

	CO ₂ (kg)	NOx (kg)	PM (kg)
Camión B7R (diesel) ¹	90.870	637	12.6
Camión híbrido ²	58.569	164	1.4
Diferencia	32.310	473	11.2
<i>Diferencia %</i>	35 %	74 %	89 %

- Ausencia de ruido durante partidas y cuando se detiene.

¹ Camión Volvo Desel B7R

² Camión híbrido Vlvvo

En la operación de Stop and Go, bajo la modalidad híbrida, el bus parte en forma eléctrica, por lo que se reduce la contaminación acústica a niveles cercanos a cero.

- Solución económicamente ventajosa:
Ahorro en dinero por bus/año (comb.): \$ 4.200.000

Ahorro en dinero durante la vida útil (8 años): \$33.600.000
- Motor diesel compatible con B30 (30% biodiesel)

Dentro de las desventajas se presentan las siguientes:

- La inversión inicial es más elevada que la compra de un camión tradicional: Un camión equivalente de uso común, por ejemplo un Volvo VM tiene un valor aproximado a US\$ 85.000, versus los US\$ 123.500 que tiene un camión híbrido (45.3% más alto).
- No existen registros históricos del nivel de confiabilidad del híbrido, de aquí que los costos de mantención y operación tienen una incerteza alta.
- No se tiene información histórica de la duración de las baterías y su costo que sea posible de validar. Sólo se sabe que éstas tienen una duración estimada de 2 años dependiendo de la operación.
- No se tiene información sobre el rendimiento de neumáticos.



*Análisis de
costo/beneficio*

- Análisis de costo/beneficio:

El análisis de costo/beneficio está efectuado considerando como línea base un camión diesel convencional Volvo VM:

	Diesel Volvo VM	Camión Hibrido	Diferencia
Valor unitario (US\$)	85.000	123.500	38.500
km/año	60.000	60.000	
Rendimiento km/l	2.4	3.69	1.29
l combustible/año	25.000	16.250	8.750
Ahorro/año (\$)			4.200.000
Ahorro/año (US\$)			8.974

- Período de recuperación de capital (Pay Back)

Diesel Volvo VM : 4.3 años

Hibrido Volvo : 5.5 años

- Valor Actual Neto (VAN)

Diesel Volvo VM : US\$ 28.684

Hibrido Volvo : US\$ 7.448

- Costo Anual Neto (CAE)

Diesel Volvo VM : US\$ 4.889

Hibrido Volvo : US\$ 1.272

*Factibilidad de
implementación*

Volvo, es uno de los fabricantes de camiones híbridos y ha anunciado que, a partir de junio de 2011, se empezarán a producir los primeros camiones híbridos pesados en una *serie limitada*.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

Plan de Manejo Integral de Residuos
Sólidos Región de Valparaíso



Experiencia en el país

La tecnología de vehículos híbridos aún no está difundida en el país.

Proposiciones

La incorporación de este tipo de camiones recolectores pasa por reconocer con exactitud el nivel de eficiencia energética de las flotas de camiones de las distintas comunas de la región. Y es justamente en base al programa de implementación de este tipo de flotas cuando es posible planificar la incorporación de camiones híbridos.

El desconocimiento actual y local de los costos de operación y mantención es la principal dificultad para poder evaluar con exactitud el reemplazo de la actual flota.

Ahora bien, la introducción temprana de algunas unidades de prueba puede otorgar un nivel de conocimiento adecuado, que permita reconocer esta alternativa tecnológica en su justa medida.



