



Manual para la Evaluación de Inversiones en Eficiencia Energética en el Sector Agroindustrial

Dirigido a
Instituciones Financieras

CAF BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA



Glosario



Tabla de conversiones



1. Presentación



2. Aplicabilidad del manual



3. Descripción del sector



4. Caracterización energética del proceso



5. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial



6. Análisis de riesgos técnicos, ambientales y sociales



7. Criterios de elegibilidad



8. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto



9. Caso de estudio



10. Referencias



Glosario

AFOLU: por sus siglas en inglés corresponde a Agriculture, Forestry and Other Land Use (Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo), nombre que lleva la categoría dada para todo este sector en la segunda guía elaborada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) en el año 2006, para calcular las emisiones y capturas de GEI del sector con el fin de desarrollar los inventarios nacionales de GEI.

Biogás: gas producido en los procesos de descomposición de materia orgánica.

Boiler horse power (BHP): un caballo de vapor es una unidad de medida de potencia de calderas que equivale a 33.471 BTU/h.

Biomasa: energía procedente del aprovechamiento de la materia orgánica generada en algún proceso biológico, el aprovechamiento de la energía de la biomasa se puede hacer por ejemplo por combustión.

BTU: Unidad Térmica Británica. Unidad para medir el calor, un BTU es la energía requerida para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

Capa de ozono: capa de la atmósfera que permite preservar la vida sobre la tierra y actúa como escudo para proteger la tierra de la radiación ultravioleta proveniente del sol.

Cogeneración de energía: producción de energía eléctrica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales y comerciales a partir de una misma fuente de energía.

Combustibles alternativos: combustibles utilizados para sustituir a los combustibles fósiles o derivados del petróleo, en la mayoría de los casos su uso presenta beneficios ambientales.

Dióxido de carbono (CO₂): es el principal gas de efecto invernadero emitido principalmente a través del uso del transporte y la industria, la producción de energía eléctrica, la agricultura y la deforestación.



Eficiencia energética: es la forma de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso más eficiente puede producir más bienes o servicios con la misma o menor cantidad de energía. Por ejemplo, una bombilla fluorescente compacta (CFL) utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz.

Gases de efecto invernadero (GEI): los gases de efecto invernadero son la principal causa del calentamiento global. La mayoría de estas sustancias como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (NO_x), entre otros, son liberados a la atmósfera por la actividad humana.

GJ: GigaJulio es un múltiplo (Giga prefijo del sistema internacional equivalente a $\times 10^9$) de la unidad de medida métrica Julios utilizada para medir energía, trabajo y calor.

HACCP: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

Inocuidad: conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud.

Inversiones en producción más limpia: inversiones que pueden demostrar un beneficio ambiental para disminuir la contaminación del aire, el suelo y/o el agua.

kW: es una unidad de medida de la potencia (1kW es equivalente a 1.000 W) de los aparatos eléctricos.

kWh: equivalente a mil vatios-hora, es una unidad utilizada para medir la energía eléctrica consumida o utilizada en determinado tiempo.

Liofilización: método de conservación de productos que consiste en deshidratar mediante congelación rápida.

Línea de base: situación energética y ambiental actual sin ninguna mejora implementada.



Líneas de financiamiento “verde”: líneas de financiamiento que buscan el desarrollo de proyectos que promuevan la protección y conservación del medio ambiente; como proyectos de eficiencia energética, energía renovable y/o producción más limpia. Dichos proyectos deben contar con la revisión y verificación de los beneficios ambientales que se obtienen después de la inversión.

Madera certificada: es una garantía del manejo responsable de la madera como materia prima, la cual asegura que la cadena de producción tiene impactos ambientales controlados.

MWe: es una unidad de medida de la potencia eléctrica en los sistemas de cogeneración.

Periodo de retorno simple: es la cantidad de tiempo que demora una inversión en pagarse basado en el flujo de caja del proyecto. Por ejemplo, el período de retorno simple de una inversión de 300 USD con ahorros anuales de 100 USD tiene un periodo de retorno simple de 3 años.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): se creó en 1988 con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

R-22: es un gas incoloro utilizado para los equipos de refrigeración antiguos, era el gas refrigerante más utilizado en la aplicación del aire acondicionado, tanto para instalaciones de tipo industrial como domésticas. Actualmente está prohibida su distribución por ser un gas que agota la capa de ozono.

Valor exante: valor de una variable medida antes de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

Valor expost: valor de una variable medida después de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.



Tabla de conversiones

En la tabla 1 se presentan las unidades utilizadas en este manual, las cuales sirven como referencia para las diferentes conversiones de unidades que se encuentran a lo largo del documento.

