



PROGRAMA DE APOYO
A LA POLÍTICA DE ENERGÍA
DE CUBA

EFICIENCIA
ENERGÉTICA
FRE local

INFORME FINAL. PC EE FRE local



TABLA DE CONTENIDOS

1. DATOS GENERALES DE LA ACCIÓN	3
2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS	4
3. RESULTADOS Y ACTIVIDADES.....	9
4. MARCO LÓGICO. Cumplimiento y desafíos	123
5. COMUNICACIÓN Y VISIBILIDAD	125
6. CRONOGRAMA DE ACCIÓN.....	131
7. MANEJO DE RIESGOS	133
8. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	133
9. MARCO DE MONITOREO	137
10. COORDINACION Y SINERGIAS	137
11. CUESTIONES TRANSVERSALES.....	141
12. RECOMENDACIONES, DIFICULTADES Y LECCIONES APRENDIDAS.....	144

1. DATOS GENERALES DE LA ACCIÓN

- **Nombre y cargo de la persona de contacto:** Fernando Hiraldo, Representante Residente del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Cuba
- **Título de la acción:** Proyecto Conjunto "Apoyo a la eficiencia energética y a la promoción de las fuentes renovables de energía en función del desarrollo Local/EE-FRE local"
- **Nombre corto:** Proyecto Conjunto EE – FRE local
- **Número de contrato:** LA/2018/403-429
- **Fecha de inicio y fecha final del período de notificación:** 27 de julio 2019 – 27 de noviembre de 2025
- **Presupuesto total:** 12,063,145.00 USD

2. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

AENOR: Agencia Española de Normalización y Certificación

BNC: Banco Nacional de Cuba

CAM: Consejo de Administración Municipal

CCP: Comité de Coordinación del Proyecto

CDN: Comité Directivo Nacional

CEDAI: Empresa de Automatización Integral

CEEPI: Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales

CEETAM: Centro de Estudios de Energía y Tecnologías de Avanzada de la Universidad de Moa

CETAD: Centro de Estudios de Técnicas Avanzadas de Dirección de la Facultad de Ciencias Técnicas de la UNISS

CIRCE: Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos

CIPEL: Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas

CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

CONFORMAT: Empresa del Grupo Empresarial de la Industria Sideromecánica del MINDUS

CONSUMIMPORT: Empresa Cubana Importadora de Artículos de Consumo General

COPANT: Confederación Panamericana de Normas Técnicas

COPEXTEL: Grupo de la Industria Electrónica, la automática y las comunicaciones

CTM: Centro de Transporte de Madrid

CUBAENERGÍA: Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía

CUBANACAN: Grupo Hotelero CUBANACAN S.A.

CUBAVISIÓN: Canal de la Televisión Cubana

CUJAE: Universidad Tecnológica de La Habana "Jose Antonio Echeverría"

CUM: Centro Universitario Municipal

CUP: Peso cubano

DESOFT: Empresa Desarrolladora de Software

DIM: Modalidad de Implementación Directa (por sus siglas en inglés)

DOA: Descripción de la Acción (por sus siglas en inglés)

DUE: Delegación de la Unión Europea

ECODIC: Empresa de Consultoría, Diseño e Ingeniería Constructiva del Ministerio del Interior

ECONOLER: Consultora líder mundial en el campo de la energía sostenible y mitigación del cambio climático

EE: Eficiencia Energética

ENERGOIMPORT: Empresa Importadora–Exportadora de Objetivos Electroenergéticos

ENPA: Empresa de Proyectos del Ministerio de la Agricultura

ESCC: Estudio Superior de Ciclo Corto

ETECSA: Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

ETSIME: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Energía y Minas de Madrid

FIAP: Fundación Internacional para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas

FLACSO: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

FMC: Federación de Mujeres Cubanas

FORMER: Fortaleciendo el liderazgo y participación de la mujer en el sector de la energía renovable en Cuba.

FRE: Fuentes Renovables de Energía

FV: Fotovoltaico

GAVIOTA: Grupo de Turismo Gaviota S.A.

GEIA: Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria

GEIQ: Grupo Empresarial de la industria Química del MINDUS

GELEC: Grupo Empresarial de la Electrónica, del MINDUS

GESIME: Grupo Empresarial de la Industria Sidero-Mecánica

GIZ: Agencia Alemana para la Cooperación Internacional

GRAN CARIBE: Grupo Hotelero GRAN CARIBE S.A.

IDAE: Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía de España

INA: Identificación de Necesidades de Aprendizaje

INEL: Empresa de Proyectos e Ingeniería de la Electricidad

IPF: Instituto de Planificación Física

LABET: Laboratorio de Ensayos de Tropicalización

MEP: Ministerio de Economía y Planificación

MEPS: Estándares Mínimos de Desempeño Energético

MES: Ministerio de Educación Superior

MCHE: Mini o Micro Central Hidroeléctrica

MFP: Ministerio de Finanzas y Precios

MINCEX: Ministerio de Comercio Exterior y la Inversión Extranjera

MINDUS: Ministerio de Industrias

MINEM: Ministerio de Energía y Minas

MINTUR: Ministerio de Turismo

ML: Marco Lógico

MPTFO: Oficina del Fondo Fiduciario de Socios Múltiples

MTSS: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

NC: Norma Cubana

NDC: Contribución Nacionalmente Determinada

NIM: Modalidad de Implementación Nacional (por sus siglas en inglés)

OBE: Organización Básica Eléctrica

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONARC: Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba

ONAT: Oficina Nacional de Administración Tributaria

ONEI: Oficina Nacional de Estadística e Información

ONN: Oficina Nacional de Normalización, Metrología y Control de la Calidad

ONUDI: Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ONURE: Oficina Nacional para el Control y Uso Racional de la Energía

ONURE OC: Oficina Central de ONURE

OSDE: Organización Superior de Dirección Empresarial

PADIT: Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial

PCV: Plan de Comunicación y Visibilidad

PFV: Parque solar Fotovoltaico

PGA: Plan General de Actividades

PIAL: Programa de Innovación Agropecuario Local

PNDES: Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social

PNUD CO: Oficina del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Cuba (por sus siglas en inglés)

PPD: Programa de Pequeñas Donaciones de PNUD

PRODOC: Documento de Proyecto

PROSA: Empresa de fabricación de productos sanitarios perteneciente al GEIQ del MINDUS

PROSGEn: Programa de Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía en Cuba

PUNO: Organización Participante de Naciones Unidas (por sus siglas en inglés)

RdA: Redes de aprendizaje

SAGEN: Sistema Automatizado para la Gestión Energética
SDA: Solicitud de Adquisiciones
SERVIBASICA: Empresa de Servicios del Ministerio de Energía y Minas
SFVA: Sistema Fotovoltaico Autónomo o Individual
SGEn: Sistemas de Gestión de la Energía
SIAL: Sistema de Innovación Agropecuario Local
Tep: Toneladas equivalentes de petróleo
TSU: Tecnico Superior Universitario
UDI: Unidad de Desarrollo e Innovacion
UE: Unión Europea
UEB: Unidad Empresarial de Base
UCf: Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
UCLV: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
U Moa: Universidad de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez"
UN: Naciones Unidas (por sus siglas en inglés)
UNE: Unión Eléctrica
UNISS: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"

3. INTRODUCCIÓN

El presente Informe Final recoge los resultados alcanzados en el marco del Proyecto Conjunto “Apoyo a la eficiencia energética y a la promoción de las fuentes renovables de energía en función del desarrollo local (EE-FRE local)”, ejecutado entre el 1 de enero de 2023 y el 26 de noviembre de 2025, con el apoyo de la Unión Europea (UE), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la participación de diversas instituciones nacionales y territoriales, incluidas las estructuras de gobierno a nivel local.

Concebido para dar respuesta a los Objetivos Específicos 3 y 4 del Componente 3 del Programa “Apoyo a la Política de Energía en Cuba” (en lo adelante el Programa) -acordado en el año 2018 entre el Gobierno de Cuba y la UE¹- su implementación tuvo como guía las prioridades estratégicas del país en materia de desarrollo sostenible, en particular: el “Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 (PNDES)”, la Tarea 8 del “Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático” (Tarea “Vida”), la “Política para el Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía”, así como con los compromisos internacionales asumidos por Cuba en el marco de la Agenda 2030, especialmente el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7, orientado a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.

En este contexto, el Proyecto EE-FRE generó resultados cuantificables en relación con el acceso y uso eficiente de la energía, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de la participación de fuentes renovables en la matriz energética del país. Las acciones desarrolladas aportan evidencia técnica, herramientas metodológicas y capacidades institucionales que contribuyen o contribuirán, sin dudas, al diseño e implementación de políticas públicas, así como al fortalecimiento de programas sectoriales vinculados a la transformación del sistema energético nacional.

Su abordaje integrador con relación al uso de la energía -en particular de las fuentes renovables- mientras se amplía el acceso a las mismas por parte de comunidades, entidades y empresas altas consumidoras; el desarrollo e implementación de metodologías y herramientas técnicas innovadoras, los procesos de sensibilización y capacitación generados y puestos a prueba, así como los mecanismos de articulación interinstitucional e intersectorial desarrollados, distinguen a este proyecto y lo colocan como referencia en el actual contexto.

¹ Objetivo Específico 3-EFICIENCIA ENERGÉTICA -“Apoyar la implementación del programa gubernamental para la gestión y conservación de la energía, incluida la eficiencia energética”-; Es implementado por ONUDI, como PUNO y ejecutado nacionalmente por la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE), perteneciente al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) Objetivo Específico 4-FRE local -“Apoyar el desarrollo local de las comunidades rurales facilitando el acceso a las energías renovables y estimulando el consumo eficiente de la energía”-; Es implementado por PNUD como PUNO, y ejecutado nacionalmente por la Universidad “José Martí” de Sancti Spiritus (UNISS), perteneciente al Ministerio de Educación Superior (MES). El Programa fue acordado entre la Unión Europea (UE) y el Gobierno de Cuba en el año 2018 y se ejecuta nacionalmente bajo el liderazgo del Ministerio de Energía y Minas (MINEM)

A ello se suma la incorporación de los enfoques de equidad de género, sostenibilidad ambiental y participación comunitaria, promoviendo la inclusión social y el empoderamiento de los actores locales en la gestión energética; lo que permitió integrar el conocimiento técnico con las dinámicas sociales e interinstitucionales establecidas, garantizando una mayor apropiación de las soluciones tecnológicas y su sostenibilidad a largo plazo.

El texto a continuación, por tanto, expone los resultados alcanzados por este proyecto en correspondencia con los objetivos inicialmente previsto, hasta su finalización en noviembre de 2025. Asimismo, se analizan los desafíos enfrentados, las lecciones aprendidas y las perspectivas para la sostenibilidad, replicabilidad y escalamiento de las acciones desarrolladas, en el marco de la estrategia de transición energética que impulsa el país desde el año 2024.

3. RESULTADOS Y ACTIVIDADES

Impactos alcanzados

OBJETIVO ESPECÍFICO 3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

En cumplimiento del Objetivo Específico 3, Eficiencia Energética (OE 3-EE), se resumen a continuación los resultados más relevantes alcanzados con la implementación del proyecto. Estos resultados, las actividades y procesos llevados a cabo para su consecución, se detallan más adelante en este propio acápite.

En correspondencia con el marco de resultados previstos (Ver Anexo Marco Lógico-ML), se completaron 226 reinspecciones a revisiones energéticas realizadas (300), o sea, el 75.3 % del total. Como resultado, se pudo corroborar un ahorro de energía de 51.8 GWh/año que representa el 24 % del potencial identificado, con un impacto ambiental de 44,916.8 tCO₂ evitadas.

Se desarrolló la evaluación de la factibilidad y el potencial de un modelo SUPER ESCO en Cuba para lograr un estadio superior en la implementación de mejoras de eficiencia energética en el sector industrial y de turismo fundamentalmente.

En el 2025 se mantuvo la puesta en práctica de las tres herramientas, diseñadas y aprobadas en el marco del proyecto, para dar apoyo a las revisiones energéticas y a la implementación del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). Los grupos empresariales del país han asumido la metodología utilizada para aplicarla en sus entidades y la han integrado en el proceso de elaboración del Programa de eficiencia energética y de fuentes renovables de energía que exige el Decreto Ley 345 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía". La concepción de este programa y su implementación contribuyó a la elaboración de la Estrategia de Transición Energética del país.

Se desarrollaron y están en funcionamiento 15 redes de aprendizaje (RdA); 78 organizaciones se encuentran implementando SGEn, 40 lo tienen implementado y 7 certificados, lo que implica un

sobre cumplimiento de lo previsto como indicador en el ML. De los certificados, la Textilera Desembarco del Granma obtuvo la certificación internacional con AENOR México.

Se concluyeron, evaluaron y aprobaron por el CTN 107 (ONURE) las 9 propuestas de normas para los 4 sistemas energéticos comprometidos en el proyecto.

En las tres aulas especializadas creadas se desarrollaron cursos para la formación de gestores energéticos, así como la capacitación en temas de eficiencia energética y FRE dirigido a directivos, técnicos y estudiantes del nivel medio y superior con un total de 674 formados, de ellos 257 mujeres que representan en 38.13 %.

A través de las RdA, se formaron 1,118 especialistas, de ellos 354 mujeres (29.80 %). En otras actividades como talleres, cursos y visitas de estudios, fueron capacitadas otras 430 personas; de ellas 198 fueron mujeres (46 % del total).

Así mismo, fueron formados 47 especialistas por AENOR México como auditores de la norma ISO 50001, de ellos 12 mujeres que representan el 25.5 % y 31 como auditores energéticos con base a la norma ISO 50002: 2014, de ellos 9 mujeres que representa un 29 %. Y fueron certificados 5 Auditores, por la Oficina Nacional de Normalización (ONN).

Se desarrollaron todos los proyectos demostrativos exitosamente, dejando establecidas las potencialidades para su replicabilidad en el país. Se estima que lo implementado produzca un ahorro aproximado de 783 MWh/año, con un impacto en reducción de emisiones evitadas de 1,626.54 tCO₂ /año (calculada no solo con la energía ahorrada, incluye el impacto por la eliminación de uso de leña y Diesel). En un plazo de 5 años se estarían dejando de emitir 8,133 tCO₂

Resultado 3.1: Evaluación de las necesidades de eficiencia energética en los niveles institucionales y corporativos identificados.

Producto 3.1.1. Establecimiento de normas técnicas y jurídicas que regulen la eficiencia en sistemas energéticos.

Actividad 3.1.1.1. Realización de auditorías energéticas en 300 altos consumidores de energía de los sectores seleccionados.

Actividad 3.1.1.2. Análisis de prácticas existentes y datos para la definición de indicadores de EE, desarrollo de indicadores y metas de EE a diferentes niveles.

Actividad 3.1.1.3. Talleres y programa de entrenamiento de expertos para la capacitación de especialistas cubanos en las normas adoptadas y las mejores prácticas internacionales, con experiencias prácticas (I y II Etapas).

Con relación a la actividad 3.1.1.1., a inicios de 2024 fueron completadas las 300 revisiones energéticas previstas. El potencial de ahorro identificado con dichas revisiones es de 218 GWh/año, lo que tiene un impacto económico para el país de 25,2 MM\$/año y un potencial de

impacto ambiental de 189 058 tCO₂. Como puede apreciarse en la tabla a continuación, los mayores potenciales de ahorro se encuentran en el sector turismo

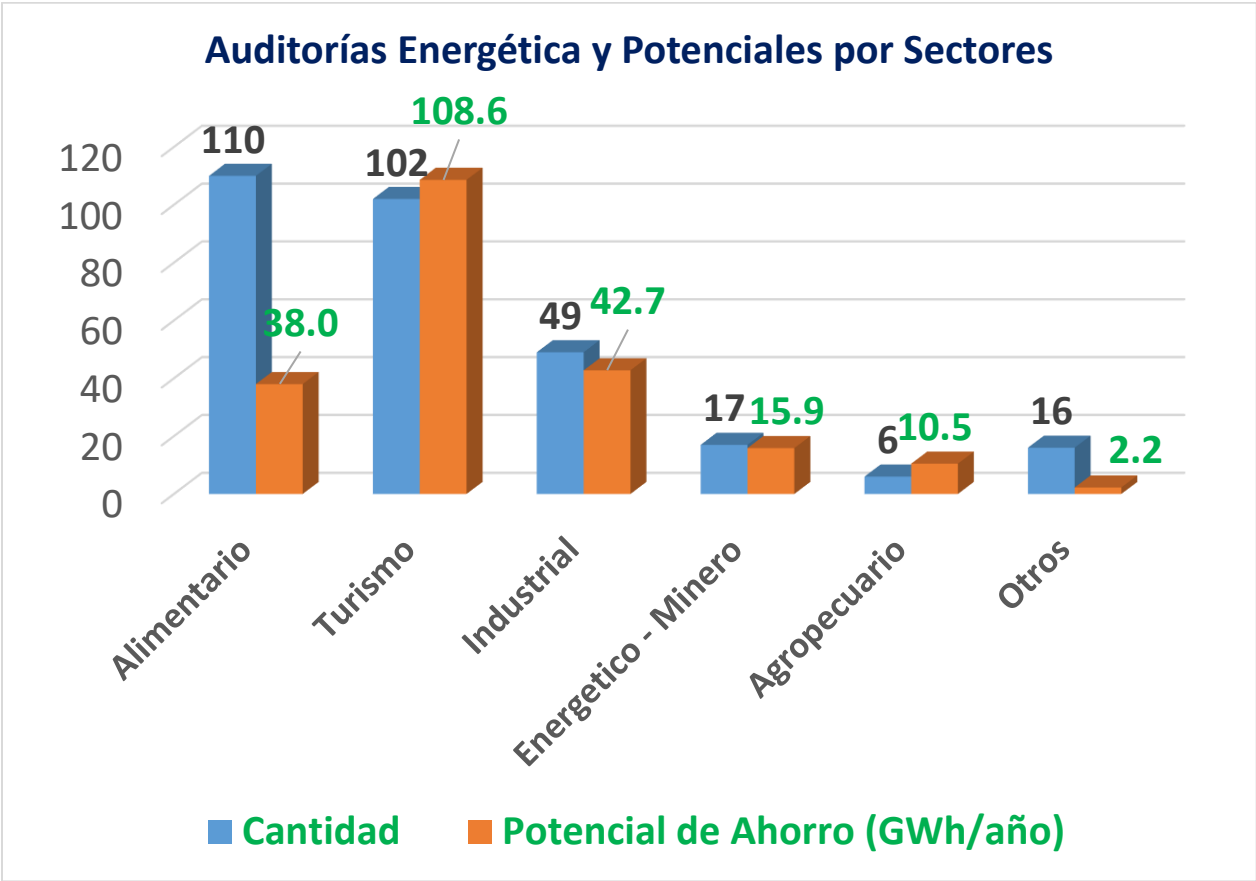


Figura 1. Revisiones energéticas y potencial de ahorro por sectores

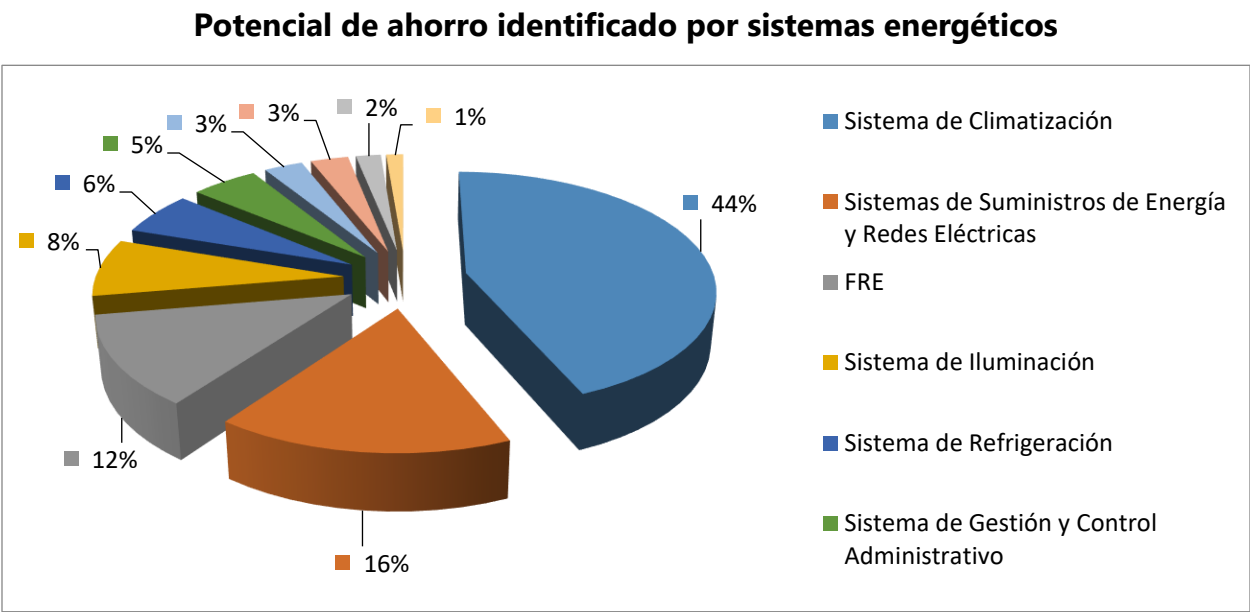


Figura 2. Potencial de ahorro identificado por sistemas energéticos

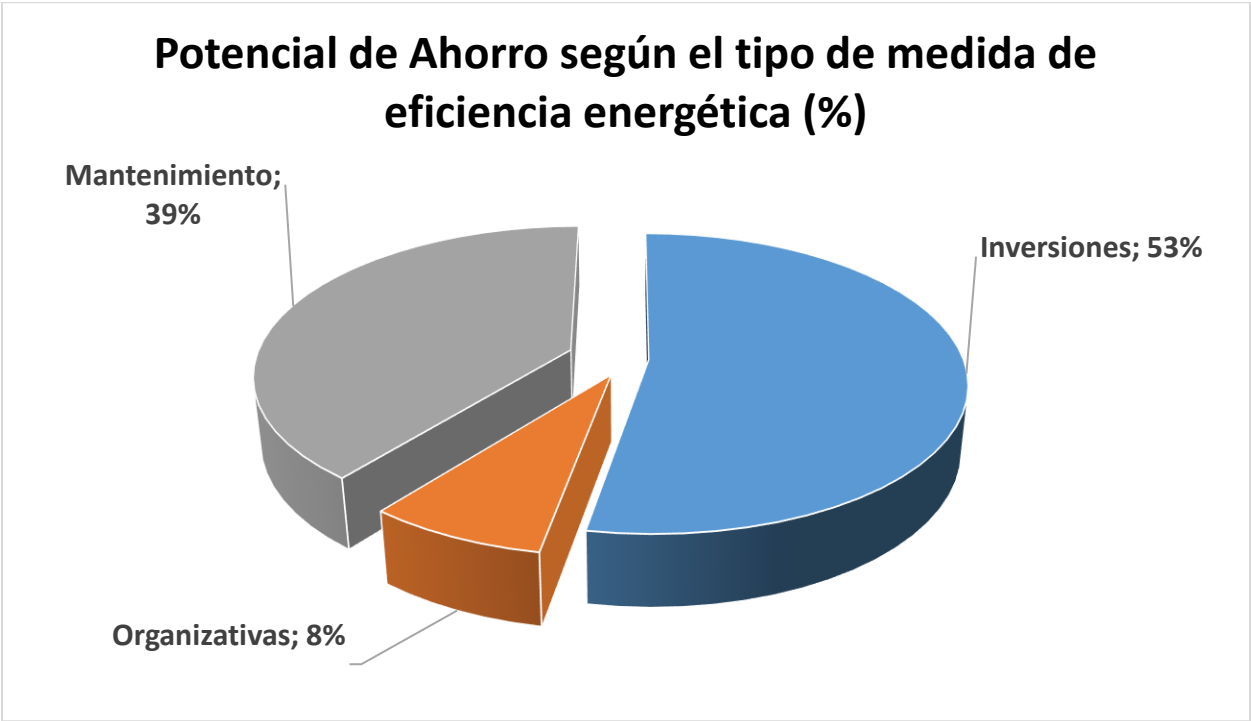


Figura 3. Potencial de ahorro según el tipo de medida de eficiencia energética

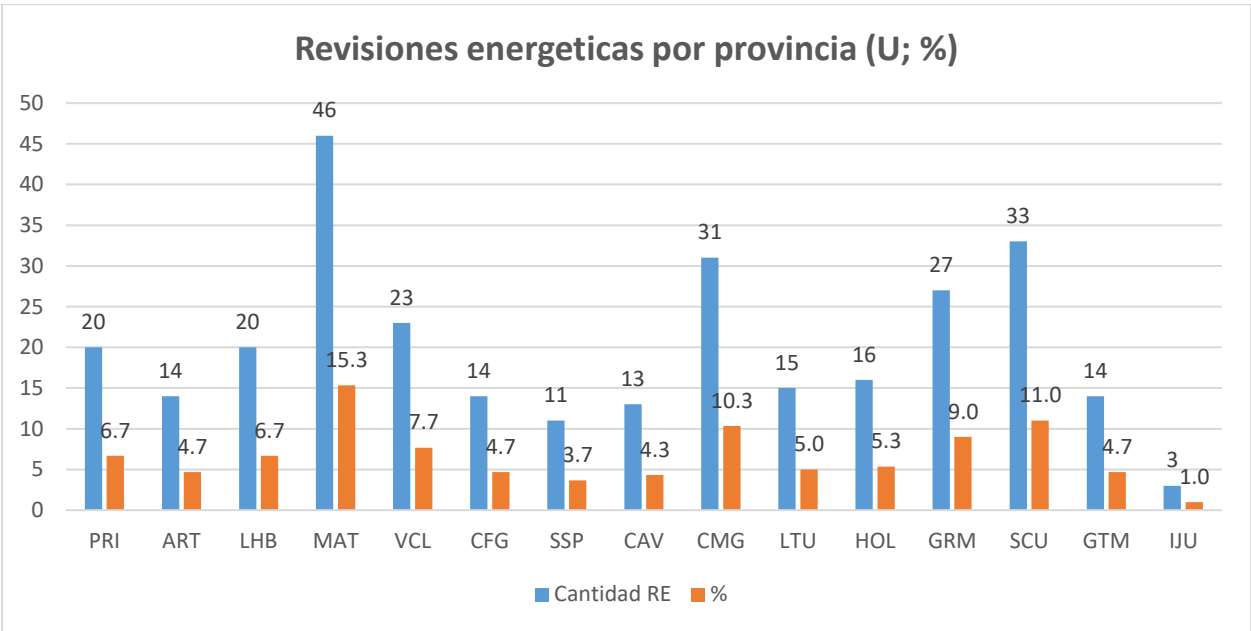


Figura 4. Revisiones energéticas por provincia

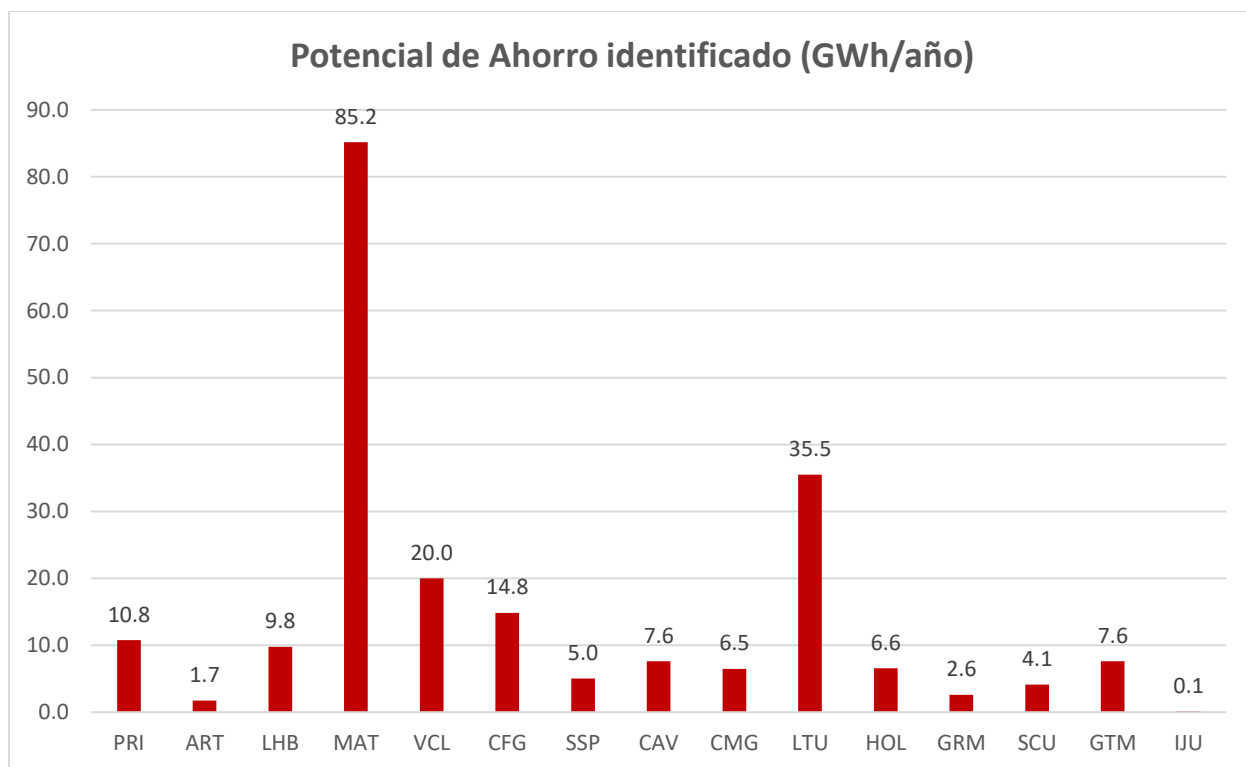


Figura 5. Potencial de ahorro identificado

En 77 entidades de 15 provincias se dejaron propuestas de mejoras relacionadas con la introducción de fuentes renovables de la energía, en las que se calculó un Potencial de **55.1 GWh/año** y las emisiones de CO₂ evitadas sería de **47 mil 777.5 t/año**.

Durante el período de enero hasta noviembre 2025, se realizaron 97 nuevas reinspecciones para chequear el cumplimiento de las medidas de ahorro identificadas en las revisiones energéticas realizadas, para un total de 226 reinspecciones que representa el **75.3%** del total. Como resultado, se pudo corroborar un ahorro de energía de **51.8 GWh/año** que representa el **24 %** del potencial identificado con un impacto ambiental de **44,916.8 tCO₂ evitadas**. Las figuras a continuación ofrecen una información más detallada de este hecho.

Resulta importante destacar que en los próximos años, una vez ejecutado el 100 % del potencial de mejoras identificado, el impacto será de 218 GWh/año de reducción de consumo y 189 058 tCO₂ que se dejarán de emitir.

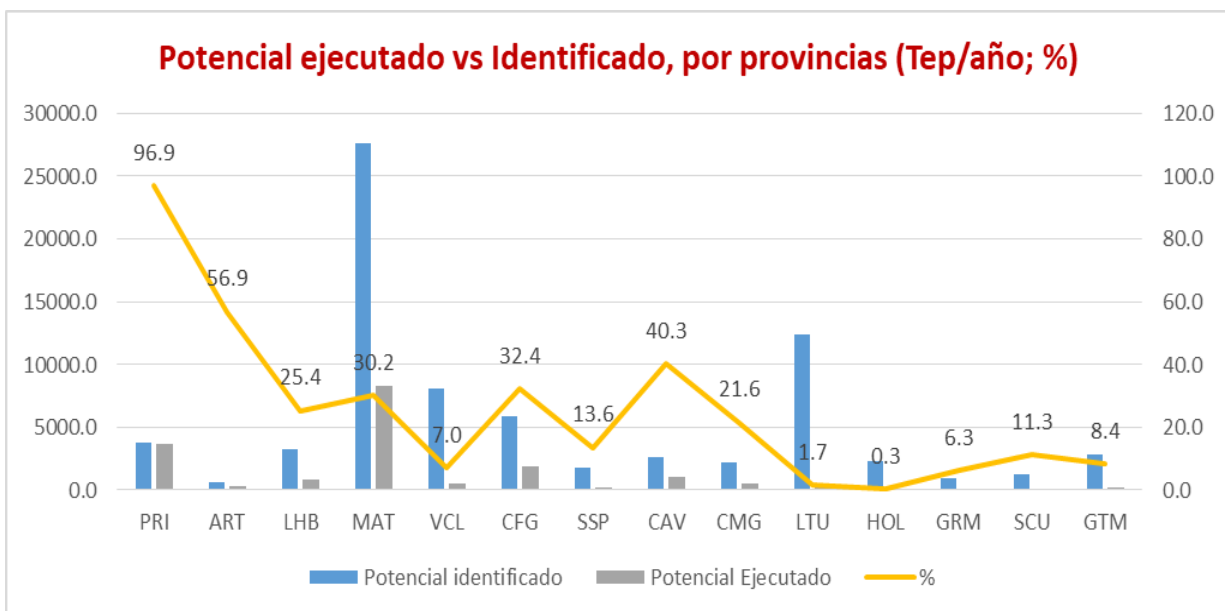


Figura 6. Potencial de ahorro ejecutado respecto al potencial de ahorro Identificado.

