

Categoría de Ficha

Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: **Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático**

B

Medidas Relacionadas

- 12 Estimación de huella de carbono
- 14 Sustitución de refrigerantes según PCG
- 26 Optimización del sistema de riego (SHM)
- 29 Sensibilización en temas medioambientales
- 30 Mapas de sostenibilidad

Estándares Internacionales relacionados con la medida

Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3
Requisitos: 6.8.1, 6.8.2, 6.8.3/
[Guía N](#): Eficiencia Energética



Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5.
Requisito: 3.2.43



Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.
Criterio: 4.6.1, 4.62



Aseguramiento Integrado Finca-Global GAP V5.4-1.
Puntos de Control: AF/7.3.1, 7.3.2 y 7.3.3



Plazo de Implementación

Hasta 3 años

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

Fuentes de energía renovable y alternativa en finca



Descripción de la medida

El sistema de energía¹ comprende todos los componentes relacionados con la producción, conversión, suministro y uso de esta. En particular, el sector de suministro energético es el mayor contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo responsable del 32% del total de emisiones antropogénicas mundiales².

La agricultura es dependiente de la energía, utilizándose con mayor frecuencia³ la que proviene de combustibles fósiles⁴. Estos combustibles son necesarios en todos los procesos de producción, desde la siembra en donde se utiliza maquinaria agrícola, hasta actividades como irrigación, mantenimiento de la plantación y cosecha, entre otros.

También se utilizan fuentes energéticas en operaciones de postcosecha como procesamiento, almacenamiento y transporte de los productos agrícolas a los mercados.

La agricultura representó el 12,04% de la emisión global de GEI2 en el 2019.

World in 2019, the Agriculture sector contributed 5.79 GtCO₂e GHG emissions, which represented 12.04% of its total emissions excluding land-use change and forestry (48.1 GtCO₂e), and 11.65% including LUCF (49.8 GtCO₂e)

● Agriculture

12.04% (5.79 GtCO₂e)



Fuente: CLIMATEWATCH, 2019

¹ Energía es la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía refiere a un recurso natural (incluyendo su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico. Pueden ser no renovables (combustibles fósiles) o renovables (alternativas). [ICE, 2020](#)
² [Plataforma en Línea de Climate Watch](#), Último Dato Actualizado al 2019.
³ Agricultura Inteligente. "FAO", 2011
⁴ Los combustibles fósiles se forman mediante un proceso de descomposición parcial de la materia orgánica. Se originaron de forma natural por un proceso de falta de oxígeno, lo que hace que permanezca en forma de moléculas orgánicas más (carbón), líquidas (petróleo) o gas (gas natural). [Energía Solar.Net, 2020](#).

Modelos y estudios técnicos⁵ aplicados durante el 2009, estiman un agotamiento de las reservas de combustibles fósiles para el petróleo, el carbón y el gas en los siguientes 35, 107 y 37 años respectivamente; lo cual aunado a los problemas ambientales asociados a su uso y los conflictos políticos y sociales en países proveedores con grandes reservas, hace relevante que los diferentes sectores de la sociedad, incluyendo los productivos busquen opciones de energía que permitan reducir costos de producción, mitigando a la vez las emisiones contaminantes, el impacto en el medio ambiente y a la biodiversidad.

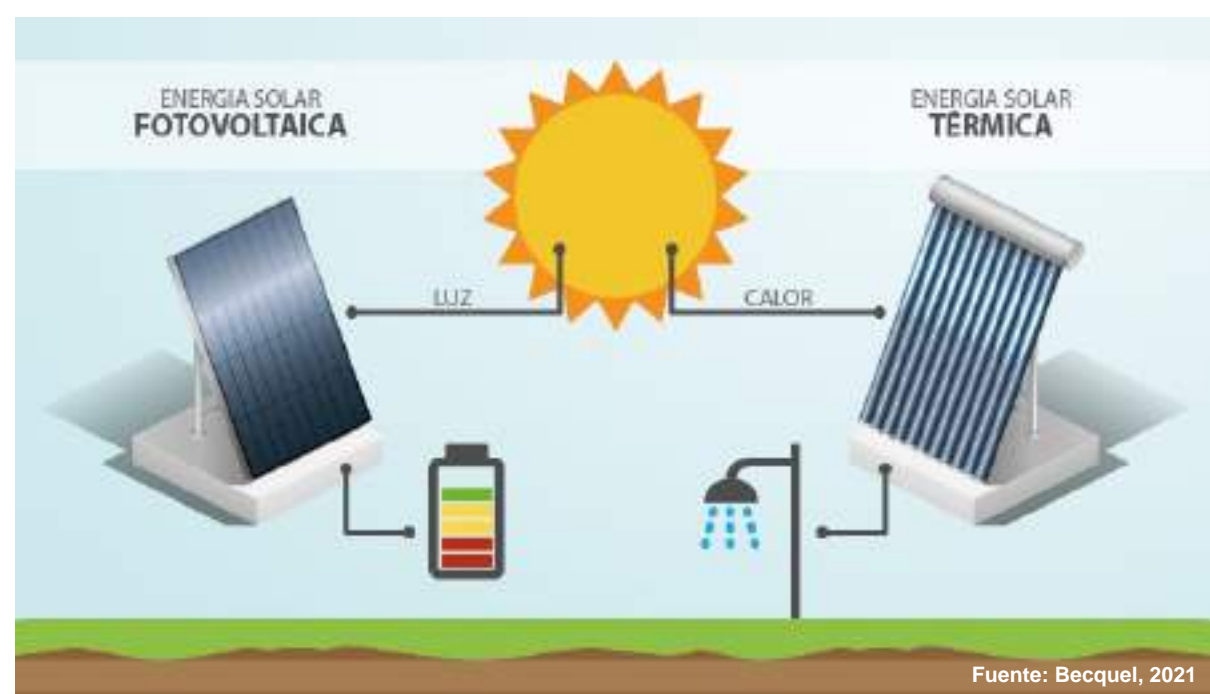
El uso de energías alternativas y renovables, representan opciones viables para la sustitución de energías tradicionales, permitiendo garantizar la sostenibilidad y rentabilidad de la producción a lo largo del tiempo y gestionar programas de eficiencia energética. Para poder implementar estas iniciativas es clave ampliar algunas definiciones básicas:

a. Energía no renovable

Es la energía que proviene de fuentes agotables como el petróleo, el carbón y el gas natural. Los combustibles fósiles son recursos con reservas limitadas, que se agotan con su uso.

b. Energía renovable

Energía que se origina de una fuente natural, de modo continuo e inagotable, como el sol, el viento, el agua o la tierra misma: energía solar, eólica, hidráulica y biomasa, respectivamente.



Fuente: Becquel, 2021

A continuación, se explican con mayor detalle cada tipo de energía renovable⁶:

- **Energía solar:** es la que se genera de forma directa por la radiación del sol y se divide en:
 - *Fotovoltaica.* Transforma directamente la energía solar en energía eléctrica, la cual se pueden utilizar en conexión con la red de distribución eléctrica o bien en sitios aislados, por medio de sistemas que incluyen baterías.
 - *Térmica.* Consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede utilizarse para la producción de agua caliente, calefacción u otros.