Tabla 1. Tabla de conversión de unidades.

Potencia	kilowatt (kW)	HP	BTU/h
kilowatt (kW)	1	1.341	3.412,14
HP	0,754	1	2.544.43
BTU/h	0,00293	0,0003928	1

Energía	Kilowatt-hora (kWh)	Jules	GigaJules	PetaJules	BTU
kilowatt-hora (kWh)	1	3.600.000	0,0036	3,6 e-9	3.412,14
Jules	0,000000278	1	1e-9	1e-15	0,0009478
GigaJules	277,7	1e+9	1	1e-6	947817
PetaJules	2,77 e+8	1e+15	1e+6	1	9,47e+11



1. Presentación

CAF -Banco de desarrollo de América Latina- tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible y la integración regional, mediante el financiamiento de proyectos de los sectores público y privado, la provisión de cooperación técnica y otros servicios especializados. Constituido en 1970 y conformado en la actualidad por 19 países 17 de América Latina y el Caribe, junto a España y Portugal y 13 bancos privados, es una de las principales fuentes de financiamiento multilateral y un importante generador de conocimiento para la región.

CAF adelanta el desarrollo del Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's), cuyo objetivo principal es fomentar una mayor inversión de empresas Latinoamericanas en NV y EE-D, para lo cual CAF pone a disposición (I) financiamiento a través de las líneas de crédito que CAF mantiene con Instituciones Financieras (IF's), (II) asistencia técnica, y (III) fortalecimiento de mercados en negocios verdes y de eficiencia energética.

Este manual tiene como objetivo fortalecer los programas ambientales y sociales de las IF's y mejorar sus capacidades para identificar, evaluar y financiar proyectos de EE, asimismo, gestionar los riesgos ambientales y sociales asociados con los proyectos que financian.

Incluye aspectos técnicos, ambientales y de inversión, criterios de elegibilidad de proyectos para ser financiados por las IF's y los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los beneficios ambientales generados por las inversiones realizadas.

Este manual es parte de un conjunto de documentos que comprenden los sectores y tecnologías con mayor potencial para llevar a cabo inversiones en eficiencia energética. En la tabla 2 se presenta el conjunto de documentos elaborados para el Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's).

Tabla 2. Manuales por sector y guías por tipo de proyecto

Manuales Por Sector											
Guías Por Tipo De Proyecto	Alimentos y bebidas	Textiles	Cemento	Pulpa y papel	Siderurgia y metal mecánica	Agroindustria	Hoteles y hospitales	Alumbrado público	Grandes superficies	Transporte	
	Motores de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓	✓					
	Cogeneración de energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	Sustitución de combustibles	✓	✓	✓	✓		✓			✓	
	Iluminación de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
	Calderas y sistemas de vapor	✓	✓		✓		✓				
	Aire acondicionado						✓		✓		
	Refrigeración	✓							✓		
	Calentamiento de agua con energía solar						✓				
	Hornos			✓		✓					
	Aire comprimido	✓	✓	✓	✓	✓					
	Energía solar fotovoltaica						✓	✓	✓		
Automatización de procesos						✓	✓	✓			

Así por ejemplo, se elaboró la guía para el desarrollo de proyectos de motores de alta eficiencia, que es aplicable a sectores como cemento, textiles, alimentos y bebidas y agroindustria.



2. Aplicabilidad del manual

Este manual de eficiencia energética para el sector agroindustrial para IF's, presenta información relevante relacionada con las oportunidades de eficiencia energética y reducción de emisiones de GEI para el sector, el cual se refiere a todas las industrias de transformación de materias primas derivadas del sector agropecuario. La agroindustria comprende la transformación de productos originados por la agricultura, silvicultura o la pesca. Una gran parte de la producción agrícola se somete a un cierto grado de transformación entre la cosecha y el uso final. La industria que transforma materia prima proveniente de actividades forestales, agrícolas o de la pesca en productos finales comprende un grupo muy variado. Se pueden encontrar operaciones sencillas (por ejemplo, el tratamiento de alimentos secados al sol para el consumo humano) y operaciones más complejas, en las cuales el nivel de transformación es más significativo (por ejemplo, la producción de papel con fibras naturales).





El alcance de este manual comprende la identificación de las oportunidades de inversión en eficiencia energética que se pueden presentar en el sector agroindustrial, específicamente en el proceso de producción y transformación que es la parte más intensiva en el uso de energía en la cadena productiva. Las actividades asociadas a la agroindustria como por ejemplo el cultivo de materias primas o la logística no están incluidas en el manual.