Sector	Revisiones energeticas			Potencial de Ahorro			
	Revisiones energeticas	Reinspecciones	%	Total Identificado (GWh/año)	Ejecutado (GWh/año)	Emisiones de CO2 evitadas (Ton/año)	%
Alimentario	110	87	79.1	38.0	5.3	4611.9	14.0
Turismo	102	65	63.7	108.6	28.1	24416.5	25.9
Industrial	49	40	81.6	42.7	2.1	1783.4	4.8
Energetico - Minero	17	12	70.6	15.9	4.7	4047.3	29.4
Agropecuario	6	6	100.0	10.5	10.1	8751.1	96.2
Otros (6)	16	16	100.0	2.2	1.5	1306.7	67.4
TOTAL	300	226	75.3	218.0	51.8	44916.8	24.0

Tabla 1. Resultados de revisiones energéticas, potencial de ahorro identificado vs ejecutado y las emisiones evitadas por sectores

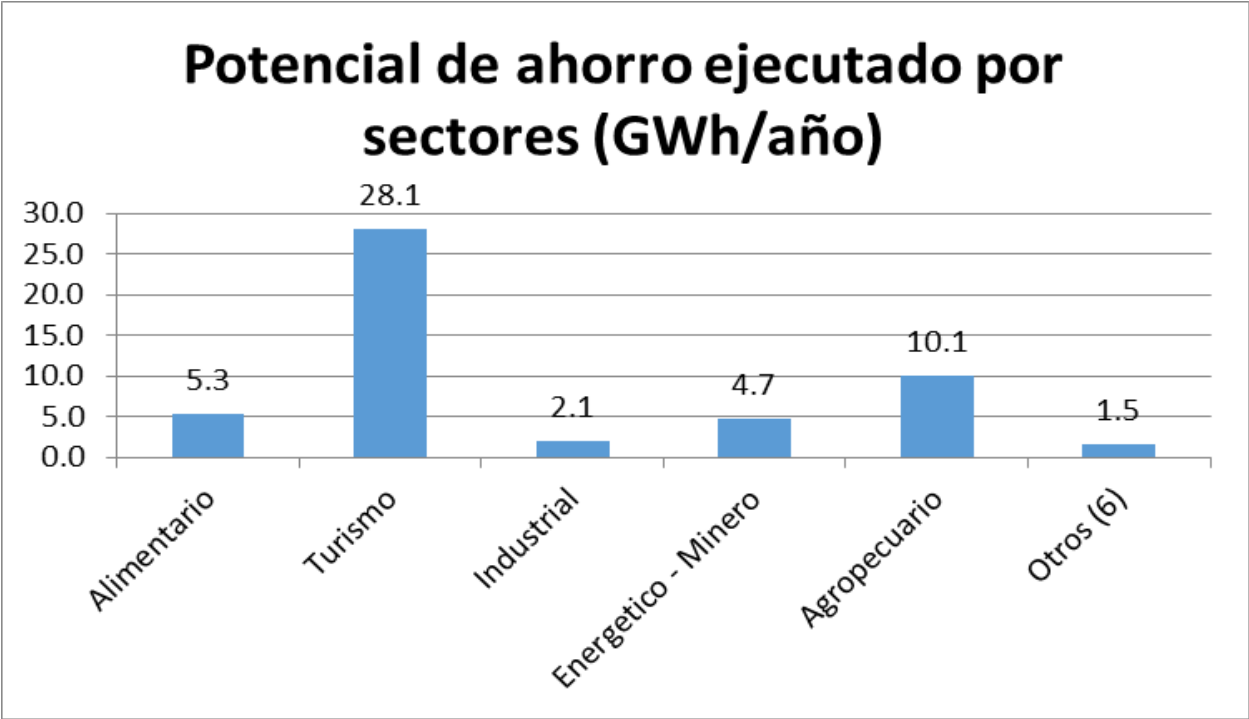


Figura 7. Potencial de ahorro ejecutado por sectores (%)

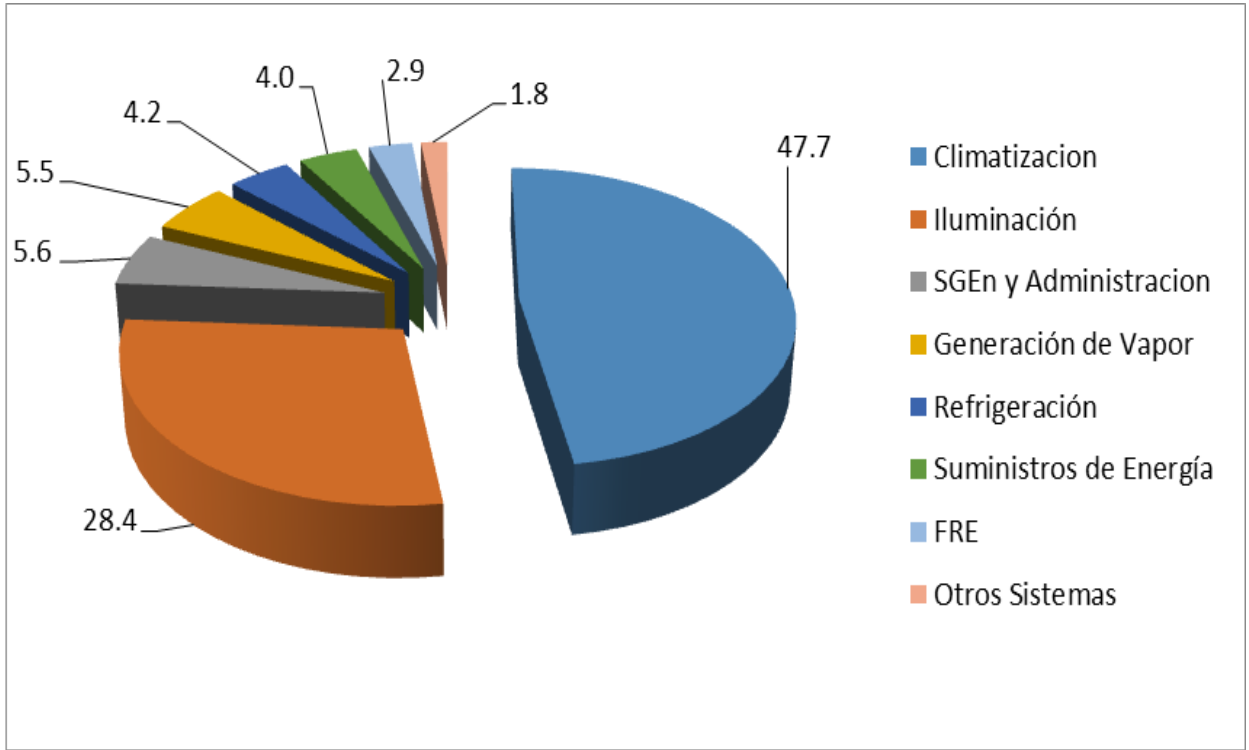


Figura 8. Potencial de Ahorro Ejecutado según el tipo de sistema energético

Impacto energético a partir de las propuestas de mejoras ejecutadas.

- Se han ahorrado 24.6 GWh/año por acciones desarrolladas en los sistemas de climatización por introducción de tecnologías “inverter”, mejoramiento de la hermeticidad de locales y acciones organizativas, principalmente en el sector turístico.
- En los sistemas de iluminación se ahorraron 14.7 GWh/año por la sustitución de luminarias ineficientes por tecnologías LED, principalmente en los sectores turísticos y agropecuarios.
- En los sistemas de generación de vapor se ahorraron 2.8 GWh/año con la ejecución del Programa de Salas de Calderas Eficientes donde fueron intervenidas 42 en el sector industrial, con mejoramiento técnico de las calderas, sistemas de automática y las redes de distribución de vapor, lográndose un impacto de 1100 toneladas equivalente de petróleo dejadas de consumir al año por este concepto.

Mejoras realizadas y tecnologías instaladas

- Sustitución de tecnologías ineficientes por equipos de climatización y de refrigeración de tecnología Inverter.
- Reparación de redes de insulación de agua fría y caliente.
- Reposición de válvulas de 2 y 3 vías de climatizadoras y fan coils.
- Hermetización de locales climatizados.
- Reposición del aislamiento térmico de tuberías de agua helada en sistemas de climas centralizados.
- Sustitución de luminarias fluorescente por tecnología LED.
- Sustitución de intercambiadores de calor de los calentadores solares.
- Montaje de sistemas de control automático para la operación de bombas de agua.
- Desconexión del respaldo eléctrico de los calentadores de agua solares.
- Reparación de salas de calderas y su sistema de distribución de vapor.
- Sustitución de bombeo ineficiente por bombeo eficiente con variador de frecuencia.
- Instalación de banco de capacitores.
- Instalación y puesta en marcha de sistemas solares fotovoltaicos.

Otros impactos alcanzados en el desarrollo del programa de revisiones energéticas

- Los grupos empresariales del país han asumido la metodología utilizada para aplicarla en sus entidades y la han integrado en el proceso de elaboración del *Programa de eficiencia energética y de fuentes renovables de energía* que exige el Decreto Ley 345 “Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía”
- La concepción de este programa y su implementación fue tomada en cuenta en la elaboración de la política del país para la transición energética, que ya está elaborada y en proceso de aprobación para su posterior puesta en vigor en todo el territorio nacional.

- Las herramientas diseñadas en el marco del proyecto orientadas al cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 50001 durante la implementación de los sistemas de gestión de la energía, permitió incrementar el nivel de calidad de las revisiones energéticas y las reinspecciones realizadas, su orientación hacia la implementación de los requisitos de la NC ISO 50001, 2019 "Sistemas de Gestión de la Energía" y el tránsito por etapas hacia su completamiento.
- Estas herramientas han servido de base para las revisiones energéticas internas desarrolladas por las entidades y se han instaurado como medio fundamental en el trabajo de empresas que prestan servicios energéticos y desarrollan proyectos de eficiencia energética según la NC ISO 50001, 2019.

Se cuenta con la base de datos de los 160 mayores consumidores de energía del país, de estos se monitorean los que consumen más de 30 MWh y los que consumen más de 50 000 litros de combustible mensualmente, esto permite la evaluación sistemática de las oportunidades de ahorro con una planificación oportuna de los indicadores de desempeño energético.



Se continúa actualizando la base de datos de oportunidades de ahorro y propuestas de mejoras para cada sistema energético.

Actividad 3.1.1.2. Análisis de prácticas existentes y datos para la definición de indicadores de EE, desarrollo de indicadores y metas de EE a diferentes niveles.

Se determinaron todos los indicadores y fueron presentados en el informe de situación 2023; se cuenta con el informe técnico detallado de cada indicador. Durante el 2024 se conciliaron con el Ministerio de Economía y Planificación y posteriormente se circularon a los OSDs para su revisión. Después de una minuciosa revisión e intercambio con los diferentes sectores económicos del país, se logró la medición de los indicadores de desempeño energético en los 150 servicios mayores consumidores, de los 300 a los que se les realizó las revisiones energética, estableciéndose un control mensual de su comportamiento y donde certifican a las ONURE provinciales los niveles de actividad, consumos de los portadores energéticos y el cumplimiento de los planes de los indicadores de desempeño energético.

Entre los principales indicadores de desempeño energético por sectores se encuentran: Turismo (MWh/Habitaciones días ocupados), Alimentario (MWh/toneladas de producción), Hidráulico (MWh/metros cúbicos de agua), Generación eléctrica (MWh insumo/MWh generado), Producción minera (MWh/ton de níquel + cobalto).

Es importante mencionar que la información obtenida en las revisiones energéticas realizadas, en particular el alto potencial de mejora identificado (fundamentalmente en el sector industrial y de turismo), no se traduce automáticamente en proyectos implementados, dada la existencia de

algunas barreras estructurales como las limitaciones en el acceso a financiamiento para inversiones iniciales, la existencia de tarifas energéticas subsidiadas que reducen los incentivos económicos para invertir en eficiencia, la ausencia de mecanismos contractuales basados en desempeño, y el bajo desarrollo del mercado de empresas de servicios energéticos. Asimismo, el entorno institucional se caracteriza por procesos de aprobación de inversiones centralizados y complejos, lo que dificulta la implementación ágil de proyectos.

En cuanto al marco institucional, a pesar de la existencia de actores clave como el MINEM y la ONURE -con capacidades técnicas relevantes y experiencia en la realización de diagnósticos energéticos- estas capacidades se encuentran fragmentadas y no están plenamente articuladas en un sistema que permita la implementación sistemática de proyectos de eficiencia energética bajo esquemas de mercado.

Desde el punto de vista regulatorio, se ha identificado que el marco vigente establece obligaciones y lineamientos para la eficiencia energética, incluyendo la planificación energética, la implementación de sistemas de gestión de la energía y la obtención de licencias energéticas para inversiones. No obstante, no existen disposiciones específicas que habiliten contratos basados en desempeño energético, como los esquemas típicos de las ESCO (Empresa de Servicios Energéticos (Energy Service Company)).

Es por esto, que para escalar hacia un estadio superior en la implementación de las mejoras en eficiencia energética y los beneficios energéticos ambientales esperados, bajo el apoyo técnico de ECONOLER, se desarrolló un modelo Super ESCO adaptado a las condiciones del país. Este modelo tiene como objetivo actuar como un mecanismo centralizado para estructurar, financiar e implementar proyectos de eficiencia energética, facilitando la superación de las barreras identificadas. La propuesta contempla un rol central para ONURE como entidad operadora, así como la creación de un Fondo de Transición Energética (FTE) encargado de gestionar los recursos financieros necesarios para la ejecución de los proyectos. Esta información está totalmente disponible en el documento "Evaluación de la factibilidad y el potencial de un modelo super esco en Cuba", en los archivos del proyecto en la ONURE.

Actividad 3.1.1.3. Talleres y programa de entrenamiento de expertos para la capacitación de especialistas cubanos en las normas adoptadas y las mejores prácticas internacionales, con experiencias prácticas (I y II Etapas).

Esta actividad cobró vida durante el 2023, año en el que expertos nacionales elaboraron las propuestas de 9 normas para los 4 sistemas energéticos propuestos: 1 para Sistemas de Iluminación, 4 para Sistemas de Refrigeración Industrial, 3 para Sistemas de Generación y Distribución de Vapor y 1 para Sistemas de Bombeo, Distribución y Almacenamiento de Fluidos. Todas las propuestas de normas fueron culminadas. En el 2024, estas normas se sometieron a un proceso de revisión por contrapartes nacionales y por ECONOLER, institución internacional con experticia en estos temas y en la identificación de los Estándares Mínimos de Eficiencia Energética

(MEPS por sus siglas en inglés y el etiquetado de EE, ambos abordados en las normas desarrolladas (para más información referida al trabajo con los MEPS, ver **actividades 3.2.2.1 y 3.2.2.2**). En el 2025, las normas fueron evaluadas y aprobadas por el Comité Técnico de Normalización que preside la ONURE, quedando pendiente su certificación por la Oficina Nacional de Normalización una vez sean evaluadas y aprobadas por los Comité Técnico de Normalización especializados en los 4 sistemas energéticos.

Estado en que se encuentra cada sistema de normas:

1. Normas de Eficiencia Energética (EE) para Sistemas de Refrigeración Industrial (4 partes)
 - Evaluada por el Comité Técnico de Normalización (CTN) 107 EE (ONURE)
 - Revisada por la Oficina Nacional de Normalización (ONN)
 - En proceso de aprobación (2026)
2. Normas Sistemas de Iluminación
 - Evaluada por el CTN 58 Iluminación (GELEC) y por el CTN 107 EE (ONURE)
 - Revisada por la Oficina Nacional de Normalización (ONN)
 - Pendiente cumplir consideraciones de la ONN para su posterior aprobación por la ONN. (2026)
3. Normas de Generación y Distribución de vapor
 - Evaluadas las partes 1 y 2 por el CTN 107 Eficiencia Energética (ONURE)
 - Pendiente la evaluación de la parte 3 por el CTN 92 Calderas. Diciembre 2025
 - Pendiente revisión por la Oficina Nacional de Normalización (ONN). Diciembre 2025
 - En proceso de aprobación por la ONN (2026).
4. Normas Sistemas de Bombeo, Distribución y Almacenamiento de Fluidos
 - Evaluada por el CTN 107 EE(ONURE). Pendiente de evaluación por el CTN 106 (INRH) (2026)
 - Pendiente evaluación por la ONN (2026)
 - Prevista aprobación por la ONN (2026)

Estas Normas son de gran importancia para el país y muy necesarias para lograr una mayor eficiencia energética en los diferentes procesos tecnológicos, van a ser de obligatorio cumplimiento y servirán de base para la entrega de los dictámenes que emite la ONURE en los procesos inversionistas y de importación de tecnologías y equipos. Se ha concebido presentar las normas al CTN 152 de la COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) para su evaluación e integración regional.

Producto 3.1.2. Diseño, elaboración e impresión de Manuales que identifiquen los indicadores sectoriales de EE y las principales medidas de eficiencia energética a adoptar en cada uno de los sectores (Industrial, Público, Residencial y Turismo).

Tomando en consideración que los indicadores fueron desarrollados para varios sectores (incluidos el industrial, público, residencial y turismo); y los mismos están siendo utilizados por el sector empresarial para la medición del desempeño energético. Se identificó la necesidad y

utilidad de elaborar manuales con las metodologías para auditorías energéticas en equipos de bombeo, en motores eléctricos y en sistemas de iluminación. También, por la importancia, se elaboró la metodología para la evaluación de los impactos. Estas metodologías fueron elaboradas en el 2023 y después de una revisión detallada fueron aprobadas por la ONURE. En el 2025 se culminó el proceso de revisión, de diseño e impresión de las mismas.



Figura 9. Portada de las metodologías para la realización de revisiones energéticas.

Resultado 3.2: Fortalecidas las capacidades y equipamiento de las entidades estatales, empresas e instituciones identificadas que participan en la Eficiencia Energética en condiciones de igualdad y equidad de género.

Producto 3.2.1. Programa de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) en 30 altos consumidores del sector estatal.

Actividad 3.2.1.1. Capacitación y certificación de 20 auditores de energía en la Norma ISO 50001: 2018 y otras normas relacionadas.

Actividad 3.2.1.2. Creación de 3 aulas especializadas para la formación de especialistas responsables de la energía en organismos y entidades altas consumidoras en temas de administración y sistemas energéticos.

Actividad 3.2.1.3. Programas de entrenamiento para expertos e implementación de SGEn, así como en evaluación y optimización de sistemas de energía en industrias y organizaciones en los sectores seleccionados.

Actividad 3.2.1.1. Capacitación y certificación de 20 auditores de energía en la Norma ISO 50001: 2018 y otras normas relacionadas.

Como explicado en el IV informe de Situación, la capacitación de auditores de energía de la norma ISO 50001: 2018 fue cumplida en el 2022. Sin embargo, la certificación de los auditores es mucho más complejo ya que se necesita la realización de 4 auditorías por cada auditor y depende de las solicitudes de auditoría a la ONN. Al cierre del proyecto, fueron certificados por la ONN 5 auditores. Se continúa trabajando para la obtención de esta certificación dada la importancia para el país de contar con auditores de esta norma energética para apoyar a la ONN que no cuenta con este tipo de auditores.

En el 2022 y 2023 se formaron 47 auditores por la AENOR México como auditores de la ISO 5001 y 31 especialistas como auditores energéticos con base a la norma ISO 50002: 2014 (En cumplimiento a una recomendación de la Evaluación de Medio Término del Programa de Energía de la UE). Del total, 21 mujeres que representa un 26.92 %.

Actividad 3.2.1.2. Creación de 3 aulas especializadas para la formación de especialistas responsables de la energía en organismos y entidades altas consumidoras en temas de administración y sistemas energéticos.

Esta actividad se cumplió y con ella aseguró el desarrollo del "Programa de Estudio para la Formación de Gestores Energéticos", diseñado por la Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas, orientado a la eficiencia energética, las fuentes renovables de energía y la gestión energética. El mismo es impartido en las 3 aulas especializadas creadas en el marco del proyecto: la de la Universidad de Villa Clara-ONURE VCL, la de la Universidad de Oriente-ONURE Santiago de Cuba y la de La Habana, en la sede de la ONURE.

El aula principal es la de Villa Clara. Considerando los desafíos del contexto, parte de los cursos se desarrollaron de manera virtual desde esta aula con las otras dos, buscando mayor aprovechamiento de los profesores y mayor cantidad de personas a capacitar.

La instalación de simuladores en el aula de la Universidad de Villa Clara ha permitido una mayor interacción práctica con estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica y también con el personal capacitado de manera online relacionados con la operación de sistemas de energía a partir de fuentes renovables y eficiencia en motores eléctricos.



Figura 10. Simuladores de Energía Solar Fotovoltaica, Proceso de Biogás, Energía Solar Térmica, y Aplicación de Eficiencia Energética en Motores Eficientes.

La infraestructura creada permitió la utilización de softwares libres para la utilización de una plataforma interactiva que permitió la docencia y la capacitación.

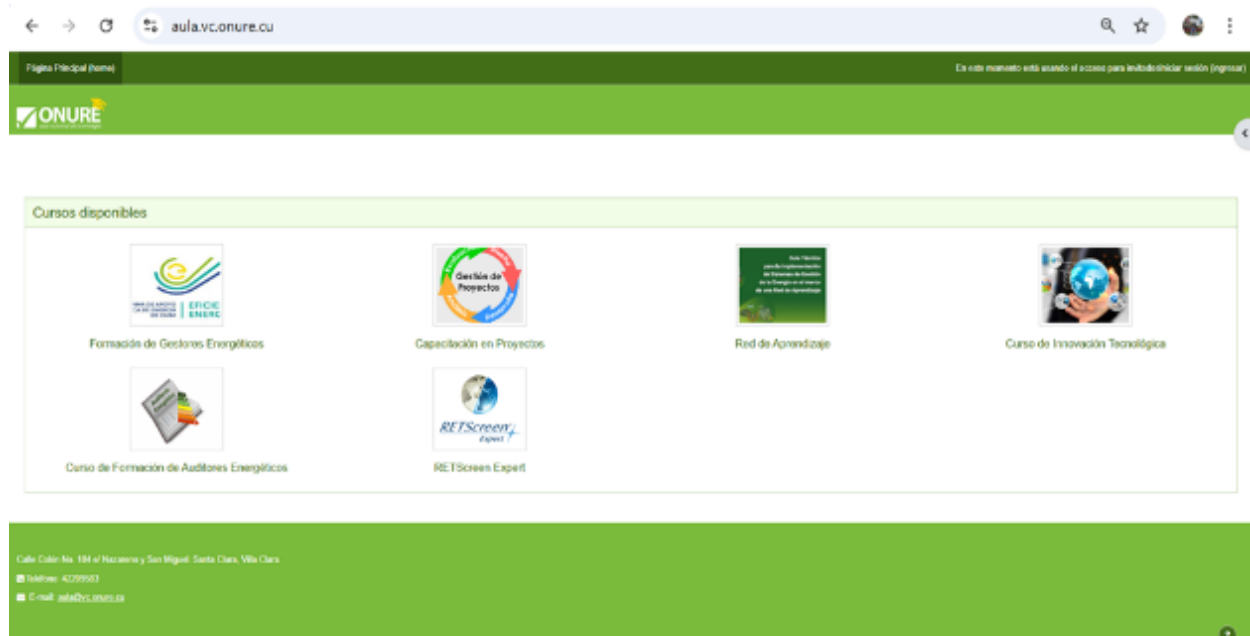


Figura 11. Plataforma Interactiva Moodle en los servidores de la ONURE Villa Clara



Figura 12. Plataforma Interactiva Moodle en los servidores de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV)

Fueron diseñados 4 cursos:

- Introducción a la sostenibilidad energética
- Gestión energética
- Formación en Fuentes Renovables de Energía
- Sistema de Gestión de la Energía según familia NC-ISO 50001

Se impartieron 6 cursos de capacitación dirigidos a especialistas de la ONURE, MINTUR, UNE, GEOMINSAL y CUPET del MINEM, CACSA, MICONs y MINDUS y empresas altas consumidoras de energía. con participaron presencial y online.

Otras capacitaciones desarrolladas en las aulas especializadas

Temas de eficiencia energética y FRE para sociedades estudiantiles en escuelas pedagógicas.

Discusión de la transición energética y la línea de energía.

Innovación en empresas altas consumidoras de energía.

Capacitación directivos del sector de la cultura

Capacitación sobre desempeño energético.

Intercambio con la carrera de ingeniería eléctrica

Capacitación a los actores económicos no estatales.

Capacitación sobre el Decreto Ley 345, Decreto 110 y Res 169.

Al cierre del proyecto habían sido formados a través de estas aulas **674 personas**, de ellas **257 mujeres**, el **38,13%**.

A continuación se incluyen algunas imágenes de estos procesos de capacitación en las aulas especializadas: Villa Clara, La Habana y Santiago de Cuba (en ese orden).



Fotos: Actividades de capacitación en las aulas especializadas

Sostenibilidad

El incremento de las capacidades de formación a nivel nacional es posible, ya que se cuenta con la infraestructura tecnológica y los planes de formación diseñados. Existe un vínculo entre el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Educación Superior. La alianza entre el Grupo Nacional de Universidades para la Introducción de las Fuentes Renovables de Energía (GNUFRE) y el MINEM permite utilizar las capacidades tecnológicas existentes y los recursos humanos disponibles, en la modalidad a distancia, de forma que puedan ser impartidas las formaciones por los mejores especialistas a nivel nacional e internacional. Información más detallada de las aulas especializadas puede encontrarse en *Informe Final de los resultados de las aulas especializadas*, en los archivos de la ONURE.

Actividad 3.2.1.3. Programas de entrenamiento para expertos e implementación de SGEN; evaluación y optimización de sistemas de energía en industrias y organizaciones en los sectores seleccionados.

Implementación y despliegue del PROSGEn

El Programa Nacional de Implementación de los Sistemas de Gestión de la Energía en Cuba (PROSGEN), vinculado a la Actividad 3.2.1.3², continuó en desarrollo con el proceso de implementación de los SGEN basados en los requisitos de la ISO 50001-2019 en varias provincias del país. La herramienta principal utilizada fue las Redes de Aprendizaje (RdA), que permitió avanzar en una mayor cantidad de entidades que persiguen un objetivo común. Además, se fortaleció con la participación de los programas universitarios a través de los estudiantes de pregrado y posgrado y sus investigaciones en función del desarrollo de las etapas de los SGEN.

Al cierre del proyecto, 40 entidades habían implementado SGEN y 78 se encontraban en diferentes etapas del proceso de implementación a través de 15 RdA. 7 empresas lograron certificar su SGEN y 1 de ellas obtuvo la certificación internacional otorgada por la AENOR México.

Es este un resultado de gran valor para el país, apropiado por las entidades nacionales y el cual se espera continúe creciendo.

La tabla a continuación refleja las organizaciones con SGEN implementados en el marco del proyecto.

² El "Programa Nacional de Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía en Cuba" (PROSGEN), es una herramienta de apoyo a las instituciones estatales en la formación de capacidades para implementar el SGEN, según los requisitos establecidos en la NC ISO 50001; 2019 y en el Decreto-Ley 345 "Del Desarrollo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía", aprobado en el 2019.

	ORGANIZACIONES CON SISTEMAS DE ENERGIA IMPLEMENTADO (SGEn)			
No	ORGANIZACION	OACE	OSDE	PROVINCIA
1	Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena	MINAL	GEIA	Villa Clara
2	Embotelladora Ciego Montero. Empresa los Portales. SA	MINAL	GEIA	Cienfuegos
3	Productos Sanitarios. SA.PROSA	MINDUS	GEIQ	Matanzas
4	Empresa Textil "Desembarco del Granma"	MINDUS	GEMPIL	Villa Clara
5	Empresa Planta Mecánica "Fabric Aguilar Noriega"	INDUS	GESIME	Villa Clara
6	Empresa de CONFORMAT	INDUS	GESIME	Matanzas
7	Empresa Electroquímica de Sagua"	MINDUS	GEIQ	Villa Clara
8	Empresa Textil Luis A.Turcios Lima	MINDUS	GEMPIL	Villa Clara
9	Empresa Industria Nacional Productora de Utensilios Domésticos "1ro de Mayo"	MINDUS	GELEC	Villa Clara
10	Empresa Geominera del Centro	MINDUS	GEOMINSAL	Villa Clara
11	Empresa de Generación Cienfuegos	MINEM	UNE	Cienfuegos
12	Hotel Meliá Varadero	MINTUR	CUBANACAN	Matanzas
13	Hotel Meliá Sol Palmeras	MINTUR	CUBANACAN	Matanzas
14	Hotel Iberostar Varadero	MINTUR	CUBANACAN	Matanzas
15	Hotel Royalton	MINTUR	CUBANACAN	Matanzas
16	Hotel BLAU Varadero	MINTUR	CUBANACAN	Matanzas
17	Hotel Solymar Arenas Blancas	MINTUR	GRANCARIBE	Matanzas
18	Hotel Villa Cuba Las Morlas	MINTUR	GRANCARIBE	Matanzas
19	Hotel Playa Varadero	MINTUR	GRANCARIBE	Matanzas
20	Empresa de Cementos. SA Cienfuegos	MICONS	GEICONS	Cienfuegos

21	Refinería Cienfuegos. SA	MINEN	CUPET	Cienfuegos
22	Hotel Sol Varadero Beach	GAE	GAVIOTA	Matanzas
23	Hotel Ocean Vista Azul	GAE	GAVIOTA	Matanzas
24	Hotel Labranda (Sirenis Tropical)	GAE	GAVIOTA	Matanzas
25	Hotel Iberostar Playa Alameda	GAE	GAVIOTA	Matanzas
26	Hotel Paradisus Varadero	GAE	GAVIOTA	Matanzas
27	Hotel Valentín el Patriarca	GAE	GAVIOTA	Matanzas
28	Hotel Meliá Península	GAE	GAVIOTA	Matanzas
29	Hotel Memories	GAE	GAVIOTA	Matanzas
30	Hotel Iberostar Laguna Azul	GAE	GAVIOTA	Matanzas
31	Hotel Meliá Marina Varadero	GAE	GAVIOTA	Matanzas
32	Hotel Sol Varadero Beach	GAE	GAVIOTA	Matanzas
33	Hotel Iberostar Bellavista	GAE	GAVIOTA	Matanzas
34	Hotel Sol Caribe Beach	GAE	GAVIOTA	Matanzas
35	Empresa Cárnica	MINAL	GEIA	Villa Clara
36	Empresa Pesquera	MINAL	GEIA	Villa Clara
37	Empresa Pesquera Industrial. Caibaren EPICAI	MINAL	GEIA	Villa Clara
38	Empresa de Bebidas y Refrescos	MINAL	GEIA	Villa Clara
39	Empresa Cerveceria "Antonio Díaz Santana	MINAL	GEIA	Villa Clara
40	UEB Grafica de Villa Clara "Enrique Núñez Rodríguez"	MINDUS	GEIQ	Villa Clara

Tabla 2: Organizaciones con SGE implementados. Fuente: Equipo nacional de proyecto EE-ONURE. 2025

Empresas con SGEEn certificados

De las empresas que implementaron SGEEn, 7 obtuvieron la certificación por la ONN bajo los principios de la NC 50001:2019. Fueron estas: La Ronera Central de Villa Clara, la Fábrica de Cementos de Cienfuegos, la Refinería de Cienfuegos (en 2025), la Central Termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes de Cienfuegos, el Hotel Iberostar Selection Varadero, el Hotel Blau Varadero y la Empresa Textil Desembarco del Granma. Esta última, además, obtuvo la certificación internacional otorgada por la AENOR México.



Empresa Textil "Desembarco del Granma". Certificación Internacional del SGEEn por AENOR México

Otras acciones de capacitación e intercambios:

Como resultado de otras acciones de capacitación e intercambios, 430 personas fueron capacitadas en el marco del proyecto a través de cursos, talleres, visitas de estudio, de las cuales el 46 % fueron mujeres.

A continuación se mencionan las realizadas específicamente durante 2025.

Año 2025

1. Taller con los sistemas empresariales del MINDUS, MITRANS Y MINTUR para la implementación de la transición energética en el sector industrial y de servicios.

A solicitud del MINEM y de conjunto con ONURE y ONUDI, el Taller desarrollado el 24 y 25 de junio del 2025 en el Hotel Capri en La Habana, estuvo enfocado en cómo implementar la Estrategia de Transición Energética de Cuba en los sectores participantes. En el mismo, se mostraron los resultados del proyecto y se discutió acerca de las acciones de los sectores en la replicabilidad de los resultados resaltándose el uso de bombas de calor para procesos industriales, sistemas de aire comprimido eficientes y las habitaciones inteligentes en el sector del turismo. Participaron 37 personas, de ellos 13 mujeres (35.13%) y 24 hombres.

Foto: Taller Transición Energética. 24 – 25 junio 2025. Fuente: ONURE. 2025



2. Taller "Mujeres por la energía". 16 julio 2025. Intercambiar experiencias sobre género en el sector de la energía. Participantes: 20 personas, de ellas 17 mujeres que representan el 85 %.

3. Taller de análisis y discusión de resultados del Proyecto de Eficiencia Energética.

Del 17 al 20 de noviembre del 2025, se desarrolló el Taller para el análisis y discusión de los resultados del proyecto, previo al Taller final. El Taller se celebró en el Hotel Memories Miramar con la participación de 24 personas, de ellas 8 mujeres (33,33%) y 16 hombres vinculados a la implementación del proyecto.

En el marco del taller se celebró el encuentro *"Mujeres en la gestión energética en Cuba"* con la participación de 25 personas (de ellas 12 mujeres) pertenecientes a la ONURE sede central, ONURE Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, ONUDI, empresas vinculadas al proyecto como CONFORMAT, Empresa Textil Desembarco del Granma, INPUD.

En el taller, Leisy Hernández, Directora General de la ONURE, presentó la estrategia de Transición Energética en Cuba y las acciones que se han ido llevando a cabo tanto por el sector estatal como por el privado y el sector residencial, así como la contribución del proyecto a este proceso.

Posteriormente, se desarrolló un panel sobre el Rol de la mujer en la gestión energética en Cuba y las experiencias de los 8 panelistas en el marco del proyecto. Las 4 mujeres comentaron sobre su rol en el proyecto y dentro de su institución, así como las experiencias en su trabajo dentro del sector energético y los 4 hombres manifestaron su apreciación acerca del trabajo destacado de las mujeres panelistas, así como de otras mujeres vinculadas al sector.



4. Taller final del proyecto: El 26 de noviembre del 2025 se desarrolló el Taller final del Objetivo 3 del Proyecto Conjunto “Apoyo a la eficiencia energética y a la promoción de las fuentes renovables de energía en función del desarrollo local”, con la participación de 43 especialistas y directivos vinculados a la implementación del proyecto o que han apoyado al mismo desde su rol gubernamental; de ellos, 13 mujeres. La apertura fue realizada por una representación de la Delegación de la Unión Europea en Cuba, representación de la DOEI del MINCEX, la oficina del Coordinador Residente de Naciones Unidas en Cuba, el coordinador del Programa País de ONUDI en Cuba y la Directora General de la ONURE. También estuvo presente en el Taller una representante de la sede de ONUDI en Viena y del PNUD. En el taller se mostraron los resultados alcanzados en la implementación del proyecto y los impactos logrados, así como la proyección hacia futuro para el escalado, replicabilidad y sostenibilidad de las acciones. Los archivos del proyecto cuentan para consulta con todas las presentaciones realizadas por los participantes, con la información cuantitativa y cualitativa allí expuesta y analizada, que da fe del logro de los resultados, limitaciones encontradas, aprendizajes, así como proyecciones de trabajo.



Foto: Taller Final Eficiencia Energética.

5. Curso “Eficiencia energética y descarbonización” desarrollado entre el 1ro y el 5 de septiembre 2025 en Madrid, España e impartido por NASCOR Formación. El curso estuvo dirigido a 6 mujeres vinculadas a la energía y con un rol importante en la implementación del proyecto. Temas con las tecnologías emergentes en sostenibilidad (inteligencia artificial, aprendizaje automático y blockchain), innovación para la transición energética, climatización, refrigeración y economía circular, herramientas de gestión energética, entre otros fueron abordados en el curso. Una sesión tuvo lugar para discutir sobre género, liderazgo y transición energética donde se intercambió sobre el rol de la mujer en la energía, su desempeño y cómo potenciar su inclusión en el sector.



6. Por otro lado, resultados del proyecto fueron mostrados en la V Convención Científica Internacional 2025 de la Universidad de Villa Clara “Martha Abreu” celebrada del 20 al 24 de octubre del 2025. Paralelamente y en el marco de la convención se desarrolló la IV Feria de Innovación UNINNOVA 2025 con el objetivo de impulsar la sinergia entre el conocimiento académico, la capacidad productiva empresarial y las políticas públicas. En esta Feria se presentó el trabajo realizado para el diseño, producción y uso del DEI (Dispositivo encuestador inteligente) por parte de los especialistas de la UCLV y la INPUD.