2. Planta piloto: Biodigestor anaeróbico para la generación de electricidad.

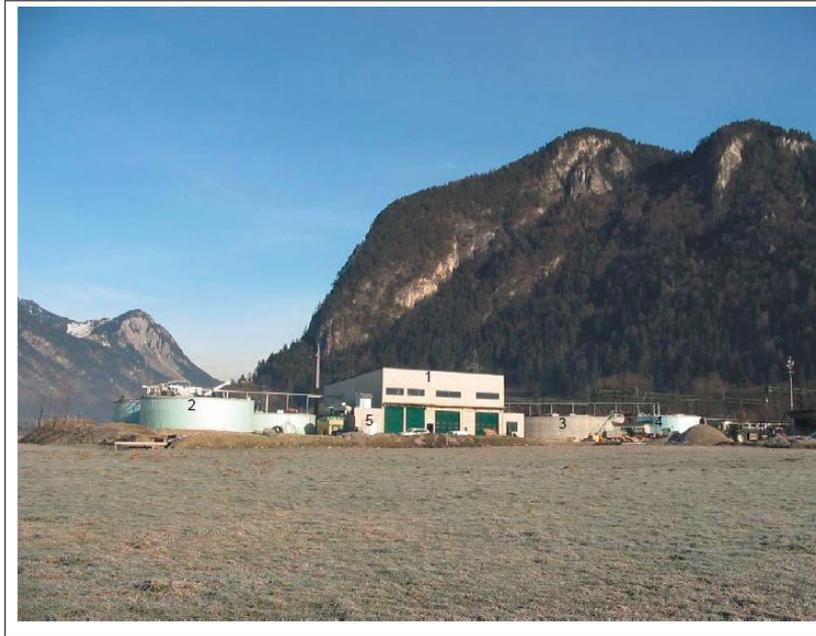


Ilustración 2-1 Vista de una planta similar a la propuesta.

Fuente: FITEC, Alemania.

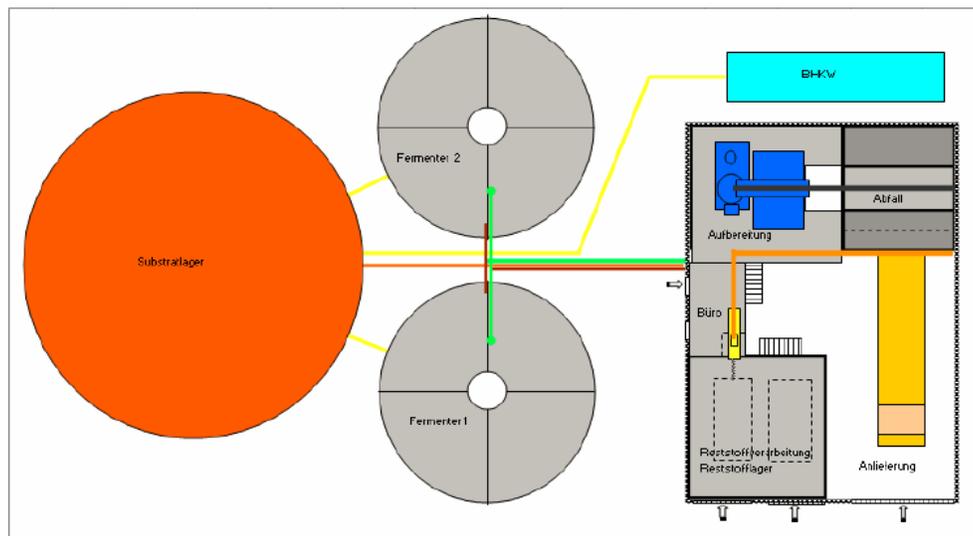
Objetivo

Valorización de sustancias orgánicas de rápida degradación provenientes de RSD mediante biodigestión anaeróbica y generación de electricidad con motor de combustión interna.

Descripción detallada de la tecnología a utilizar

Las sustancias orgánicas deben ser pre tratadas antes de la digestión, esto quiere decir remover metales, madera, entre otros materiales sólidos a los que no se les puede realizar digestión.

El biogás tiene un contenido de metano de un 55 a 63% dependiendo de su material residual. Este es usado como bencina en motores de gas, en los que se produce electricidad y calor.



Picture 4.1: Example of a plant with 6.000t/a capacity.

Ilustración 2-2 Ejemplo de distribución de equipos para 6.000 t / año

Fuente: FITEC, Alemania.

*Ventajas y
desventajas de su
incorporación*

Las ventajas consisten en:

- Generar aprendizaje regional de la tecnología y su aplicabilidad, posible escalamiento y replicabilidad a nivel nacional.
- La obtención de datos duros, certificados y repetibles de los rendimientos de los procesos, económicos, ambientales y de sostenibilidad asociados.
- Un menor costo de transporte de los residuos sólidos a las estaciones transferencia y/o rellenos sanitarios. Se transporta sólo el 10% de lo tratado, como máximo.
- Una reducción de las cantidades de RSD depositados en el relleno sanitario.
- Una disminución de los líquidos percolados, con ahorro en la impermeabilización y el tratamiento de los líquidos percolados, en los rellenos sanitarios.