De esta manera, este documento explica los proyectos con mayor potencial mostrando los diferentes niveles de inversión, posibles periodos de retorno de inversión y los ahorros estimados frente a los diferentes cambios tecnológicos.

Las oportunidades de eficiencia energética financiables a través de líneas verdes son las más comunes para este sector, teniendo en cuenta el estado de la tecnología actual y las mejores prácticas del mercado. No significa que sean los únicos proyectos financiables en el sector, pero sí los más comunes que requieren de financiación.

Dentro de la actividad agroindustrial existen subsectores que no son atendidos por la banca comercial. La producción de tabaco, licores y sus derivados se encuentra en la lista de exclusión de múltiples instituciones financieras internacionales y multilaterales, por tanto, están fuera del alcance de este manual.



3. Descripción del sector agroindustrial

La agroindustria es entendida como las actividades relacionadas con la transformación, preservación y preparación de la producción agraria para consumo intermedio o consumo final. Este manual se enfoca en las actividades agroindustriales con mayor relevancia en Latinoamérica como la industria de la producción del azúcar, el procesamiento de aceite de palma, la producción de arroz y la producción de café.

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), las actividades relacionadas con la agricultura son responsables de entre el 10 y 12% de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel mundial.¹ Debido al crecimiento de la población mundial, la necesidad de una dieta cada vez más diversa y con un contenido calórico más alto, se espera que esta cifra siga aumentando. De

acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, las actividades Agrícola, Forestal y Otros Usos del Suelo (AFOLU por sus siglas en inglés) son responsables del 58% de las emisiones de GEI en el país.²

Dada la intensidad energética del sector y el potencial de mitigación de emisiones de GEI (CO₂ y CH₄) se espera un crecimiento importante en inversiones que permitan reducir los impactos ambientales, la dependencia de combustibles fósiles en los procesos productivos, y el aprovechamiento de biomásas residuales para la generación de energía eléctrica.

¹ <http://www.columbia.edu/~km2683/pdfs/Lin%20et%20al.%202011.pdf>

² El ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21. Minambiente, Fundación Natura y WWF.



De acuerdo con los datos de las Naciones Unidas para el 2015, Latinoamérica tenía una balanza comercial positiva en agroindustria con cerca de 58 billones de dólares, mostrando su posición global como exportador neto de productos agroindustriales correspondiente al 34% de las exportaciones mundiales. Se destaca además que los mayores exportadores netos de la región son Brasil, Argentina y Colombia. Así mismo, los mayores importadores netos son México, Venezuela y Chile. La región es exportadora neta en los subsectores de aceites (incluye semillas), hortalizas, frutas y plantas, café, azúcar, cacao y carnes; mientras en cereales y lácteos es importadora neta.

Los principales productos agroindustriales del total de las exportaciones de la región son los aceites procesados (41%), café (29%), azúcar (25%) y arroz (2,8%). En la figura 1 se puede observar el volumen de las exportaciones netas para productos agroindustriales en la región, los principales destinos de importación de estos productos son China, USA y Alemania.