Foto: Presentación del proyecto demostrativo Dispositivos inteligentes para empresas altas consumidoras. Octubre 2025. Fuente: ONURE VCL

Otras numerosas acciones de capacitación fueron realizadas en el marco del proyecto en las etapas iniciales y hasta 2024. Y aunque las mismas están recogidas en los Informes de Situación presentados anualmente, se destacan a continuación algunas de ellas, por su importancia.

- Visita técnica a México sobre Programas de Formación de Eficiencia Energética. 23-28 mayo 2022. Intercambiar experiencias sobre los programas de formación y capacitación de los gestores energéticos y los esquemas de certificación de sus competencias. Participantes: 6 personas, entre ellos 1 mujer.
- Taller Impacto, buenas prácticas y experiencias en la formación de gestores energéticos a través de las aulas especializadas. Proyecciones para la sostenibilidad. 12-15 abril 2023. Mostrar experiencias de las regiones Central y Oriental y la sede en La Habana en la implementación de las aulas especializadas e intercambiar sobre el proceso de capacitación y superación de los profesionales energéticos. Participantes: 28 personas, de ellas 8 mujeres.
- Taller Provincial sobre Redes de Aprendizaje. 23 junio 2023. Experiencias en la implementación de SGEEn a través de las redes de aprendizaje. Participantes: 50 personas, de ellas 13 mujeres.
- Visita de estudio a España para el intercambio de experiencias sobre tecnologías de eficiencia energética en organizaciones energointensivas, aplicación de normas de eficiencia energética y evaluación de indicadores energéticos. 30 septiembre – 11 de octubre 2023. Participantes: 6 personas, de ellas 2 mujeres.
- Taller de Gestión Energética y Sostenibilidad. 7-8 diciembre 2023. Lanzamiento del Programa de Implementación SGEEn en Cuba “Prosgen”, experiencias en las redes de aprendizaje. Participantes: 35, de ellos 25 mujeres.
- Taller Internacional de Eficiencia Energética en la Industria y los servicios. 20 septiembre 2024 en el marco de la III Feria Internacional de FRE y EE. Intercambiar sobre las oportunidades para el desarrollo de la eficiencia energética en todos los sectores del consumo, sobre la base de experiencias nacionales e internacionales. Participantes: 50 personas, de ellas 20 mujeres.
- Foro “Nuevos desafíos en la transición energética, la eficiencia energética. El papel de la mujer”. 25 de noviembre 2024. Mostrar experiencias y resultados del proyecto y su influencia en la transición energética del país y la inserción de la mujer en la gestión energética. Participantes: 92 personas, de ellas 65 mujeres.
- Taller La Transición energética en el Ministerio de Energía y Minas “Un camino hacia la descarbonización del medio ambiente”. 19 de diciembre 2024. Evaluar y fortalecer los programas de desarrollo y sostenibilidad energética dentro del MINEM para alcanzar una transición energética acelerada. Participantes: 39 personas, de ellas 13 mujeres.

Todas estas actividades permitieron la validación de los resultados que el proyecto iba obteniendo en cada momento. Contribuyeron sin dudas a afianzar o redireccionar la mirada, en un contexto que se presentaba cambiante.

Producto 3.2.2. Programa de etiquetado de eficiencia energética en equipos de uso final de la energía y en edificios.

Actividad 3.2.2.1. Capacitación de expertos para la preparación de especialistas de ONURE y otras entidades involucradas en el proceso de certificación de productos energéticos de uso final con ejemplos prácticos y visitas a fábricas.

Actividad 3.2.2.2. Establecimiento de Estándares Mínimos de Desempeño Energético (MEPS, por sus siglas en inglés) para aparatos eléctricos y un sistema de etiquetado de eficiencia energética para aparatos sujetos a MEPS, desarrollo de estándares, requisitos técnicos e infraestructura de acuerdo con las prácticas internacionales para la evaluación de la conformidad en equipos y edificios de uso final de energía.

Actividad 3.2.2.3. Certificación de ensayos aplicados a la certificación de productos de uso final de la energía para la evaluación de la eficiencia, la seguridad y la tropicalización, teniendo en cuenta los estándares internacionales establecidos.

Actividad 3.2.2.4. Elaboración de propuestas de incentivos para los electrodomésticos de alta eficiencia destinados a la venta al sector residencial.

Actividad 3.2.2.5. Campaña de divulgación a todos los sectores como eje transversal a todas las acciones que se proponen en el Proyecto.

El cumplimiento de las **actividades 3.2.2.1 y 3.2.2.2**, fue descrito en los Informes de Situación de 2023 y 2024. A todo lo alcanzado durante esos años se adiciona, durante el 2025, seguimiento a la asesoría solicitada a ECONOLER y el desarrollo del taller para entrenar sobre el uso del software RETScreen Expert, que sirvieron de base para el monitoreo, medición y verificación de las medidas de ahorro energético derivadas de las acciones de los proyectos demostrativos cuyos resultados se muestran en 3.3.

En resumen, bajo asesoría de ECONOLER, se revisaron las propuestas de normas para 4 sistemas energéticos y se elaboró un informe sobre los Estándares Mínimos de Desempeño Energético (MEPS por sus conocidas siglas en inglés), para la refrigeración industrial.

También ECONOLER impartió un curso sobre las mejores prácticas internacionales en la elaboración y aplicación de MEPS y etiquetados de eficiencia energética, junto con temas relacionados a la sostenibilidad energética en edificios y equipamientos (Ver informe 2024), con la participación de 28 especialistas, de ellos 8 mujeres.

Actividad 3.2.2.3. Certificación de ensayos aplicados a la certificación de productos de uso final de la energía para la evaluación de la eficiencia, la seguridad y la tropicalización, teniendo en cuenta los estándares internacionales establecidos.

En el Laboratorio de Tropicalización (LABET) perteneciente al GESIME, del Ministerio de Industrias (MINDUS), se logró la certificación de 2 ensayos de eficiencia energética a 2 productos - ventiladores domésticos y hornos microondas-, a partir del equipamiento adquirido en el 2024. Esta certificación fue otorgada por la ONARC. Adicionalmente, se obtuvo la certificación internacional por el ILT Interlaboratory Test. *Figura 13. Certificado Laboratorio de Tropicalización (LABET)*



La acreditación de los ensayos ha permitido:

- Aumentar las capacidades en la evaluación de eficiencia energética de electrodomésticos, pudiendo rechazar del mercado tecnologías ineficiente.
- Diversificar la cartera de ensayos, paramétricos eléctricos y mecánicos del laboratorio, mejorando los ingresos con utilidades estimadas de 18 400 USD para el 2026, amortizando la inversión del proyecto en un año y seis meses.
- Disminuir los plazos de certificación de los electrodomésticos regulados, teniendo un impacto en los precios finales de los productos al no pagar estadía en puerto por parte de los proveedores.
- Confiabilidad en los resultados obtenidos en las mediciones ya que cuenta con trazabilidad metrológica.
- Mejorar el análisis de datos de los resultados obtenidos.

Como acciones para la sostenibilidad se identifican las siguientes:

- Mejoramiento de la infraestructura de la calidad del laboratorio con la liquidez de las ventas por las evaluaciones.
- Mantener la trazabilidad en las mediciones de los equipos adquiridos por el proyecto.
- Mantener las certificaciones que emite el ONARC de Laboratorio acreditado.
- Invertir, a partir de las ventas, en otros equipos de mediciones que de la posibilidad de evaluar eficiencia energética a electrodomésticos que hoy no se evalúan.

Actividad 3.2.2.4. Elaboración de propuestas de incentivos para los electrodomésticos de alta eficiencia destinados a la venta al sector residencial.

Las propuestas de incentivos para los electrodomésticos de alta eficiencia destinados a la venta al sector residencial, fue un tema de atención durante 2024 y 2025, y tuvo su reflejo con la puesta en varias resoluciones aprobadas y publicadas en Gaceta Oficial. Entre estas resoluciones, destacan la prohibición de la importación y comercialización de luminarias fluorescentes, así como la importación, fabricación, ensamblaje y comercialización de las cocinas eléctricas de resistencia.

Esta medida permite incentivar la entrada al país de tecnologías eficientes para la iluminación y la cocción de alimentos en el sector residencial mayoritariamente.

Como explicado en el VI Informe de Situación, otra de las resoluciones aprobadas fue la 238/2023 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), que incentiva la entrega de energía al SEN a partir de fuentes renovables con un sistema tarifario de acuerdo con el horario; y establece, además, la omisión del pago de aranceles.

Durante el año 2025 fue aprobada la resolución 169/ 2026 Emitida por el MFP en coordinación con el MINEM. Sobre la base de las resoluciones anteriores, esta resolución integra los incentivos recogidos en la resolución 238/2023 del MFP y otros aspectos. Dentro de la novedad se destaca lo siguiente:

- Eximir del pago del Impuesto Aduanero a las personas naturales y jurídicas, por las importaciones que realicen de: calentadores solares; bombas fotovoltaicas; pequeños aerogeneradores; biodigestores de geomembranas; motobombas a biogás; alumbrado solar y sistemas de aires acondicionados solar; cargadores para vehículos eléctricos, que funcionen a partir del aprovechamiento de las fuentes renovables de energía; equipos destinados al procesamiento de biomasa para la producción de energía; así como las partes y piezas fundamentales de estos equipos; comprendidos en los códigos arancelarios relacionados en el anexo de la propia resolución.
- Las personas jurídicas que importan materias primas, componentes, partes, piezas, equipos y accesorios, para la elevación de la eficiencia energética, pueden ser bonificadas o exoneradas en el pago del Impuesto Aduanero, cuando económicamente se justifique, previa solicitud al Ministerio de Energía y Minas.
- Otros incentivos importantes dentro de esta resolución están dirigidos a potenciar el uso de FRE en el país.

Actividad 3.2.2.5. Campaña de divulgación a todos los sectores como eje transversal a todas las acciones que se proponen en el Proyecto.

Esta actividad fue ampliamente desarrollada por el proyecto en cada una de sus etapas y puede decirse que contribuyó de manera importante a sus resultados, tanto técnicos como sociopolíticos. El Plan de comunicación y visibilidad previsto inicialmente y enriquecido y adaptado a las condiciones del contexto, fue cumplido y los detalles se abordan de manera detallada en la sección de “Comunicación y Visibilidad” de este informe.

Resultado 3.3. Elaborados e implementados proyectos demostrativos en condiciones de igualdad y equidad de género.

Al cierre del proyecto en el 2025, todas las tecnologías de los proyectos demostrativos habían sido instaladas y estaban en funcionamiento, excepto el uso de las marmitas en el proyecto de Managuaco, pendiente de la alimentación del biogás (en proceso a través de las acciones del proyecto FRE local).

En el caso de los proyectos Oleohidráulica, Hotel Nacional, CONFORMAT y Edificio del MINEM, los ahorros fueron calculados utilizando el software *RECTScreen Expert* siguiendo los lineamientos establecidos por el Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño Energético (IPMVP³), ampliamente reconocido como el estándar internacional para la evaluación de ahorros energéticos. El procedimiento completo y las actividades relacionadas fueron desarrollados y aprobados por un profesional certificado bajo el programa Certified Measurement and Verification Professional (CMVP), en este caso, el Sr. Krystian Feucht (ID de certificación: 3967) de ECONOLER.

En el caso de los otros proyectos demostrativos, los impactos fueron evaluados por especialistas de la ONURE, de los propios proyectos y de las universidades involucradas, quienes recibieron entrenamiento de ECONOLER en el uso del *RETScreen* para el cálculo de los ahorros lo cual permite la sostenibilidad en la calidad del monitoreo de los impactos. La ONURE cuenta con el software utilizado bajo licencia a través de ECONOLER.

Todos los resultados pueden ser revisados y verificados en los informes de resultados disponibles.

A continuación, se explica detalladamente los resultados más importantes de cada uno de los proyectos demostrativos.

OLEOHIDRÁULICA CIENFUEGOS

Sistema de aire comprimido eficiente (compresor alta eficiencia, red de aire comprimido en anillo, mejora calidad del aire)



Fotos: Área de compresores del proyecto demostrativo de Oleohidráulica Fuente: ONURE-ONUDI.2024

³ El IPMVP define cuatro opciones de verificación de acuerdo con el alcance: Opción A- Verificación aislada con medición de parámetros clave; Opción B- Verificación aislada con medición de todos los parámetros; Opción C-Verificación de toda la instalación; Opción D- Simulación calibrada para datos faltantes o nuevos proyectos.

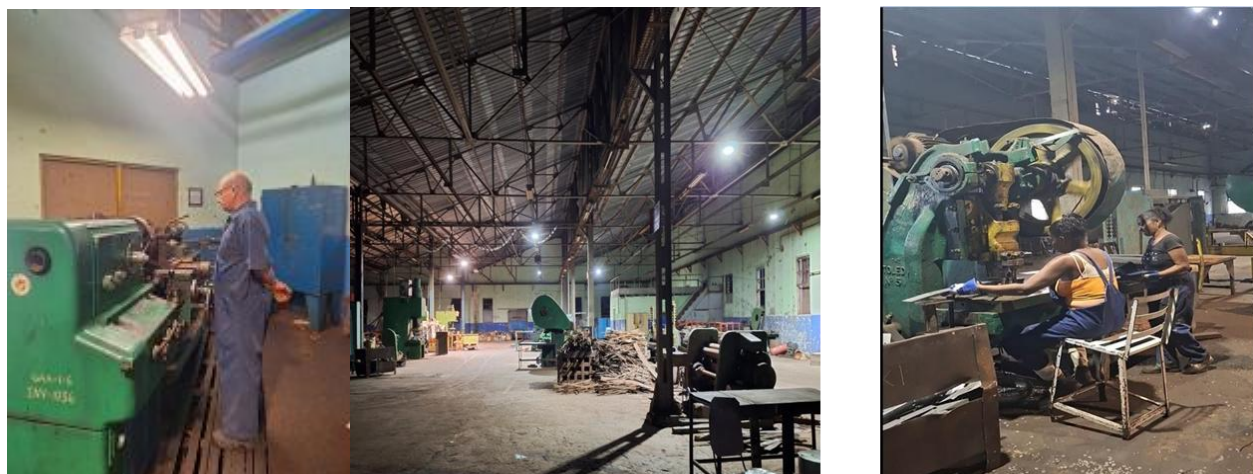
Los resultados obtenidos a partir de la Opción B del Protocolo IPMVP y aplicando el software RETScreen Expert en condiciones normalizadas, indican un ahorro de **48,670 kWh/año** equivalente a **22,972 USD** y una reducción de emisiones de **33.39 tCO₂ /año⁴**.

La fábrica calculó el impacto esperado una vez se restablezcan las capacidades de producción estimando un ahorro de **87547 kWh/año** equivalente a **60 tCO₂ /año**.

Para el logro de los resultados se contó con el apoyo del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos y de la ONURE aplicando la interacción Universidad – Empresa que promueve el país para el logro de metas superiores en el sector empresarial.

CONFORMAT, Matanzas

Sistema de iluminación interna eficiente y solar fotovoltaica en exteriores, cambio de transformadores, Instalación banco de capacitores, instalación de bomba de agua solar.



Fotos: Áreas interiores de la instalación

Los resultados obtenidos a partir de la Opción A del Protocolo IPMVP y aplicando el software RETScreen Expert en condiciones normalizadas indican un ahorro de **101,071 kWh/año** equivalente a **47,705 USD** y una reducción de emisiones de **80 tCO₂ /año²**.

Los resultados indican que una inversión similar se recupera en 4.65 años.



Foto: Área exterior de la instalación

4 La reducción de emisiones fue calculada con un factor de emisión de 0.686 kgCO₂/kWh extraída de la Base de datos del software RETScreen Expert

HOTEL NACIONAL DE CUBA

Gestión de la energía a través de habitaciones inteligentes

Instalación de 75 habitaciones inteligentes con sistema de supervisión y control y montaje de sistema solar fotovoltaico de 75kwp.

Los resultados obtenidos a partir de la Opción A del Protocolo IPMVP y aplicando el software RETScreen Expert en condiciones normalizadas indican un ahorro de **12,967 kWh/año** equivalente a **6,120 USD** y una reducción de emisiones de **8.9 tCO₂ /año²**.

Fotos: Instalación de tecnologías en habitaciones del Hotel Nacional de Cuba. Fuente: ONURE-ONUDI. 2024

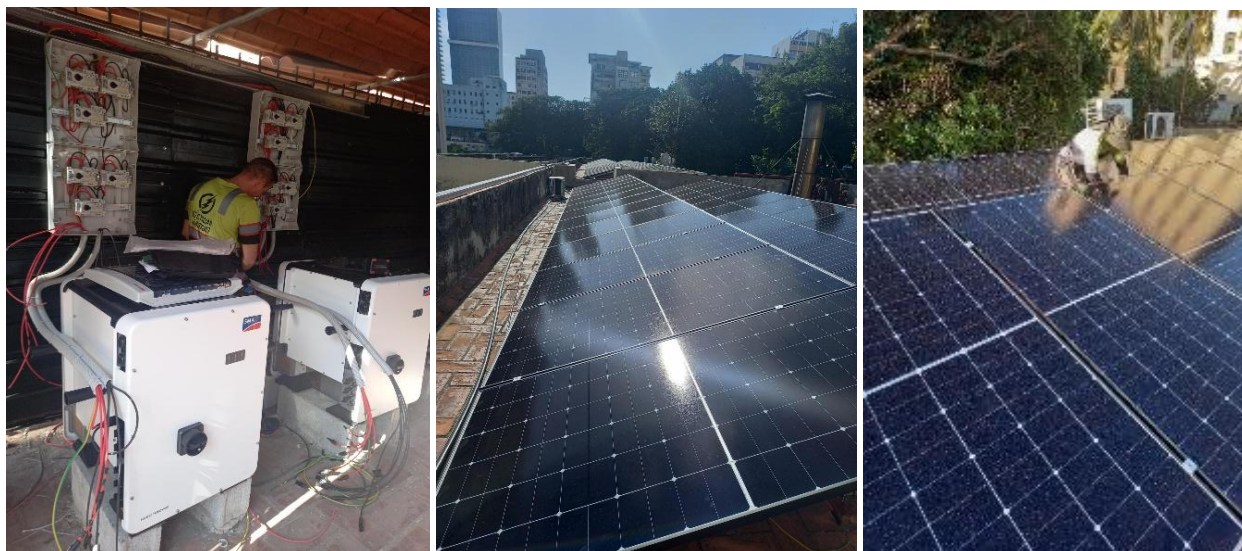


Buenas prácticas en implementación: Derivadas de este proyecto, se resumen a continuación algunas de las más importantes buenas prácticas identificadas.

- Es necesario establecer un programa de mantenimiento preventivo del sistema de climatización y de los sensores instalados, asegurando la calibración periódica y la revisión del estado de los equipos terminales.
- Indispensable corregir o reemplazar equipos de climatización con fallas o deterioro, priorizando aquellos identificados con bajo desempeño durante el período demostrativo.
- Necesario capacitar al personal de operación y mantenimiento en el uso y monitoreo del sistema de gestión, incluyendo criterios para identificar desviaciones en el consumo.
- Resulta imprescindible sensibilizar a los huéspedes respecto al funcionamiento del sistema de control instalado en las habitaciones, proporcionando indicaciones claras y simples.
- Es preciso monitorear de manera continua el desempeño energético, utilizando los indicadores obtenidos como referencia para detectar anomalías en tiempo real.

Con la instalación del sistema solar fotovoltaico de **75 kwp**, se está logrando un ahorro de **110.5 MWh/año** que representa **75.8 tCO₂/año**.

Fotos: Instalación de Sistema solar fotovoltaico en Hotel Nacional. Fuente: SUNCAR, 2025



En resumen, con la implementación del proyecto en el Hotel Nacional se logra un ahorro de **123.47 MWh/año** que representa una reducción de emisiones de **84.7 tCO₂/año**. **Este resultado es** completamente escalable al resto de las habitaciones, con base a la tecnología instalada para habitaciones inteligentes y el incremento de la potencia con más sistemas fotovoltaicos.

TEXTILERA DESEMBARCO DEL GRANMA

Instalación de bombas de calor.

Los resultados obtenidos a partir de la Opción A del Protocolo IPMVP y aplicando el software *RETScreen Expert* en condiciones normalizadas indican un ahorro de **434,109 kWh/año** equivalente a **64,236 USD** y una reducción de emisiones de **177 tCO₂ /año⁵**.

Adicionalmente, el proyecto permitió mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores, especialmente de 12 mujeres, a partir de la climatización del Área de Terminado (en esta área se concentraba gran cantidad de calor emitido por los equipos de fabricación).

⁵ Para el cálculo de la reducción de emisiones se tomó el factor de emisiones de 0.789 kgCO₂/kWh dado por la Dirección de Normalización y Evaluación Energética de la ONURE y un factor de emisión de fuel oil de 0.2816 kgCO₂/kWh extraído de Base de datos de software RETScreen Expert.

El ahorro de electricidad representa el servicio eléctrico a 600 viviendas y el de combustible representa la operación de 1 año de varias instituciones de salud.

Los resultados indican que una inversión similar se recupera en 3.76 años

Fotos: Instalación de bombas de calor en Textilera "Desembarco del Granma". Fuente: ONURE, 2024 y 2025



PROYECTO SECTOR RESIDENCIAL

Dispositivo Inteligente para la gestión energética Sector residencial. Evaluación de hábitos de consumo de la población e incorporación de equipos eficientes.

El dispositivo inteligente con comunicación inalámbrica para metros contadores residenciales "**MetroHogar**" fue diseñado y producido a mayor escala por la Universidad de Villa Clara.

Al mismo tiempo, una vez verificados, fueron conectados a los metros contadores de las viviendas seleccionadas para medir el comportamiento del consumo e incidir en los hábitos de consumo.

El equipo estuvo compuesto por profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.



Figura 14. Diagrama de uso del dispositivo



Figura 15. Lectura de consumo a partir de instalación del dispositivo

Entre los resultados más relevantes generados por este proyecto (y el dispositivo en particular) están:

- Posibilita añadir nuevas prestaciones a los metros contadores existentes (aproximadamente 4 000 000), evitando desecharlos y adquirir otros.
- Genera un ciclo de reparación, conexión del dispositivo y certificación con encadenamiento productivo entre varias entidades del territorio.

- Facilita la lectura y análisis de los datos de consumo contribuyendo a la Transformación Digital de la Sociedad.
- Genera conocimiento y orientación hacia el ahorro y los hábitos de consumo.
- Detecta posible comportamiento anormal del consumo y contribuye a la eliminación de las anomalías a través del control de la lectura y el procesamiento de datos.
- No interfiere en el funcionamiento del metrocontador.
- Se conserva la información ante fallas de electricidad.
- Lectura en casas cerradas, gracias a la conexión inalámbrica.
- Medición diferenciada de consumo eléctrico por horarios pico de consumo.
- Fecha mensual de lectura prefijada, de forma que flexibiliza la visita del lector-cobrador.
- Por otro lado, la participación de estudiantes en los procesos de desarrollo e instalación de dispositivos permitió una mayor preparación técnica de los mismos, la participación en eventos estudiantiles y científicos, elaboración de tesis de diploma, maestrías y la publicación de artículos científicos.



Fotos: Ensamblaje de dispositivos inteligentes e instalación a los metros contadores de viviendas. Fuente: ONURE, 2024

La evaluación de hábitos de consumo en viviendas y edificios del sector residencial, se dirigen también a hogares con bajos ingresos/desfavorecidos. Para su determinación se utilizaron herramientas como entrevistas, encuestas y otras técnicas. Al mismo tiempo, y como línea base, se estimaron los consumos en iluminación y climatización, cocción y refrigeración, recreación y otros como se muestra en la siguiente figura:



Figura 16. Consumos estimados. Proyecto sector residencial

Dispositivo Encuestador Inteligente para medición de consumos en industrias altas consumidoras de energía

En este proyecto participaron el gobierno provincial, la Universidad de Villa Clara, la INPUD, la ONURE y la UNE y sus resultados tributan al Eje Estratégico No 4 de la Estrategia de Desarrollo Local del Territorio (Desarrollo industrial y manufacturero) . El vínculo Universidad - Empresa – Gobierno para lograr un objetivo común estuvo muy bien logrado con este proyecto. El gobierno local aportó 1,196,134.11 USD para su implementación y sus resultados hoy resultan de gran beneficio para la estrategia de desarrollo local.



Fotos: Ensamblaje de Dispositivo Encuestador Inteligente en la INPUD de Villa Clara. Fuente: ONURE Villa Clara. 2024



Fotos: Seguimiento por la máxima dirección del país al proceso de desarrollo del Dispositivo Encuestador Inteligente y su aplicación



Fotos: Muestra de los resultados en la plataforma de control de energía de los altos consumidores diseñada por la Universidad de Villa Clara. Fuente: ONURE Villa Clara. 2025

Introducción de luminarias y equipos de alta eficiencia en viviendas y minindustria para el procesamiento del corajo en la comunidad "Los Alazanes", Sancti Spiritus. Sinergia con el Objetivo 4. FRE Local

Cuantificación de los Impactos energéticos, económicos, sociales y medioambientales alcanzados

El siguiente gráfico muestra el comportamiento del consumo total de la comunidad con las nuevas tecnologías de equipos electrodomésticos respecto al consumo total con los equipos anteriores, donde se comprobó una disminución de 11,85 kWh/día o sea **4 266 kWh/año**. Se estima, por tanto, que en 5 años el ahorro sería de **21 330 kWh**.

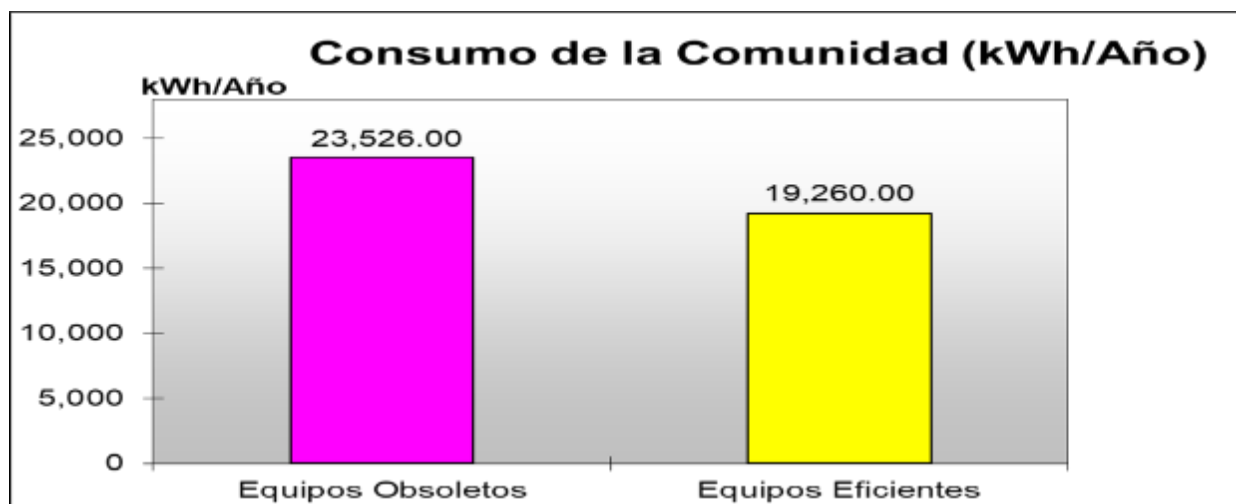


Figura 18. Comparación entre el consumo de los equipos electrodomésticos obsoletos y los equipos eficientes obtenidos por le proyecto de EE en la comunidad "Los Alazanes"

En el caso de la Minindustria los impactos energéticos vienen dados por la cantidad de leña o carbón que se dejarían de emplear en todo el proceso, fundamentalmente en el tostado y la cocción. Con las nuevas tecnologías eficientes suministradas por el proyecto se dejarían de combustionar cerca de 30Kg de leña o 20Kg de Carbón/saco de corajo procesado (36.3Kg). Si en cada cosecha anual se procesan alrededor de 300 sacos de corajo se estaría dejando de combustionar cerca de **9 ton de leña o 6 ton de carbón**. En 5 años se dejarían de combustionar **45 ton/leña o 30 ton/carbón**. El impacto energético en cuanto a consumo eléctrico no se consideró porque anteriormente todo el proceso se realizaba sin el empleo de este portador.

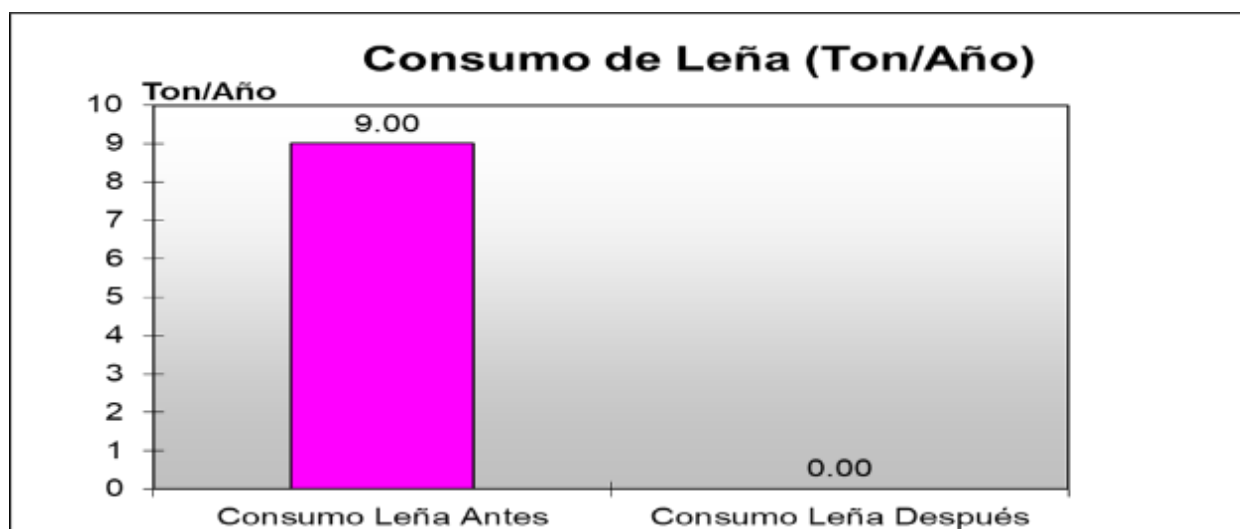


Figura 19. Consumo de leña antes de la instalación de equipos para la minindustria del Corajo

El impacto ambiental por la reducción del consumo de electricidad, debido a la introducción de los nuevos equipos eficientes en la comunidad, si la misma estuviera conectada al SEN, sería de **20.45 tCO₂/año**⁶ (son las toneladas evitadas a partir de no consumir 23,526 kWh/año). Se consideró un factor de emisión de 0.8694 kgCO₂/kWh. En 5 años se dejarían de emitir **102,25 tCO₂**.

Para el caso de la minindustria, tomando en consideración que 1 t leña equivale a 1,7 tCO₂ y que 1 t Carbón a 2,8 tCO₂, se ha estimado que por este concepto se estarían dejando de emitir a la atmósfera alrededor de 15,3 tCO₂ por t leña o 16,8 tCO₂ por t Carbón. Para el cálculo, solo se utilizaron los datos de la leña por ser esta la que más se emplea en la comunidad. Tomando esto en cuenta, se dejarían de emitir, **al año**, unas **138 tCO₂**. En un período de **5 años** serían de **690 tCO₂**.

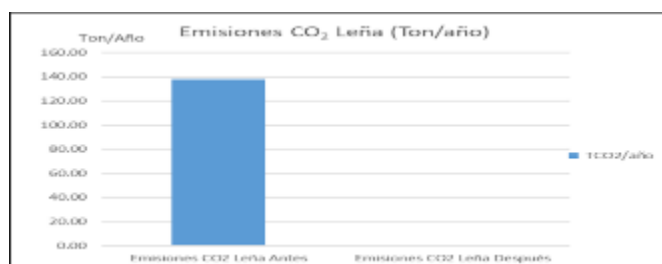


Figura 20. Emisiones de CO₂ con el uso de la leña antes del proyecto.

Por concepto de reducción de la compra de leña para la minindustria se obtendría un ahorro de **180 000 CUP/año⁷ (7500 USD)**. Teniendo en cuenta que 1 t de leña, a los precios actuales la están pagando a 20 000CUP, en **5 años** el ahorro sería de **900 000 CUP (833 USD)**.

Otro impacto económico estaría dado por el aumento y diversificación de las producciones. Por cada litro de aceite se obtienen 3 jabones. En el año se obtienen 1570 lts. El precio actual de estos

⁶ Para el cálculo de las emisiones se tomó en cuenta el factor de emisión de 0.8694 kgCO₂/kWh tomado de la base de cálculo de la Dirección de Normalización y Evaluación Energética de la ONURE en el momento del cálculo.

⁷ Todas las cifras en pesos cubanos (CUP) han sido convertidas a USD a la tasa oficial de Naciones Unidas en Cuba de 1 USD = 24 CUP para facilitar la comparación internacional y la consistencia del reporte.

productos es de 100 CUP/jabón (4.17 USD) y de 800CUP/Lt (33.33 USD) de aceite. Con los nuevos medios y equipos suministrados por el proyecto se puede duplicar la obtención de aceite con la consiguiente repercusión en la mejora económica.

Para un período prospectivo de 5 años el impacto económico se pudiera quintuplicar, no solo por el aumento de la producción de aceite de corajo sino también por la diversificación de las producciones de aceite de otras semillas como girasol y ajonjolí.

Impactos sociales en las viviendas de la Comunidad

Para toda la comunidad los beneficios obtenidos por el empleo de equipos eléctricos eficientes y la renovación de las instalaciones eléctricas interiores han sido extraordinarios, en sus propias declaraciones expresan que nunca creyeron que eso les pudiera suceder.



Las fotos muestran a las mujeres de la Comunidad Los Alazanes haciendo uso de los beneficios proporcionados por los equipos de uso final.

Sin lugar a dudas, estos nuevos bienes adquiridos contribuyen a mejorar las condiciones de vida de las familias principalmente las de las mujeres y frenar la migración rural-urbana. Al mismo tiempo, la participación de las mujeres en el proyecto ha sido alta (100 %), siendo incluso una de ellas la líder de la comunidad en la implementación del proyecto conjunto.

Impactos sociales en la Minindustria de procesamiento del corajo

El impacto social que ha vivido la comunidad con los medios y equipos eficientes suministrados por el proyecto para humanizar el trabajo en la mayoría de los procesos para la obtención del aceite de corajo ha sido extraordinario. Ver las siguientes fotos.