Para la transformación de energía solar en energía eléctrica o térmica es necesario el uso de equipos apropiados como celdas fotovoltaicas o colectores solares térmicos.

- **Energía eólica:** es la que se produce gracias al viento, y consiste en la transformación de energía cinética⁷ en energía

mecánica⁸. El viento es el resultado de diferencias de presión atmosférica provocadas por temperaturas desiguales en diferentes lugares que causan el movimiento del aire.

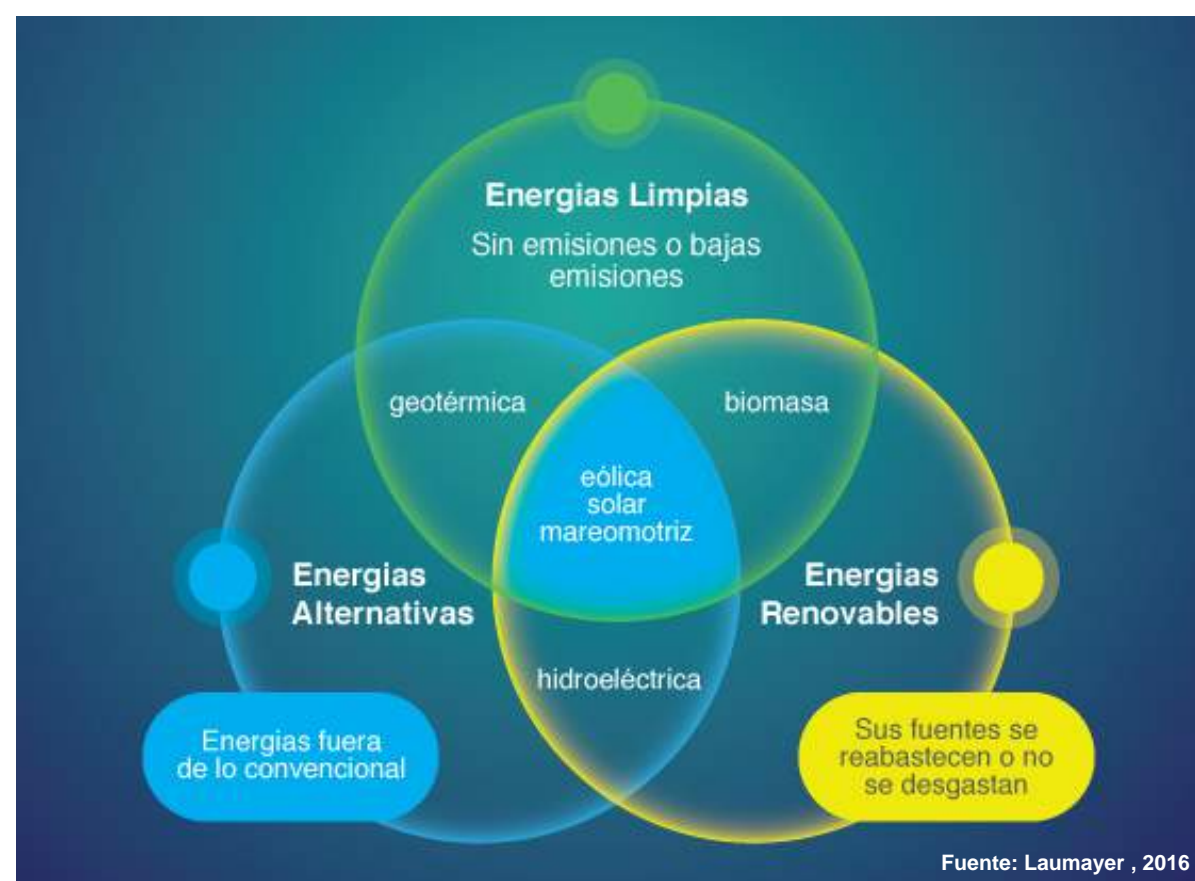
- **Energía hidráulica:** Es la energía que se produce por el movimiento del agua. Alrededor del 20% de la electricidad usada en el mundo proviene de esta fuente⁹.
- **Energía biomásica:** es la que se obtiene de la materia orgánica, como residuos de leña, carbón vegetal, residuos agrícolas, urbanos y el estiércol. Para generar energía se pueden utilizar sistemas convencionales, como calderas, o bien métodos bioquímicos al degradar la biomasa mediante microorganismo para producir biogás.

c. Energía alternativa

Las energías alternativas también pueden ser renovables y limpias¹⁰, incluyen todas aquellas fuentes de energía que son diferentes a las tradicionales (no implica quema de combustibles fósiles) y con un menor efecto contaminante.

d. Eficiencia energética¹¹

Se refiere a la utilización de tecnologías que requieren una menor cantidad de energía para conseguir el mismo rendimiento o realizar la misma función; teniendo en cuenta el equipamiento y la maquinaria utilizada.



Fuente: Laumayer, 2016

De esta forma los proyectos agrícolas deben buscar promover una gestión eficaz y sostenible de la energía¹², integrando a su dinámica el uso de fuentes renovables y alternativas como base de planificación de iniciativas de eficiencia energética; no sólo con el objetivo de alcanzar metas de ahorro y mejorar competitividad en el mercado internacional; sino también asegurar la disponibilidad de energías a mediano plazo, con el menor impacto social y ambiental posible.

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Favorece la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero "GEI"¹³

⁵ When will fossil fuel reserves be diminished?. [Energy Policy 2009](#)

⁶ Energías Renovables. Su implementación en la Agricultura Familiar de la República Argentina. [INTA, 2009](#)

⁷ Es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y de la velocidad del cuerpo. [INTEF, 2012](#)

⁸ La energía mecánica es la producida por fuerzas de tipo mecánico, como la elasticidad, la gravitación, etc., y la poseen los cuerpos por el hecho de moverse o de encontrarse desplazados de su posición de equilibrio. [INTEF, 2012](#)

⁹ Fuentes Renovables de Energía- Una Alternativa Sostenible para Generar Electricidad. [ICE, 2020](#)

¹⁰ Las energías limpias pueden también ser renovables, pero necesitan no generar residuos al producirse o utilizarse.

[CEMAER, 2021](#)

¹¹ [Eficiencia Energética, Steep, 2020](#)

¹² La Gestión de la Energía tiene que ver con el uso sistemático de herramientas de gestión y tecnología para mejorar el rendimiento energético de una organización. Para ser totalmente eficaz, necesita estar integrada, ser proactiva y debería abarcar la compra de energía, la eficiencia energética y las energías renovables. [Carbon Trust Energy Management Guide, 2019](#)

¹³ Ver [ficha #12](#) "Estimación de huella de carbono".