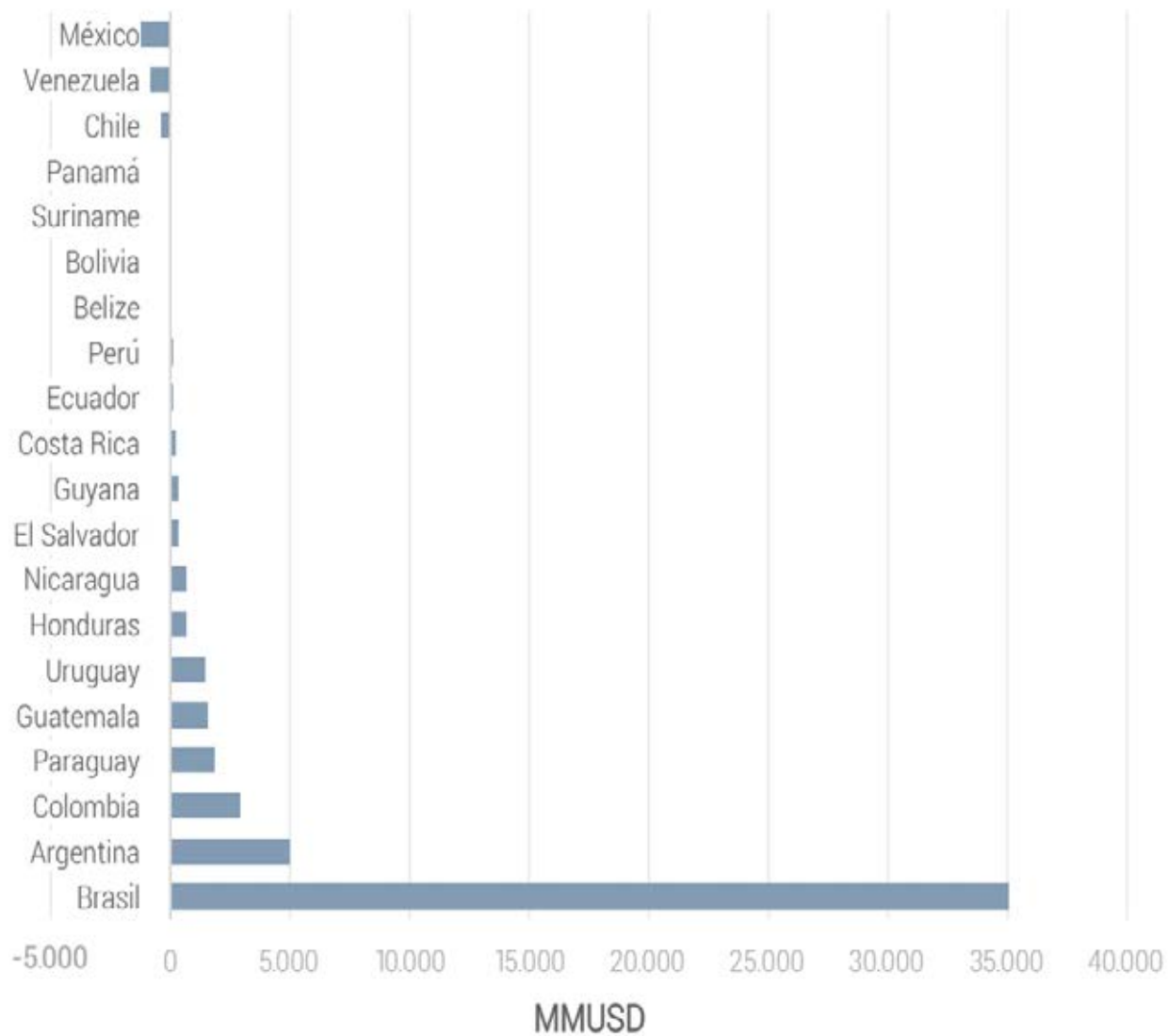
Los flujos de exportación de los diferentes productos agroindustriales se caracterizan por las exportaciones de Brasil en aceites refinados, azúcares y café hacia Asia, Norteamérica y Europa. Así mismo, Argentina exporta principalmente aceites para Europa y Asia, y Colombia exporta café para Norteamérica y Europa.



Latinoamérica es un exportador neto de **productos agroindustriales**:

- ▶ En 2015 exportó 58 billones de dólares, equivalente al 34% de las exportaciones mundiales.
- ▶ La región es exportadora neta de aceites, hortalizas, frutas y plantas, café, cacao y carnes.
- ▶ Es importadora de cereales y lácteos.

Figura 1. Volumen de las exportaciones netas en productos agroindustriales para Latinoamérica en 2015.³



³ Base de datos de la ONU para el comercio - <http://comtrade.un.org/labs/data-explorer/#>

4. Caracterización energética del proceso

Dentro del análisis del sector agroindustrial, es importante entender el nivel de procesamiento relacionado directamente con el consumo energético de los diferentes productos agroindustriales, según la clasificación tradicional,⁴ a mayor elaboración industrial mayor contenido tecnológico y energético.

El grado de transformación en los procesos agroindustriales puede variar ampliamente, se pueden encontrar procesos que varían desde la limpieza y trituración de un alimento (p.ej. cereales), hasta la alteración química de un componente natural para crear un nuevo producto (p.ej. el caucho, en la producción de llantas). En la tabla 3, se presentan las diferentes categorías de transformación industrial según la complejidad del proceso. Siendo los procesos (i) los menos complejos y (iv) los más complejos ⁵

Tabla 3. Categorías agroindustriales según el nivel de transformación.

Categoría			
(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Proceso de transformación			
Limpieza. Clasificación.	Desmotado. Molienda. Corte. Mezclado.	Cocción. Pasterización. Proceso de conservación. Deshidratación. Congelación. Tejeduría. Extracción. Ensamble.	Alteración química. Texturización.
Ejemplo ilustrativo			
Siembra de la caña.	Corte de la caña.	Producción de azúcar.	Producción de azúcar refinada.

⁴ Siguiendo la metodología propuesta en la base de datos WITS/TRAINS, de la UNCTAD, los productos fueron clasificados de acuerdo al nivel de procesamiento en las siguientes categorías: materias primas (o productos no procesados), bienes intermedios y bienes de consumo final.