Fotos: Desmoché antes



Desmoché actual



Fotos: Tostado antes (a mano) y después (con equipo eficiente)



Fotos: Prensado y extracción del corajo antes y después



Fotos: Proceso de freído del aceite de corajo antes y después del proyecto

Empleo de equipos eficientes a biogás en minindustria de conservas de la Empresa pecuaria "Managuaco"

Este proyecto también hace sinergia con el Objetivo 4, FRE local, encargado del suministro de biogás para el equipamiento de la minindustria.

Este proyecto tiene un alto impacto social debido a las malas condiciones de trabajo de las mujeres en la preparación y procesamiento de las frutas y vegetales. Tomando en cuenta la disponibilidad de biogás que se tendría a partir de los resultados del proyecto FRE local, se suministraron marmitas para la cocción a biogás altamente eficiente y también utensilios para la preparación de las materias primas. Además, se proporcionaron 3 neveras altamente eficientes energéticamente, para la conservación y congelación de alimentos. No se pudo encontrar en el mercado -como se esperaba- neveras que funcionaran con el uso de biogás. Sin embargo, las adquiridas representan un importante apoyo para la empresa.



Fotos: Instalación de las neveras



Fotos: Área de cocción de alimentos antes del proyecto. Managuaco



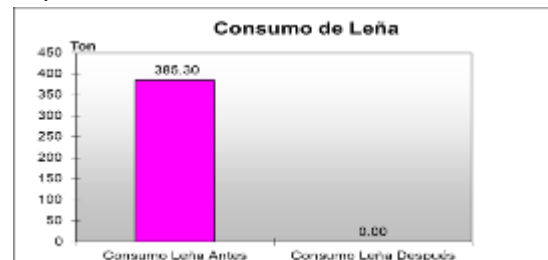
Fotos: Utensilios adquiridos por el proyecto para el pelado y preparación de las frutas y vegetales

Fotos: Área de cocción de alimentos en nueva minindustria Managuaco actual

Impactos esperados

Dado que las marmitas no estaban funcionando al momento del cierre del proyecto, por no contar aún con el servicio de biogás, se calculó el impacto energético y ambiental esperado una vez esto fuera un hecho y la industria estuviera operando. En este sentido, con el empleo de las marmitas, se elimina la utilización de la leña para la cocción en un promedio mensual de **32.11 t** con un ahorro de **385.3 t leña/año** dejadas de utilizar.

Figura 21. Consumo de leña antes y después de la instalación de las marmitas para la cocción de alimentos.



El impacto a **5 años** sería de **1,926.5 t** leña dejadas de utilizar. Aquí no se está considerando el impacto por el ahorro de combustible (Diésel) que se obtiene al dejar de trasladarse esa leña desde donde se corta hasta la minindustria.

Por otro lado, por al no consumir la leña se dejarían de emitir **1,052 tCO₂/año** que en los próximos **5 años** representa **5,260 tCO₂**

También hay un impacto positivo en la disminución de la tala de los árboles para la obtención de esa leña y si son especies de árboles invasoras como el marabú o el palo blanco pues habría un impacto positivo productivo y económico colateral ya que esa leña se emplearía entonces en la obtención de carbón que devendría en ingresos financieros para la empresa o la propia minindustria, repercutiendo en una mejora de vida de los trabajadores involucrados.

Impactos sociales

El impacto social es el principal resultado que tiene este proyecto en la Minindustria, dado por las grandes mejoras en las condiciones laborales de los trabajadores para el procesamiento de las frutas, hortalizas y vegetales, sobre todo para las mujeres que son la gran mayoría, humanizando mucho más el trabajo, con alta repercusión positiva en la salud de las mismas. Esto trae consigo

aumento en las producciones, aumento del poder adquisitivo, mejoras en el salario y un ambiente social más sano y favorable.

Proyecto Iluminación eficiente en el Edificio del MINEM

Luminarias led anteriores:

84 luminarias de 36W = $3024 / 1000 = 3.024 * 8 = 24.19$ kWh

348 luminarias de 72W = $25056 / 1000 = 25.056 * 8 = 200.45$ kWh

Energía eléctrica total = 224.64 kWh

Luminarias led sustituidas más sensores de movimiento:

84 luminarias de 30W = $2520 / 1000 = 2.52 * 4 = 10.08$ kWh

348 luminarias de 25W = $8700 / 1000 = 8.7 * 4 = 34.80$ kWh

Energía eléctrica total = 44.88 kWh



Impacto energético:

Los resultados obtenidos a partir de la Opción A del Protocolo IPMVP y aplicando el software RETScreen Expert en condiciones normalizadas indican un ahorro de **51,771 kWh/año** equivalente a **24,436 USD** y unas emisiones evitadas de **41 tCO₂/año**⁸

Resumen de los impactos de los proyectos demostrativos

Proyecto demostrativo	Consumo de energía reducida-evitada en kWh/año	Leña dejada de consumir en toneladas	Emisiones reducidas/evitadas en tCO ₂ /año
Oleohidráulica	48,670		33.39
CONFORMAT	101,071		80
Hotel Nacional	123,470		84.7
Textilera Desembarco del Granma	434,109		177
Edificio del MINEM	51,771		41
Comunidad Los Alazanes	23,526	9	158.45

⁸ El factor de emisiones utilizado fue de 0.789 kgCO₂/kWh dado por la Dirección de Normalización y Evaluación Energética de la ONURE.

Managuaco		385.3	1,052
Total	782,617 kWh/año	394.5 t leña/año	1,626.54 tCO₂/año

Tabla 3. Resumen impacto energético y ambiental de los proyectos demostrativos

De manera prospectiva, en **5 años** se dejarían de emitir aproximadamente **8,133 tCO₂/año**.

Para el cálculo de estos impactos se tomaron valores de consumo conservadores, cuando las condiciones del país lo permitan y se logre un incremento de las producciones en los casos del sector industrial, los impactos serán mayores.

Producto 3.3.1. Proyecto para la evaluación del impacto en el consumo eléctrico de equipos seleccionados en viviendas

Actividad 3.3.1.1. Diseño, desarrollo y aplicación del protocolo de evaluación de la instalación de calentadores y paneles solares fotovoltaicos en el sector residencial.

Actividad 3.3.1.2. Realización de análisis de factibilidad de la venta de equipos de alta eficiencia en el sector residencial.

Actividad 3.3.1.3. Elaboración de Propuestas de incentivos financieros y fiscales para la adquisición de equipos de alta eficiencia en el sector residencial.

El **producto 3.3.1** está vinculado a las acciones del proyecto dirigidas al sector residencial (Ver producto 3.3.3 y Actividad 3.2.2.4 como respuesta al 3.3.1.3).

En relación con el protocolo de evaluación de hábitos de consumo, el mismo se diseñó para generar información estadística acerca de los patrones de consumo energético de las viviendas que sustenten las decisiones para la elaboración de políticas públicas y el impulso a programas de apoyo de acuerdo con las necesidades específicas de la población. Con el Protocolo se caracterizaron los principales usos finales de la energía en las viviendas seleccionadas en el proyecto del sector residencial, el nivel de acceso a las fuentes modernas de energía, el nivel de equipamiento, antigüedad, los tamaños y tipos de tecnologías. También se identificaron los horarios de prácticas o hábitos que generan un consumo de energía, así como, criterios de decisión de la población para adquirir sistemas consumidores de energía y prácticas de ahorro energético.

La herramienta utilizada fue un cuestionario basado en la Encuesta Nacional de Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI) 2018, presentado por la Secretaría de Energía (SENER) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la cual se considera una innovación y un gran logro para el tema en México.

El cuestionario contiene 150 preguntas en 9 secciones: datos sociodemográficos, vivienda y acceso a servicios, uso de energía eléctrica, cocción de alimentos y electrodomésticos,

refrigeración, uso de equipos de higiene y limpieza, climatización, tecnología y entretenimiento y disposición al cambio energético. Ver protocolo y sus resultados en archivo de la ONURE.

En cuanto al análisis de factibilidad de la venta de equipos de alta eficiencia, se ha tomado en cuenta los resultados del protocolo de hábitos de consumo, los ahorros energéticos obtenido a partir de la entrega de equipos eficientes y otros elementos importantes como el alza de los precios en el mercado internacional, la inflación, cambios en el sistema bancario, cambios en sistema tarifario de electricidad, reorganización del esquema salarial, la situación económica y energética del país y las nuevas resoluciones con incentivos para la importación de equipos para las FRE. Todo ello, en un escenario cambiante que no ha permitido una estabilidad para poder desarrollar un análisis más profundo a corto y mediano plazo para determinar la factibilidad de la adquisición de equipos eficientes y/o que operan con FRE.

Producto 3.3.2. Proyecto para la evaluación del impacto en el consumo eléctrico por la implementación y certificación de un sistema de gestión de la energía en 5 entidades altas consumidoras y del edificio sede del MINEM.

Actividad 3.3.2.1. Optimización de un sistema energético del edificio sede del MINEM para su certificación como sistema eficiente.

Actividad 3.3.2.2. Diseño y desarrollo de las redes de aprendizajes para la implementación y certificación de un Sistemas de Gestión de la Energía en 5 entidades altas consumidoras.

En relación con la **actividad 3.3.2.1** en 2025 se concluyó la sustitución de parte del sistema de iluminación del edificio por luminarias led altamente eficientes con sensores de movimiento lo que optimiza el uso del consumo de energía en el edificio. Esto ha sido implementado como **proyecto demostrativo “Edificio del MINEM”**. Ver Resultados en proyectos demostrativos.

En relación con la **Actividad 3.3.2.2** y en correspondencia con la **Actividad 3.2.1.3**, se continuó el trabajo con de las RdA⁹.

Se mantiene el seguimiento para el empleo de esta herramienta a través de: encuentros virtuales, canales digitales para el intercambio de información, incremento de la utilización de las redes sociales, entre otras.

En desarrollo, 15 redes de aprendizajes para implementar SGE bajo los requisitos de la NC ISO 50001, 2019 con 78 organizaciones involucradas pertenecientes a 7 Organismos de la Administración Central del Estado y 18 Grupos Empresariales de diferentes provincias del país con la participación y formación en los requisitos de la norma al cierre del proyecto de 1,118 especialistas, de ellos, 354 mujeres que representa el 29.8 %.

⁹ Estas Redes constituyen una herramienta importante para la implementación de SGE y sus objetivos; Una RdA, no es más que un espacio de colaboración donde coinciden diferentes actores en la búsqueda de un objetivo común; ello permitirá transitar por todas las etapas definidas hasta cumplir con todos los requisitos que exige la NC 50001, 2019 y culminar con la certificación de los sistemas en aquellas entidades que lo soliciten.

REPRESENTACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES POR ORGANISMOS												
Org. / Prov.	P. Rio	L. Hab.	Mtzas	Cfgos	V. Clara	S. Spiritus	C. de Avila	Cguy	L. Tunas	Granma	Total	
GAE	GAVIOTA		14								14	
MINDUS	GEMPIL		1		3		1				5	
	GELEC				1		1				2	
	GESIME		1	1	1				2	2	7	
	GEIQ		1		1						2	
	GEOMINSAL				1						1	
MINAL	GEIA Pesca	1	1	1	2						5	
	GEIA Aliment.	1	2	2	3						8	
	GEIA Agro Alim.		4		1		1				6	
MINTUR	CUBANACAN	4	7								11	
	G. CARIBE		3								3	
	ISLAZUL									8	8	
MINEM	UNE			2							2	
	CUPET			1							1	
MICONS	GEICONS			1							1	
	GEDIC										0	
MINAG	GEA										0	
INRH	GIAT						2				2	
TOTAL		6	4	30	8	13	0	5	0	2	10	78

Tabla 4. RdAs por Organismos y grupos empresariales. 2024. Fuente: Equipo nacional de proyecto EE-ONURE

Al cierre del 2025, **78** organizaciones se encontraban en proceso de implementación de los SGEEn, 40 han implementado sus sistemas avalados por la auditoría interna realizada y comprobados el cumplimiento de los requisitos, **7** organizaciones han certificados su SGEEn con la ONN sobre cumpliendo el indicador de Marco Lógico del proyecto y **1** de ellas obtuvo la certificación internacional con AENOR México.

Las organizaciones que poseen su SGEEn certificado se pueden apreciar en el **3.2.1.3**

RESULTADOS-OBJETIVO ESPECÍFICO 4. FRE local.

Resultado 4.1: Identificadas las necesidades y oportunidades en términos de acceso a la energía en comunidades rurales seleccionadas, y se han desarrollado capacidades en FRE en condiciones de igualdad y equidad de género.

Producto 4.1.1. Evaluación de comunidades rurales desde el punto de vista social, técnico, económico y ambiental, con énfasis en la ampliación y mejoramiento del acceso a la energía y su uso eficiente en apoyo al desarrollo local.

IOV R4 1.1 Número de estudios integrales de las comunidades desarrollados

META: 22 ACTUAL: 22

Identificar y estudiar las necesidades y oportunidades en términos de acceso a la energía en las comunidades rurales seleccionadas, mediado por el enfoque de género, demandó la creación de una herramienta de acción comunitaria para la gestión participativa del proyecto FRE local, que transversalizara todo el proceso de intervención en las comunidades. En respuesta a lo anterior, se elaboró la Metodología de intervención social para la adecuación socio-técnica de las FRE en

comunidades rurales (Echevarría et. al. 2020)¹⁰ (Fig. 22). Esta tiene como base la concepción de la Educación Popular que permite intervenir desde/con/para la comunidad; y el enfoque socio-técnico y participativo, donde se articulan actores clave y locales con los beneficiarios de las comunidades y se integran visiones multidisciplinares relacionadas con la implementación.

La metodología ha devenido en una herramienta de innovación social que integra las fuerzas endógenas de los territorios. En ella se alinean las características contextuales de las comunidades seleccionadas, mediadas por el enfoque de equidad de género, para el diseño e implementación de las tecnologías FRE. Emplea la sensibilización y la capacitación para la sostenibilidad, potenciando a los beneficiarios como protagonistas de la apropiación de las soluciones tecnológicas con FRE. Esta condición la convierte en una propuesta transversal de cooperación interinstitucional (empresa-universidad-gobierno), nacional e internacional del proyecto. La propuesta metodológica estableció una lógica coherente entre los objetivos del proyecto sus etapas, las actividades y los modos de actuación común de los actores para indagar, sensibilizar, interactuar, capacitar, diseñar, implementar, evaluar, monitorear y sostener tecnologías para el uso de las FRE en las comunidades seleccionadas.

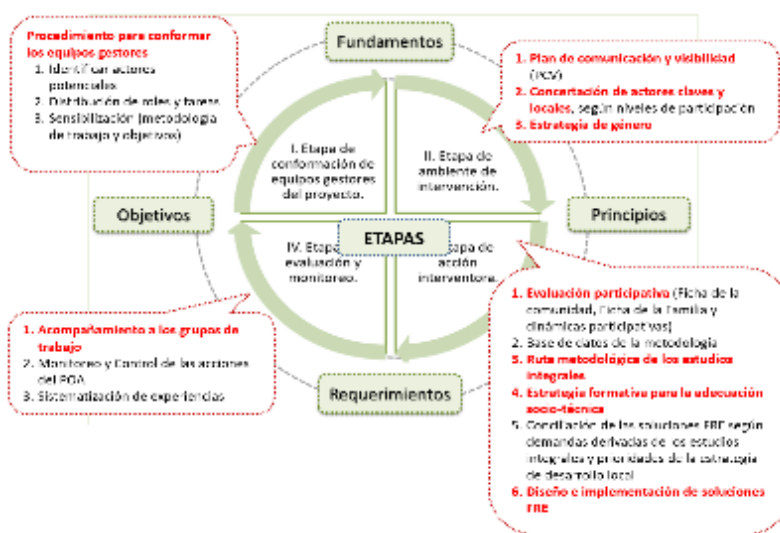


Figura 22. Estructura de la Metodología de intervención social para adecuación socio-técnica de las FRE en comunidades rurales. Elaborada por: Echevarría et al. (2020)

A tales efectos, como muestra la figura 23 a continuación, se asignaron roles para la transformación socio-técnica en cuatro niveles de trabajo (nacional, territorial, local y comunitario) (Fig. 23). Se conformaron 8 grupos de trabajo a nivel local para coordinar el levantamiento de la información en las comunidades como parte del proceso de evaluación integral y, posteriormente, desarrollar las actividades de sensibilización, capacitación y monitoreo previstas.

¹⁰ Echevarría, M., Pérez, R., Martínez, Y., Medina, A., y Barrera, E. (2020). Fuentes renovables de energía en comunidades rurales aisladas: una metodología de intervención social. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. Año: VIII Número: 1 Artículo no.:57. Disponible en: <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com>

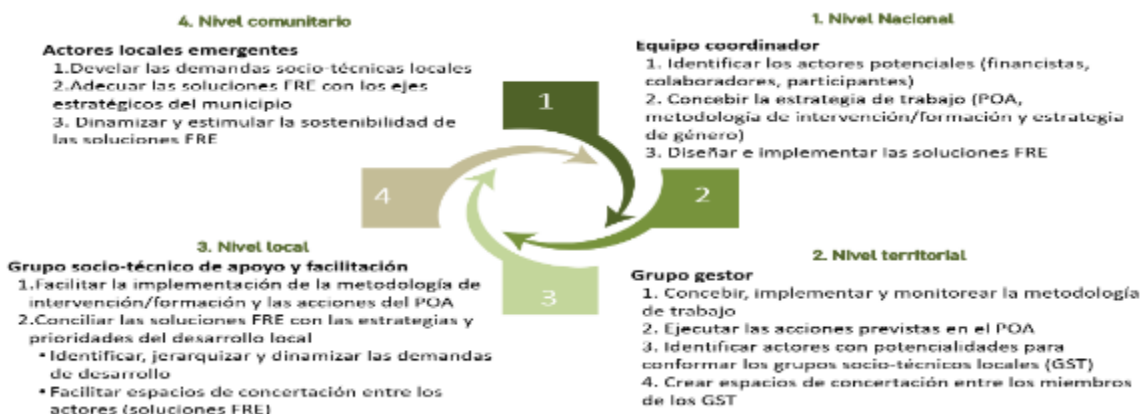


Figura 23. Distribución de roles y atribuciones de los grupos de trabajo según niveles para la Trans/formación socio-técnica de las FRE. Fuente: Pérez Gutiérrez, R. y Echevarría Gómez, MC. (2022)

Los 8 grupos de trabajo se integran en su accionar y están conformados por un total de 85 miembros, de ellos 42 son mujeres, lo que representa el 49%. Se han establecido en los territorios de Sancti Spíritus (Fomento y Sancti Spíritus), Matanzas (Calimete), Cienfuegos (Cumanayagua), Granma (Río Cauto), Holguín (Moa), Guantánamo (Guantánamo), Santiago de Cuba (Guamá) e Isla de la Juventud. Estos actores del proyecto se desempeñan como profesores/as de las universidades y los Centros Universitarios Municipales (CUM); funcionarios de los Consejos de Administración Municipal (CAM); representantes de los Consejos Populares, especialistas del CITMA, de las Empresas Eléctricas Provinciales desde las UEB FRE, las EMFRE, así como miembros de la ONURE. Los grupos se mantienen activos con actualizaciones de sus integrantes y designaciones específicas en los roles del trabajo con género y comunicación.



Equipo Sancti Spíritus/Fomento, Sancti Spíritus



Equipo Cumanayagua, Cienfuegos



Equipo Río Cauto/Bayamo, Granma



Equipo Moa, Holguín

Fotos: Evidencias del entrenamiento de grupos de trabajo en las regiones central y oriental
 Fuente: Base de datos FRE local

En el marco del Proyecto, estos grupos constituyen reflejo de la fortaleza del trabajo conjunto y la importancia de las alianzas entre el sector académico y empresarial. Apoyan la implementación de las políticas energéticas en el ámbito local, estableciendo espacios de concertación, y promoviendo intercambios de experiencias, buenas prácticas, lecciones aprendidas y alianzas entre las partes interesadas en la ejecución.

Entre los ministerios y empresas que forman parte de la intervención se destacan la Unión Eléctrica (UNE) y sus Unidades Empresariales de Base (UEB), la Empresa de Fuentes Renovables de Energía (EMFRE), la Empresa de Ingeniería y Proyectos de la Electricidad (INEL) y la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE). Asimismo, participan el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), el Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU). Juegan un papel protagónico las Universidades, los Centros Universitarios Municipales (CUM) y los Centros de Investigación que están implicados en la toma de decisiones y la transferencia de conocimientos en cada provincia.

Se consideran actores locales a los Gobiernos Municipales, a los líderes formales e informales de las localidades, así como a los habitantes de las comunidades. A estos se suman integrantes de otros programas y proyectos que se ejecutan en los territorios, integrando las diferentes perspectivas, de manera que se aporte al desarrollo local (Fig. 1.4).

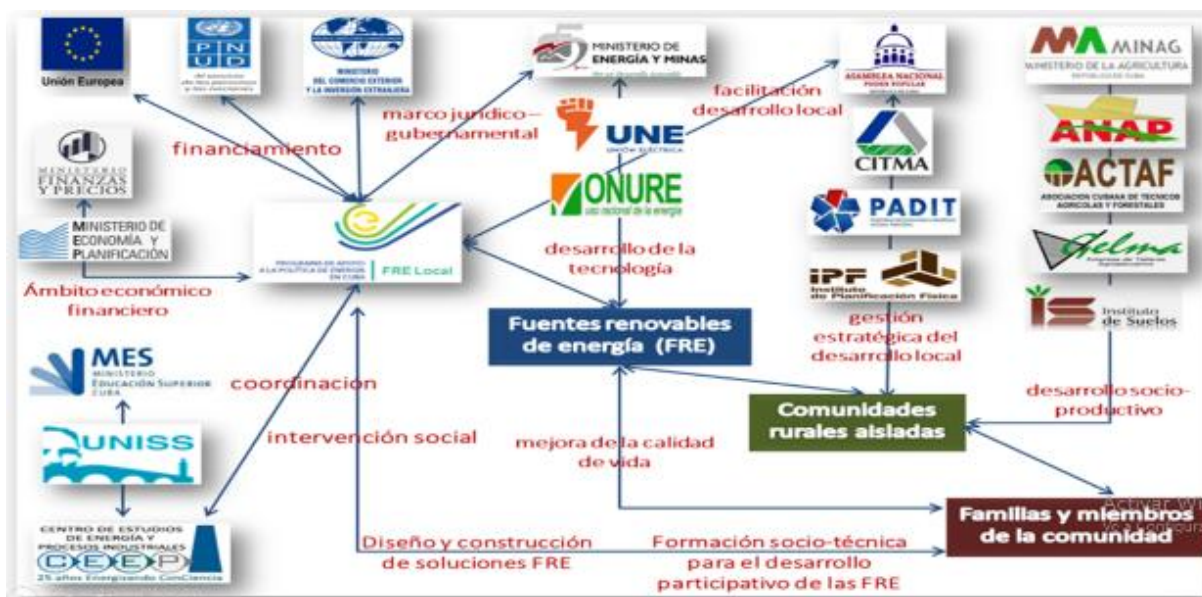


Figura 24: Mapeo de actores que colaboran desde diferentes niveles con los grupos de trabajo.

Fuente: Pérez Gutiérrez, R. y Echevarría Gómez, MC. (2023)¹¹.

Como parte del entrenamiento, estos grupos asumieron la evaluación integral de las 22 comunidades objeto de intervención, pertenecientes a 8 provincias de las regiones central y

¹¹ Pérez, R y Echevarría, MC (2023). Guía metodológica para el desarrollo participativo de las fuentes renovables de energía. Libro digital e impreso. La Habana. Editorial Caminos. ISBN 978-959-303-228-5.

oriental del país: Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Holguín, Granma, Santiago de Cuba, Guantánamo e Isla de la Juventud (Fig. 5). Se diseñaron 2 instrumentos de evaluación integral: Ficha de la comunidad y Ficha de la familia, concebidos para aplicar a los líderes de la comunidad y a los miembros de cada familia (Anexo 1.2). Como instrumento adicional para la realización rigurosa de este proceso, fue diseñada una base de datos para el registro, manejo y análisis de la información con el empleo del software IBM SPSS V25.0.

La evaluación integral, comenzó con visitas de familiarización a las comunidades, seguidas de las 22 intervenciones sociales. A pesar de la situación epidemiológica generada por la COVID 19 en todo el territorio nacional, en el año 2020 se realizaron 17 intervenciones (Fig. 1.6), en el año 2021 se efectuaron otras tres, una en el 2023 y una en el 2024 (Anexo 1.3). Este proceso de evaluación integral de las comunidades fue realizado por los grupos de trabajo de cada territorio, bajo la coordinación del equipo gestor de la UNISS. El acompañamiento de la ONURE permitió el levantamiento de la cantidad de equipos eléctricos/electrodomésticos y el establecimiento de sinergias para el suministro de equipos de uso final en algunos escenarios.



Fotos: Municipios donde se encuentran las comunidades estudiadas mediante la Metodología. Imágenes seleccionadas: Los Alazanes¹, Cuarto Congreso², Hoyo Padilla³, San Narciso⁴, Río Chiquito⁵, Guasasa⁶, Villena⁷, El Macho⁸, Ensenada del Indio⁹, La Mora¹⁰, La Melba¹¹, El Palenque¹², El Uno de Santa Rosa¹³ y La Escondida de Monte Rus¹⁴

Fuente: Base de datos del proyecto FRE local

Se visitaron y entrevistaron a 77 líderes locales y 1197 familias que representan a un total de 2987 habitantes. Los encuestados ofrecieron datos relacionados con las comunidades, las familias y los habitantes. La clave de la evaluación de las comunidades estuvo en garantizar la participación en las actividades de más del 70% de los pobladores, para lo cual fue imprescindible el empleo de dinámicas grupales contextualizadas, bajo criterios inclusivos de género, social, intergeneracional,

estatus y lugar de residencia en la comunidad, donde se potenció el protagonismo en la identificación de las necesidades-problemas-demandas, evaluar soluciones potenciales, tomar en consideración el tipo de dinámicas socio-productivas que se desea favorecer, así como incorporar los conocimientos y las prácticas culturales de la población al proceso de implementación de las FRE

Dinámica grupal con la comunidad



Entrevista al J' de Núcleo de una familia



Integrantes de la comunidad junto al equipo gestor

Fotos: Evaluación de la comunidad El Palenque, Imías, Guantánamo (17/11/2021).



Entrevista a Mujer J' Núcleo



Entrevista grupal a líderes



Trabajo con los niños de la comunidad

Fotos: Evaluación de la comunidad La Escondida de Monte Rus, El Salvador, Guantánamo: (11-12/11/2021)

Fuente: Base de datos, Equipo de proyecto FRE local-UNISS, 2021.



Fotos: Dinámicas grupales contextualizadas para levantamiento de información en comunidades El Paleque en Guantánamo, Comunales en Banes, Ensenada del Indio en Río Cauto, La Melba Moa, Hoyo de Padilla en Cumanayagua y Villenas en Calimete.

Fuente: Base de datos del proyecto FRE local

Es necesario señalar que la evaluación integral de la comunidad La Melba, en el municipio Moa, provincia Holguín y la comunidad Cocodrilo en la Isla de la Juventud constituyen una muestra de la sinergia que FRE local realizó con otros proyectos que operan en los territorios seleccionados. El estudio integral de La Melba se entregó al proyecto Fortalecimiento del Liderazgo y Participación de la Mujer en el Sector de Energía Renovable en Cuba (FORMER), mientras que el estudio integral de Cocodrilo se entregó al proyecto "Programa para la transición energética en el Municipio Especial Isla de la Juventud (MEIJ) mediante las Fuentes Renovables de Energía (FRE) y la Eficiencia Energética (EE)". Ambos proyectos responsabilizados con la implementación de las tecnologías FRE en estos escenarios.

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Se reconoce a la Metodología de Intervención Social como plataforma para la implementación de nuevos proyectos con FRE en comunidades rurales aisladas.*

Actividad 4.1.1.1 Estudios socio-económicos técnicos y ambientales, con perspectiva de género en comunidades rurales.

El cierre de la evaluación de las comunidades se concretó en la elaboración de 22 estudios integrales conclusivos, elaborados según una ruta metodológica creada con el fin de identificar regularidades y brechas que permitieron hacer adecuaciones socio-técnicas posteriores y homogenizar los análisis a desarrollar en cada uno de los escenarios. La Metodología distingue en su conceptualización la necesaria devolución de los resultados obtenidos en los estudios a los habitantes de cada comunidad. También, se identificaron las necesidades de aprendizaje (INA)

para la capacitación. De manera que se realizaron 21 talleres de devolución de estudios integrales e INA en las comunidades, algunos de ellos apoyados en convivencias.



Fotos: Evidencias de talleres de devolución de estudios integrales, convivencia e INA en comunidades. De izquierda a derecha: Yagua y Los Alazanes en Sancti Spíritus, Los Abiertos, en Guantánamo; Gobierno y actores locales de Banes, en Holguín; El Uno de Santa Rosa y Ensenada del Indio, en Granma; Cuarto Congreso y Guaranal, en Fomento; y Hoyo Padilla, San José, Río Chiquito y San Narciso, en Cumanayagua.

Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local

El resultado de los estudios socio-económicos, técnicos y ambientales en las 22 comunidades evaluadas confirmó el deterioro estructural que sufre el escenario rural de intervención, aun cuando se reconoce el esfuerzo realizado por decisores e instituciones locales por cambiar su realidad. **Los servicios básicos (salud, educación y comunales), los viales, la vivienda, el transporte, la recreación, el acceso al agua y el servicio eléctrico son las necesidades sentidas más demandas por los pobladores.**

Los indicadores socio-demográficos se muestran deprimidos por el **bajo nivel de vida en estas comunidades asociadas al difícil acceso a la energía y el agua.** La pirámide poblacional se muestra invertida, con bajo porcentaje de niños y jóvenes, mayor cantidad de adultos, una tendencia al envejecimiento, alto índice de masculinidad (56% de hombres), baja tasa de natalidad

y reemplazo poblacional. Los niveles escolares que predominan son las Enseñanzas Media y Media Superior.

Los beneficios económicos provienen de diversos sectores, donde laboran agricultores, cafetaleros, ganaderos, pescadores, carboneros, artesanos, forestales, trabajadores de los servicios, apicultores y mineros. La mayor cantidad de las personas **trabajan fundamentalmente, en el sector agropecuario y los servicios y más del 70% de las mujeres son amas de casas**, con pocas oportunidades de empleo. De estos resultados **emergen las brechas referidas a las dimensiones social, ambiental, técnica, de desarrollo local y género** plasmadas en los estudios integrales de cada comunidad (Fig.25).

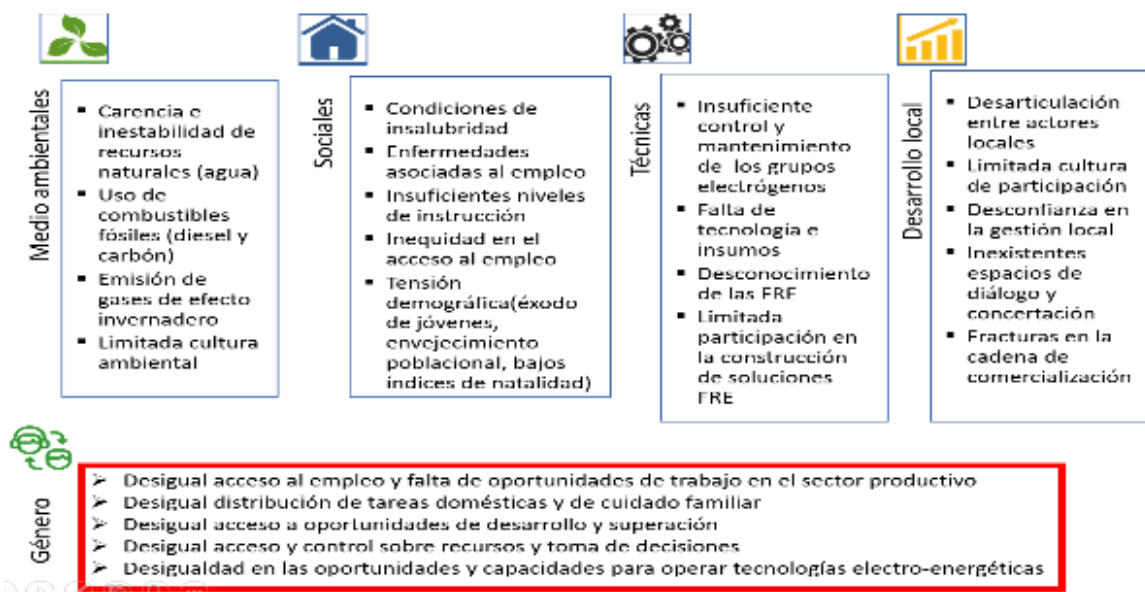


Figura 25: Brechas ambientales, sociales, técnicas, de desarrollo local y género que emergieron de los estudios integrales. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

El último paso de la acción interventora estuvo asociado al diseño e implementación de las soluciones tecnológicas con FRE. Los estudios integrales aportaron los insumos para estos diseños. Para ello, se realizaron 34 visitas técnicas y socio-técnicas a las comunidades de intervención. Las mismas fueron coordinadas por la UDI-CEEPI y el CEETAM, acompañadas por la UNE y con la participación de los actores locales identificados. Las visitas se enfocaron en **contrastar/confirmar las potencialidades FRE descritas y determinar la demanda energética** basada en el consumo promedio de las viviendas en zonas urbanas. Asimismo, se contrastaron aspectos como la potencia instalada en la comunidad, las áreas disponibles para la construcción de sistemas centralizados o individuales, la distancia a los extremos terminales del SEN, el estado de los viales de acceso, la degradación de los suelos, el grado de dispersión de las viviendas, los acumulados de lluvia y la posible ocurrencia de inundaciones; y se precisaron las fortalezas para el desarrollo local en dependencia de las actividades económicas principales.



Fotos: Evidencias de visitas técnicas de expertos a las comunidades de Yacabo Arriba, en Guantánamo, Guasasa, en Matanzas y Guaranal en Fomento, SSp. Fuente: Base datos del proyecto FRE local

Posteriormente, se desarrollaron las ideas conceptuales considerando el diseño de hasta seis alternativas tecnológicas para el uso de las FRE en cada comunidad. Se consideraron criterios económicos, sociales, ambientales y técnicos, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes y apoyar el desarrollo local. Las soluciones tecnológicas de electrificación incluyeron:

1. Parque fotovoltaico más baterías más grupos electrógenos.
2. Parque fotovoltaico más baterías más grupos electrógenos más MCHE.
3. Interconexión al SEN.
4. Sistemas fotovoltaicos aislados con acumulación.
5. Parque fotovoltaico conectado al SEN.
6. Parque fotovoltaico más baterías.

Adicionalmente, complementaron las soluciones de electrificación, tecnologías en apoyo al desarrollo local, tales como: secadores solares, bombas solares fotovoltaicas sumergibles y superficiales, neveras solares y biodigestores. Las ideas conceptuales se discutieron y aprobaron en reuniones de conciliación en cada municipio donde participaron los actores clave y locales.