- Disminuye la pérdida de biodiversidad ocasionada por efectos del Cambio Climático
- Ayuda a la recuperación de los ecosistemas

Beneficios para la persona productora

- Reduce costos de producción
- Disminuye la dependencia de fuentes de energía no renovables, lo cual permite a la persona productora tener una mayor autonomía energética.
- Facilita el desarrollo de estrategias de uso racional de la energía.
- Favorece la imagen de la persona productora a nivel local, regional e internacional, lo que beneficia la comercialización de los productos en mercados internacionales.
- Contribuye a alcanzar metas de reducción de energía, facilitando el cumplimiento con iniciativas y programas nacionales de carbono neutralidad, así como objetivos de [Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas](#)¹⁴.
- Favorece la participación en certificaciones internacionales como Rainforest Alliance, Comercio Justo y Global Gap.



Metodología de implementación de la medida

Para el sector agrícola, el uso de fuentes renovables y alternativas de energía; así como sus diversas aplicaciones en actividades (irrigación, cosecha, procesamiento y almacenamiento, refrigeración, transporte, entre otros) y áreas productivas, representan una oportunidad para poder alcanzar un mayor nivel de eficiencia energética, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de GEI. Por otro lado, el uso de nuevas tecnologías, así como la introducción de pequeños cambios a nivel de infraestructura, son un aporte relevante para la implementación de un sistema de gestión de energía.

A continuación, se describen los diferentes pasos para la implementación de la medida. Así como algunos casos prácticos que pueden ser valorados por la persona productora, según la necesidad y aplicabilidad.



Paso 1. Implementación de un Sistema de Gestión Energética¹⁵.

a. Asegurar el compromiso y responsabilidad de la alta dirección

La gerencia de la finca debe brindar los recursos económicos, financieros y técnicos que permitan mejorar la eficacia en el uso de energía; así como revisar al menos anualmente el sistema de gestión energético.

b. Formación de Comité de Eficiencia Energética

Seleccionar el personal que estaría apoyando la implementación de la medida, el cual tendría a cargo actividades de planificación, seguimiento y comunicación de las diferentes actividades o estrategias a ser implementadas en la finca. En todo caso, el Comité debe contar con el apoyo de profesionales expertos en el tema y ser capacitados periódicamente.

c. Elaboración de una Política Energética

Se debe establecer el compromiso de la unidad productiva para alcanzar mejoras en el desempeño energético. La política debe ser comunicada al personal de finca y colocada en sitios visibles, como comedores y áreas de empaque.

d. Planificación energética

La planificación debe ser coherente con la política e incluir actividades dirigidas a mejorar de forma continua el desempeño energético.

- Definición de indicadores de desempeño energético (IDEnS): Se plantean para brindar seguimiento y medición del desempeño energético, por ejemplo, kWh/trabajador, kWh/caja, entre otros.
- Revisión energética: Se debe analizar el uso y consumo de energía de toda la unidad productiva, ya sea con mediciones directas o con datos que provengan de otras fuentes de información, por ejemplo, facturas de consumo mensual de electricidad, registros o boletas de salida de combustible de bodega. Es importante enlistar todas las fuentes de energía que se utilizan en la finca, por ejemplo, gas, leña, electricidad, gasolina, diésel, entre otros.
- Línea de base energética: A partir de la información obtenida de la revisión energética inicial, se puede considerar un periodo para la recolección de los datos según frecuencia de uso y consumo de energía. Normalmente lo recomendable es llevar un registro anual, en donde se puede comparar mensualmente (por fuente y área/ de ser posible) las cantidades consumidas en periodos similares **por ejemplo:**

Enero 2021	Enero 2022
75 litros	150 litros

Tabla 1. Consumo de diesel en el sistema de riego (línea base 2021)

¹⁴ Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. [Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, 2014.](#)

¹⁵ Siendo la base de referencia la Normativa ISO 50001. [Universidad de Cantabria, 2017.](#)

Este tipo de datos servirá como control para determinar acciones a ser implementadas o bien para verificar si los cambios ya aplicados resultan en mejoras en consumo y ahorro.

Por ejemplo: si se comparan los datos de consumo de diesel indicados en la tabla 1, la primera impresión es que para enero del 2022 hubo un incremento de un 100% en el gasto de combustible utilizado en el sistema de riego. La persona productora o gerente de finca puede interpretar que una acción de mejora podría ser el remplazo de los empaques o bien la compra de nuevos motores más eficientes; sin embargo, también debe analizar otras variables que pudieron influir, como los datos de precipitación y evapotranspiración¹⁶ que pudieron aumentar la necesidad de riego. De esta forma se puede priorizar cambios y direccionar las actividades que realmente tengan un mayor impacto sobre los indicadores de desempeño.

- Identificar áreas de uso significativo de la energía: Se pueden utilizar mapas que permitan visualizar e identificar sitios, instalaciones, equipos, procesos, personal u otros que afecten el consumo energético. De forma que se puedan priorizar las áreas en donde se deban realizar los cambios o la introducción de nuevas tecnologías y fuentes de energía alternativa.
- Definición de planes de acción: Una vez analizados los datos de consumo e identificadas áreas de oportunidad de mejora, el siguiente paso es establecer objetivos y metas, ya sea a nivel de procesos y/o de instalaciones. Complementariamente se elabora un plan de acción dirigido a alcanzar dichos objetivos y metas, que incluya: actividades, recurso, plazos y responsables.

e. Implementación, operatividad y verificación

El Comité de Eficiencia Energética, se encargará de asegurar la correcta implementación de las actividades descritas en el plan de trabajo, verificando el cumplimiento de las tareas; así como la competencia y formación del personal responsable.

Adicionalmente es necesario:

- Comunicar la información relevante respecto al desempeño energético a los trabajadores.
- En caso de compras de equipos utilizar el factor consumo de energía como un elemento de decisión.
- Revisar periódicamente las mediciones realizadas.
- Mantener registros de todos los datos del sistema.
- Llevar a cabo auditorías internas y realizar las acciones correctivas necesarias, valorando la posibilidad de evaluar el sistema por medio de una auditoría externa.