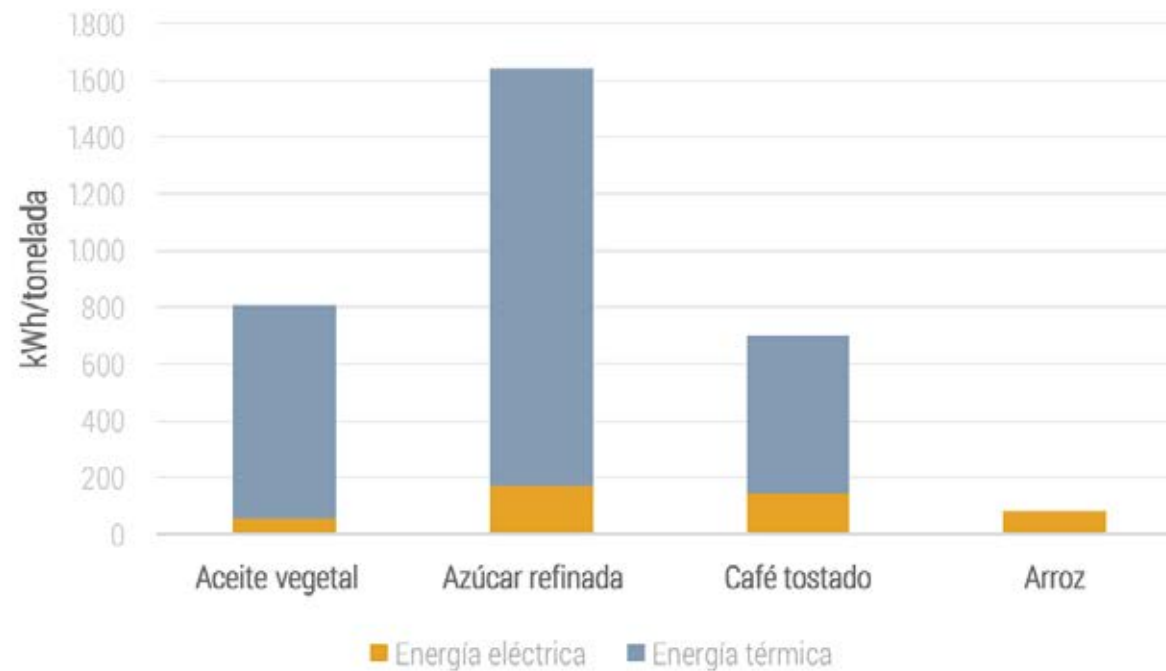
⁵ <http://documents.worldbank.org/curated/en/672351468183893125/pdf/multi-page.pdf>

Entender la complejidad del proceso es muy útil para conocer el grado de transformación y la intensidad tecnológica, de capital y energética que tienen los diversos productos agroindustriales. Por ejemplo, la producción de café instantáneo tendrá más intensidad en energía y de capital que la producción de madera.

En la figura 2 se presenta el consumo específico de energía eléctrica y térmica para diferentes productos de la producción agroindustrial considerados en esta guía.

Adicionalmente, muestra la intensidad energética de diferentes productos agroindustriales por tonelada producida. La producción de azúcar presenta la mayor intensidad en energía por el uso principalmente de combustible en su proceso productivo de refinación. La producción de aceite se caracteriza por uso de energía térmica para el proceso de refinación. En la producción de café los hornos para el tostado o el proceso de liofilización presentan el mayor consumo de energía.

Figura 2. Intensidad energética de diferentes productos agroindustriales (en kWh de energía final por tonelada producida).⁶



⁶ http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Benchmarking_%20Energy_%20Policy_Tool.pdf

Para evaluar el potencial de eficiencia energética es necesario comparar los índices energéticos actuales de la planta con los indicadores que se muestran en la figura 2, teniendo en cuenta el tipo de combustible usado y su poder calorífico.



Evalúe el potencial de eficiencia energética:

- ▶ Compare el indicador de consumo de combustible.
- ▶ Compare el indicador de consumo de energía eléctrica total.
- ▶ Si estos valores superan los indicados en la figura 2, existe potencial de proyectos de eficiencia energética.

El costo de la energía utilizada en la industria de la producción agroindustrial varía según el país. En la tabla 4 se presenta el rango de los costos típicos en la región de Latinoamérica para diferentes energéticos utilizados por la producción agroindustrial.

Tabla 4. Precios de los energéticos utilizados en la producción agroindustrial en Latinoamérica.