Fotos: Evidencias de reuniones de conciliación en los municipios de Imías, Guantánamo, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Sancti Spíritus y Calimete, Matanzas. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Los conceptos claves generales para todas las comunidades tuvieron como principio que las propuestas tecnológicas respondieran a:

- a) la atención a necesidades de las comunidades rurales aisladas
- b) la mejora en el acceso a una energía limpia, comparable con zonas urbanas
- c) el fomento del desarrollo local comunitario
- d) la repoblación de los asentamientos rurales

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Los estudios integrales sustentan el diseño de las soluciones tecnológicas en comunidades rurales aisladas.*

Actividad 4.1.1.2 Determinación de potencialidades de las FRE en las comunidades.

En vínculo con el proceso anterior, la determinación de las potencialidades de las FRE en las comunidades se centró fundamentalmente en el potencial de energía solar de las mismas y su aprovechamiento para la generación de electricidad (solar fotovoltaica) y calor (solar térmica). Se identificaron comunidades ubicadas próximas a ríos, con potenciales de saltos de agua para la hidroenergía y con reservas de escurrimiento subterráneo utilizable en los pozos. Además, se constató la existencia de potenciales de biomasa que resultante de las producciones agrícolas, forestales y ganaderas. Los **potenciales de hidroenergía, biomasa y eólica no se encontraban adecuadamente documentados**, limitando así el diseño de soluciones para su aprovechamiento.

Un enorme **potencial lo constituyeron los pobladores, su sentido de pertenencia, la necesidad de protagonismo ante la transformación de su realidad energética, los problemas de su entorno y la disposición expresa para recibir capacitación que les permitiera el adecuado manejo de las FRE**. Lo cual determinó la creación de espacios participativos en la toma de decisiones, la democratización de la transferencia de tecnología y su aprovechamiento en procesos de desarrollo local de una manera sostenible. Fue relevante el apoyo y compromiso de las autoridades territoriales para acompañar y promover las acciones previstas, potenciar los espacios de diálogo y concertación con habitantes y actores claves (empresas e instituciones productivas).

En el marco de esta actividad se identificaron los potenciales para el diseño de las soluciones FRE en el Resultado 3 del proyecto a confirmarse como potencial implementable durante la realización de las visitas técnicas.

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Se requiere del estudio y caracterización de los potenciales existentes para el aprovechamiento de otras tecnologías como la hidroenergía, la biomasa y la eólica.*

Producto 4.1.2. Integración de actores locales para el fortalecimiento de la capacidad de implementación de soluciones de FRE en función del desarrollo local.

IOV R4 1.2. Número total de personas capacitadas y sensibilizadas de los actores locales, desagregados por sexo, de ellos (% de mujeres posibles a beneficiar).

META: 150/150 (70%) ACTUAL: 582/378 (100%)

Actividad 4.1.2.1. Sensibilización y capacitación, en condiciones de igualdad y equidad de género, de actores locales. Cursos, entrenamientos y talleres técnicos para actores locales.

Las acciones de sensibilización hasta 2025, realizadas a actores clave y locales, incluyeron a 378 personas, de ellas el 43% mujeres (100% de las posibles a beneficiar), superando las 150 sensibilizaciones comprometidas en el marco lógico del proyecto. Como parte de las mismas, se realizaron presentaciones del proyecto ante los CAP y varias instituciones del MES, reuniones de intercambio y establecimiento de sinergias con las Empresas Eléctricas y su Consejo Técnico Provincial, recorridos a las comunidades acompañados por el gobierno, y el trabajo con los niños, entre otras. Los recorridos por las universidades orientales (Granma, Moa, Guantánamo y Santiago de Cuba) permitieron la identificación y sensibilización de actores claves para la conformación de las Juntas de Coordinación Territorial.



Fotos: Evidencias del trabajo de sensibilización con actores clave y locales de los territorios. Gobierno de Calimete, Río Cauto y Ciénaga de Zapata. Empresa Cafetalera de Cumanayagua, Universidad de Granma y



*Actores locales de Ciénaga de Zapata. Sensibilización intergeneracional en las comunidades. Trabajo con los niños sobre las FRE en las comunidades La Escondida de Monte Rus, El Uno de Santa Rosa y Hoyo de Padilla
Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local*

Como elemento esencial de la Metodología se desarrolló e implementó **la Estrategia Formativa para la adecuación socio-técnica de las FRE¹²** y el fortalecimiento de dinámicas de desarrollo local. La misma asumió como finalidad, estimular la participación y el empoderamiento de los sujetos para la sostenibilidad de las tecnologías y la transformación de la matriz energética local (Fig. 26). En una primera fase se privilegian tres salidas estratégicas: **sensibilización, capacitación y sistematización de experiencias**. En la segunda fase, se trasciende el trabajo con las comunidades para **impulsar la formación profesional desde la universidad**, promoviendo el **diseño curricular por competencias del Técnico Superior en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética**, en la modalidad de Educación Superior de Ciclo corto (ESCC).



Figura 26: Estrategia formativa para la adecuación socio-técnica de las FRE. Fuente: (Pérez y Echevarría, 2022)¹³

La formación que se propone es un proceso continuo que se desarrolla bajo el principio de "formar para transformar", en el que se va naturalizando el carácter participativo de la propuesta a la vez que se multiplican los agentes capacitados, como garantía para la sostenibilidad e impacto gradual de las acciones. De ahí que, para los fines del proyecto, la Estrategia Formativa se concreta en dos dimensiones: **el equipo que gesta el proyecto y los actores clave, y las personas de las comunidades implicadas**. Las acciones de evaluación de las comunidades (levantamiento de información) y elaboración de estudios integrales (análisis de esas evaluaciones y elaboración de

¹² La defensa exitosa (21/06/21) de la tesis doctoral "Adecuación socio-técnica de las Fuentes Renovables de Energía desde la concepción del desarrollo local: tres casos de estudio en Cuba" de Rosabell Pérez Gutiérrez, actor clave del proyecto, constituyó el fundamento científico y teórico de la Estrategia formativa como complemento de la Metodología de intervención social implementada en el marco del resultado 1 del proyecto.

¹³ Pérez Gutiérrez, R. y Echevarría Gómez (2022). "Estrategia formativa para el desarrollo socio-técnico y participativo de las Fuentes Renovables de Energía en Cuba". Aposta. Revista de Ciencias Sociales, 92, 44-63, <http://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/rosabellperez.pdf>

informes), demandaron una **intensa labor de capacitación y acompañamiento a estos Grupos de Trabajo** que, en todos los casos, **superó la planificación estimada en el marco lógico** del proyecto.

En función de ello, se desarrollaron 51 talleres donde se **capacitaron 582 actores clave y locales, de ellos 276 mujeres (47%), que representa el 100% de las mujeres posibles a beneficiar**. Específicamente, con los beneficiarios se desarrollaron talleres educativos de alfabetización energética y entrenamiento *"in situ"* en 6 comunidades (Los Alazanes, Guaranal, San Narciso, Hoyo de Padilla, El Uno de Santa Rosa y Ensenada del Indio), **quedando sensibilizadas y capacitadas 193 personas de las beneficiadas con acceso a la energía, de ellos 177 mujeres (92%), que representa el 100% de las mujeres posibles a beneficiar**. De esta forma se supera las 150 personas comprometidas en el marco lógico y el 70% del total de las mujeres posibles a beneficiar. El **entrenamiento *"in situ"* consistió en el adiestramiento en el terreno de los habitantes**, durante el proceso de instalación de las soluciones FRE individuales y para el desarrollo local, con énfasis en jóvenes y mujeres.

Por su parte, durante la alfabetización energética, los habitantes **adquirieron el conocimiento necesario para comprender el funcionamiento de los SFVA**, realizar un **mantenimiento básico y optimizar el uso de los sistemas energéticos instalados y la gestión de la energía en los hogares**. La formación directa no solo asegura la sostenibilidad y la operatividad continua de la infraestructura, al fomentar una verdadera apropiación tecnológica y una gestión comunitaria responsable, sino que también **asegura la sostenibilidad a largo plazo sin depender de asistencia externa para estas acciones básicas y sienta las bases para su transición energética**.

Las demandas formativas en cada grupo de trabajo y los niveles de actuación permitieron la **implementación de Sistemas de Capacitación territoriales**, donde destacan el CUM de Río Cauto, con la capacitación de **84 directivos y reservas del gobierno que recibieron superación en temas relacionados con el proyecto** como una buena práctica a generalizar en otras comunidades del municipio y un programa bien estructurado.



Fotos: Capacitación teórico-práctica en comunidad San Narciso, Comunidad San Narciso, Cumanayagua. 11 y 12 de agosto de 2022.
Fuente: Equipo nacional de Proyecto FRE local



Fotos: Evidencias de la alfabetización energética y la capacitación "in situ" realizada en las comunidades Hoyo de Padilla, Cumanayagua y Los Alazanes, Sancti Spíritus. Fuente: Base de datos FRE local

También, se realizó un ciclo de aprendizaje en la acción sobre el emprendimiento rural, en sinergia con el Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL), donde los habitantes de "Los Alazanes" participaron en una Feria de Innovación Agropecuaria Local, y compartieron experiencias sobre creación de mini industrias y otras temáticas.

Cuando los informes de situación de cada año del proyecto reclamaron datos precisos de las actividades generadas por la sensibilización y la capacitación -según indicadores del marco lógico- que por su magnitud superaban la simple descripción de eventos, se hizo necesario **el diseño y aplicación del software SiGesCom, que permitió organizar y medir de manera rápida y confiable las acciones generadas**, según cantidad de participantes distribuidos por género, por provincia, municipios, comunidades, tipo de evento y la acción que se realizó. En estos momentos, como resultado de una tesis de grado de ingeniería informática, se trabaja en una nueva versión de esta aplicación que puede ser colgada en un servidor web y consultada directamente por todos los interesados en acceder a datos precisos del FRE local (Fig. 27). Además, se crean las condiciones para migrar hacia la inteligencia artificial (IA) lo que garantizará mayor eficiencia en el manejo de los datos.

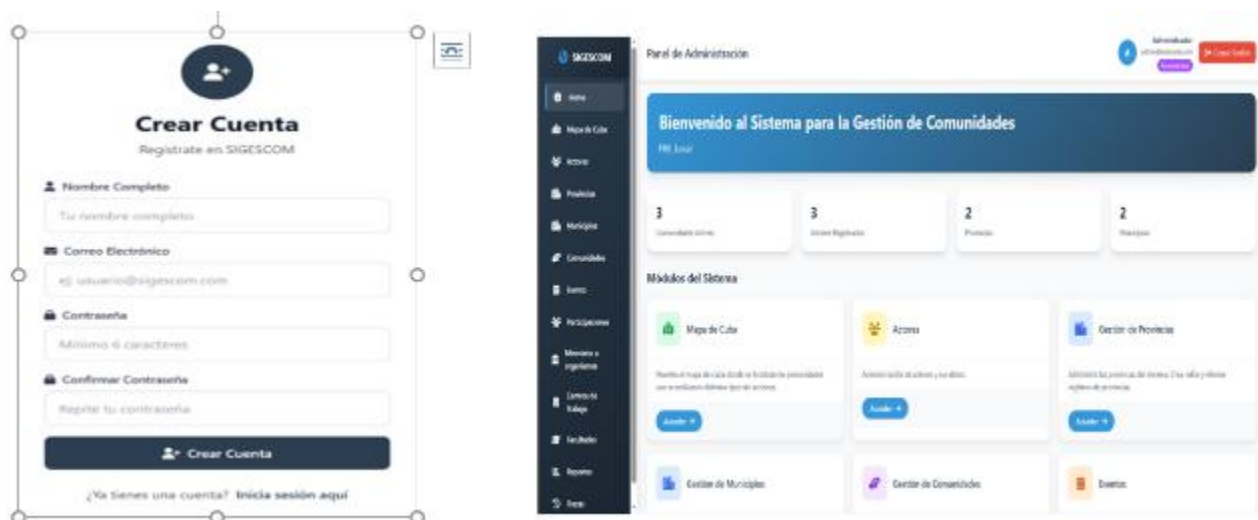


Figura 27. Software SiGesCom. Elaborado por: Ríos Rodríguez, L, 2021

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: Se diseñan e implementan programas generalizables para la alfabetización energética de los pobladores que aseguran la sostenibilidad a largo plazo, sin depender de asistencia externa para estas acciones básicas y creando las bases para la transición energética en entornos rurales.

Producto 4.1.3. Fortalecimiento de los centros para la prestación de servicios técnicos a las comunidades rurales, garantizando el desarrollo de las FRE en función del desarrollo local.

IOV R4 1.3. Número total de personal técnico capacitado, desagregado por sexo, de ellos (% de mujeres de las posibles a beneficiar)

META: 20 (70%) ACTUAL: 77 (100%)

Actividad 4.1.3.1. Cursos, entrenamientos y talleres técnicos para actores locales.

La **capacitación técnica para actores locales** estuvo compartida con instituciones del país que lideraron la tarea, **quedando preparadas 77 personas, incluyendo al 100% de las mujeres posibles a beneficiar**. En sinergia con el proyecto Fortalecimiento del liderazgo y participación de la mujer en el sector de la Energía Renovable en Cuba (FORMER), **se capacitaron 9 integrantes de FRE local en la región oriental del país y dos de la región central**, junto a especialistas y otros actores clave, que llevaron a cabo la instalación de la tecnología en estos territorios. De estas personas 7 fueron mujeres (Fig. 1.15).

También se participó en los talleres de capacitación organizados por la UNE, a través de sus estructuras territoriales, en la capacitación de **25 operarios de parques solares fotovoltaicos (PSFV)**.



Fotos: Cursos de entrenamiento y capacitación para actores clave y locales. Taller Ciclo Integral de Formación. Holguín (2022 y 2024.) Curso Capacitando al Capacitador. Curso de operadores de SFVA. Sancti Spíritus, 2024. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local

De manera particular, en Sancti Spíritus **10 actores del equipo gestor fueron entrenados de manera virtual en el ejercicio de puesta en marcha de los SFVA instalados**, con la asistencia del proveedor, de ellas una mujer. Además, constituyeron acciones de capacitación técnica la puesta en marcha presencial de los PSF de Guaranal, La Escondida de Monte Rus y El Uno de Santa Rosa, con la participación 21 técnicos. Adicionalmente, destaca la capacitación como operadoras de los PSF de 10 mujeres líderes.

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Se generan capacidades técnicas en universidades y Empresas Eléctricas territoriales, lo cual sostiene la operación de las tecnologías de electrificación rural existentes en el país.*

Actividad 4.1.3.2. Diseño curricular de un programa de formación del Técnico Medio Superior de Ciclo Corto en Energías Renovables y Eficiencia Energética.

En colaboración con el Centro de Estudios de Técnicas Avanzadas de Dirección (CETAD) -de la Facultad de Ciencias Técnicas de la UNISSS- se desarrollaron las bases teórico-metodológicas del diseño curricular que sustentó el programa de Educación Superior de Ciclo Corto (ESCC) en FRE y

EE¹⁴, apoyada en la integración de los subsistemas de capital humano de selección, capacitación y competencias. Se rediseñó el calificador de cargo, aportando el perfil por competencias y las demandas-bases para la propuesta del Plan de Estudio del Técnico Superior en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética¹⁵.

Se desarrollaron 3 talleres para la gestión del diseño del Técnico Superior en FRE y EE como parte del accionar del proyecto FRE local, entre abril de 2022 y julio 2023. El MES consideró a la UNISS como centro rector en la creación del Programa del Técnico Superior en FRE y EE, para la modalidad de Curso Por Encuentro (CPE), cautivo para la UNE y, para cursos académicos posteriores la modalidad de Curso Regular Diurno (CRD).

Se realizó la defensa pública y la aprobación para la implementación en el curso académico 2024-2025, en la concepción de experimental, teniendo en cuenta su diseño por competencias. Asimismo, se desarrollaron dos Talleres Metodológicos para la preparación del claustro en la UNISS y la Universidad de Moa, en junio y julio de 2023 respectivamente, donde participaron como profesores varios actores clave de FRE local, en ambas localidades. Se participó en un intercambio con expertos en Formación Profesional dual del País Vasco, en España, como parte de las acciones de transferencia de conocimientos a la implementación del Técnico Superior.



Fotos: Defensa Pública del Técnico Superior de Ciclo Corto en FRE y EE, 25/enero/2024. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local

Esta actividad estaba comprometida en el marco lógico del proyecto hasta el diseño curricular del programa de estudio y su sobre cumplimiento permitió establecer una contribución directa entre el Proyecto FRE local y la solución a demandas formativas vinculadas a los procesos relacionados con las FRE en el país. Siendo una garantía para la sostenibilidad de las acciones en el marco de esta y otras iniciativas, a partir de la preparación de técnicos y operarios de las tecnologías FRE en las provincias de Sancti Spíritus, Holguín y Granma, con una matrícula de 87 estudiantes en el CE (29 mujeres), distribuidos en dos años lectivos. En julio del 2026 el Técnico Superior en FRE y EE estará graduando su primera cohorte, con una matrícula de 40 estudiantes, 10 pertenecientes a

¹⁴ Carpio Camacho, A. y Echevarría Gómez, M. del C. (2025). Raíces y rumbos: historia de un Técnico Superior por competencia en Cuba. Márgenes. Revista multitemática de desarrollo local y sostenibilidad, 13, e2269. <https://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/article/view/2269>

¹⁵ Rodríguez Márquez, C. M. (2021). Tesis en opción al grado científico de Master en Dirección "Procedimiento documentado de capital humano con enfoque de competencias en la OBE de Sancti Spíritus"

la UNISS, 15 a la Universidad de Moa y 15 de la Universidad de Granma. Ya se inició una segunda edición en las universidades de Moa y Granma con un ingreso de 17 y 30 estudiantes, de ellos 15 son mujeres.



Fotos: Estudiantes del Técnico Superior de Ciclo Corto en FRE y EE de la UNISS y la Universidad de Moa, en el aula y actividades prácticas. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Contribución a la Política de Energía de Cuba: *Se diseña e implementa un plan de estudio por competencias del Técnico Superior en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética, en la modalidad de Educación Superior de Ciclo corto (ESCC), lo cual trasciende el trabajo con las comunidades para impulsar la formación profesional desde la universidad.*

Como parte consustancial del trabajo del equipo gestor y los equipos territoriales estuvieron las visitas de monitoreo realizadas. Las mismas permitieron precisar los indicadores de éxito, se mostraron las evidencias de la intervención, se compartieron e interpretaron las mediciones de progreso, los logros, el cumplimiento de los objetivos planteados, las alternativas de cambio generadas por la ejecución de las actividades con base en hitos establecidos. Además de cumplir con el control de las actividades de implementación, la fiscalización y el ajuste de los recursos empleados una y otra vez hasta culminada la intervención del proyecto.

Y por supuesto la evaluación interna de FRE local permitió analizar el alcance e impacto transformador de la implementación de las tecnologías FRE en las prácticas sociales de las comunidades y el cumplimiento de los objetivos del marco lógico del proyecto. Se desarrollaron indicadores de monitoreo propios, entrenando a los miembros del equipo para su uso y análisis. Las acciones de monitoreo final utilizaron una muestra conformada por cuatro comunidades: Los Alazanes, Yagua, Guaranal y El Uno de Santa Rosa.

Los resultados mostraron que del total de familias que viven en estas comunidades (98) fueron estudiadas el 75% y retornaron 7 familias en El Uno de Santa Rosa. De una población total de 230 personas el 100% tiene acceso a la energía, de ellas 81 son mujeres y el 73% fueron capacitadas para el empleo de la tecnología, lo cual sobre cumple los propósitos del proyecto. Los impactos sociales se evidencian en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, sentida como mejora del bienestar. Las personas describen un cambio radical en sus vidas, relacionado con el confort en el hogar y la seguridad porque la energía eléctrica constante les ha permitido tener iluminación las 24 horas y fundamentalmente en las noches para continuar la

cotidianidad sin necesidad de dormir temprano, acceder a equipos electrodomésticos modernos y eficientes, y encontrar la seguridad de sus viviendas, patios y bienes mientras descansan.



Figura 1.18. Evidencias del impacto del proyecto FRE local en las comunidades: Los Alazanes en Sancti Spíritus, San Narciso en Cumanayagua y El Uno de Santa Rosa en Río Cauto. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

El impacto se traduce en mejora ambiental, reducción de la contaminación, se elimina el uso de combustibles fósiles (queroseno para iluminación y de diésel para bombeo de agua), eliminando olores fuertes y riesgos de incendio. Un gran porcentaje de los beneficiarios reporta una mejora sustancial en la calidad del aire interior de sus hogares por la disminución del uso de la leña para cocinar. Se ha detenido en un 50% la deforestación por la tala para el consumo de la leña.

Desde lo económico se ha registrado una reducción de un 90% del gasto familiar en velas, pilas, queroseno y carbón; y ha aumentado el número de familias con mejoras en los ingresos debido al aumento de la producción agrícola y pecuaria por el acceso al agua y el desarrollo de emprendimientos locales, lo cual se explica en el acápite de género porque fueron las mujeres las más beneficiadas. Al respecto, un habitante de Los Alazanes refiere “Aquí en la comunidad tenemos varios productores que tienen fincas que producen muchísimo cada año. Con la energía en la zona y el bombeo de agua constante hay más producción y trabajo para todos ...”

La energía se convirtió en un habilitador de otros derechos y servicios básicos como la salud, la educación, la comunicación, el agua, que antes eran de difícil o casi nulo acceso. La salud familiar mejoró con la reducción de la contaminación y el esfuerzo físico en el acarreo de agua y leña, además la refrigeración es confiable para conservar vacunas, medicamentos y facilita la carga de equipos de telemedicina, como los inhaladores eléctricos para aerosoles. Los estudiantes pueden extender sus horas de estudio por la noche y los adultos dedicarlas al crecimiento personal, lecturas, etc. Además, en las escuelas de las comunidades, se ha permitido el uso de computadoras y equipos audiovisuales, equiparando las herramientas educativas con las de cualquier escuela urbana.

La información y comunicación se han revolucionado dando vida a los equipos de transmisión para el descanso activo y relajante, mantenerse informado, en especial los teléfonos móviles y estar comunicados todo el tiempo, acceder a información de mercado para vender sus productos y, en emergencias, pedir ayuda rápidamente. El acceso a agua potable es un hecho con la

instalación de los sistemas de bombeo de agua solar que han garantizado el suministro constante de agua para consumo humano, animal y riego, eliminando el acarreo de agua, mejorando la seguridad alimentaria e higiene de la comunidad.

Un indicador muy poderoso y transformador, que se ha activado es la autogestión del tiempo. Las personas disfrutan de la capacidad para decidir cómo emplear sus horas, liberadas de tareas tediosas y repetitivas. El tiempo se convierte en un verdadero recurso que pueden invertir en actividades de superación, recreativas e incluso productivas con la generación de nuevos proyectos de vida útiles como coser, venta y elaboración de alimentos y otros emprendimientos locales que pueden operar con flexibilidad, sin depender de las horas de luz solar directa, como por ejemplo las mujeres corojeras de Los Alazanes o los nuevos negocios de cuidados a las mujeres (peluquería, manicure, etc) y servicios en El Uno de Santa Rosa. El control del tiempo es un activo social invaluable que fortalece el tejido comunitario, ayuda a la liberación de la carga femenina, las largas jornadas de trabajo dedicadas a tareas manuales se han acortado, y ahora, las familias disponen de las noches para compartir, conversar y fortalecer sus lazos.

Así se expresa una habitante de Guaranal “¿Qué cómo me siento? Jjjj. Feliz, imagina que tengo corriente 24 horas, puedo hacer lo que deseo y necesito en cualquier tiempo, hasta podemos visitarnos de noche, esa costumbre se había perdido...”

El proyecto FRE local no solo ha llevado electricidad, sino que ha desencadenado un círculo virtuoso de desarrollo humano, que influye en el bienestar subjetivo personal, relacional y comunitario. Las personas son felices en su comunidad y sienten satisfacción de vivir en ellas, y de reconstruir lazos familiares con los que regresan, sienten confianza y seguridad para rehacer proyectos de vida individuales y colectivos. Pero el cambio más profundo ha sido especialmente para las mujeres, quienes han pasado de ser reproductoras de tareas manuales a ser gestoras de su propio desarrollo, invirtiendo su tiempo en actividades que generan ingresos, fortalecen la comunidad y enriquecen su vida personal, lo cual será explicado desde el eje de género. La tecnología FRE ha sido, en este sentido, una herramienta de libertad y empoderamiento.

Resultado 4.2: Identificadas las mejores prácticas con respecto al uso de FRE en áreas rurales, utilizando específicamente Agro-energía, y se implementaron algunos proyectos.

La identificación y sistematización de mejores prácticas en el uso de Fuentes Renovables de Energía (FRE) en entornos rurales, con un énfasis particular en la agro-energía, constituye un pilar fundamental de la estrategia nacional cubana. Esta iniciativa se articula como una respuesta integral para fortalecer la seguridad energética y alimentaria del país, en un contexto marcado por complejas restricciones económicas y logísticas. La estrategia prioriza, por tanto, soluciones tecnológicas y organizativas que sean no solo eficientes, sino también resilientes, descentralizadas y profundamente adaptadas a las especificidades del territorio y sus comunidades.

El proyecto FRE local realizó una caracterización de experiencias en marcha en áreas rurales que implementan Fuentes Renovables de Energía (FRE) aplicadas a la producción agropecuaria y

procesos asociados. El objetivo central fue identificar, documentar y analizar las mejores prácticas y las lecciones aprendidas que emanan de la gestión local del conocimiento. Se entienden como "mejores prácticas" aquellas intervenciones que han demostrado ser efectivas, sostenibles en el tiempo, socialmente inclusivas y potencialmente replicables en contextos similares.

A partir de la evidencia recopilada y del análisis de estas experiencias, se procedió a la definición y ponderación de un conjunto de criterios de relevancia. Esto permitió valorar y seleccionar las propuestas de polígonos demostrativos de FRE en el marco del proyecto FRE local, asegurando que las áreas seleccionadas respondan a las mejores prácticas identificadas y maximicen su impacto potencial.

Producto 4.2.1. Identificación de proyectos que utilizan las FRE en apoyo al desarrollo local y las posibles sinergias con otros proyectos que tienen demandas energéticas no cubiertas.

IOV R4 2.1 Número de buenas prácticas identificadas

META: 10

ACTUAL: 10

La identificación de "Buenas Prácticas" y "Lecciones Aprendidas" en proyectos de Fuentes Renovables de Energía (FRE) ya instalados en Cuba, permite extrapolar estas experiencias positivas a otros escenarios del país y al desarrollo de nuevos proyectos de FRE. En este sentido el proyecto FRE local evaluó 10 proyectos que utilizan las FRE en apoyo al desarrollo local. En los proyectos se identificaron buenas prácticas y lecciones aprendidas en el diseño, instalación y uso de energía eólica (molinos de viento), biomasa (biogás), solar fotovoltaica (sistema fotovoltaico autónomo (FVA), microrred y bombeo solar) y solar térmica (calentador solar).

Las siguientes buenas prácticas fueron obtenidas de los primeros seis proyectos identificados (Tabla 2.1_1-6) : 1) La aplicación del concepto de economía circular como vía para el logro de proyectos sostenibles y amigables con el medio ambiente, 2) El uso del abono orgánico, producido en la digestión anaerobia, permite el mejoramiento de suelos agrícolas degradados por la salinización y la sequía, 3) El uso combinado de la producción de energía y alimentos es una "fórmula" que debe ser incorporada per se al desarrollo de nuevos proyectos de Fuentes Renovables de Energía.

Durante el periodo comprendido entre enero y noviembre de 2025, se visitaron otros cuatro proyectos reconocidos como buenas prácticas (Tabla 2.1_7-10). Entre ellos, destaca el caso de la microrred solar de la comunidad Santa María del Loreto, en la provincia de Santiago de Cuba. Este proyecto representa un modelo excepcional de sustentabilidad técnica, con 26 años de operación ininterrumpida gracias al soporte técnico permanente del Centro de Estudios de Energía Solar (CIES). La infraestructura provee energía a 42 viviendas y 200 habitantes. Una de las buenas prácticas más relevantes documentadas es la transferencia intergeneracional y con perspectiva de género del conocimiento técnico: el liderazgo en la operación y mantenimiento del sistema pasó

del fundador a su nieta de 23 años, quien actualmente desempeña este rol con el reconocimiento y respaldo de toda la comunidad.

Tabla 2.1 Proyectos identificados que utilizan las FRE en apoyo al desarrollo local.

Nro.	Proyecto	Ubicación	Tecnología FRE
1	Planta de secado solar	Empresa Agroindustrial de Granos "Sur del Jíbaro", municipio La Sierpe, Sancti Spíritus	Colector Solar
2	Finca Agroenergética	Finca "Los Pinos", municipio Manatí, Las Tunas.	Biogás, FVA, Bombeo solar, Calentador solar, Molino de viento
3	Finca Agroenergética	Finca "Las Peñas", municipio Manatí, Las Tunas	Biogás, FVA, Bombeo solar, Calentador solar, Molino de viento
4	Finca Agroenergética	Finca "El Porvenir", municipio Manatí, Las Tunas	Biogás, FVA, Bombeo solar, Calentador solar, Molino de viento
5	Red de distribución de biogás	Comunidad Cruz de Neiva, Cabaiguán, Sancti Spíritus	Biogás
6	Producción de biogás en laguna tapada	Municipio Martí, Matanzas	Biogás
7	<i>Abasto de agua en vaquería típica</i>	<i>Empresa pecuaria Managuaco, Sancti Spíritus</i>	<i>Bombeo solar</i>
8	<i>Microrred 'Santa María de Loreto'</i>	<i>Comunidad Santa María de Loreto, municipio Songo-La Maya, Santiago de Cuba</i>	<i>Microrred sin conexión a la red de distribución</i>
9	<i>Producción de biogás en reactores de alta eficiencia</i>	<i>Empresa azucarera Heriberto Duquesne, municipio Remedios, Villa Clara</i>	<i>Biogás</i>
10	<i>Huerto Agrivoltaico</i>	<i>Universidad de la Habana, La Habana</i>	<i>FVA</i>

Para el proyecto "Abasto de agua en vaquería típica", una buena práctica es la capacitación de personal de la vaquería, especialmente mujeres, en el mantenimiento básico del sistema de bombeo solar (limpieza de paneles, revisión visual), fomentando la apropiación tecnológica y la sostenibilidad.

El caso de la planta de biogás industrial de Heriberto Duquesne, caracterizado por una operación inestable debido a dificultades en la purificación y el uso efectivo del gas, ilustra una lección crítica para el diseño de estos sistemas. Se debe establecer como buena práctica fundamental que la purificación del biogás (para alcanzar la calidad requerida) y el aseguramiento de la presión de entrega (adecuada al equipo consumidor final) son parámetros de ingeniería tan críticos como la producción misma del gas.

En el Prototipo de vivero agrivoltaico desarrollado por el Laboratorio de Fotovoltaica del IMRE y la Facultad de Física de la Universidad de La Habana, se definió la necesidad de que las estructuras de apoyo de los paneles fotovoltaicos se adapten a las aplicaciones agrícolas específicas y a sus necesidades.

También se incluyen las lecciones aprendidas y buenas prácticas de la electrificación con sistemas fotovoltaicos autónomos (SFVA) realizadas en una visita, previa al inicio del proyecto FRE local (2018), a la comunidad de Río Abajo en Banao, Sancti Spíritus, y en visitas durante la realización de los estudios integrales, ya en el marco del proyecto FRE local, a varias comunidades rurales con SFVA instalados anteriormente, como la comunidad Ensenada del Indio, municipio Río Cauto, provincia Granma; comunidad San Narciso, Cumanayagua, Cienfuegos; y La Escondida de Monte Rus, municipio El Salvador, provincia Guantánamo.

Fotos: Visita a los proyectos de buenas prácticas entre enero y noviembre de 2025. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.



La mayoría de las familias visitadas en estas comunidades poseían paneles solares tipo módulo individual de 250 W, los cuales fueron instalados por la empresa eléctrica en el año 2017, como parte de un programa de electrificación de viviendas aisladas impulsado por el gobierno cubano. No obstante, esa tecnología solo proveía electricidad limitada a 2 o 3 lámparas de 20 W, 1 radio, 1 ventilador y 1 TV, por solamente 3 horas diarias. En el caso de San Narciso, algunas viviendas tenían un módulo conformado por 2 paneles solares fotovoltaicos (200 W), 4 baterías, 1 regulador

de voltaje, 1 convertidor de voltaje, 5 puntos de luz y TV, para una cobertura promedio de 5 horas al día.

Se evidenció que muchos módulos estaban sin funcionar, o en otros el suministro eléctrico ya no satisfacía el tiempo de diseño, el cual se redujo a alrededor de 2 horas diarias, debido al desgaste y la limitación de la vida útil de las baterías (de mala calidad).

Según entrevistas realizadas, se conoció que inicialmente la implementación de esas tecnologías fue muy aceptada y valorada, lo cual impactó favorablemente en la vida social y el hábitat de la comunidad; sin embargo, se limitó el uso de otros equipos eléctricos de uso cotidiano en una vivienda convencional, como lavadoras, batidoras, bombas para agua, refrigeradores, etcétera. De ahí que una de las principales exigencias de los comunitarios fuera poder refrigerar los alimentos y tener agua “fría” para beber. El acceso a energía eléctrica segura y estable como premisa indispensable para mejorar las condiciones de vida fue otro de los planteamientos realizados.

Por tanto, como lección aprendida se concluye que para proyectar el dimensionamiento de la futura potencia de módulos FV es necesario aumentar la carga instalada como vía para satisfacer las necesidades reales de la población de las comunidades, con una cobertura mínima de un día de almacenamiento.

Por otra parte, se observó que algunos módulos recibían sombra y estaban sucios, y que los bombillos que estaban en las casas no eran muy eficientes, por lo que podían incrementarse las habitaciones con luz utilizando bombillos eficientes, lo cual evidenció la falta de capacitación necesaria para la implementación.



*Fotos: Imágenes de comunidades con SFVA de baja potencia instalados con anterioridad al proyecto FRE local.
Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.*

Actividad 4.2.1.1. Desarrollo de indicadores de éxito para proyectos FRE en funcionamiento, incluyendo aquellos que muestren el aprovechamiento de las oportunidades que brindan el uso de las FRE para incidir y potenciar en la igualdad de género.

El análisis y seguimiento de un proyecto de Fuentes Renovables de Energía (FRE) en funcionamiento requiere una evaluación integral que trascienda la mera medición de su generación energética. Para determinar su éxito y sostenibilidad a largo plazo, se propuso un sistema de indicadores, validado mediante criterio de expertos y estructurado en cuatro pilares:

Impacto Energético y Ambiental, para cuantificar la contribución a la transición energética y la mitigación del cambio climático; Viabilidad Económico-Financiera, que evalúa la solidez y rentabilidad de la inversión; Desempeño Técnico-Operativo, que mide la eficiencia y confiabilidad de la tecnología; y Viabilidad Social y Gobernanza, que valora la aceptación comunitaria, la creación de capacidades locales y la equidad en la distribución de beneficios. Esta integración multidimensional permite una visión holística del proyecto, transformando datos operativos en información estratégica para la gestión y la toma de decisiones orientadas al desarrollo sostenible. En anexo se presentan los indicadores propuestos y a continuación, se detallan los aspectos relevantes derivados de su aplicación en los diez proyectos de buenas prácticas.