- Una disminución de los gases en el relleno sanitario, con el consiguiente ahorro de reducir las inversiones el sistema de control de las emisiones.
- Generación de ingresos provenientes de la planta:
 - Venta de electricidad y calor, por ejemplo en forma de agua caliente como fluido caloportador.
 - Eventual venta de abonos líquidos y/o sólidos.
 - Potencial venta de bonos de carbono.

Las principales desventajas consiste en lo siguiente:

- El proceso es sensible a variaciones de temperaturas, de eventuales niveles de toxicidades en los suministros, requiriéndose para su buena marcha, del manejo de controles e instrumentación. Esto es de importancia en las primeras fases de la curva de aprendizaje.
- En caso de no disponer de un mercado para la compraventa de energía, hay que diseñar en la ingeniería básica un sistema, que asegure tanto la venta de energía eléctrica como la térmica a medida que se produzca. Resulta altamente conveniente, si la planta va acoplada a un proceso productivo que requiera de calor y un uso razonable de electricidad.
- La inversión en una planta como la mencionada, equipos mecánicos de molienda, controles e instrumentación, es alta en comparación con los tratamientos aeróbicos clásicos. Debido a esto adquiere especial importancia el dimensionamiento de la instalación en cuanto a su capacidad de procesamiento, siendo la economía de escala una variable relevante a considerar.

Análisis económico

Datos operacionales

Residuos procesados : 6.000 t/a

Generación eléctrica : 210 kw

Generación térmica : 250 kw

Datos financieros

Inversión inicial : € 1.800.000 (\$ 1.300.000.000)

Tasa de interés año : 7,5%
Vida útil : 20 años
Ingresos anuales : € 75.000/a (80% rendimiento)
: € 200.000/a (100% rendimiento)

Periodo de recuperación de capital

Al 80% rendimiento: sobre 20 años

Al 100% rendimiento: app 10 años

Valor neto actual (VNA) : E° 222.000
Costo anual equivalente (CAE) : E° 32.42 (\$ 23.345)

*Análisis costo/
beneficio*

El biodigestor es una planta de proceso simple, a pesar de esto su costo de proceso resulta ser significativo. Se informa de costos anuales equivalentes (CAE) \$ 23.345 por tonelada de residuos tratados (considerando una escala de 6.000 ton /año).

Los beneficios se pueden cuantificar una vez definido la capacidad de planta y la cantidad de kilowatt equivalente de energía eléctrica y mecánica.

Experiencia del país

Los biodigestores anaeróbicos se utilizan con éxito en países europeos. En Chile existen escasas experiencias, al margen de plantas pilotos de pequeña escala.

A nivel local existe una empresa nacional que ha desarrollado un equipo gasificador de biomasa, en donde la materia orgánica que se encuentra en un silo de acopio, entra por un elevador de tornillo al gasificador. Cuenta con una parrilla por la cual se dosifica el aire de combustión y en la zona inferior, se ubica una compuerta manual de extracción de cenizas. Incluye un dosificador para la inyección de agua que promueve la formación de gas de síntesis (syngas). Las

características de este “syngas” dependen del tipo de materia prima, sin embargo alcanza un poder calorífico estimado aproximado entre 3,5 y 5 Kwh/m³.

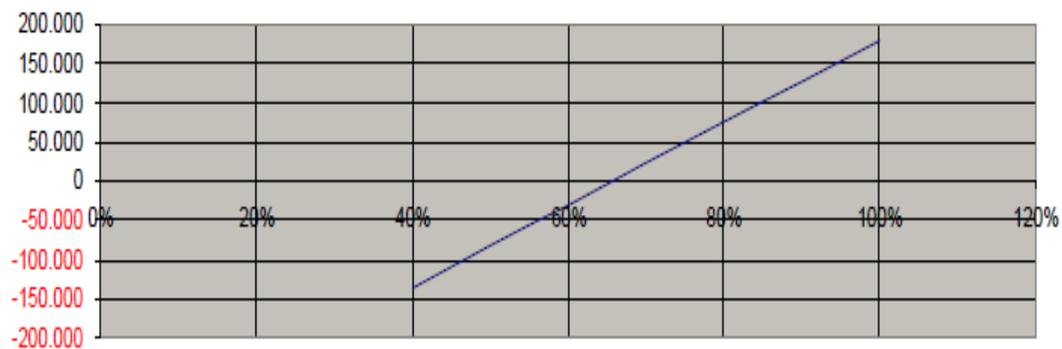


Ilustración 2-3 Ganancia anual en euros en función de la carga, en Alemania

Fuente: FITEC, Alemania.