Tipo de energético	Precio energético USD/cantidad de energético
Electricidad.	0,1 – 0,2 USD/kWh
Gas natural.	0,47 – 1,5 USD/m ³
Diésel.	0,8 - 3 USD/galón
Carbón.	55 USD/tonelada





5. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial

El sector agroindustrial se caracteriza por el amplio rango de procesos, esto se debe a la escala de producción, al tipo de producto terminado o al nivel de elaboración (no procesados, intermedios o finalizados). Estos aspectos determinan el tipo y la variedad de tecnologías utilizadas en el proceso. Sin embargo, existen tecnologías comúnmente utilizadas por las diferentes categorías industriales como por ejemplo motores, sistemas de vapor, hornos y secaderos.

El nivel de uso de las tecnologías y el consumo final de energía dependerá del proceso productivo. Por ejemplo, en la producción de aceites se utilizan muchos motores para el proceso de prensado, representando un consumo energético significativo; mientras que en la producción de azúcar, el uso de sistemas térmicos y calderas será el mayor consumidor de energía.





En la tabla 5 se presentan los proyectos de EE que se encuentran comúnmente en la agroindustria, se presenta el tipo de proyecto, el potencial de ahorro energético si se realiza el cambio tecnológico, el periodo de retorno simple estimado (el cual puede variar según el precio de la energía en los diferentes países), el nivel de inversión aproximado en USD, y los beneficios adicionales que pueden servir como argumentos para presentar un proyecto de eficiencia energética para financiación.

Tabla 5. Oportunidades de reducción del consumo de energía y beneficios ambientales para el sector.

Tipo de proyecto	Línea base del sector	Ahorro energético potencial	Periodo de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto	Beneficios adicionales
Sustitución de motores.	Motores de eficiencia estándar (entre 70 y 85%).	10 – 20%	2 a 5 años	Para motores grandes (más de 300 kW) 75 USD/kW. Para motores pequeños (entre 30 y 300 kW) 120 y 140 USD/kW.	Vida útil más larga, menos costos de mantenimiento, menos vibraciones y alta confiabilidad en los procesos.
Reemplazo e instalación de sistemas de enfriamiento.	Sistemas de eficiencia estándar (COP entre 3 y 4).	20 – 30%	4 a 5 años	2.000 y 3.000 USD por tonelada de refrigeración instalada.	Menor disipación de energía térmica, incremento en la capacidad de refrigeración, reducción de los niveles de ruido.

Continuación Tabla 5. Oportunidades de reducción del consumo de energía y beneficios ambientales para el sector.

Tipo de proyecto	Línea base del sector	Ahorro energético potencial	Periodo de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto	Beneficios adicionales
Remplazo e instalación de sistemas de aire comprimido	Compresores de baja eficiencia	20-30%	3 a 4 años	0,015 y 0,020/m ³ de aire comprimido a 100 psig	Menores niveles de ruido, reducción de emisiones de CO ₂ .
Instalación de sistemas de iluminación de alta eficiencia	Iluminación de eficiencia estándar	30-75%	1 a 3 años	13 USD/Bombilla y 125 USD/lámpara	Mayor confort visual, menores emisiones de CO ₂ .
Instalación de calderas de alta eficiencia y sistemas de recuperación de calor.	Calderas de baja eficiencia (entre 60 y 70%) sin recuperación de calor.	20 – 30%	3 a 5 años	1.500 y 2.000 USD por BHP instalado.	Reducción del tamaño del equipo, menor uso de energía térmica, reducción de contaminación.
Instalación de sistemas de cogeneración.	No aplica	Ahorros de combustible entre 10 y 30%. Ahorro de energía eléctrica del 30%.	3 a 6 años	2.500 USD por kW instado.	Utilización de calor residual, menores emisiones de CO ₂ .
Uso de biomasa residual para la producción de energía.	No aplica	No aplica	No aplica	Depende de costos logísticos y de aprovisionamiento.	Uso de materiales renovables, menores costos de producción, posible reducción de emisiones.



Es posible **utilizar biomasa residual para la sustitución de combustibles fósiles** para la producción de energía:

- ▶ **Bagazo de caña.**
- ▶ **Cuesco de palma.**
- ▶ **Cascarilla de arroz y de café.**
- ▶ **Biogás producido en el tratamiento de aguas residuales.**



6. Análisis de riesgos técnicos ambientales y sociales

En la tabla 6 se presentan los principales riesgos técnicos, ambientales y sociales, que deben tenerse en cuenta al analizar inversiones en eficiencia energética en el sector, así como las acciones para su mitigación.