La planta de Secado Solar emerge como el de mayor impacto ambiental y económico (evita 230 toneladas de CO₂ y genera un ahorro de 9.6 millones de CUP anuales), además de un notable impacto social positivo en empleo con equidad de género (12 empleos, 60% mujeres). La Microred 'Santa María de Loreto' destaca por su excelente desempeño técnico (100% de factor de capacidad) y es un caso emblemático en empoderamiento de la mujer, al ser operada por una joven que heredó el conocimiento. Su mayor valor reside en el acceso autónomo y continuo a energía confiable. El bombeo solar es una solución necesaria al acceso al agua para los animales en una vaquería con ingresos superiores a 36 000 pesos por ahorro de electricidad.

Los indicadores de éxito revelan un panorama diferenciado para cada proyecto de biogás. La planta de "Heriberto Duquesne" destaca por su impacto macroeconómico y ambiental (evita 21 300 tCO₂/año y genera un ahorro cercano a 10 millones CUP/año), y muestra una alta eficiencia de conversión (80%). Sin embargo, su principal vulnerabilidad es una baja disponibilidad operativa (60%). El proyecto "Biogás Martí", de mayor escala (680 kW), comparte el desafío de la baja disponibilidad (50%) debido a limitaciones con el sustrato y suma una eficiencia moderada (35%). En contraste, la "Red Cabaiguán", de menor escala, logra el mayor porcentaje de sustitución energética (40%), demostrando una mejor integración en el consumo local, aunque su baja disponibilidad (50%) debido a baja producción porcina y su impacto absoluto más limitado señalan que su modelo, replicable, requiere primero fortalecer su confiabilidad técnica.

La **Finca Agroenergética** se consolida como un **modelo ejemplar de integración tecnológica y sostenibilidad multidimensional** en pequeña escala. Logra un alto grado de **autosuficiencia energética (83% de sustitución)** y un **desempeño técnico robusto y confiable**, demostrando la viabilidad operativa de combinar biogás, fotovoltaica y bombeo solar. Aunque su impacto ambiental y económico directo es modesto (0.2 tCO₂ evitadas, ~99 mil CUP/año de ahorro), su verdadero valor es demostrar un **modelo replicable** donde la transición energética se traduce en resiliencia operativa.

Actividad 4.2.1.2. Asignación de criterios de relevancia para proyectos FRE implementados.

En un contexto de recursos limitados y prioridades múltiples, la selección de proyectos FRE exige un enfoque sistemático y transparente que trascienda la viabilidad técnica. Para identificar y

priorizar aquellas iniciativas con mayor potencial de impacto transformador, se propone un marco de evaluación multicriterio estructurado en cuatro principios fundamentales: Social, Técnico, Económico y Ambiental. Dentro de cada uno, se definen criterios concretos de relevancia, cuyo peso final resulta de combinar su importancia dentro del principio con el peso global del principio mismo (Tabla 2.3). Así, la "relevancia" de un proyecto no se medirá únicamente por su capacidad para generar energía limpia, sino por su habilidad para mejorar las condiciones de vida, fortalecer la economía local, empoderar a grupos vulnerables y asegurar la protección de los recursos naturales, todo ello con tecnologías apropiadas y socialmente aceptadas. A estos criterios se suma el **potencial de replicabilidad**, entendido como la capacidad del proyecto para ser implementado nuevamente en distintos contextos, sin requerir rediseños sustanciales ni inversiones desproporcionadas. Un proyecto replicable no solo multiplica sus beneficios, sino que reduce barreras de entrada para futuras intervenciones al aprovechar aprendizajes estandarizados, economías de escala y capacidades instaladas.

Tabla 2.3. Asignación de criterios de relevancia para proyectos FRE implementados.

Principio	Peso Global (%)	Criterio de relevancia	Peso dentro del Principio	Peso Final del Criterio
Social	30	Mejora de las condiciones de vida	30	9
		Contribución a la salud	15	4.5
		Generación de empleo	20	6
		Empoderamiento de grupos vulnerables	25	7.5
Técnico	20	Experiencia del equipo executor en proyectos similares	15	3
		Madurez de la tecnología	25	5
		Fortalecimiento de la producción con FRE	15	3
		Potencial de replicabilidad	20	4
		Aceptación social de la tecnología	25	5
Económico	30	Desarrollo económico local	30	9
		Rentabilidad del proyecto	30	9
		Nivel de uso de las FRE	20	6
		Reducción de gastos de energía familiar/empresa	20	6
Ambiental	20	Mejoría y protección de recursos	30	6
		Contribuye a la mitigación del cambio climático y la conservación	30	6
		Sostenibilidad en la utilización de recursos y gestión de residuos	40	8

Actividad 4.2.1.3. Evaluación de la relevancia de proyectos FRE en áreas rurales.

A partir de los criterios de relevancia definidos —técnicos, económicos, ambientales, sociales e institucionales— se evaluaron los proyectos diseñados por FRE Local para los dos polígonos demostrativos: la empresa pecuaria Managuaco y el genético porcino La Pastora. Esta evaluación permitió determinar en qué medida dichas iniciativas contribuyen a la sustitución energética, la reducción de emisiones, la viabilidad económica y la aceptación social. Los resultados arrojaron un **porcentaje de relevancia superior al 70 % en ambos proyectos, lo que fundamenta su selección como escenarios de intervención para la implementación de buenas prácticas.**

El polígono demostrativo de la empresa pecuaria Managuaco diseñado sobre la base de biodigestores descentralizados ubicados en vaquerías, y por tanto cercano a la materia prima, prioriza el impacto social y el bienestar comunitario, con énfasis en el autoconsumo, la reducción de gastos familiares y el impulso a la minindustria local, aunque con limitada generación de empleo y menor integración económica. La estrategia para mejorar su rentabilidad deberá dirigirse a la comercialización del lodo biofertilizante. Su sostenibilidad técnica depende de la capacitación *in situ* y el acompañamiento de los expertos del proyecto FRE local (Fig. 28).

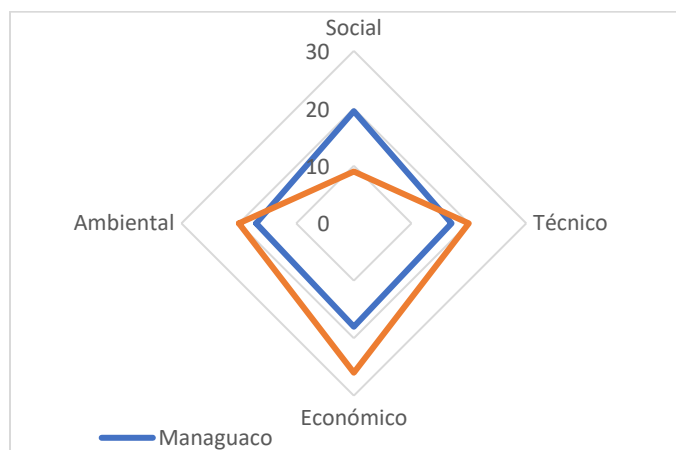


Figura 28. Relevancia de los proyectos FRE en áreas rurales propuestos.

En contraste, el polígono demostrativo de la Empresa Genética Porcina “La Pastora” se orienta a la sostenibilidad técnico-económica y ambiental, con una planta centralizada de alta eficiencia, uso del biogás previsto para el secado de granos y comercialización de biofertilizantes, lo que garantiza rentabilidad y desarrollo económico local, aunque con un impacto social directo más acotado y baja generación de empleo. La capacitación y acompañamiento de expertos del FRE local (tanto de la Universidad de Sancti Spíritus como de la Universidad Central de Las Villas), permitirá llevar a cabo una operación eficiente y estable de la planta. Ambos proyectos reflejan estrategias diferenciadas pero complementarias en la transición energética descentralizada (Fig. 2.3). Su replicabilidad en escenarios similares constituye una oportunidad, considerando las aproximadamente 1500 vaquerías típicas con fosos para purines y los 132 Centros Genéticos porcinos existentes en el país; no obstante, su viabilidad dependerá de condiciones habilitantes

como el acompañamiento técnico sostenible, la consolidación de mercados para biofertilizantes, el fortalecimiento de capacidades locales y mecanismos de financiamiento que superen las barreras de inversión inicial.

Contribución a la Política de Energía de Cuba: *Procedimiento replicable para la evaluación de indicadores de éxito en proyecto con Fuentes Renovables de Energía.*

Producto 4.2.2. Capacitación de actores claves para el uso de las FRE en áreas rurales velando por el fortalecimiento de capacidades de mujeres y hombres.

IOV R4 2.2 Número de expertos especializados formados en FRE para áreas rurales, desagregado por sexo

META: 40 total y al menos 20 (50%) mujeres

ACTUAL: 162 total, 63 mujeres (39%)

Actividad 4.2.2.1. Fortalecimiento de centros de capacitación de alto nivel velando por el fortalecimiento de capacidades de mujeres y hombres.

En el marco de la Actividad 4.2.2.1, orientada al fortalecimiento de centros de capacitación de alto nivel con un enfoque inclusivo, se desplegó un programa de formación integral que benefició a un total de 162 actores claves vinculados al proyecto FRE Local, de los cuales el 63 fueron mujeres (39%), reflejando el compromiso con la equidad de género en la transferencia de conocimientos técnicos. La capacitación se estructuró en 22 actividades diversificadas para abordar las distintas necesidades del sector, incluyendo siete seminarios/talleres, ocho visitas de estudio, dos cursos/taller, una asistencia técnica y cuatro cursos de formación. Las temáticas impartidas abarcaron áreas estratégicas para la transición energética, distribuyéndose en: Biogás (7 actividades), Fotovoltaica (6 actividades), Gestión de proyectos (4 actividades), Planificación energética (3 actividades) y Técnico Superior en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética (2 actividades). La mayor cantidad de expertos formados fueron en las temáticas relacionadas con Tecnología FRE y el Biogás, con 31 y 44% de mujeres, respectivamente (Fig. 29).

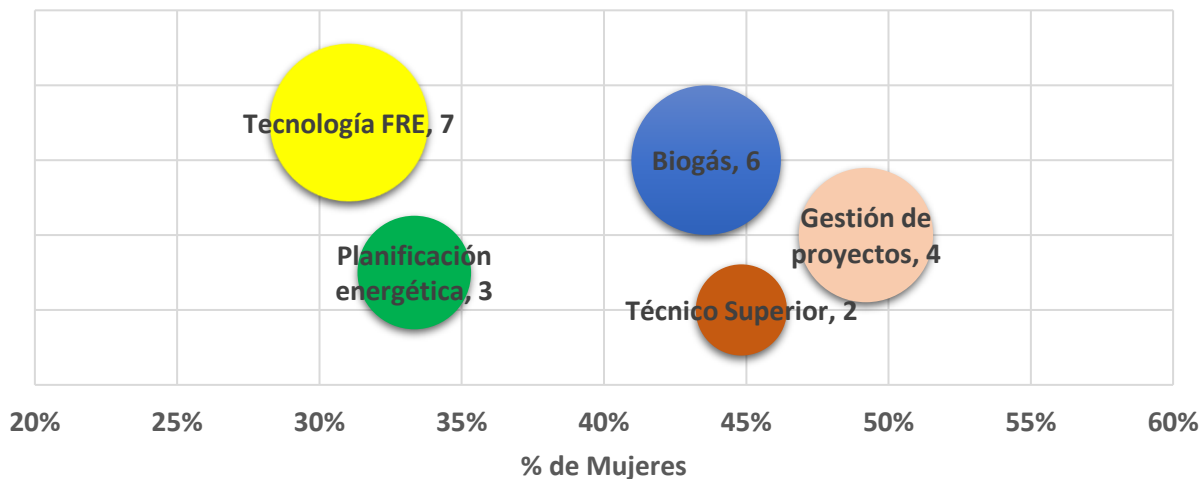


Figura 29. Participación de los expertos en las actividades de capacitación de alto nivel. Burbuja: Temática, Cantidad de actividades. Expertos formados en FRE: tamaño burbuja.

La temática de Biogás abarcó temas relacionados con el Diseño de reactores, Logística de plantas de Biogás, Operación de plantas de mediana y gran escala y Análisis de ciclo de vida. El fortalecimiento de capacidades permitió profundizar en tecnologías de producción, purificación y usos del biogás y digestato, así como en normativas, seguridad y buenas prácticas de operación y mantenimiento de plantas. Se adquirieron criterios técnicos para la toma de decisiones sobre biometano, aprovechamiento energético, gestión de digestato y selección de tecnologías. Asimismo, se mejoró la capacidad para elaborar propuestas de financiamiento y ofertar servicios científico-técnicos a empresas nacionales. Se desarrolló una visión innovadora en torno a modelos de gestión de residuos y flexibilización del uso del biogás, cuyos aprendizajes resultan clave para la sostenibilidad de los dos polígonos demostrativos de plantas de biogás del proyecto FRE Local.

Las temáticas de la capacitación recibida sobre sistemas fotovoltaicos abarcaron: 1) Tecnologías FRE para comunidades rurales aisladas, 2) Diseño y operación de sistemas agrivoltaico y 3) Diseño de microrredes híbridas con tecnologías FRE. Los aprendizajes obtenidos fueron el desarrollo de capacidades integrales en el dimensionamiento y simulación avanzada de sistemas solares (red, aislados y bombeo) mediante herramientas como PVsyst, asegurando la selección óptima de componentes. En operación y mantenimiento, se consolidaron competencias para supervisar rendimiento, diagnosticar fallos y gestionar mantenimiento. Se fortalecen conocimientos en temáticas como las microrredes en el personal joven, lo que permite su atención en las tareas del proyecto. Además, se integró el análisis de radiación solar para optimizar la producción energética y las sinergias con actividades productivas como el cultivo. Estos conocimientos y desarrollo de capacidades se han puesto en práctica en la preparación y ejecución de nuevos proyectos, ejemplo el proyecto territorial "Huerto Agrivoltaico Universitario: espacio innovador de aprendizaje para la obtención de alimentos y energía en un mismo sistema (PT211.0.06749 SS002-005)" (2025-2027), proyecto asociado al Programa Territorial "Cambio Climático y Desarrollo

Sostenible de las Fuentes Renovables de Energía". Asimismo, se han presentado proyectos afines en convocatorias internacionales con el objetivo de obtener financiamiento (Erasmus +, Convocatoria VLIR). Por otra parte, se ha participado en servicios científico-técnicos que incluyen la instalación de más de 50 sistemas de bombeo solar fotovoltaico y el diseño de sistemas solares para empresas locales.

El intercambio realizado en España para contribuir a la implementación del Técnico Superior por competencias en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética permitió apropiarse de elementos clave del diseño curricular por competencias (modelo ETHAZI), estrategias didácticas y enfoques participativos, con miras a su transferencia contextualizada a la educación superior cubana. Como resultado, se diseñó e implementó el Técnico Superior por competencias en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética en Cuba, actualmente en proceso de egreso de su primera edición, evidenciando el rol articulador de la universidad en la formación técnico-profesional vinculada al sector energético.

La capacitación recibida sobre planificación energética con FRE contó con la participación de 20 actores claves de la UDI-CEEPI, Azcuba, la ONURE, la UCLV, la UEB Renovables, las Empresas Eléctricas Municipal y Provincial de Sancti Spíritus, así como de seis municipios adscritos al nuevo programa indicativo multianual de la Unión Europea "Programa para la transición ecológica hacia municipios sostenibles en Cuba". Esta formación permitió fortalecer las capacidades municipales para una planificación energética sostenible al proporcionar herramientas clave sobre: el marco institucional y estratégico para la alineación de proyectos FRE con los objetivos climáticos nacionales e internacionales; balances y estadísticas energéticas; y la modelización de escenarios con herramientas como GAMS y OSeMOSYS.

Como resultado de las acciones de capacitación, se han consolidado y ampliado los conocimientos en áreas estratégicas relacionadas con la formación doctoral de los expertos participantes, potenciando sus capacidades para generar investigaciones de alto nivel. Paralelamente, se ha promovido la transferencia efectiva de las experiencias adquiridas hacia la formación de pregrado, enriqueciendo los planes de estudio y fortaleciendo las competencias técnicas y profesionales de los estudiantes. Esta retroalimentación continua entre los distintos niveles formativos redundará en una mejora sustancial de la calidad de la formación universitaria, preparando a las nuevas generaciones para enfrentar con mayores herramientas los retos de la transición energética.

Las competencias adquiridas permiten a los equipos formados de las universidades que participaron en el proyecto liderar la implementación de estrategias de sostenibilidad, asegurando que la energía sea un vector de justicia social y resiliencia. La masa crítica de profesionales, la infraestructura especializada y el aumento en la capacidad de servicios técnicos aseguran que la transición energética sea un vector de justicia social y resiliencia territorial duradera, permitiendo replicar las buenas prácticas de FRE local en la planificación municipal sostenible.

Actividad 4.2.2.2. Intercambio de experiencias con expertas y expertos nacionales e internacionales

El fortalecimiento de capacidades del proyecto se ha visto potenciado por un intenso y diversificado programa de intercambio de experiencias con especialistas de Cuba y el extranjero. Se desarrolló un amplio programa de intercambio de experiencias con especialistas de Cuba y el extranjero. Este proceso se materializó a través de 22 visitas de intercambio técnico a instalaciones y centros de referencia, así como mediante la activa participación en eventos internacionales celebrados tanto en Cuba como en el exterior. Estas acciones permitieron la socialización de los avances del proyecto y la actualización sobre tendencias globales en energías renovables, beneficiando a un total de 167 actores clave del proyecto FRE local (total por actividad), de los cuales 89 fueron mujeres (53%). Asimismo, los conocimientos adquiridos por el equipo en estas interacciones fueron replicados mediante actividades de capacitación y sensibilización dirigidas a actores locales, multiplicando el impacto de la formación recibida. Complementariamente, se desarrollaron talleres especializados de intercambio que facilitaron el diálogo de saberes, la validación de enfoques técnicos y la construcción colectiva de soluciones adaptadas al contexto cubano. Este entramado de intercambios ha contribuido decisivamente a la consolidación de una red de conocimiento y a la apropiación contextualizada de tecnologías y metodologías innovadoras.

Las actividades incluyeron 12 visitas de intercambio (se incluyen las visitas realizadas por los 10 proyectos de buenas prácticas), 2 talleres especializados y la participación en 18 eventos internacionales (8 celebrados en Cuba y 10 en el extranjero), consolidando un amplio entramado de relaciones y aprendizajes con expertas y expertos de diversos países.

Las visitas de intercambio incluyeron comunidades aisladas de Ecuador, República Dominicana y Cuba lo que permitió compartir experiencias y buenas prácticas en la gestión de proyectos de innovación vinculados a estrategias de instalación y uso sostenible de unidades de energías limpias comunitarias. Estas interacciones posibilitaron analizar su influencia en el desarrollo territorial, así como su contribución a la transformación de la cultura productiva local, el impulso al desarrollo endógeno y la atención a grupos vulnerables de la población rural.

Paralelamente, se ejecutaron dos talleres especializados que fortalecieron capacidades técnicas concretas: el primero, enfocado en el uso de geomembranas para la construcción de lagunas tapadas para la producción de biogás; y el segundo, orientado al diagnóstico de sistemas fotovoltaicos autónomos, lo que permitió elevar la calidad de las intervenciones técnicas del equipo.

La participación en eventos internacionales dentro y fuera del país facilitó la actualización sobre tendencias globales en energías renovables, la socialización de los avances del proyecto y el establecimiento de vínculos con instituciones de referencia. Como resultado de este proceso, el fortalecimiento de capacidades en FRE ha permitido reactivar colaboraciones con instituciones

nacionales e internacionales, lo que derivó en alianzas estratégicas para la coordinación de dos proyectos del programa Nacional Desarrollo energético Integral y Sostenible (PNDEIS) y la participación en el programa de formación en línea en materia de género INTERCONECTA.

A partir de estos intercambios, se han fortalecido habilidades clave en: gestión de proyectos internacionales, evaluación técnica de los sistemas implementados en el marco del proyecto y capacidades multidisciplinarias para el trabajo con proyectos de fuentes renovables de energía. Asimismo, se identificaron mejores prácticas relacionadas con el enfoque de indicadores energéticos para comunidades con insuficiente acceso a la energía, y se documentaron buenas prácticas y lecciones aprendidas derivadas de los intercambios realizados.

El fin último de estas acciones es garantizar, mediante los aprendizajes adquiridos y el conocimiento de las mejores prácticas, la **efectividad y sostenibilidad de las intervenciones**, de manera que se traduzcan en un impacto real en el desarrollo local de los territorios involucrados y en el incremento de la calidad de vida de sus pobladores.

Contribución a la Política de Energía de Cuba: Fortalecimiento de experticias en áreas estratégicas para la transición energética como *La Producción de Biogás, La Energía Fotovoltaica, La Gestión de proyectos FRE, La Planificación energética y La Formación Técnica en Fuentes Renovables de Energía y Eficiencia Energética.*

Producto 4.2.3. Aplicación de mejores prácticas en áreas rurales como apoyo al desarrollo local.

IOV R4 2.3 Número de polígonos FRE de buenas prácticas implementados

META: 2 ACTUAL: 0

IOV R4 2.4. Porcentaje de mujeres beneficiadas con respecto al total de mujeres posibles a beneficiar en las áreas rurales de intervención

META: Al menos el 70% del total de mujeres posibles a beneficiar ACTUAL: 100%

Para la aplicación de las mejores prácticas en áreas rurales, se seleccionaron dos polígonos demostrativos: la Empresa Pecuaria Managuaco, ubicada en la provincia de Sancti Spíritus, y la Empresa Genética Porcina La Pastora, perteneciente al municipio de Placetas, en la provincia de Villa Clara.

Para el caso de una empresa pecuaria estatal, integrada por vaquerías típicas descentralizadas, la adopción de tecnologías como el biogás y el bombeo solar responde a una lógica de autonomía operativa y eficiencia en el uso de los recursos. En este sentido, el proyecto FRE Local promueve la reconversión de infraestructura disponible (fosos de purines) en biodigestores híbridos de tecnología cubana. La solución minimiza el uso de materiales de construcción y logra un triple beneficio —ambiental, económico y social— con una inversión mínima, estableciendo así un modelo replicable de sostenibilidad. El uso final del biogás para la cocción de alimentos en las

viviendas de la vaquería, sustituyendo leña o carbón, libera ingresos familiares, mejora la salud y eleva la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, beneficiando de manera especial a las mujeres, quienes suelen asumir las tareas domésticas. Paralelamente, el bombeo solar de agua se erige como una columna vertebral operativa y un servicio crítico, ya que asegura de forma autónoma el abastecimiento para el abrevado del ganado, requisito vital cuya interrupción comprometería la supervivencia de los animales, y para la higiene básica de las instalaciones.

En las empresas porcinas estatales, la implementación de biodigestores adquiere una relevancia estratégica que trasciende el suministro energético, posicionándose como una solución integral de gestión ambiental y sanitaria. La propuesta de implementación para este escenario se fundamenta en las mejores prácticas del sector, constatadas en visitas a proyectos realizadas en el marco del FRE Local, las cuales subrayan la importancia de un diseño técnico robusto y adaptado, como el uso de biodigestores de geomembrana con cubierta de caucho para garantizar la digestión anaerobia de las aguas residuales porcinas. El biogás resultante podrá destinarse a usos diversos: cocción en comedores obreros y viviendas cercanas, generación de electricidad, calentamiento de lechones y secado de granos. De igual modo, el bombeo solar de agua se consolida como una solución indispensable frente al déficit eléctrico, al asegurar de forma autónoma el suministro constante de este recurso vital para el abrevado y la limpieza de las instalaciones.

Actividad 4.2.3.1. Diseño de proyectos FRE en apoyo al desarrollo local y que sean sensibles a género.

Para el diseño **del Polígono Demostrativo de FRE de la Empresa Pecuaria Managuaco**, se concibió el tratamiento anaerobio de los purines generados en las vaquerías. El objetivo es producir biogás para uso directo en la cocción de alimentos, así como biofertilizante destinado al autoconsumo en áreas cercanas a las vaquerías o a la venta en organopónicos.

Se seleccionó un esquema de planta de biogás descentralizada, lo que permite aprovechar las estructuras de concreto existentes en cada vaquería y reducir los costos de construcción y movimiento de tierra hasta en un 60 %. El biodigestor se alimenta con una mezcla de estiércol, efluente recirculado y agua fresca (donde exista disponibilidad). Para la agitación se emplea un sistema de inyección de biogás a media presión (4 bar) mediante difusores ubicados en el fondo del digestor. Se estima que por cada tonelada de material alimentado se producen 25 m³ de biogás, con un contenido de metano entre 50 y 60 %. La planta de biogás integra las etapas de generación, purificación, compresión a 4 bar, almacenamiento y distribución del biogás hasta los usuarios finales (Fig. 30).

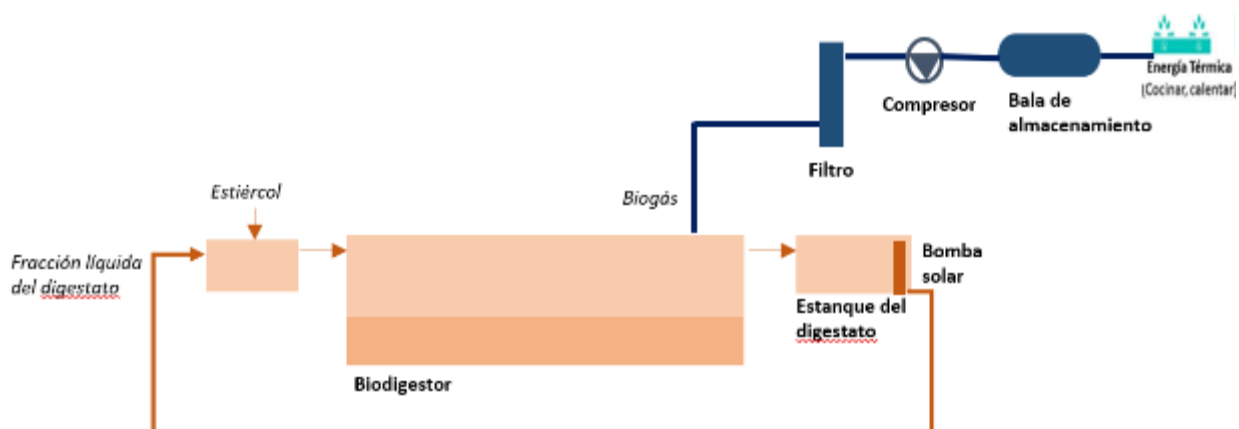


Figura. 30. Esquema de Planta de biogás para una vaquería

La producción de biogás estimada en el diseño fue de 436 m³/día. Sin embargo, factores ambientales y operacionales como el tiempo real de estabulación, la existencia de comederos en las naves y la disponibilidad de agua para asegurar una mezcla adecuada, entre otros, influyen significativamente en su generación efectiva. Para este potencial, se **propone beneficiar a 204 usuarios con la cocción de alimentos: 196 viviendas, seis comederos, una cafetería y una minindustria.**

Se consideran como ingresos los siguientes conceptos: venta de biogás a los usuarios, sustitución de electricidad por biogás (40% de ahorro), sustitución de electricidad por bombeo solar y comercialización del biofertilizante (con 50% de humedad). Como resultado del análisis económico preliminar de la inversión, se obtuvo una TIR del 13,19% y un período de recuperación con valores actualizados de 11 años y 252 días. Por tanto, el proyecto se considera rentable porque genera más valor que el costo de capital (10%).

La reconversión propuesta evitará anualmente la emisión de 200 toneladas de CO₂ equivalente, por concepto de electricidad dejada de consumir en la cocción de alimentos. Otros beneficios importantes, aunque no constituyan ingresos directos para la empresa, son los que reciben las familias beneficiadas. El biogás mejora la calidad de vida de las mujeres y niñas al eliminar el humo tóxico en el hogar y reducir el tiempo y dinero destinados a la compra de combustible, con un ahorro familiar de hasta 20 000 pesos cubanos mensuales al sustituir el carbón.

En el diseño del **Polígono Demostrativo de FRE, perteneciente a la Empresa Genética Porcina del municipio de Placetas**, se propone un proyecto de economía circular que transforma un tanque de maduración convencional en un reactor anaerobio tipo laguna tapada de 834 m³, equipado con agitación neumática. Este sistema procesará los efluentes de 3500 cerdos, garantizando su tratamiento y valorización energética y agrícola. La impermeabilización se asegura mediante una geomembrana de polietileno de alta densidad en el fondo y una cubierta de caucho que captura el biogás producido. Se prevé una producción diaria de 350 m³ de biogás,

que podrá emplearse como fuente de energía térmica para el secado de productos agropecuarios y la cocción en viviendas cercanas a la instalación y comedores. El excedente de biogás será gestionado mediante una antorcha de quema. Adicionalmente, se generarán 37 toneladas de fertilizante orgánico a partir del digestato, el cual será acondicionado y comercializado localmente. La iniciativa evitará la emisión de 2600 toneladas de CO₂ equivalente anual, destacando su contribución a la mitigación del cambio climático y al desarrollo local del municipio Placetas.

Desde el punto de vista económico la propuesta se considera viable con una TIR de 35% y un periodo de recuperación de la inversión de 3,5 años, sin embargo, es dependiente del precio de venta de sus productos y servicios, reduciendo su efectividad a valores de precios de venta por debajo del 90% del valor considerado.

Contribución a la Política de Energía de Cuba: El diseño de soluciones sostenibles de aprovechamiento de residuos biodegradables replicables a otros escenarios del contexto cubano.

Actividad 4.2.3.2 Implementación de proyectos FRE en apoyo al desarrollo local.

POLÍGONO MANAGUACO

La implementación del polígono demostrativo de la Empresa Pecuaria Managuaco sigue de manera resumida, las siguientes etapas: 1) Reconversión de fosos a biorreactor híbrido cubano, 2) Instalación de equipamiento para acondicionamiento del Biogás (filtro y compresor), 3) Instalación/Construcción de facilidades (estanque del digestato, bombeo solar y red de biogás), 4) Puesta en marcha.

De acuerdo al grado de dispersión y al estado de la infraestructura se eligen 17 escenarios de implementación, de ellos 15 vaquerías (V), una minindustria y un matadero, distribuidos en dos regiones, la Región de Sabanilla con 9 escenarios (V18, V19, V20, V22, V24, V25, V26, Minindustria y Matadero) y la Región de Dos Ríos con 8 escenarios (V7, V8, V9, V10, V11, V16, V17 y la recría).

La reconversión de los fosos a biorreactor híbrido cubano se realizó en ocho pasos: 1) Retirada de la tapa (4 toneladas), 2) Limpieza manual del foso, 3) Construcción de deflector interior y ampliación de la cámara de gas, si es requerido, 4) Construcción de pilastra para la entrada del purín y salida del digerido, 5) Ubicación de mangueras para agitación con gas, 6) Construcción de canaletas de salida, 7) Resanar y pintar, 8) Tapado. En la Fig. 31 a continuación se muestran algunas imágenes durante el proceso en la vaquería 18.



Fotos: Reconversión del foso de la vaquería 18. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

En el 2025 se terminó la reconversión de 9 fosos en biodigestor híbrido cubano en los escenarios de la región de Sabanilla (Ver fotos a continuación).



Vaquería 18



Vaquería 18



Vaquería 19



Vaquería 19



Vaquería 20



Vaquería 22



Vaquería 24



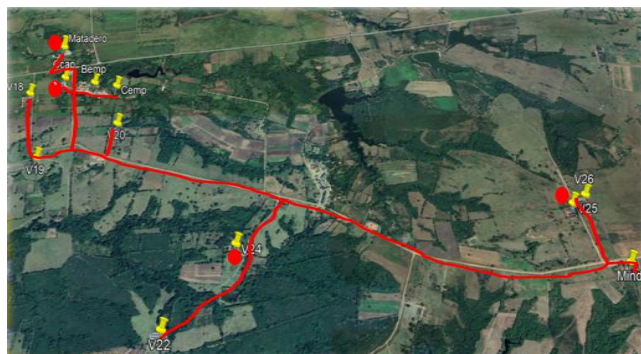
Vaquería 25



Vaquería 26

Fotos: Biodigestores terminados en la región de Sabanilla. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

La vaquería 24, ubicada en Latitud 21°54'52.03"N y Longitud 79°17'17.71"O (ver fotos a continuación), fue seleccionada entre los nueve escenarios para validar la implementación del diseño conceptual de generación, purificación, compresión y distribución del biogás.



Fotos: Imagen satelital de la Red 1 Sabanilla y detalle de la Vaquería 24 (V24). Ccap: Centro de capacitación, Cemp: Oficinas de la empresa y Bemp: Batey de la empresa. Fuente: Google.map

Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

La alimentación al biodigestor se realiza a través de las canaletas que conducen el estiércol colectado mezclado con el efluente del estanque del digestato (Fig. 2.9). Durante el proceso de degradación anaerobia del material alimentado se genera un biogás con una composición de metano entre 50-56%, que es el gas combustible en la mezcla, y material digerido (Digestato).



Fotos: Operación en la canaleta a la salida de la nave de ordeño (izq.) y efluente del biodigestor recirculado por bombeo solar (der.). Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Luego, el biogás pasa por un filtro de polietileno de alta densidad (PEAD), diseñado por especialistas del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) y fabricado por CIEGOPLAST (Ciego de Ávila, Cuba). Este filtro utiliza pellets de hidróxido de hierro (III) como material filtrante para reducir el contenido de sulfuro de hidrógeno presente en el biogás (de 1200–1800 ppm a 10 ppm) (Foto-1)

Posteriormente, el biogás purificado se comprime a 4 bar mediante un compresor libre de aceite de una etapa (Atlas Copco, modelo LFX 1.0-10 TM 50 230/1/60) (Foto-2) y se inyecta en una red de distribución formada por tuberías (40 mm), balas de almacenamiento (4,73 m³ de capacidad) (Foto-5) y antorcha. El usuario final cuenta con un gabinete para el control y regulación del biogás (Foto-4), integrado por una válvula para controlar la entrada del biogás, un regulador de dos etapas (que reduce la presión de consumo de 4 bar a 21 mbar) y un contador de biogás (medidor del consumo en la vivienda), además de la válvula de la vivienda.

El digestato, se recolecta en un estanque a la salida y se separa en dos fracciones por decantación. La fracción líquida se recircula al biodigestor mediante una bomba solar para aguas residuales (marca REKOSER, modelo RWP-7-9RP), lo que permite ahorrar agua fresca bajo un enfoque de economía circular, y la fracción sólida se extrae cada cierto tiempo para su secado en un lecho

(Foto-3). Asimismo, se ha instalado un sistema de bombeo solar para garantizar el abasto de hasta 1400 L de agua por hora (bomba sumergible marca LORENTZ).