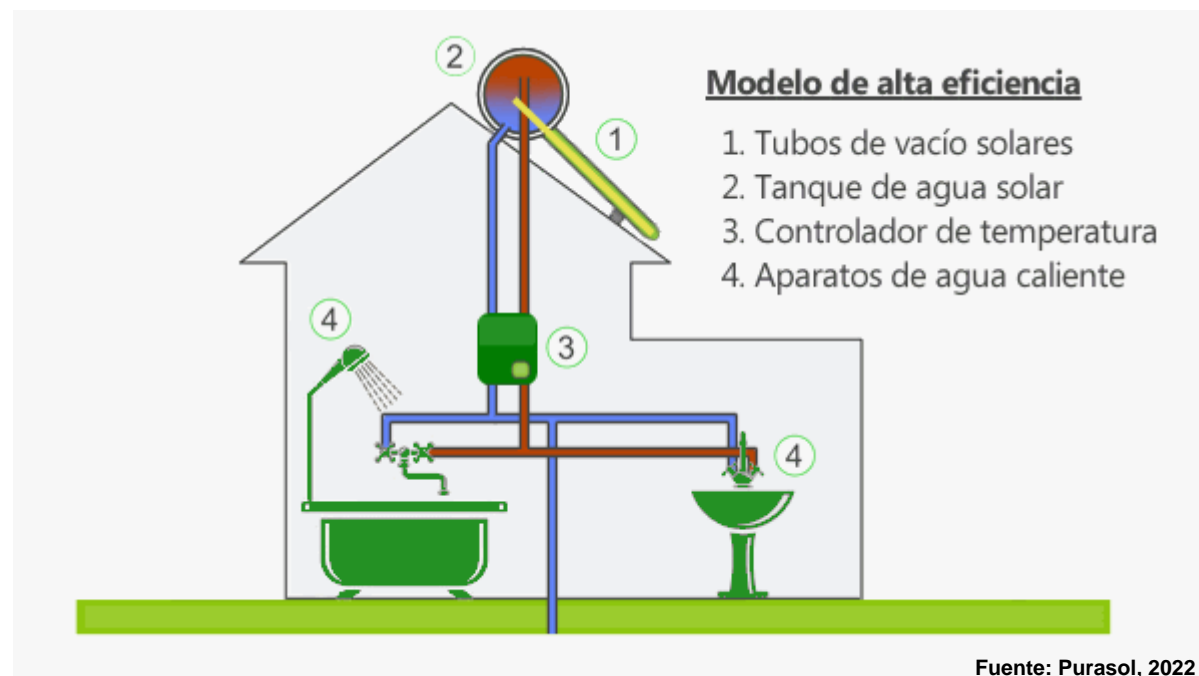


Paso 2. Aplicaciones de la Energía Alternativa y Renovable en el Sistema de Gestión Energética.

Aunque en general son muchas las formas en las que se pueden utilizar energías alternativas y renovables, se resumen a continuación las aplicaciones más utilizadas en agricultura:

a. Aplicación de la energía solar:

- **Energía Solar Térmica.** El principio es muy simple, el objetivo es utilizar el calor generado por el sol para calentar el agua y poder utilizarla también en calefacción de ambientes. En la agricultura el aprovechamiento térmico de la energía solar es aplicable en plantas de purificación o desalinización de agua, secadores y calentadores de agua. El calentador está



compuesto de un colector solar, donde se captura la energía del sol y se transfiere a un termo tanque donde se almacena el agua caliente.

- **Energía Solar Fotovoltaica**¹⁷. El sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos integrados para realizar diferentes funciones tales como: la transformación de la energía solar en energía eléctrica (mediante un módulo fotovoltaico o panel solar "PS"), el almacenamiento de la energía en baterías y el suministro para su consumo utilizando controladores de carga o inversores.

La generación de energía mediante este sistema depende de la eficiencia, tamaño y ubicación de los módulos¹⁸, de esta forma cada panel solar tiene un potencial nominal referido en vatios que varían entre los 250 y 500Wp¹⁹, razón por lo cual es de vital importancia que previamente la persona productora conozca la cantidad de energía en kWh que requiere su proceso, y que tipo de sistema fotovoltaico puede cubrir esa necesidad.

Se sugiere la ayuda de un experto, que además deberá considerar otros factores como: radiación solar potencial, eficiencia de los componentes principales (paneles, inversores, cableado), orientación e inclinación de los paneles y área propicia para su instalación, entre otros.

El ahorro que se obtiene del sistema dependerá del costo por kWh, que ofrece el proveedor local, así como de la generación de energía que brinde el sistema fotovoltaico. A modo de ejemplo: se tiene una empresa de producción de piña que consume 50.000kWh al año de energía proveniente de la red local, la empresa instala paneles solares con una potencia nominal de 15kWp que producen 22.350 kWh, puede llegar a una disminución del consumo de aproximadamente un 45%, al generar su propia energía.

Los paneles solares se pueden utilizar en iluminación de áreas de proceso, bodegas, baños, comedores, sistemas de bombeo de agua, entre otros. Otra opción interesante es conectar los sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica, produciendo así un intercambio al enviar energía cuando la producción supera el consumo o bien recibir energía en caso contrario; siendo una aplicación posible la venta de energía a la empresa eléctrica local o una reducción en la facturación mensual.



¹⁶ Ver ficha #26 "Optimización del sistema de riego mediante uso de sistemas de medición de humedad"

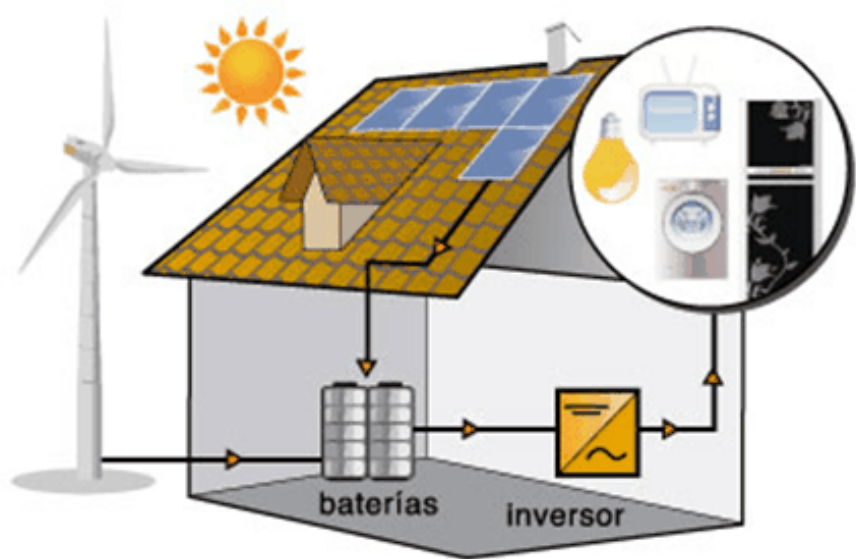
¹⁷ Fuentes Renovables de Energía- Una Alternativa Sostenible para Generar Electricidad. ICE, 2020

¹⁸ Sistemas Fotovoltaicos para el Autoconsumo. NAMA, 2017

¹⁹ Vatios pico (Wp). Es la potencia máxima que podría llegar a tener un panel en STC (Condiciones Estándar de Medida). SunFields, 2020

b. Aplicación de la energía eólica:

- **Energía Eólica Autónoma:** La energía eólica es una fuente de energía limpia y sostenible que se genera por la fuerza del viento. En sistemas autónomos, se utilizan aerogeneradores de baja potencia que captan la energía cinética del viento a través de la hélice, transformándola en energía mecánica, para convertirla por medio de un generador en energía eléctrica. Finalmente, la energía producida puede ser almacenada en un banco de baterías para disponer de ella en los períodos sin viento, o bien enviarla a la red eléctrica local, mediante un sistema de intercambio. Esta última alternativa es más factible si la persona productora implementa aplicaciones centralizadas utilizando aerogeneradores de mayor potencia¹⁷.



Fuente: Innova Solutions, 2022

La cantidad de energía transferida al rotor²⁰ por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento²¹. Si el suministro eléctrico va a ser puntual (una vivienda, una bodega, otras.), se utilizan equipos de baja potencia, por lo común, hasta 100kW²².