Tabla 6. Matriz de riesgos técnicos, ambientales y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
El cultivo de biomasa para generación de energía puede generar degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y desertificación.	Ambiental	Verificar que los insumos en producción de energía a partir de biomasa provengan de fuentes responsables (subproductos del proceso de producción, madera certificada).
La producción de biomasa para generación de energía puede generar riesgos en seguridad alimentaria de la región.	Social	Cultivos de biomasa para generación de energía no deben competir con cultivos usados para la alimentación humana.

Continuación Tabla 6. Matriz de riesgos técnicos, ambientales y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
Riesgo en la continuidad del proceso dentro de la producción de energía con biomasa por el aprovisionamiento de las materias primas.	Técnico	Verificar existencia de contratos con los proveedores de materias primas y existencia de sistemas de respaldo en caso de incumplimiento.
La instalación de sistemas de aire comprimido o sistemas de generación de vapor de agua, sin filtros adecuados puede alterar inocuidad de los alimentos.	Técnico	Asegurarse de que se cumplen con los estándares de producción e inocuidad mediante el cumplimiento de normas locales o la metodología de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control – HACCP
Riesgo de emisión de agentes refrigerantes que agotan la capa de ozono en enfriadores o cámaras de frío.	Ambiental	Verificar que los equipos no utilizan el gas R-22 más comúnmente encontrado en la región, asegurarse de que el gas refrigerante tenga un potencial bajo de agotamiento de la capa de ozono, normalmente estos gases son conocidos como refrigerantes ecológicos.
Riesgo de explosión en la utilización de biogás como combustible si no se maneja adecuadamente, además el uso de biogás puede corroer las tuberías por su contenido de ácido sulfhídrico.	Técnico	Se deben tomar todas las medidas de seguridad y verificar el cumplimiento de las regulaciones locales frente al almacenamiento de combustibles, además si se va a utilizar el biogás en la producción asegurarse de que existe un sistema de filtros de desulfuración adecuado.
La producción de biogás tiene riesgos de contaminación ambiental por el manejo de efluentes y material orgánico.	Ambiental	Verifique que en la instalación donde se produzca el biogás existen sistemas de manejo de efluentes y se hallan instalado plantas de tratamiento de aguas residuales o que se dispongan con una empresa calificada y autorizada para tratar estos residuos.
Ahorros en los proyectos de eficiencia energética.	Técnico/Financiero	Asegurar que el diseño del proyecto es correcto y que se usan tecnologías con certificación de EE.



7. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad que se recomiendan para aprobar la financiación de los proyectos por parte de las IF's a través de líneas verdes son los siguientes:



Reducción del consumo de energía eléctrica: Cualquier proyecto de inversión para reducción del consumo de energía eléctrica debe reducir el consumo de energía en el proceso específico o de la planta de producción como mínimo en un 10%.



Reducción del consumo de combustible: Un proyecto de inversión para reducir el consumo de combustible debería reducir como mínimo el consumo en el proceso específico o de la planta de producción en un 10%.



Reducción de emisiones de GEI: Los niveles de reducción de emisiones que pueden lograr las inversiones en eficiencia energética en el sector agroindustrial dependen de la fuente de energía eléctrica y el tipo de combustible utilizado en los procesos térmicos. Los proyectos con mayor reducción de emisiones de GEI son aquellos que reducen el consumo de carbón, gas natural o combustibles líquidos. En términos generales, una inversión en proyectos de eficiencia energética, debería reducir las emisiones del proceso o de la planta de producción en al menos un 10%.



📌 Periodo de retorno simple de la inversión: Las inversiones en EE en el sector agroindustrial son principalmente en bienes de capital, con lo cual, el tiempo de retorno simple del proyecto no debería ser mayor de 6 años para que los flujos de caja del proyecto permitan retornar la inversión con una rentabilidad razonable en un periodo de 8 a 10 años.

Para que el proyecto de EE o energía renovable sea elegible, se debe cumplir el criterio de reducción de energía ya sea eléctrica o térmica, el criterio de reducción de emisiones de GEI y el criterio de periodo de retorno de la inversión de manera simultánea.





8. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto

La agroindustria puede medir su intensidad energética y su intensidad de carbono por medio de tres indicadores básicos presentados en la tabla 7, los cuales se deben medir antes y después de hacer los proyectos de inversión.

Tabla 7. Indicadores de mejora de eficiencia energética en el sector agroindustrial.

Indicador	Unidad	Valor Exante	Valor Expost
Energía térmica.	MJ/Unidad		
Energía eléctrica.	kWh/Unidad		
Emisiones GEI.	Kg CO ₂ /Unidad		

Para evaluar los beneficios energéticos y ambientales generados por la inversión de eficiencia energética se multiplica la diferencia entre el valor exante y el valor expost de los indicadores sugeridos en la tabla 7, por la producción anual de la planta en el año posterior al que se realizó la inversión. De esta forma, los indicadores que se recomienda usar son los que se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Indicadores de impacto para inversiones en eficiencia energética en el sector agroindustrial.