3. Aprovechamiento Energético de Material Lignocelulósico.

Objetivo Minimizar y valorizar los residuos orgánicos, en vez de disponer de ellos, y por ende desecharlos, en un relleno sanitario o vertedero.

Descripción de la tecnología. Las briqueta o bloque sólido combustible es un producto capaz de reemplazar a la leña; siendo utilizado para calefacción, para cocinar y en aplicaciones industriales. La Briqueta más ampliamente utilizada, también conocida como Leñeta, es producida en base a aserrín o astillas, sin utilizar ningún tipo de aglomerante, ya que el agua y la propia lignina de la madera funcionan como pegamento natural. Pueden tener forma cilíndrica o de bloque, similar a un ladrillo (Figura 3.1).

Cabe mencionar que para la obtención de briquetas de buena calidad se requiere contar con astillas cuya humedad no supere el 12%, por lo cual, se deberá evaluar la conveniencia de contar con un equipo de secado en la planta de briqueteado

El material lignocelulósico está conformado sobre todo por tres polímeros: celulosa, hemicelulosa y lignina, cuya interrelación es compleja y tiene variaciones de acuerdo con el recurso lignocelulósico de que se trate.

Ventajas y desventajas de su incorporación Ventaja:

- Según cálculos teóricos, una tonelada seca de restos lignocelulósicos generaría 72 galones de etanol, lo que representa un monto importante si se compara con los 114 galones obtenidos a partir de una tonelada seca de grano de maíz, con la salvedad de que éste es un recurso de relevancia alimenticia.
- La celulosa y la lignina son componentes importantes porque de

ellos pueden obtenerse productos diversos. De la primera es posible adquirir azúcares que servirían en la generación de biocombustibles, entre ellos el etanol; de la segunda, sustancias para las industrias Farmacéutica y de compuestos aromáticos.

Desventaja:

- No resulta fácil llevar a cabo la degradación y la separación de estos productos. Una de las técnicas para separar lignina de la celulosa es la utilización de enzimas que hagan la degradación y logren dicha desvinculación, o de catalizadores sobre los residuos para efectuar la hidrólisis y la fermentación de la celulosa.

*Análisis de
costo/beneficio*

Para estimar los costos de producción de briquetas se consideró la utilización de una briquetadora marca RUF, modelo 1500.

Ítem	Valor
Costos	
Costo de Inversión (\$)	181.456.454
Costos de Operación ³ (\$/año)	42.240.000
Costos de Mantenimiento; Error! Marcador no definido. (\$/año)	9.072.827
Beneficios por venta de las briquetas⁴ (\$/ton)	109.000
Beneficio Neto⁵ (\$/ton)	42.141

³ Costos estimados para insumos, servicios y remuneraciones del personal, ver más detalles en Anexo. Este valor no incluye costos de distribución de las briquetas, los cuales deberán ser analizados para cada caso particular.

⁴ Valor de entre \$1.090 y \$1.690 por saco de 10 kg de briquetas, en Homecenter Sodimac (disponible en: http://www.australosorno.cl/prontus4_notas/site/artic/20070503/pags/20070503000423.html) e Easy (disponible en: http://www.easy.cl/easy/ProductDisplay?mundo=1&id_prod=15038&id_cat=0&tpCa=4&caN0=3720&caN1=4469&caN2=5032&caN3=5229); respectivamente

⁵ Beneficio neto por tonelada de chips briquetados, calculado en base al valor presente de costos y beneficios generados en la operación de una planta de gasificación durante 20 años a una tasa de procesamiento de 3600 toneladas de chips por año (Ver Anexo 4-B).

El análisis económico indica que el briquetado de residuos lignocelulósicos permite obtener un beneficio neto de \$42.141, de este modo, el valor de venta del producto permite cubrir los costos de operación y mantención, amortizar la inversión y obtener un excedente importante. Además de este beneficio, el briquetado de residuos lignocelulósicos permitiría además un ahorro por tonelada en disposición final.

Experiencia en el país

En Chile se encuentran una gran variedad de estudios sobre la obtención de combustible a partir de granos, como maíz y raps, árboles, microalgas.



Ilustración 3-1 Fotografías de Briquetas.