El uso conjunto de aplicaciones de energía solar y eólica es una alternativa interesante y parte esencial de la estrategia de eficiencia energética a ser implementadas o mejorada a nivel de finca.

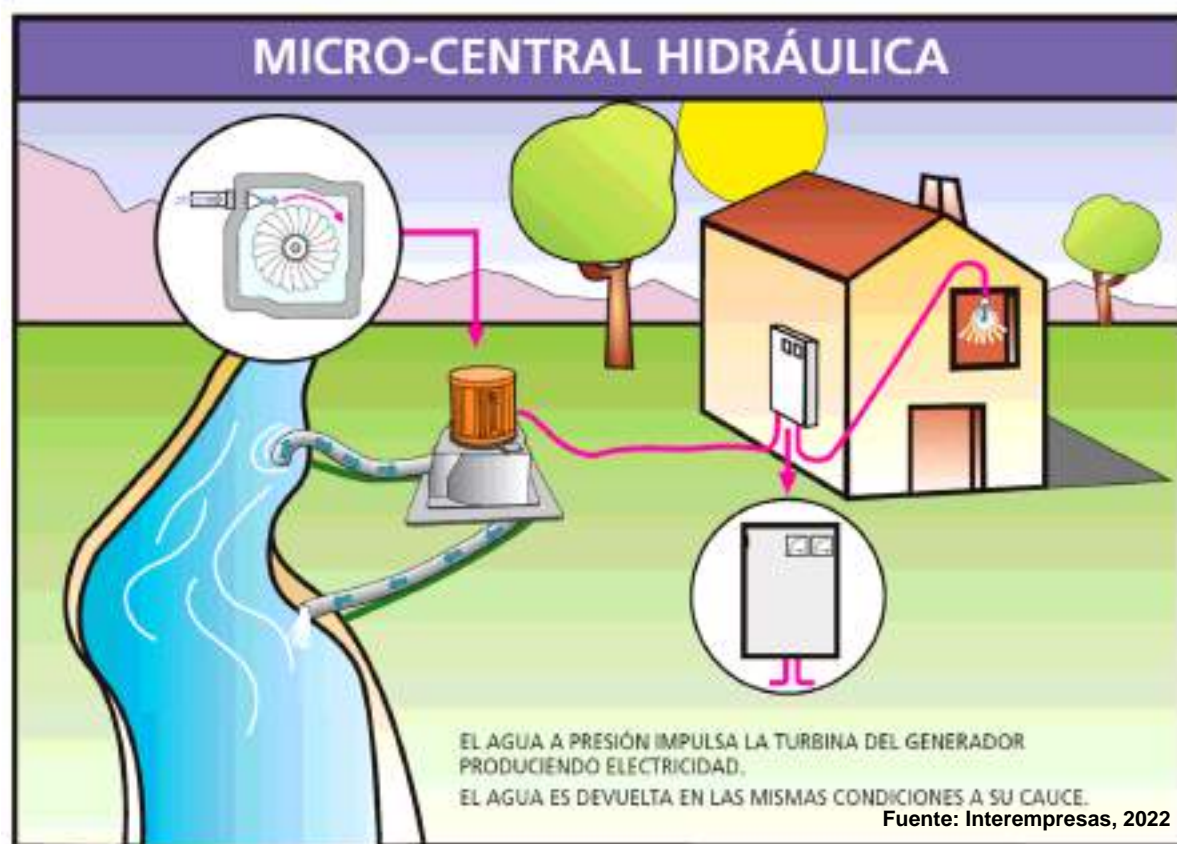
c. Aplicación de la energía hidroeléctrica

- **Central de filo de agua²³** : Este tipo de planta hidroeléctrica utiliza parte del flujo de agua procedente de un río o fuente superficial, el cual es transportado por medio de una tubería o canal hasta la parte más baja del terreno, en donde a través de una turbina y un generador se transforma en energía eléctrica. La central en este caso es un modelo de operación continua debido a la ausencia de embalses o sitios de almacenamiento de agua.

Para la generación de energía hidroeléctrica, la persona productora debe analizar y considerar algunas variables de interés²⁴ previo al desarrollo del proyecto.

Fuente: Interempresas, 2022

Para lo cual es importante el apoyo y concepto técnico de un experto en hidrología y generación hidráulica que determine la viabilidad del nuevo desarrollo a partir de las condiciones presentes en el cauce natural, la necesidad energética y las regulaciones legales.



De esta forma, se amplían los criterios de valoración más relevantes:

- Requisitos legales. Consultar la ley de cada país, considerando, por ejemplo: estudios de viabilidad y diseño de proyecto, concesión del recurso hídrico, análisis de impacto en la microcuenca(s) y estudios de los caudales ecológicos²⁵, entre otros.
- Energía objetivo. Determinar la cantidad de energía requerida mediante un análisis de datos de consumo históricos en el sitio, o bien llevando a cabo mediciones técnicas con ayuda de expertos.
- Caída del agua. Valorar la distancia medida en formas vertical, que recorre el volumen de agua desde la entrada o bocatoma hasta el sitio donde se ubicaría la turbina o casa de máquinas; condición que generaría la presión²⁶ del agua en el sistema.
- Caudal (flujo). Medir el volumen de agua²⁷ que recorre una sección de la fuente natural seleccionada durante un tiempo determinado. Si no se cuenta con datos hidrológicos del sitio donde se ubicará el proyecto, es importante medir los caudales a lo largo de un periodo, para determinar el potencial hídrico en diversas épocas del año y en diferentes escenarios.
- Equipos e Instalaciones idóneas. Estimar a partir de las variables anteriores, el tipo de estructuras hidráulicas, así como el equipo electromecánico y la capacidad del sistema a ser implementado. Teniendo en cuenta también la posibilidad de interconexión e intercambio de la energía con la red local.

Para una operación de filo de agua, aplicada a una finca agrícola se podría considerar una planta hidroeléctrica de baja o media capacidad de generación²⁸, a partir de los datos de caída y caudal presentes en el cauce natural:

- Picocentrales: Capacidad de 0,5 y 5 kW,
- Microcentrales: Capacidad de 5 y 50 kW,
- Minicentrales: Capacidad de 50 y 500 kW

El ejemplo incluido en la tabla 2 de potencias es orientativo y dependerá de cada instalación en particular.

²⁰ Rotor es la pieza donde se unen las aspas y sirve para transmitir el movimiento. [Endesa 2021.](#)

²¹ La energía en el viento: densidad del aire y área de barrido del rotor. [Asociación Danesa de la Industria Eólica, 2003.](#)

²² Generador Eólico de Baja Potencia. [Universidad de Buenos Aires, 2012](#)

²³ Fuentes Renovables de Energía- Una Alternativa Sostenible para Generar Electricidad. [ICE, 2020](#)

²⁴ Estudio Preliminar para la Instalación de una Microcentral Hidroeléctrica. [TEC, 2012.](#)

²⁵ El Caudal Ecológico (CE) debe ser considerado como una restricción ecosistémica al aprovechamiento hidroeléctrico. Según la Declaración de Brisbane el caudal ambiental o ecológico incluye la cantidad, periodicidad y calidad del agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuicolas, estuarios y el bienestar humano que depende de estos

ecosistemas. [Declaración de Brisbane, 2007](#)

²⁶ La presión, se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi).