Indicador	Unidad
Reducción del consumo de energía térmica.	MJ/año
Reducción del consumo de energía eléctrica.	kWh/año
Reducción de emisiones de GEI.	Kg CO ₂ /año



9. Caso de estudio

Un ingenio azucarero tiene planeado realizar una inversión por 3,5 MMUSD en una turbina con una capacidad de 2 MWe para aprovechar el calor generado en su proceso productivo para producir electricidad. La planta consume actualmente 15.000 MWh/año de la red y esto conlleva a emitir 5.250 Ton de CO₂ (un factor de emisiones de 0,35 Kg de CO₂/kWh). Con la turbina se alcanzaría una producción de energía eléctrica de 8.000 MWh/año, lo que representa una reducción del 47,67% . La producción anual de la planta es de 150.000 toneladas.

La implementación de esta turbina genera ahorros de 800.000 USD/año teniendo en cuenta un costo de energía de la red de 100 USD/MWh, con los cuales el retorno simple de la inversión se da en un periodo aproximado de 4,38 años.





En la tabla 12 se presentan los datos para la evaluación de la reducción de emisiones. No se toma en cuenta el indicador de energía térmica, ya que la reducción es en consumo de energía de la red y no hay reducción en el consumo de combustible.

El valor ex ante del consumo de energía de 100 kWh/Ton resulta de dividir el consumo de energía eléctrica actual entre las toneladas de producción. Este mismo cálculo se hace con las emisiones totales actuales sobre la producción total. La diferencia se calcula multiplicando el valor ex ante por la reducción de energía y emisiones.

Tabla 9. Indicadores de monitoreo caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor Ex ante	Valor Expost	Diferencia
Energía eléctrica.	kWh/Ton	100	53,33	46,67
Emisiones GEI.	Kg CO ₂ /Ton	35	18,67	16,33

El equipo de cogeneración sería financiado con una línea verde, por lo que se desea conocer el impacto de estos fondos con respecto a la energía ahorrada y a las emisiones reducidas en el proyecto.

Tabla 10. Indicadores de mejora caso del estudio.

Indicador	Unidad	Valor
Reducción del consumo de energía eléctrica.	KWh/año	$46,7 \times 150.000 = 7.000.000$
Reducción de emisiones de GEI.	Kg CO ₂ /año	$16,3 \times 150.000 = 2.450.000$

Dentro del análisis se encontró que el proyecto de cogeneración reduce el consumo energético en 7.000 MWh/año y la reducción de emisiones asociadas a la disminución en el consumo de energía eléctrica por este proyecto se estiman en 2.450 Ton de CO₂ /año.



Criterios de elegibilidad

En cuanto a la elegibilidad de los proyectos para ser financiados por líneas verdes, se concluye que el proyecto es elegible teniendo en cuenta que:



Reduce el consumo de energía eléctrica en un 46,7%.



Reduce las emisiones de GEI asociadas al consumo de energía eléctrica en un 46,7%.



El periodo de retorno de la inversión es inferior a 6 años.



Referencias

- Agrobased clusters in developing countries
FAO <http://www.fao.org/docrep/012/i1560e/i1560e.pdf>
- Agroindustrial Project Analysis
World Bank <http://documents.worldbank.org/curated/en/672351468183893125/pdf/multi-page.pdf>
- Base de datos de la ONU para el comercio
<http://comtrade.un.org/labs/data-explorer/#>
- El ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21. Minambiente, Fundación Natura y WWF
<http://www.wwf.org.co/?248415/El-ABC-de-los-compromisos-de-Colombia-para-la-COP-21>
- El nuevo patrón de desarrollo de la agricultura en América Latina y el Caribe 2005
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31927/1/S2005039_es.pdf
- Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking
http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Benchmarking_%20Energy_%20Policy_Tool.pdf

Manual para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

Editor: CAF

Dirección Corporativa de Ambiente y Cambio Climático (DACC)

Ligia Castro de Doens, directora corporativa

Dirección Sectores Productivo y Financiero Región Norte (VSPF)

Mauricio Salazar, director

Autor:

MGM International

Coordinación y edición general

Camilo Rojas (DACC)

Jaily Gómez (VSPF)

René Gómez García (DACC)

Diseño Gráfico y Diagramación:

Tundra Taller Creativo | tundra.pe

Fotos:

Pixabay.com

Shutterstock