Fotos: Equipamiento para purificación, compresión, almacenamiento y distribución del biogás (1,2, 4, 5), estanque del digestato y bombeo solar de fracción líquida (3). Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Beneficios de la tecnología instalada al cierre del proyecto

De los 17 escenarios evaluados para la implementación del modelo conceptual basado en la generación, purificación, compresión y distribución de biogás, se valida el correspondiente a la vaquería 24. En esta instalación, el biogás generado se emplea para la cocción de alimentos mediante una estufa de dos quemadores y una olla arrocera (ver fotos a continuación), aunque actualmente el suministro no es estable.

En cuanto al bombeo solar al cierre del informe se habían instalado cuatro sistemas de bombeo solar, de los 11 previstos: uno superficial y tres sumergibles, distribuidos en las vaquerías 24, 25, 26 y 11.



Figura 2.11: Equipamiento de uso final para la vivienda. Imágenes de la vivienda de la vaquería 24. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Beneficios directos del uso del biogás para Vaquería 24:

- Reducción del consumo de carbón vegetal, estimada entre un saco por semana, lo que representa un ahorro económico de 96 000 pesos anuales. Para 196 viviendas propuestas en el diseño serían 300 000 sacos anuales (600 000 pesos).
- Mayor rapidez y eficiencia en la preparación de alimentos, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de la familia, con un impacto positivo en la reducción de la carga doméstica, especialmente para la mujer y la adolescente que residen en la vivienda asociada a la vaquería 24.

Beneficios directos del bombeo solar:

- Acceso diario a 18 800 L de agua para los cuatro escenarios implementados, y a 61 200 L diarios para el total de once escenarios, destinada al consumo humano y animal, así como a la dilución del estiércol utilizado como alimentación de los biodigestores.
- Garantía de suministro de agua en un contexto crítico agravado por el recrudecimiento del bloqueo económico impuesto a Cuba desde el 29 de enero. Esta situación ha provocado escasez de agua y muerte de animales en varias unidades, siendo el bombeo solar la única vía efectiva de acceso al agua en dichas vaquerías, en contraste con otras que dependen del traslado de animales a fuentes externas como presas, con horarios restringidos.

Beneficios indirectos:

- Incremento en la producción de leche (hasta 1 L/vaca/día), atribuibles al acceso a voluntad del ganado al agua, lo que mejora el bienestar animal y la eficiencia productiva.
- Reducción de muertes de ganado por sequía.

- Estos resultados evidencian el impacto positivo de la integración de tecnologías sostenibles (biogás y energía solar fotovoltaica) en el entorno agropecuario, tanto en la resiliencia frente a limitaciones externas como en la mejora de las condiciones de vida y producción.

Equipamiento por instalar y cronograma de ejecución para finalizar implementación

En el polígono de Managuaco se ha instalado el equipamiento de la planta de biogás y microrred para la vaquería 24 y vivienda del vaquero. Para el resto de los escenarios, sería una réplica de esta (dos compresores, un filtro y una bomba de residuales). Las balas y antorchas serán instaladas en lugares estratégicos de la red cuando los escenarios estén en puesta en marcha (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Listado de equipamiento por instalar en el polígono de Managuaco

Equipamiento	Total	Instalados	Por instalar
Compresor	36	2	34
Agitadores	2	0	2
Bala de almacenamiento de biogás	16	1	15
Bomba solar para aguas residuales	17	1	16
Bomba solar para abasto de agua	11	4	7
Filtro	14	1	13
Antorcha para biogás	3	0	3

El listado de hitos y principales actividades para culminar la implementación del polígono de Managuaco se resume a continuación (Tabla 2.5). No se incluyen fechas debido a la situación compleja que vive el país en el tema combustible.

Tabla 2.5. Listado de hitos y principales actividades para finalizar la ejecución del polígono de Managuaco

<i>Validado Escenario Vaquería 24_Cinco meses</i>
Estabilizar suministro de biogás
Preparar protocolos de operación e instalación
Preparar escenario como centro de Capacitación "in situ"
<i>Terminado Escenario de Minindustria_Tres meses</i>
Reconversión de fosos de la minindustria a biorreactor híbrido cubano
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Construcción/instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha
<i>Terminada microrred 18, 19, 20_Tres meses</i>
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha
Instalación de la microrred 18, 19, 20-Centro de Capacitación
<i>Terminada microrred 25 y 26_Tres meses</i>
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha
Instalación de la microrred 25-26-Minindustria
<i>Terminado escenario 22_Tres meses</i>
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha
Instalación a microrred V24
<i>Instaladas balas para almacenamiento de biogás_Un mes</i>
Traslado de las balas
Construcción de piso de concreto y cercado
Conexión a la red
<i>Validados escenarios V16 y V17 Zona Sabanilla_Cuatro meses</i>
Reconversión de fosos biorreactor
Instalación de geomembrana para cubierta del biorreactor
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Construcción/instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha
<i>Terminados escenarios V7, V8, V9, V10, V11, Recria_Seis meses</i>
Reconversión de fosos bioreactor
Instalación de geomembrana para cubierta del biorreactor
Instalación de equipamiento y red interna de biogás
Construcción/instalación de facilidades para gestión del digestato
Puesta en marcha

Contribución de la empresa y proyectos en Moneda Nacional

La empresa pecuaria de Managuaco invirtió un monto de 6,5 millones de CUP para la construcción y montaje de 9 biodigestores de la zona sabanilla (red 1) y cuenta con un crédito de 19,5 millones de pesos para la construcción y montaje de 8 biodigestores de la zona Dos Ríos (red 2) y la instalación de las dos redes de biogás.

Además, el proyecto "Contribución a la transición energética en escenarios agroproductivos basado en modelos de economía circular" (código: PT211.0.06749 SS002-006), asociado al Programa Territorial de Sancti Spíritus "Cambio Climático y Desarrollo Sostenible de las Fuentes Renovables de Energía", ha contribuido con 3 millones de pesos en pago de materiales y accesorios para la instalación de la red de biogás, así como remuneración a profesores e investigadores vinculados al proyecto. También se aprobó el proyecto "Desarrollo de medios filtrantes a base de materiales locales para la remoción de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en biogás" (código: PN211LH005-055), asociado al Programa Nacional "Desarrollo energético Integral y Sostenible (PNDEIS)", con un financiamiento de 2 millones a ejecutarse entre enero 2026 y octubre 2027. Ambos proyectos son coordinados desde la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS), como ejecutor principal y Dra. C Lisbet Mailin López González, jefa de proyecto.

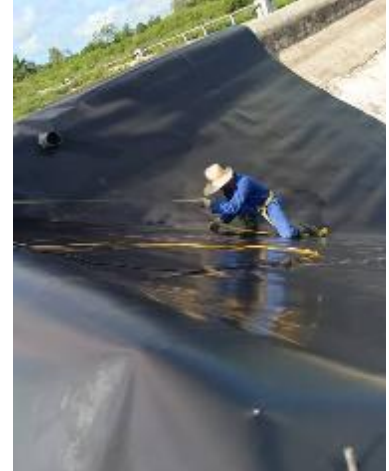
POLÍGONO LA PASTORA

La implementación del **polígono demostrativo de la Empresa Genética Porcina La Pastora** sigue de manera resumida, las siguientes etapas: 1) Reconversión del tanque de maduración biodigestor de laguna tapada (obra constructiva), 2) Instalación de geomembrana de fondo, 3) Prueba Hidráulica, 4) Tapado de la laguna con membrana flexible de caucho , 5) Instalación de equipamiento (filtro, compresor, antorcha, bala y bomba de extracción de lodos), 6) Instalación de facilidades (bombeo solar y red de biogás), y 7) Puesta en marcha.

La reconversión del tanque de maduración requirió del vaciado del tanque, acondicionamiento para instalación de la geomembrana de fondo, y colocación de difusores en el fondo para la agitación neumática (ver fotos a continuación). El proceso de instalación de la geomembrana se realizó en conjunto entre actores claves de FRE local capacitados por el proyecto y especialistas del Instituto de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, Matanzas (ver fotos a continuación).



Fotos: Obra civil para la reconversión del tanque de maduración a biodigestor de laguna tapada y colocación de aspersores en el fondo. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.



Fotos: Instalación de la geomembrana de fondo realizada por actores claves capacitados por el proyecto FRE local y especialistas del Instituto de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey

Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

En las imágenes a continuación se muestra el estado del tanque antes y después de la reconversión, la cual se encuentra en la etapa de prueba hidráulica al cierre del proyecto.



Fotos: Antes y después de la reconversión de tanque de maduración a biodigestor de laguna tapada (aun sin colocar cubierta de membrana de caucho). Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

El biogás generado en el biodigestor de laguna tapada será purificado a través de un filtro con pellets de hidróxido de hierro (III), posteriormente comprimido a 4 bar e incorporado a una red de almacenamiento y distribución para su uso final. Por otra parte, el efluente líquido será

transportado por gravedad hasta las lagunas de oxidación para su tratamiento terciario y el lodo será extraído por bombas y enviado al plato de secado (ver foto a continuación).

Del equipamiento adquirido para el polígono se ha instalado todo, con excepción del filtro. A continuación, se muestran imágenes de la instalación de la red de tuberías, almacenamiento de biogás, compresores, bombas para extracción del lodo y válvulas (Ver foto a continuación).



Foto: Tubería de salida que transporta el biogás generado hacia el compresor (identificada con una flecha)

Válvula de control para el flujo de biogás hacia la antorcha (identificada con un círculo rojo)



Foto: Línea de conducción de lodos desde el biodigestor hasta la cámara de bombeo (identificada con una línea)

Línea de descarga del efluente líquido proveniente del biodigestor (identificada con un círculo rojo)



Foto: Línea de conducción de lodos hacia los platos de secado



Foto: Instalación destinada a la válvula de seguridad y al punto de muestreo de biogás.

Fotos: Detalles de la instalación de tuberías y válvulas del biodigestor. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local



Fotos: Instalacion de balas de almacenamiento de biogás, bomba para extracción de lodo y antorcha. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

Beneficios de la tecnología instalada

De acuerdo con la idea conceptual del polígono La Pastora, el biogás se destinaría al secado de granos y tubérculos, así como a la cocción de alimentos en el comedor de la empresa, el cual actualmente funciona con carbón, y en la gasificación de siete viviendas. Con este fin, el proyecto adquirió dos fogones industriales y siete domésticos. Sin embargo, no fue posible comprar el secador, debido a incumplimientos en los plazos de entrega por parte del proveedor.



*Foto: Cocinera de la empresa Genético Porcino preparando alimentos utilizando carbón como combustible.
Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.*

En este contexto, la estrategia de la empresa, el gobierno de Placetas y las universidades de Sancti Spíritus y Las Villas consiste en articular un proyecto de desarrollo local para dar continuidad al proyecto FRE local y buscar financiamiento para valorizar el biogás en el secado, tal como estaba previsto. También se prevé valorizar el lodo extraído y secado para su comercialización en el mercado local. Contar con un escenario preparado para la valorización del gas facilitará la obtención del financiamiento. Adicionalmente, el proyecto adquirió una planta de generación dual (gas/gasolina) para respaldar las inversiones y contribuir a la generación de electricidad a partir de biogás.

Equipamiento por instalar y cronograma de ejecución para finalizar implementación

Al cierre del proyecto el biodigestor se encuentra con toda la instalación de las tuberías y válvulas terminada, y en la etapa de prueba hidráulica del biodigestor debido al elevado volumen de agua que se necesita para dicha prueba. Finalizada esta prueba se colocaría la cubierta de caucho para el cierre hermético del reactor. A continuación, se listan las principales acciones a realizar para finalizar la implementación y el tiempo estimado para su ejecución, así como los equipos que faltarían por instalar:

- ✓ Instalación Geomembrana de cubierta: 1 semana
- ✓ Puesta en marcha del reactor: 3 meses
- ✓ Instalación de los sistemas de las bombas intupibles: 1 semana
- ✓ Instalación de la red de biogás: 1 semana
- ✓ Instalación de los equipos de uso final: 1 semana
- ✓ Estudiar y proponer tarifa de cobro del biogás: 6 semanas

Equipos que faltan por instalar

- Filtro para reducir H_2S en el biogás (1)
- Fogones domésticos (7) y Olla arroceras a biogás (7)
- Fogón industrial a biogás (2)

Contribución de la empresa

El aporte económico de la empresa en construcción y montaje ascendió a 9 053 728.78 pesos cubanos. Este monto incluye la reconversión del tanque de maduración en un biodigestor de laguna tapada, así como la instalación de la red de biogás y su equipamiento.

Tomando lo hasta aquí expuesto en consideración, se considera que el marco del Resultado 4.2 se lograron satisfactoriamente los productos 4.2.1 y 4.2.2 al identificar y documentar 10 proyectos de buenas prácticas en Fuentes Renovables de Energía (FRE), lo que permitió sistematizar lecciones aprendidas y validar criterios de relevancia que fundamentaron el diseño de los polígonos demostrativos de Managuaco y La Pastora. Se fortalecieron capacidades mediante la formación de 162 actores clave (63 mujeres) en biogás y sistemas fotovoltaicos, impulsando la creación del Técnico Superior en FRE y Eficiencia Energética. Aunque los dos polígonos no concluyeron su implementación (producto 4.2.3), se avanzó significativamente: en Managuaco se reconvirtieron 9 biodigestores y se instaló equipamiento en la vaquería 24, generando beneficios sociales tangibles; en La Pastora se reconvirtió el tanque de maduración y se instaló la mayor parte del equipamiento, quedando ambas experiencias validadas como modelos replicables con financiamiento y cronogramas que aseguran su culminación.

Resultado 4.3: Diseñadas e implementadas soluciones tecnológicas utilizando FRE en comunidades rurales, dirigidas a mejorar la calidad de vida, en condiciones de igualdad y equidad de género y favoreciendo el desarrollo productivo local.

En el contexto cubano, la implementación de Fuentes Renovables de Energía (FRE) en comunidades rurales trasciende el mero objetivo de electrificación para convertirse en una estrategia integral de desarrollo social. El proyecto FRE local se enmarca en el esfuerzo nacional por superar las limitaciones de la matriz energética, diversificarla y avanzar hacia la soberanía alimentaria y sostenibilidad ambiental. Sin embargo, su verdadero potencial se despliega cuando se concibe desde una metodología de intervención social para la adecuación socio-técnica. Esto implica que las soluciones tecnológicas como sistemas fotovoltaicos autónomos, bombas solares y parques fotovoltaicos, no se implantan de forma aislada, sino que son co-diseñadas con la comunidad, considerando sus dinámicas culturales, necesidades productivas y estructuras de organización social. El fin último es doble: garantizar el acceso a energía limpia y asequible, y al mismo tiempo catalizar un proceso de transformación que mejore la calidad de vida de manera tangible y perdurable.

Este enfoque metodológico prioriza de manera explícita la igualdad y equidad de género y el desarrollo productivo local como pilares inseparables del éxito técnico. En la ruralidad cubana, donde las mujeres desempeñan un rol central en la economía familiar y comunitaria, el proyecto FRE local promueve su participación activa en la toma de decisiones, la gestión y el mantenimiento de las tecnologías, así como en los beneficios económicos derivados. Al integrar las FRE para brindar servicios básicos como la refrigeración de alimentos, y potenciar actividades como el riego eficiente, la pequeña agroindustria o la prestación de servicios comunitarios, se fortalece la

resiliencia económica de las familias y se reduce la brecha de desarrollo entre el campo y la ciudad. Así, la energía renovable se convierte en un vector de justicia social, que no solo ilumina hogares y potencia herramientas, sino que también empodera a las personas, democratiza las oportunidades y reafirma el derecho al desarrollo en condiciones de dignidad y equidad.

Producto 4.3.1. Fortalecimiento de las capacidades a nivel territorial en las organizaciones básicas eléctricas de las provincias seleccionadas.

IOV R4.3.1 Número de Organizaciones fortalecidas para proyectos FRE

META: 12 ACTUAL: 13

Bajo el imperativo de la transición energética nacional y la urgente electrificación rural, el proyecto FRE local prioriza el fortalecimiento de capacidades en las organizaciones básicas eléctricas de los territorios seleccionados. Este resultado reconoce que la sostenibilidad de las inversiones en Fuentes Renovables de Energía depende, en gran medida, de contar con un capital humano local empoderado y técnicamente capacitado. La estrategia se enfoca en transferir conocimientos y herramientas a los técnicos, ingenieros y directivos de estas estructuras, quienes son los actores clave en la operación, mantenimiento y expansión futura de los sistemas descentralizados. Así, se supera el paradigma de la implementación puntual por uno de desarrollo de capacidades endógenas, asegurando que las provincias y municipios no solo reciban tecnología, sino que internalicen el conocimiento para gestionarla y replicarla. Este fortalecimiento institucional es, por tanto, el cimiento para una soberanía energética territorial, transformando a las organizaciones básicas eléctricas en protagonistas de la transformación de su propio panorama energético, alineado con los objetivos de desarrollo local y resiliencia.

Actividad 4.3.1.1 Adquisición e instalación de equipamiento para el fortalecimiento de organizaciones básicas eléctricas.

Como parte del resultado estratégico dirigido al fortalecimiento de las capacidades técnicas y operativas de las Organizaciones Básicas Eléctricas, se ejecutó con éxito durante el año 2020 el proceso de contratación y adquisición de seis (6) camionetas tecnológicas y sus correspondientes kits de herramientas especializadas. Este equipamiento, distribuido e integrado a las flotas operativas en el transcurso de 2021, constituyó un activo fundamental para materializar la intervención del proyecto en el terreno. Su entrega equipó directamente a las empresas eléctricas provinciales, dotándolas de la movilidad y el instrumental técnico necesario para acceder a comunidades rurales de difícil acceso y ejecutar de manera eficiente las instalaciones previstas, superando una de las principales limitaciones identificadas en la línea base.

La distribución del equipamiento se realizó bajo estrictos términos de referencia y se focalizó en las empresas eléctricas de las ocho provincias priorizadas por el proyecto FRE local: Matanzas, Sancti Spíritus, Cienfuegos, Santiago de Cuba, Holguín, Granma, Guantánamo e Isla de la Juventud. El impacto de esta inversión ha trascendido el alcance original del proyecto, ya que las

entidades beneficiarias han integrado estos recursos no solo para la atención directa a las comunidades rurales aisladas, sino también para respaldar la transición energética del país y por ende el “Programa de Apoyo a la Política de Energía de Cuba”. Otras organizaciones fortalecidas para la gestión de los proyectos ejecutivos proyectos fueron INEL Santiago de Cuba, ATI en Santiago de Cuba, INEL Habana, el despacho eléctrico Habana y la dirección FRE de la UNE.

En particular, han contribuido de forma significativa a la implementación del Programa Nacional de los 2000 MW de Generación Fotovoltaica y a otras obras asociadas a la expansión de las FRE, demostrando una alta eficiencia en la utilización de los recursos y una contribución multiplicadora al proceso de transición energética cubano. En las imágenes a continuación se ilustran los vehículos y herramientas entregados y en lo adelante se detalla la distribución específica por institución receptora, en correspondencia con los requerimientos para asegurar la gestión integral del ciclo de implementación de proyectos FRE.



Fotos: Camionetas, útiles y herramientas para apoyo a las empresas eléctricas. Fuente: Base de datos del Proyecto FRE local.

El equipamiento entregado incluyó:

1. **Medidor de resistencia digital de tierra:** Instrumento esencial para verificar la correcta puesta a tierra de las instalaciones eléctricas, asegurando la seguridad de las personas y los equipos.
2. **Maleta de herramientas para SFV:** Un completo kit compuesto por 30 piezas fundamentales para trabajos eléctricos y mecánicos, que incluye: llaves de diversos tipos, martillo, multímetro digital, medidor digital de presencia de tensión (probador de tensión), soldador eléctrico, extractor de estaño, pinzas de apriete y corte, cuchillo con repuestos, pluma eléctrica (probador de tensión de contacto), cinta métrica de 3 metros, tape eléctrico aislante, pelacables, linterna y un juego de destornilladores.

3. **Maleta de destornilladores:** Juego profesional compuesto por 54 puntas intercambiables de acero al cromo-vanadio (Cr-V), con adaptador de 1/4" a 4,0 mm, barra de extensión y mango giratorio para mayor precisión y comodidad en trabajos de ensamblaje y mantenimiento.
4. **Cámara termográfica para SFV:** Equipo de diagnóstico avanzado que permite detectar puntos de sobrecalentamiento (hotspot) en paneles fotovoltaicos, conexiones eléctricas y otros componentes, facilitando el mantenimiento predictivo y la prevención de fallos.
5. **Analizador de baterías:** Dispositivo específico para evaluar el estado de salud (SoH), el estado de carga (SoC) y otros parámetros críticos de las bancadas de baterías estacionarias, comúnmente utilizadas en sistemas fotovoltaicos aislados.
6. **Cargador de baterías:** Equipo necesario para realizar ciclos de carga y descarga controlados, así como para el mantenimiento y recuperación de bancos de baterías, prolongando su vida útil.
7. **Cinta métrica de 50 metros:** Herramienta de medición de largo alcance, indispensable para trabajos de trazado, replanteo y dimensionamiento en campo durante la instalación de estructuras y sistemas.
8. **Juego de llaves de cubo de 27 piezas:** Set de llaves de vaso (de cubo) que abarca un rango de medidas desde 8 hasta 32 mm, esencial para el apriete de tuercas y pernos en estructuras de soporte, bastidores y componentes mecánicos.
9. **Juego de llaves de 13 piezas:** Juego de llaves fijas (o combinadas) que cubre el mismo rango de medidas (8 a 32 mm), complementando el toolkit para trabajos de montaje en espacios de difícil acceso.
10. **Escalera de tijera 2.1 + 2.1 metros:** Escalera plegable de tipo tijera con una altura de trabajo segura de aproximadamente 4.2 metros, facilitando el acceso a techos, estructuras elevadas y puntos de instalación de paneles fotovoltaicos.

Este conjunto de herramientas ha dotado a las entidades beneficiadas de los recursos materiales necesarios para responder con mayor autonomía, rapidez y calidad técnica a las demandas de implementación y mantenimiento de proyectos FRE en sus respectivos territorios.

Contribución a la Política de Energía de Cuba: El fortalecimiento con equipamiento tecnológico de las organizaciones básicas eléctricas complementa y apoya el proceso de transición energética en el país.

Producto 4.3.2. Diseñados e implementados los proyectos de electrificación utilizando las FRE para la mejora del suministro energético en comunidades aisladas y viviendas rurales, promoviendo la participación de mujeres y hombres y la igualdad de género.

IOV R4.3.2 Número de Proyectos FRE de electrificación implementados

META: 20 ACTUAL: 15

IOV R4.3.3 Número de soluciones FRE de apoyo al desarrollo local implementadas

ACTUAL: 50

En la ruralidad cubana contemporánea, caracterizada por la dispersión poblacional y la existencia de asentamientos aislados, donde la extensión de la red eléctrica nacional resulta técnica y económicamente inviable en la mayoría de los casos, la electrificación mediante fuentes renovables de energía (FRE) se erige como una solución estratégica y de justicia social. El proyecto FRE local asume este desafío diseñando e implementando proyectos de electrificación específicos que trascienden el mero acceso a la electricidad. Partiendo de un diagnóstico profundo de las necesidades productivas y domésticas de cada comunidad, se instalaron Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFVA), Parques Fotovoltaicos (PSF) de conexión a red y Sistemas de Bombeo Solar Sumergibles y Superficiales (SBS) como soluciones tecnológicas adecuadas al contexto, con el fin de transformar radicalmente la calidad de vida en las comunidades y dinamizar economías locales, basadas principalmente en la agricultura y los servicios.

La ejecución de estos proyectos se fundamentó en un principio activo de participación comunitaria e igualdad de género, convirtiéndose éste en un eje transversal de la intervención. Se promovió deliberadamente la integración y el liderazgo de las mujeres y los hombres de la comunidad en todas las fases: desde la identificación de necesidades y la toma de decisiones sobre la localización y gestión de los sistemas, hasta la capacitación para su operación y mantenimiento básico. Durante la implementación del proyecto se pudo comprobar lo acertado de este enfoque, que no solo garantiza la apropiación y sostenibilidad de la tecnología, sino que fortalece el capital social, redistribuye roles tradicionales y empodera a las mujeres rurales como agentes clave del desarrollo energético local. Así, cada sistema instalado en el marco de FRE local fue un catalizador para un desarrollo rural más inclusivo, resilientes y alineado con los objetivos nacionales de soberanía energética y equidad social.

Actividad 4.3.2.1. Selección y diseño de proyectos de electrificación con FRE en comunidades rurales aisladas incluyendo la atención a las condiciones de igualdad y equidad de género.

A partir de la realización de los estudios integrales en cada una de las comunidades, se realizó el estudio de las diferentes variantes que mediante ideas conceptuales y un análisis de factibilidad permitieran definir la mejor forma de electrificación. Estas ideas fueron favorecidas con el uso de software de simulación, en este caso el HOMER Pro versión 3.12.2. Se previó que estas soluciones tecnológicas fueran novedosas, y que apoyaran y favorezcan el desarrollo local y las actividades productivas de la comunidad y sus pobladores, y que además fueran soluciones que apoyen la equidad e igualdad de género y que potencien la participación de la mujer. Los proyectos ejecutivos de estas propuestas tecnológicas fueron realizados por la Empresa de Ingeniería y Proyectos para la Electricidad (INEL), en colaboración con la Dirección de Fuentes Renovables de Energía de la Unión Eléctrica.

A diferencia de una red urbana consolidada, donde el consumo es predecible y está masificado, en una comunidad rural aislada nos enfrentamos a un historial muy limitado. Por ello se hace

necesario saber acerca de sus actividades diarias y si la energía será empleada en usos productivos. Luego se procedió a una encuesta de carga y expectativa de futuro para conocer la cantidad de equipos que poseen y las horas q se usan y por último sus deseos de electrificación, estas respuestas definieron el perfil de las diferentes comunidades. Luego esa información se tradujo en datos técnicos y se construyó el "perfil de cargas".

El proyecto desde su inicio concibe la dinámica y perfil de consumo en la comunidad y entiende que la energía no es el fin, sino el medio. Por lo tanto:

- Se concibe desde la "demanda", no desde la "oferta". Primero se estudia a la comunidad y sus sueños de desarrollo.
- Se modela técnicamente para definir la punta, la base, la simultaneidad y la estacionalidad.
- Se diseña el sistema híbrido (generación + almacenamiento) a la medida de ese perfil.
- Se planifica para el futuro, asumiendo que el perfil crecerá y cambiará con el éxito del propio proyecto.

Sobre esta base, se desarrollaron las ideas conceptuales considerando el diseño de hasta seis alternativas tecnológicas para el uso de las FRE en cada comunidad. Las soluciones tecnológicas de electrificación incluyeron:

1. Parque fotovoltaico más baterías más grupos electrógenos (PFV + BAT + GE)
2. Parque fotovoltaico más baterías más grupos electrógenos más MCHE (PFV + BAT + GE + MCHE)
3. Interconexión al SEN (SEN)
4. Sistemas fotovoltaicos Autónomos (SFVA)
5. Parque fotovoltaico conectado al SEN (PFV + SEN)
6. Parque fotovoltaico más baterías.

El estudio de factibilidad arrojó que las microrredes aisladas que combinan (PFV + BAT + GE), (PFV + BAT + GE + MCHE) fueron factibles para 8 de las comunidades. Estas comunidades se caracterizaron por su lejanía de los extremos terminales de la red, lo que encarecía un posible proceso de electrificación desde el SEN y la agrupación de las viviendas que reduce los costos de instalación de este tipo de sistemas. Por su parte, triunfaron los PFV + SEN en otras 8 comunidades, caracterizadas por su cercanía al extremo terminal de la red y la agrupación de las viviendas, aspectos que abaratan los costos de instalación de las redes aéreas requeridas y por tanto las convierten en alternativas competitivas. Solamente 4 comunidades tuvieron como alternativas de electrificación a los SFVA, debido a su alta dispersión, inexistencia de redes aéreas y lejanía del SEN. Las alternativas ganadoras para cada una de las comunidades se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.1. Tecnologías previstas inicialmente en las ideas conceptuales

PFV + SEN que significa Parque Solar Fotovoltaico (PFV) sincronizado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Las combinaciones PFV, BAT, MCHE o GE significa que son microrredes con Parque Solar Fotovoltaico, Baterías, Micro Central Hidroeléctrica o Grupos Electrónico, respectivamente. Las siglas SFVA implican el uso de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos.

Comunidades	Variante
La Mora	PFV + GE + BAT
Los Aguaceros	PFV + SEN
Vista Alegre (Comunales)	PFV + GE + BAT
Uno de Santa Rosa	PFV + SEN
Ensenada del Indio	SFVA
El Macho	PFV + GE + BAT
La Magdalena	PFV + GE + MCHE + BAT
Yacabo arriba	PFV + SEN
El Palenque	SFVA
La Escondida	PFV + SEN
Villena	PFV + SEN
Guasasa	PFV + GE+ BAT
Hoyo de Padilla	PFV + GE + MCHE + BAT
San José + Río Chiquito	PFV + SEN
San Narciso	SFVA
Alazanes	PFV + SEN
Yaguá	SFVA
Cuarto Congreso	PFV + MCHE + BAT
Guaranal	PFV + SEN
Cocodrilo	PFV + GE + BAT + GAS

Luego de esta etapa de ideas conceptuales, la economía mundial se complejizó durante y después de la pandemia del COVID 19, lo cual encareció los precios en el mercado de las tecnologías seleccionadas. Los precios de estas tecnologías en las ofertas recibidas duplicaron el presupuesto disponible, mientras que algunos proveedores se limitaron a no ofertar aquellas que combinaban la hidroenergía por falta de estudios de potenciales hídricos certificados en las comunidades de Hoyo de Padilla, Cuarto Congreso y La Magdalena.

Por tanto, el presupuesto planificado por el proyecto para cada una de las soluciones no fue suficiente, debido al incremento de los precios de las materias primas de las tecnologías (cobre, aluminio) y de los costos de transportación (fletes) en el mercado mundial y de la caída del precio de la moneda China.

En tal sentido, se realizó un análisis técnico entre la UNE, la coordinación del proyecto y la dirección del programa para reducir el alcance sin dejar de electrificar las viviendas previstas en el marco lógico del proyecto, quedando de la siguiente forma:

- ✓ **Adquisición de Parques Solares Fotovoltaicos conectados al SEN:** se reducen de 8 en la solicitud inicial a 6, y se reduce también la potencia de dos de estos parques a 48 kWp.
- ✓ **Adquisición de Microrredes:** se prescinde de estas tecnologías ya que superaban los 15 000 USD por vivienda y en su lugar se adquirieron 465 SFVA de 2 kWp, para las viviendas de las comunidades a las que se les iba instalar las microrredes.
- ✓ **Adquisición de “Redes Eléctricas”:** se redujo en correspondencia con la disminución de las dos solicitudes de importación anterior.
- ✓ **Adquisición de nuevos Sistemas fotovoltaicos autónomos de 2 kWp:** se realizó una nueva solicitud para cubrir 465 viviendas que no podrán cubrirse con los “Parques Solares Fotovoltaicos conectados al SEN” o con las “Microrredes” eliminadas. Se solicitó una oferta dirigida al proveedor KEFA para agilizar tiempos, debido a que existían experiencias previas en el marco del proyecto “Incremento de la resiliencia de las comunidades ante eventos meteorológicos extremos a partir del uso de las fuentes renovables de energía”.
- ✓ **Sin electrificar:** se eliminaron del alcance dos comunidades “San José” y “Río Chiquito” ya que se podían electrificar desde otros programas de la UNE.

En función de lograr la electrificación de todas las comunidades se modificó el alcance del proyecto, quedando como se muestra en la Tabla a continuación.

Tabla 3.2. Soluciones de electrificación para las comunidades

Comunidades	Variante	Potencia (kWp)
La Mora	SFVA	2
Vista Alegre (Comunales)	SFVA	2
Ensenada del Indio	SFVA	2,2
El Macho	SFVA	2
La Magdalena	SFVA	2
El Palenque	SFVA	2,2
Guasasa	SFVA	2
Hoyo de Padilla	SFVA	2
San Narciso	SFVA	2,2
Alazanes	SFVA	2,2
Yaguá	SFVA	2,2
Cuarto Congreso	SFVA	2
Guaranal	PFV + SEN	24
Los Aguaceros	PFV+ SEN	24
Uno de Santa Rosa	PFV + SEN	48
Los Abiertos (Yacabo Arriba)	PFV + SEN	48
Escondida de Monte Rus	PFV + SEN	48
Villena	PFV + SEN	48

En cuanto a las soluciones de apoyo al desarrollo local basadas en Fuentes Renovables de Energía, se diseñaron los siguientes:

- ✓ Sistemas de Bombas Solares Superficiales: diseñadas para cuerpos de agua superficiales (presas, ríos, lagunas o pozos de brocal). Se estimaron las demandas de agua para actividades productivas, y para consumo humano y animal el potencial hídrico de la misma. En función de esto se estandarizaron a tamaños comunes para simplificar el proceso de adquisición, quedando ajustadas a la bomba **LORENTZ PS2-600 CS-F3-7 de 5.2 m3/h y Hmáx. 40m.**
- ✓ Sistemas de Bombeo Solar Sumergibles: diseñadas para cuerpos de agua subterráneos (pozos). Se estimaron las demandas de agua para actividades productivas, y para consumo

humano y animal, así como el potencial hídrico del pozo. En función de esto se estandarizaron a tamaños comunes para simplificar el proceso de adquisición, quedando ajustadas a la bomba **LORENTZ PS2-1800 HR -07H de 1.4 m3/h y Hmáx. 160m.**

- ✓ **Neveras con respaldo solar:** se concibieron para las comunidades con actividades pesqueras, con el fin de potenciar el almacenamiento del pescado y favorecer su conservación.
- ✓ **Biodigestores:** se diseñaron biodigestores de polietileno de 5 y 10 m3 de capacidad, con potencialidades para el aprovechamiento de los residuales biodegradables de las comunidades.

Todos estos recursos estaban contratados a través de las empresas importadoras al cierre del 2024 con plazos de entrega de entre tres y seis meses. Sin embargo, el incumplimiento de las fechas de entrega de los contratos por parte de los proveedores de las neveras y los biodigestores puso en riesgo su adquisición y se decidió la cancelación de ambos procesos en junio del 2025.

De esta forma, las soluciones de apoyo al desarrollo local se enmarcaron en los sistemas de bombeo solar. La distribución de las bombas se presenta a continuación, en correspondencia con las desagregaciones realizadas y en función de las necesidades puntuales de las comunidades.