²⁷ Volumen de agua en m³/s o L/s (1 m³/s = 1000 L/s). bono"

²⁸ Hidroenergía, [UPME, 2016](#)

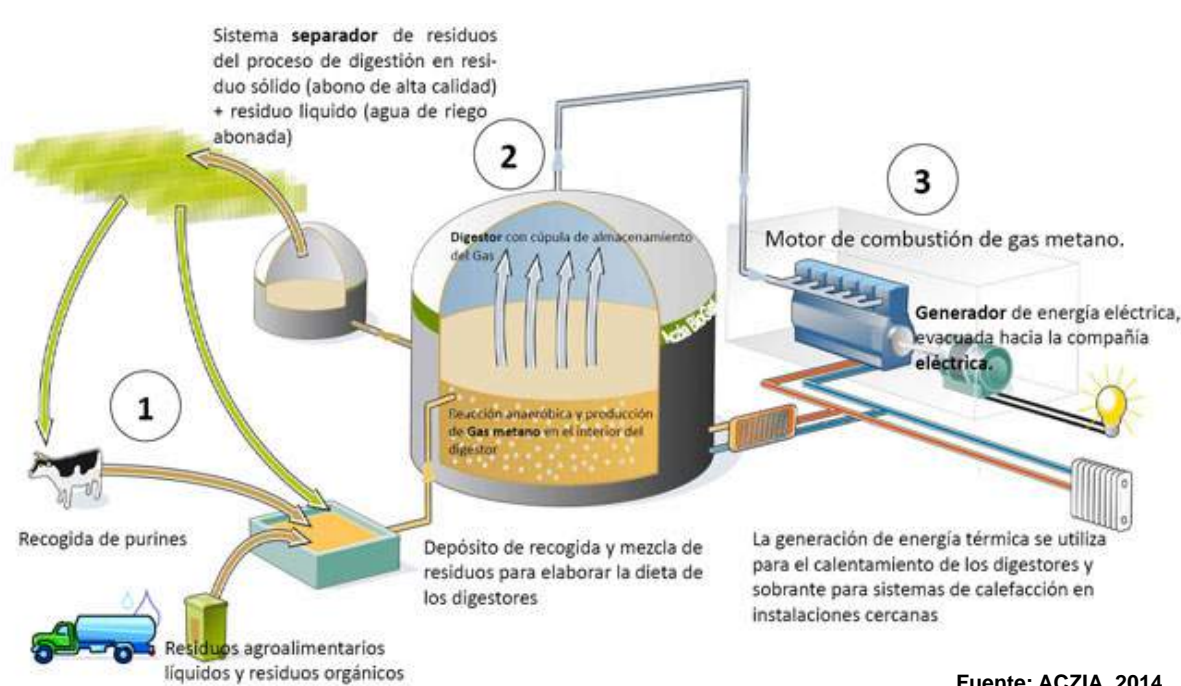
Potencia Micro-Central Hidráulica [W]									
Altura Salto	Caudal medio								
	1 l/s	1,5 l/s	2 l/s	2,5 l/s	3 l/s	3,5 l/s	4 l/s	6 l/s	8 l/s
40 m	-	200	306	471	577	686	800	1224	1663
50 m	-	272	402	601	750	875	1020	1559	2118
60 m	-	371	506	736	918	1092	1271	1942	*
70 m	233	432	604	858	1071	1273	1538	2348	*
80 m	275	506	690	1000	1247	1483	1789	*	*
90 m	327	569	777	1125	1430	1668	2048	*	*
100 m	363	647	883	1275	1589	1888	2314	*	*
Turbina	Mediana				Grande				

Fuente: Interempresas, 2022

Finalmente, si bien las centrales hidroeléctricas, son una alternativa interesante y viable para fincas agrícolas con presencia de fuentes de agua permanentes, es importante analizar con detalle el costo y beneficio del proyecto; sin dejar de lado las medidas de mitigación de impactos y control que debe ser parte integral de la gestión de la empresa.

d. Aplicación de la energía biomásica²⁹

- **Gas combustible:** El biogás, es un gas renovable obtenido a partir de la degradación anaerobia –sin oxígeno– de residuos orgánicos³⁰. Para su aprovechamiento, los sistemas más utilizados son los biodigestores en donde el gas resultante puede utilizarse para generar calor o energía eléctrica, e inclusive como combustible en vehículos modificados.
- **Producción térmica:** La combustión de la biomasa o del biogás puede utilizarse para generar calor y vapor, siendo una fuente energética para hornos y cocinas en áreas de vivienda de trabajadores o en comedores.
- **El uso de leña** es una alternativa viable siempre y cuando sea un recurso que provenga de áreas bajo un manejo sostenible y con permisos de ley. Una ventaja de este tipo de energía es que el correcto tratamiento de la biomasa supone un aumento en el reciclaje y una disminución de los residuos.



Fuente: ACZIA, 2014

Paso 3. Medidas complementarias de eficiencia energética.

Adicionalmente, se incluyen algunas actividades y cambios a nivel de infraestructura y maquinaria, que resultarían en un aporte importante para el gasto energético.

a. Medidas de ahorro de energía eléctrica.

- **Cambio de luminarias:** La selección del tipo de luminaria a utilizar normalmente se ha basado en dos condiciones: costos y la potencia de la bombilla (Wattios “W”); sin embargo la potencia sólo indica cuánta energía consume la lámpara, no cuánta luminosidad produce, por lo que para medir el rendimiento es necesario considerar la potencia luminosa (Lumen “lm”)³¹.

De modo que, cuando se realicen proyectos de cambios de luminarias debe considerarse que muchas veces con menos watts se obtendrá la misma luminosidad, y por ende un ahorro energético y de dinero. La luminaria LED es una buena alternativa no sólo en el tema de ahorro, sino en eficiencia respecto a la iluminación convencional, al consumir hasta un 85% menos de energía que un bombillo incandescente, sin dejar de lado que tampoco presenta mercurio, no emite radiación UV y es una buena práctica de reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

LAMPARA INCANDESCENTE	LAMPARA HALOGENA	FLUORESCENCIA COMPACTA	LED MR16 / AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30.000 horas
15W / 100 lm	10W / 140 lm	3W / 150 lm	1W / 75 lm*
60W / 710 lm	35W / 600 lm	12W / 650 lm	7W / 750 lm*
75W / 1100 lm	50W / 910 lm	18W / 1150 lm	10W / 1100 lm*
100W / 1600 lm	75W / 1450 lm	23W / 1600 lm	15W / 1400 lm*

Fuente: AVANCELUCE, 2022

- **Compra de equipo eficiente:** La persona productora puede incluir en su política energética una declaración de sustitución y compra de equipos con mayor eficiencia energética, basado en la escala gráfica de la etiqueta y la normativa oficial de cada país. Práctica aplicable para equipos de enfriamiento³², cocinas, calentadores de agua, aires acondicionados, lavadoras y secadoras de ropa, entre otros.
- **Instalación de detectores de presencia:** Este tipo de dispositivos facilitan el encendido y apagado automático de las luces. Siendo muy útiles en áreas de uso poco frecuente tales como servicios sanitarios, duchas para personal de aplicación de agroquímicos y bodegas, entre otros.
- **Colocación de temporizador eléctrico:** El temporizador o timer es un dispositivo que abre y cierra un circuito eléctrico de forma automática y durante un tiempo determinado. De forma breve, permite programar el encendido y apagado de diferentes dispositivos de forma sencilla a una hora determinada.
- **Selección de colores de edificaciones:** Se debe preferir el uso de colores con un índice de reflexión mayor al 70% para lugares de máximo trabajo visual, como áreas de empaque, almacenamiento y bodegas, así mismo es importante considerar colores claros para pisos, cielos raso y puertas.

²⁹ Fuentes Renovables de Energía- Una Alternativa Sostenible para Generar Electricidad. ICE, 2020.

³⁰ Residuos domésticos, agroindustriales y proveniente de la actividad ganadera.

³¹ Guía de buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente de la energía. GS / GIZ, 2014.

³² Ver ficha #14 "Sustitución de refrigerantes según su potencial de calentamiento global"

- **Maximizar la luz natural.** Al colocar láminas de zinc transparente en los techos de las bodegas y áreas de procesamiento, así como ladrillos de vidrio en baños y servicios sanitarios. Otra alternativa es ampliar las entradas de luz natural en área de trabajo continuo como bodegas de armado de cartón. Cambio que también favorece las condiciones de seguridad y que pueden ser monitoreadas a través de mediciones de intensidad y distribución de luz, por medio de luxómetros.



Fuente: ICE, 2021

b. Medidas de ahorro de combustible en maquinaria agrícola.

Algunas acciones que la persona productora puede tener en cuenta son³³:

- **Mantenimiento de maquinaria:** Las labores de mantenimiento deben ir acorde a los tiempos y especificaciones técnicas incluidas en el manual de instrucciones del fabricante, especialmente en lo que al motor se refiere.

Considerando:

- Cambio de aceite y filtros en los periodos recomendados utilizando productos adecuados.
- Mantenimiento de los niveles de agua o refrigerante y la limpieza de radiadores.
- Sustitución de filtros del aire y limpieza del intercooler.
- Cambio y control del filtro de gasolina y bomba de inyección.

Un incorrecto mantenimiento del motor puede incrementar el consumo de gasolina en más de un 10%.

- **Condiciones de funcionamiento del motor diésel:** Los consumos más bajos de un motor diesel se registran cuando funciona a un régimen próximo al de par máximo³⁴ (este régimen figura en el manual del operador del tractor) trabajando con cargas elevadas.
- **Consumos en los trabajos de tracción o arrastre.** Un índice importante para valorar los consumos de combustible es el resbalamiento de las ruedas motrices o tractoras. Se considera que, trabajando en campo, un tractor de simple tracción debe mantener un resbalamiento del 10 al 20% y uno de doble tracción del 5 al 15%, lo cual se verifica con el hundimiento de las llantas en el terreno.
- **Utilización de lubricantes adecuados:** La correcta utilización de los aceites y los lubricantes en el tractor tienen gran correlación con el consumo de combustibles.



Paso 4. Capacitación y sensibilización

La formación es un componente clave en la implementación de un sistema de gestión de energía. Los talleres de entrenamiento deben estar dirigidos a personal seleccionado que apoye el desarrollo de la medida, incluyendo el Comité de Eficiencia Energética.

Se sugiere la planificación de las siguientes capacitaciones:

- Concepto de sostenibilidad, energía, ambiente y cambio climático.
- Potencial de las energías alternativas y renovables.
- Medidas de ahorro energético y uso racional, entre otros.

Adicional a las actividades de capacitación, es importante realizar un programa de sensibilización y concientización de los trabajadores, siendo algunas sugerencias:

- Mantener a todos los trabajadores informados acerca del consumo energético través de mensajes periódicos colocados en lugares visibles, o a través del uso de redes sociales.
- Publicar y renovar la rotulación respecto a la importancia del ahorro energético, en sitios importantes como cerca de interruptores y de equipos de alto consumo (bombas, motores, otros).

Indicadores de desempeño

- Porcentaje de reducción de consumo energía eléctrica (KWh/caja) al comparar el año en curso con el año de línea base.
- Ahorro anual en \$ en el pago de la facturación de energía eléctrica.
- Porcentaje de reducción de consumo de combustibles fósiles (L/caja) al comparar el año en curso con el año de línea base.
- Ahorro anual en \$ en el pago de la facturación de combustible.
- Número de luminarias sustituidas por otras más eficientes.
- Número de paneles solares funcionales.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- **Interno:** Se sugiere la formación de un Comité de Eficiencia Energética en finca para facilitar la implementación de la medida y actividades que favorezcan el uso eficiente de la energía.
- **Externo:** Profesionales con experiencia en capacitación y/o instalación de equipos de alta eficiencia e implementación de proyectos de energía alternativa y renovable.

Referencia de Costos:

- El precio de un panel solar e instalación depende de la cantidad de kilovatios que produzcan. Por ejemplo, un módulo fotovoltaico de dos kilovatios (Kw)³⁵, ronda entre los \$4.800 a \$5.400.

³³ Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España. IDAE, 2005.

³⁴ También se conoce como torque, es una magnitud física que mide el momento de fuerza que se ha aplicar a un eje que gira sobre sí mismo, a una determinada velocidad. Actualidadmotor, 2021.

³⁵ Precio de un equipo fotovoltaico. La Nación, 2015.

- Un molino de viento pequeño³⁶ para la extracción de agua ronda entre los \$3.500-\$5.000.
- Micro central hidroeléctrica³⁷ (sistema de tuberías, desarenadores, casa de máquinas, equipos electromecánicos, tanques de almacenamiento, líneas de transmisión, turbina, generador, otros), cerca de los \$90.000.
- Biodigestor, dependerá de la tecnología, capacidad y del tipo de material que se utilice, pero el rango de precios puede estar en los \$150 hasta los \$12.000.
- Asesoría y capacitación por parte de un especialista (225-300\$/día).

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

El uso de las diversas aplicaciones de energía alternativa y

renovable en conjunto con la implementación de un sistema de gestión de eficiencia de energía en finca, crea una particular sinergia que contribuyen significativamente no sólo al ahorro de la factura eléctrica/combustible, reducción de costos y mayor eficiencia de los procesos productivos, sino también disminuye la dependencia de fuentes no renovables que ocasionan diversos impactos negativos en el medio ambiente y contribuyen con las emisiones de gases de efecto invernadero.

Una finca que busque integrar a su dinámica productiva un manejo de la energía con una visión más sostenible, que incluya el uso de nuevas tecnologías, adopte cambios estructurales, capacite su personal y valide las mejoras implementadas; fortalece la rentabilidad de la producción a lo largo plazo, con responsabilidad social, ambiental y diferenciación de sus productos en los mercados internacionales.

Casos de éxito



[Quinta Pasadena](#) es una finca de banano de 136,64 hectáreas, ubicada en la provincia de Monte Cristi en República Dominicana, unidad de producción comprometida con el uso racional de los recursos y la protección del medio ambiente.

La finca cuenta con un complejo de 2.791 paneles solares que fueron adquiridos con el objetivo de reducir el uso de combustibles fósiles utilizados en el bombeo del sistema de riego; disminuyendo de la misma forma las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación ambiental.

Actualmente esta energía alternativa cubre un 80-85% del consumo eléctrico de la finca y se espera que en los próximos años se amplíe la cobertura de energía solar en las oficinas y empacadora.

La inversión en la implementación llegará a pagarse en unos 9 años y, con una vida útil de 25 años, representando un ahorro económico importante en electricidad y combustible.



³⁶ Precio de un molino de viento. [Lahora, 2007](#).

³⁷ Estudio Preliminar para la Instalación de una Microcentral Hidroeléctrica, [TEC, 2012](#).

Casos de éxito



[Finca Varcli](#), es una empresa familiar con una capacidad de 3.800 cajas de banano por hectárea, ubicada en el cantón de Matina, en la provincia de Limón en Costa Rica. Actualmente forma parte de las iniciativas de sostenibilidad promovidas por GIZ, y cuenta además con diferentes certificaciones internacionales tales como: Rainforest Alliance, Global Gap, SMETA, entre otras.

Banamera Varcli se encuentra fuera de la red eléctrica disponible, de manera que desde sus inicios se vieron forzados a generar su propia energía. Al principio los generadores funcionaban con diesel, luego pasaron a gas y desde el 2013 empezaron a instalar paneles solares para disminuir su huella de carbono.



Uno de los retos ha sido el tener y mantener equipos electrónicos eficientes y duraderos, ya que el clima extremadamente lluvioso afecta la integridad de los paneles y por la falta de horas luz, en ocasiones tienen que recurrir a sus generadores de gas. Sin embargo, se estima que el consumo en combustibles y gas se redujo en un 60% gracias a la energía solar. Esfuerzos que se suman a un sistema eficiente de empaque, con el que han logrado una reducción en el uso de agua a 5 litros por caja exportada, cambios que suman a la imagen de la empresa.

Referencias

- [1-9-17-23-29] Fuentes Renovables de Energía- Una Alternativa Sostenible para Generar Electricidad. <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e027a034-5b68-4beb-8cd4-ad55622d28db/Guia+Renovables.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11DRUYH>
- [2] Plataforma en Línea de Climate Watch. Consulta 2022. World | Agriculture, Industrial Processes, Land-Use Change and Forestry, Waste, Building, Electricity/Heat, Fugitive Emissions, Manufacturing/Construction, Other Fuel Combustion, Transportation | Greenhouse Gas (GHG) Emissions | Climate Watch (climatewatchdata.org)
- [3] Agricultura “inteligente” a nivel energético para evitar la dependencia de los combustibles fósiles. <http://www.fao.org/news/story/es/item/95220/icode/>
- [4] Combustibles Fósiles. ¿Qué son los combustibles fósiles? Origen, tipos y ejemplos (solar-energia.net)
- [5] When will fossil fuel reserves be diminished? https://www.researchgate.net/publication/23648651_When_will_fossil_fuel_reserves_be_diminished#:~:text=Shafiee%20and%20Topal%20%5B70%5D%20estimated,fuel%20till%202112.%20
- [6] Energías Renovables. Su implementación en la Agricultura Familiar de la República Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-energias_renovables.pdf
- [7] La Energía Cinética. http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/cinetica.html
- [8] La Energía Mecánica. http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/mecanica.htm?1&3
- [10] Diferencia entre Energía Renovable, Energía Alternativa y Energía Limpia. <https://gstriatum.com/2014/07/21/diferencias-entre-energia-renovable-energia-alternativa-y-energia-limpia/>
- [11-12] Eficiencia Energética- Introducción para las Empresa. https://www.camara.es/sites/default/files/generico/steep_training_material_for_smes_spanish_0.pdf
- [14] Informe del Grupo de Trabajo Abierto de la Asamblea General sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible- Resolución 66/288. <http://archive.ipu.org/splz-e/unga14/owg-s.pdf>
- [15] Estudio de Implantación de un Sistema de Gestión Energética ISO 50001 en una fábrica T. Microsoft Word - INDICE.docx (unican.es)
- [18] Sistemas Fotovoltaicos para el autoconsumo. https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/11/GIZ_Guia_Empresas_Sist_FV_Autoconsumo.pdf
- [19] Potencia de las Placas Solares. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/potencia-paneles-solares-real/>
- [20] Conoce la energía eólica: sus ventajas, qué es y cómo funciona. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/sostenibilidad/energia-eolica>

- [21] La energía en el viento: densidad del aire y área de barrido del rotor. <http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/enerwind.htm>
- [22] Generador Eólico de Baja Potencia. <https://core.ac.uk/download/pdf/35122881.pdf>
- [24-37] Estudio Preliminar para la Instalación de una Microcentral Hidroeléctrica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3025/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [25] Caudales Ambientales. <https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/ELOHA/Documents/Brisbane%20Declaration-Spanish.pdf>
- [28] Hidroenergía, UPME, 2016. https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p25-36.pdf
- [31] Guía de buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente de la energía. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2014-sp-guia-ahorro-energia.pdf>
- [33] Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10255_Consumos_energeticos_operaciones_agricolas_Espana_05_d94c1676.pdf
- [34] El par motor: qué es y cómo influye en el rendimiento en el motor. <https://www.actualidadmotor.com/par-motor-que-es/>
- [35] Precio de un equipo fotovoltaico. Precio de equipo fotovoltaico en Costa Rica es similar al de otros países latinoamericanos | La Nación (nacion.com)
- [36] Precio de un molino de viento. <https://lahora.com.ec/noticia/552807/molinos-de-viento-como-aliados-de-agricultores>

Otras consultas:

- Energías Renovables. Su implementación en la Agricultura Familiar de la República Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-energias_renovables.pdf
- Modelo de diagnóstico energético con propuesta de plan de eficiencia energética en edificios públicos <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/argentinien/13398.pdf>
- Planificación del Establecimiento de un Sistema de Micro Generación Hidroeléctrica <https://www.energy.gov/energysaver/planning-microhydropower-system>
- Sistemas Eólicos pequeños para Generación de Electricidad <http://www.energiaeolica.gub.uy/uploads/documentos/Microe%C3%B3lica%20Uruguay%20-%20Sistemas%20e%C3%B3licos%20peque%C3%B1os%20para%20generaci%C3%B3n%20de%20electricidad%20conectados%20a%20la%20red%20el%C3%A9ctrica%20-%20Ver5.pdf>
- Uso eficiente de la energía en las cadenas agrícolas de alimentos. <http://repiica.iica.int/docs/B3876e/B3876e.pdf>

Colaboración de Experto: Biólogo. Willy Alfaro Cervantes/
Email: willy@kwconsultores.com