Tabla 3.3. Distribución de las bombas solares en las comunidades rurales aisladas

Comunidad	Bombas PS2-1800 HR - 07H	Bombas PS2-600 CS- F3-7
Los Aguaceros	10	-
Vista Alegre (Comunales)	2	-
Uno de Santa Rosa	4	-
Ensenada del Indio	3	-
El Macho	-	1
La Magdalena	4	-
La Escondida de Monte Rus	-	3
Alazanes	6	2
Yaguá	5	2
Guaranal	5	2
Villena	7	-
Totales	46	10

A continuación, se muestran las características e imágenes de las bombas diseñadas (Fig. 33) en las comunidades, las cuales cumplieron satisfactoriamente con las necesidades de agua que tenían los habitantes. Estas además presentan beneficios tales como:

- **Ahorro económico y energético:** Utilizan la energía solar, una fuente gratuita e inagotable. Esto reduce drásticamente o elimina por completo la factura de la electricidad y los gastos en combustibles como el diésel

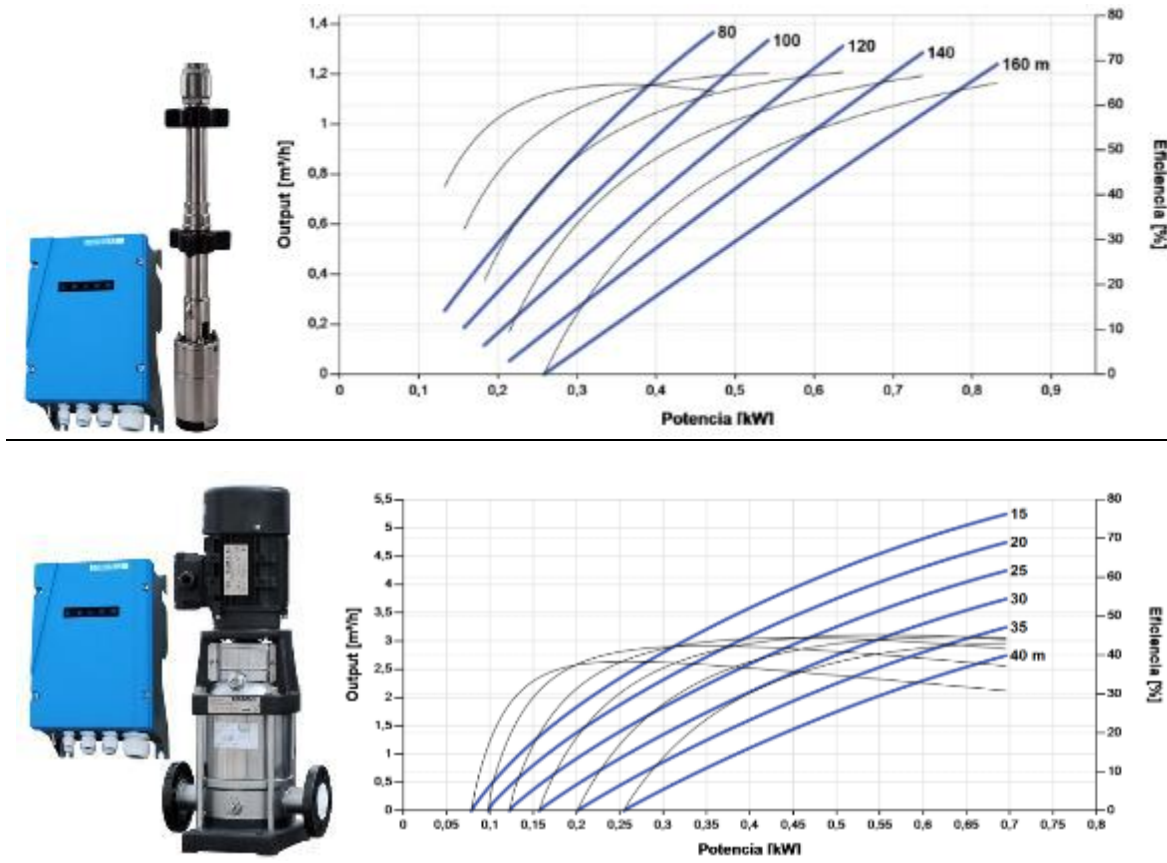


Figura 33: Características e imágenes de las bombas diseñadas para las comunidades rurales aisladas

- **Autonomía y acceso remoto:** Al no depender de la red eléctrica, son ideales para ubicaciones aisladas, granjas, fincas o comunidades rurales. Proporcionan independencia energética y acceso al agua donde antes era complicado y caro.
- **Bajo mantenimiento y gran durabilidad:** Generalmente incorporan motores sin escobillas y están construidas con materiales resistentes a la corrosión (como acero inoxidable). Esto, sumado a que tienen menos piezas de desgaste, reduce significativamente las necesidades de mantenimiento y alarga su vida útil.
- **Operación inteligente y eficiente:** Integran controladores que optimizan el funcionamiento según la luz solar disponible, arrancando y parando de forma automática. Pueden conectarse a sensores de nivel para llenar depósitos sin supervisión, evitando el desgaste innecesario y el desperdicio de agua.
- **Versatilidad y adaptabilidad:** Son útiles para una amplia variedad de aplicaciones:

- ✓ **Riego agrícola:** Para cultivos por goteo, aspersión, etc.
- ✓ **Abastecimiento ganadero:** Llenado de bebederos en el campo.
- ✓ **Uso doméstico y comunitario:** Suministro de agua potable a viviendas o aldeas

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Se diseñan soluciones tecnológicas con FRE capaces de brindar un acceso a la energía comprable con el promedio de zonas urbanas, de potenciar el abasto de agua para actividades productivas y consumos humano y animal, así como para el aprovechamiento de los residuales biodegradables y la refrigeración de las producciones pesqueras, creando las bases para la transición energética con FRE en entornos rurales.*

Actividad 4.3.2.2. Implementación de proyectos de electrificación con FRE en comunidades rurales aisladas.

Como resultado del proceso de implementación de las tecnologías, fueron electrificadas 12 comunidades rurales aisladas con SFVA de 2 y 2.2 kWp. Estos sistemas poseen la peculiaridad del diseño de un ecosistema energético completo e independiente. Esto implica no solo dimensionar los paneles para cubrir el consumo, sino también realizar un cálculo minucioso de la autonomía requerida (días de reserva) que determine la capacidad del banco de baterías, considerando la radiación solar del lugar en la época más desfavorable. Además, se vuelve crítico seleccionar y configurar un regulador de carga adecuado para proteger las baterías de sobre descargas y sobrecargas, y un inversor que pueda manejar las cargas pico, ya que no hay red eléctrica que actúe como respaldo. Cada componente, desde el cableado hasta las protecciones, debe ser elegido para maximizar la eficiencia y confiabilidad del sistema, convirtiendo la instalación en un ejercicio de equilibrio entre demanda energética, recursos disponibles, inversión inicial y mantenimiento preventivo.

Los dos tipos de SFVA que se implementaron en las comunidades, independientemente de su autonomía (un día para uno y dos días para el otro), los mismos cuentan con inversores similares de unos 2 kW de potencia. La composición de estos sistemas se muestran las imágenes a continuación. Las imágenes superiores, pertenecen al sistema con 2 baterías de 250 Ah – 2 kWp y las inferiores corresponden al sistema de 4 baterías de 250 Ah – 2,2 kWp.



Fotos: Imágenes de los sistemas fotovoltaicos autónomos implementados. Fuente: Bases de Datos del Proyecto FRE local

La Figura 34 muestra la cantidad de SFVA instalados en cada una de las comunidades y el tiempo de operación que tienen en cada comunidad. Se destaca la comunidad "La Magdalena" con 181 sistemas como la de mayor número de viviendas electrificadas, mientras que el tiempo de operación para cada comunidad fluctúa de 2 a 45 meses de implementadas estas soluciones. Los primeros 150 SFVA adquiridos fueron instalados a partir del 2022 por lo que ya cuentan con tiempos de operación superiores entre 34 y 45 meses, mientras que los 465 SFVA adquiridos en un segundo momento y tercer contrato de importación ya alcanzan los 23 meses de operación.

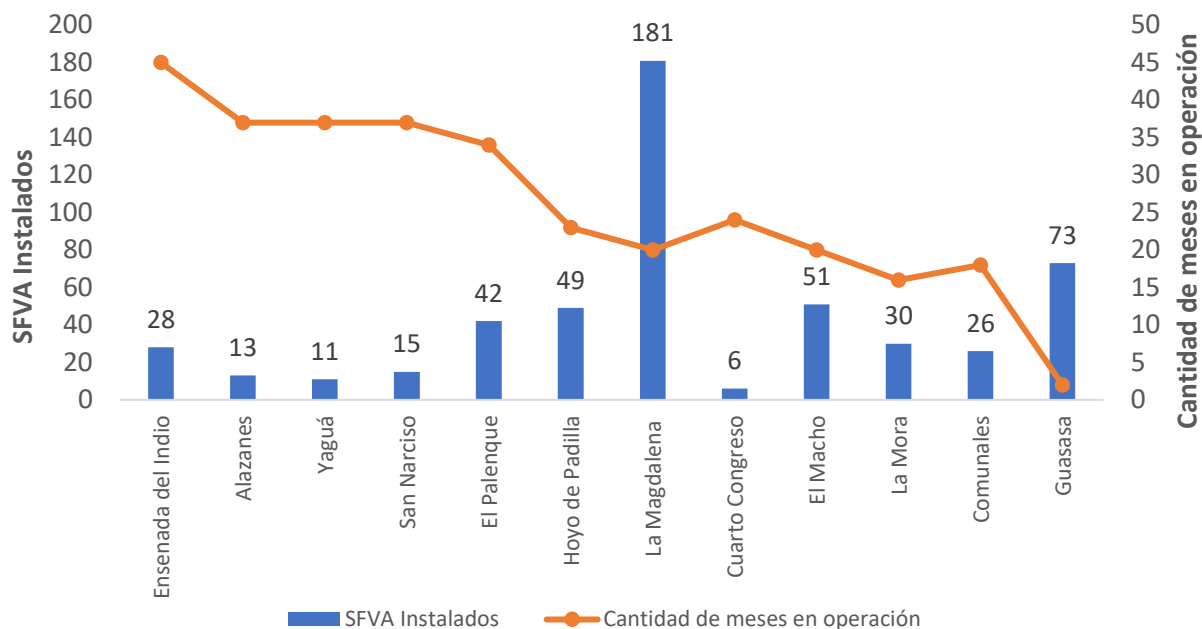


Figura 34: Cantidad de SFVA implementados y cantidad de meses en operación de los mismos.

La distribución en el tiempo de la instalación de los SFVA, el número de habitantes beneficiados y el crecimiento de la potencia instalada desde el 2022 hasta el 2025 se muestran en la Figura 35, para las regiones oriental y central del país. Los años 2022 y 2023 fueron similares para la región central y oriental del país, con la instalación de 53 y 70 SFVA, respectivamente. Mientras que el año 2024 fue cumbre en la instalación de estos sistemas, marcados por un protagonismo de la región oriental con la instalación de 288 SFVA y el beneficio de 576 habitantes (Figura 36). En su totalidad, 555 SFVA fueron instalados, se tienen 528 funcionando, con 30 averiados en comunidades y almacenes de las Empresas Eléctricas. Se mantienen como pendientes de instalar 19 SFVA fundamentalmente en las comunidades que aún no concluyen los PFV conectados al SEN (Villena 11 y Yacabo Arriba 8). Finalmente se tienen en reserva 38 SFVA (6.2%) para garantizar el suministro de energía a habitantes que retornan a las comunidades.

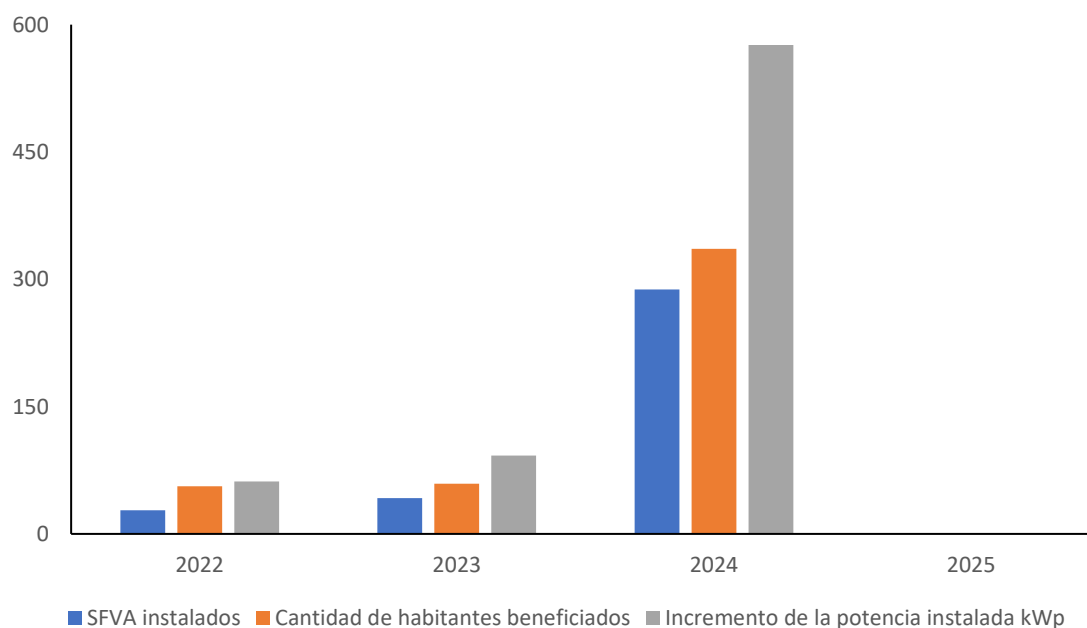
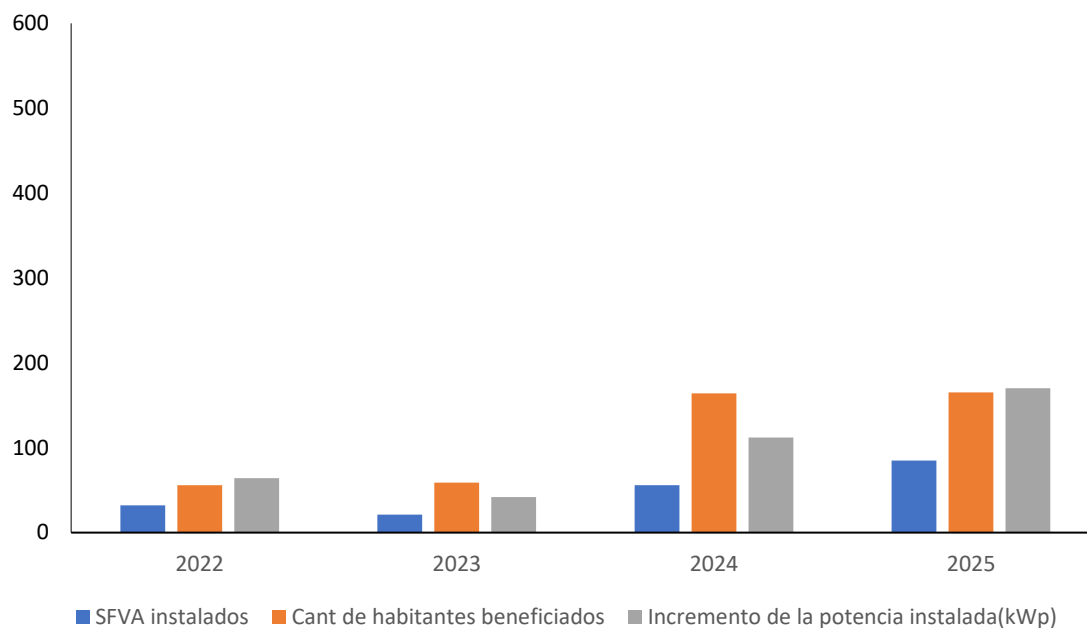


Figura 35 (arriba) y a continuación figura 36. Cantidad de SFVA implementados por año, cantidad de habitantes beneficiados y crecimiento de la potencia instalada por años. A) Región Central, B) Región Oriental

El beneficio alcanzó a un total de beneficiar a 895 habitantes con una potencia total instalada de 1056 kWp que podrían generar más de 7 kWh diarios por viviendas, lo que garantiza un acceso similar al promedio de consumo de las zonas urbanas.

Parques fotovoltaicos conectados al SEN

El diseño de los PFV conectados al SEN se basó en criterios como la posibilidad de extender la red eléctrica convencional hasta la comunidad, generando la energía de la comunidad cerca de donde se consume (en el extremo de la red). De esta forma, se minimizan las pérdidas por transmisión y distribución, que pueden ser significativas en líneas largas y con baja sección de conductor, se mejora de la tensión y estabilidad local ya que la inyección de energía solar en puntos alejados de la subestación principal eleva los niveles de tensión y reduce las caídas de voltaje, mejorando la calidad del suministro para los usuarios finales. De forma general fomenta la generación distribuida, reduce pérdidas y mejorar la calidad del servicio.

En el proyecto se logra la sincronización de 3 PFV de los 6 previstos en el periodo de implementación: 1) PFV de 24 kWp en Guaranal en Fomento, Sancti Spíritus, 2) PFV de 48 kWp en el Uno de Santa Rosa, Río Cauto Granma, y 3) PFV de 48 kWp Escondida de Monte Rus en El Salvador, Guantánamo (Figura 37).

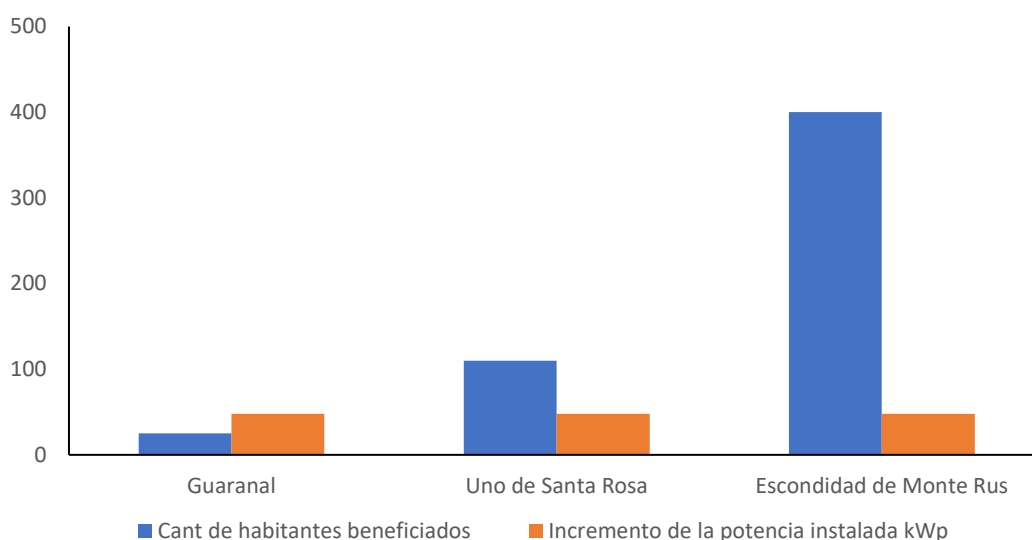


Figura 37. Cantidad de SFVA implementados por año, cantidad de habitantes beneficiados y crecimiento de la potencia instalada por años. A) Región Central, B) Región Oriental

Con esta sincronización el proyecto logra la electrificación de 15 comunidades en el periodo de implementación y beneficia a un total de 1430 habitantes desde los proyectos de electrificación de las comunidades aisladas. Los 3 PFV conectados al SEN pendientes de culminación lograrán beneficiar adicionalmente a 419 habitantes, completando un total de 1849 personas beneficiadas en este sentido. Es de destacar que complementan estas soluciones SFVA para las viviendas alejadas del centro de carga de la comunidad, tal como sigue:

1. Villena: PFV + 11 SFVA para viviendas dispersas
2. Yacabo Arriba: PFV + 8 SFVA para viviendas dispersas
3. Los Aguaceros. PFV

SOLUCIONES DE APOYO AL DESARROLLO LOCAL: BOMBEO SOLAR

La Figura 38 muestra datos sobre la instalación de los sistemas de bombeo solar en 2025 para ambas regiones, diferenciando entre bombas sumergibles y superficiales, y número de personas beneficiadas en las comunidades. Estos sistemas permiten extraer agua sin necesidad de red eléctrica o combustible, ideal para zonas rurales aisladas. Son usadas para riego agrícola (aumento de productividad), agua potable (mejora de salud y calidad de vida) y ganadería (abrevaderos). También permiten contribuir a la reducción del uso de diésel o gasolina en bombas tradicionales y tienen bajos costos de operación y mantenimiento. Un total de 70 personas recibieron acceso a agua mediante bombeo solar en le región central, mientras que 1097 personas se beneficiaron en la región oriental ya que allí los sistemas de bombeo fueron utilizados de manera centralizada para el abasto de agua a redes hidráulicas que conectaron a la mayor parte de las viviendas. Por tanto, un incremento de la potencia instalada en bombeo solar a 213 kWp fue el saldo que dejó la instalación de las 50 bombas instaladas.

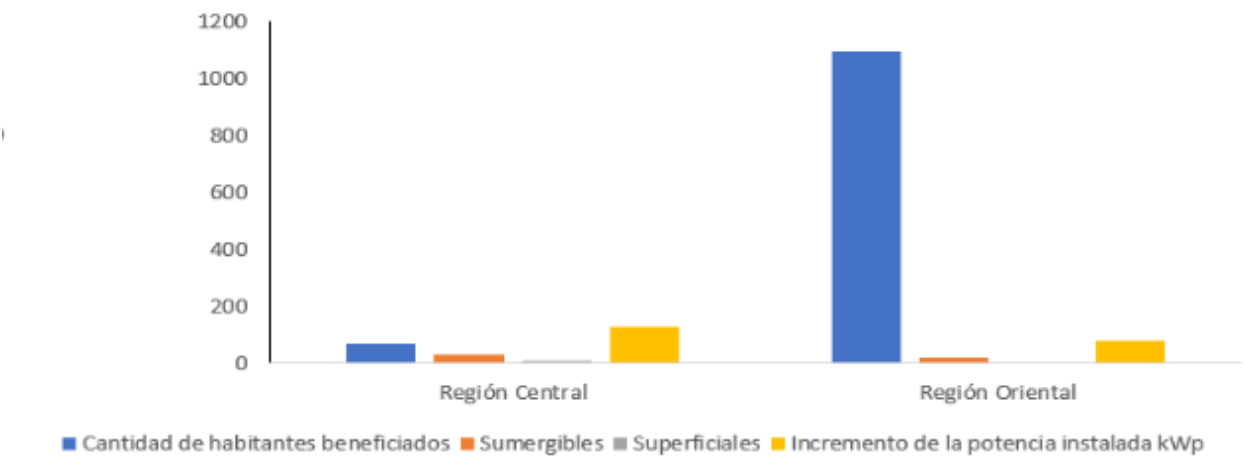


Figura 38. Cantidad de Sistemas de Bombeo Solar (Sumergibles y Superficiales) implementados, cantidad de habitantes beneficiados y potencia instaladas en la Región Central y Oriental



Fotos: Instalación de los Sistemas de Bombeo Solar (Sumergibles y Superficiales) en la Región Central y Oriental. Fuente: Bases del Proyecto FRE local

IMPACTOS

En esta sección se resumen los impactos teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales en función de los objetivos del proyecto, los cuales se pueden agrupar tal como sigue:

Tecnológicos:

- Beneficios el acceso a la energía sostenible y con eficiencia.
- Reducción de costos energéticos
- Aumento de la autosuficiencia energética.
- Se incrementa el acceso a la energía las 24 horas aportando 6.8 kWh/d que se corresponden con el 100 % del CP en zonas urbanas.
- Se propone organizar asociaciones energéticas para gestionar la sostenibilidad de la tecnología

Económicos:

- Generación de empleo local
- Diversificación económica
- Ahorran de diésel y leña
- Creación de proyectos agrícolas y de turismo.
- Alianzas con gobierno para organizar las producciones beneficiadas con bombeo solar.
- Se fomenta el desarrollo del trabajo por cuenta propia.
- Se fortalecen infraestructuras, (viales y tanques para el acopio y distribución del agua).
- Se aprecia el fomento de iniciativas locales.

Ambientales

- Resiliencia climática
- Agricultura ecológica
- Mayor cuidado y protección y recuperación de los ecosistemas.
- Combinación de tecnologías modernas con prácticas agrícolas tradicionales.
- Se evitan las emisiones de dióxido de carbono.
- Se disminuye la utilización irracional de los recursos naturales.

Sociales

- Participación activa de la comunidad
- Fortalecimiento de las relaciones.
- Mayor cohesión social
- Empoderamiento local.
- Aumentan la cantidad de viviendas por habitantes que retornan.
- Mejora la calidad de vida de las mujeres y la gestión de su tiempo.
- Percepción por parte de los habitantes del bien adquirido
- Adquisición de nuevos equipos.
- Se aporta al equilibrio en el desarrollo de roles entre géneros.
- Se propician espacios dirigidos a la información, recreación y aprendizaje.

- Se benefician escuelas, salas de TV, bodegas y a la (CCS).

Institucionales

- Se asocian entidades del territorio como Gobierno, UNE y Empresas privadas para desarrollar el proyecto FRE local.
- Se promueven convenios con la Empresa de Construcción para el mejoramiento de las casas y la venta de recursos.
- Se gestionan créditos desde la CCS.
- Se captan jóvenes para estudiar el Técnico Superior en FRE y otras carreras de interés para el municipio.
- Se destaca el papel protagónico de la Universidad
- Se reconoce la conducción coherente del proyecto desde la Dirección Nacional y la Coordinación en la provincia, así como el accionar sistemático de los actores claves.
- Se reconocen los resultados que aportan a la misión de la Universidad (participación en eventos, publicaciones, inscripción de temas doctorales, tesis de diploma relacionadas, movilidad académica).

Por tanto, FRE local aporta beneficios económicos y sociales y tributa a una cultura medioambiental. Se ha convertido en un referente para impulsar el desarrollo económico y social sostenible, con una visión enfocada hacia la nueva ruralidad. Constituye un impulso al progreso del territorio, al emprendimiento de las comunidades, y a nuevas perspectivas de desarrollo local sostenible.

La evaluación de indicadores de monitoreo permitió medir el cambio en algunas de las comunidades de intervención, por ejemplo:

- **Se incrementa el acceso a la energía con Fuente Renovables:** El 100% de la población tuvo acceso a las FRE.
- **Se transforma la matriz energética:** El 52% de la matriz energética de la comunidad proviene de las Fuentes Renovables de Energía.
- **Mejora de la calidad de vida:** Se cubren el 60% de los servicios, entre ellos la iluminación, refrigeración de alimentos, cocción de alimentos, ventilación, óseo, información y comunicación, cuidado de la ropa, producción y servicios comunitarios.
- **Mejora de la calidad de vida:** La adquisición de nuevos equipos se evidencia en el incremento de la potencia instalada en las viviendas se incrementa como promedio del 1.44 kW lo que se traduce en mejoras de la calidad de vida.
- **Se potencian actividades productivas:** Se benefician 12 ha a partir del riego con bombeo solar fotovoltaico que permite el incremento de los ingresos por la siembra de cultivos varios.
- **Se reducen las emisiones al medio ambiente:** Se evitan 33.06 Tn de CO₂ anuales por ahorro de diésel utilizado para la generación de electricidad, la cocción de alimentos y la transportación del propio diésel de la generación eléctrica.

- **Se solucionan problemas técnicos:** El 66.7% de las averías son solucionadas por especialistas del territorio en alianza con actores estatales y no estatales.

Contribución a la Estrategia de Electrificación Rural: *Se demuestra la viabilidad de las soluciones tecnológicas con FRE para brindar un acceso a la energía en comunidades aisladas, comparable con el promedio de zonas urbanas, y se potencia el abasto de agua para actividades productivas y consumos humano y animal.*

4. MARCO LÓGICO. Cumplimiento y desafíos

El cumplimiento de la matriz de marco lógico del proyecto (ML), tanto del objetivo 3 (EE) como del objetivo 4 (FRE local), fue actualizado y reportado en cada uno de los sucesivos informes de situación. Como se explica en el Sexto Informe de Situación, a inicios de 2024 los análisis realizados por los equipos nacionales de proyecto en relación con los avances en la implementación y los desafíos del contexto en ese momento, indicaron que las metas relacionadas con la instalación de la tecnología y la realización de los proyectos demostrativos, así como la medición y evaluación de impactos esperados podrían no alcanzarse totalmente en el plazo de tiempo restante hasta noviembre de 2024 (fecha de finalización del período de aplicación del proyecto luego de su primera extensión). Dichos análisis fueron presentados y discutido en el Sexto Comité Directivo Nacional (Enero de 2024), en cuyo marco se confirmó la necesidad de una nueva extensión al plazo de implementación del proyecto. En mayo de 2024 el MPTFO presentó a la DUE una nueva solicitud de extensión por 12 meses adicionales, la cual fue sustentada y complementada posteriormente por un análisis detallado de cada uno de los elementos que hasta ese momento habían incidido en los retrasos que presentaba el proyecto (iniciando con la Pandemia Covid-19).¹⁶ Este proceso condujo a la aprobación de una segunda extensión, hasta noviembre de 2025 y un ajuste en el ML del objetivo 3-proyecto EE, cancelando los proyectos demostrativos Hoteles “Vista Azul” y “Meliá Las Antillas”, en alto riesgo de no implementación (aún con esos 12 meses). En anexo de este Informe puede encontrarse la MML actualizada y aprobada entonces, cuyo cumplimiento se aborda en las diferentes secciones de este documento.

Es importante destacar que los análisis y seguimiento realizados por cada uno de los proyectos a la implementación de su ML, permitieron la identificación de nuevos indicadores sobre los que trabajar para evaluar los impactos alcanzados y dimensionar las contribuciones realizadas al Programa y sus objetivos.

En el caso de EE, se determinaron un grupo de indicadores de desempeño energético sectoriales y específicos que fueron discutidos con el MEP y revisados para su posterior implementación por

¹⁶ El documento con la argumentación presentada y aprobado por la DUE puede encontrarse como Anexo del Sexto Informe de Situación

los diferentes OACEs (8 del sector de transporte, 6 del sector industrial, 9 del sector residencial, 5 del sector público (agua) y 1 del sector del turismo). En el caso de FRE local, se diseñó el sistema de indicadores complementarios por resultados, mencionado en la sección de 4 de este informe.

Este grupo de indicadores -tanto los de EE como los de FRE local- aparecen como anexos en el Sexto Informe de Situación. Durante 2025, como parte del seguimiento al cumplimiento del ML del proyecto, estos indicadores constituyeron un importante instrumento que permitió complementar el análisis y valoración de los resultados alcanzados y su posible escalabilidad. Aunque la totalidad de estos indicadores -tanto los de EE como los de FRE local- no pudieron ser medidos antes de la finalización del proyecto, la aplicación sobre una muestra seleccionada, permite dimensionar las contribuciones del proyecto más allá de la obtención de determinados productos o resultados expresados en su ML; Y los convierten en una referencia para el diseño y la medición de impactos de futuras iniciativas asociadas a la Estrategia de Transición Energética que hoy impulsa el país.

En cuanto a los indicadores del ML, aunque en general se confirma el cumplimiento de las metas previstas, es importante mencionar que en el caso de EE el indicador R.3.3.1. *Disponible Indicador de EE propuesto en edificios*, no pudo ser evaluado. Con la intervención del proyecto demostrativo en el edificio del MINEM y el análisis de los resultados se emitirá la propuesta para la evaluación del indicador, según la Guía para la evaluación de la eficiencia energética 2018. A través de Documento Básico DB HE de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación (CTE) de la Unión Europea, el edificio posee un índice de desempeño energético de 848 kW/m² lo cual lo ubica dentro de la categoría E de eficiencia energética. Dadas las condiciones actuales de ocupación del edificio y el nivel de afectaciones, el trabajo a distancia de la mayoría de los departamentos y la desconexión total del edificio los viernes, sábados y domingos no se ha podido evaluar el cumplimiento de este indicador y por consiguiente realizar una propuesta idónea para adoptar como norma en el sistema de etiquetado para Cuba.

Otro indicador no evaluado fue el R.3.3.2. *Mejorado Indicador de desempeño energético en instalaciones con SGEN (5% en relación a la línea base normalizada siempre que sea posible)*. Este es un indicador que se diseñó desde el inicio del proyecto, en condiciones de trabajo y prestación de servicios adecuadas, se trabajó una línea base consecuente con dichas condiciones. Al cierre del proyecto se alcanzó a implementar los Sistemas de Gestión de la Energía en 40 entidades y se desarrollaron una serie de mejoras en los sistemas energéticos, tanto organizativas como de mantenimiento e inversiones. Se logró además cuantificar los impactos obtenidos por estas mejoras pero las condiciones de operación tanto en los hoteles como en las industrias no permitieron realizar un análisis de la línea meta propuesta, afectados primeramente por la COVID 19, que impactó en toda la economía, un post COVID 19 de recuperación paulatina de la economía donde los niveles de actividad estaban por debajo del 50 % y posteriormente por los niveles de afectación al servicio eléctrico en todo el país con más de 12 horas diarias como promedio. Todo

esto ha incidido en los niveles de consumo de energía y por consiguiente en la evaluación de los índices de desempeño energético y los indicadores para su comparación contra la línea base.

En el caso de FRE local, como se menciona en la sección 4 de este Informe, las metas relacionadas con los indicadores 4.2.3 (polígonos demostrativos) y 4.2.3 (proyectos de electrificación rural) no pudieron ser alcanzadas al 100 % antes del cierre del proyecto. El agravamiento de los desafíos del contexto país durante 2025 -en particular, aquellos relacionados con las limitaciones de combustible-, unido al retraso acumulado de algunas acciones debido a la incidencia negativa de eventos nacionales e internacionales a inicios del proyecto (Covid 19), determinaron este resultado.

Sin embargo, es importante mencionar que tales retrasos y el inevitable aplazamiento de la fecha de cumplimiento de dichas acciones y metas más allá del cierre del proyecto, fueron analizados e informados de manera oportuna durante 2025 en el marco de los CDN realizados y las Juntas del Programa que tuvieron lugar. Dichos análisis reconocieron la objetividad de los desafíos del contexto país -agudizados en esta última etapa- y su incidencia en el logro de algunos resultados previstos. En consecuencia se buscaron alternativas para seguir avanzando y poder garantizar el cierre adecuado de las acciones, aún después de las fechas inicialmente previstas.

En este sentido ambos proyectos mantuvieron un enfoque adaptativo de su gestión, concentrando sus esfuerzos en cumplir los compromisos contraídos, a pesar de las limitaciones presentes; y proyectando al mismo tiempo estrategias de salidas que tuvieran en cuenta no solo la sostenibilidad de lo alcanzado, sino también la finalización de lo pendiente, con base en compromisos formalizados de las entidades y actores involucrados. Estos documentos se han estado desarrollando durante la etapa de cierre; y junto a otros documentos como los Informes de Evaluación Final serán fundamentales (de obligada referencia) para el seguimiento, conclusión y sostenibilidad de los resultados.¹⁷

5. COMUNICACIÓN Y VISIBILIDAD

En términos de comunicación, puede decirse que planes de Comunicación y Visibilidad diseñados y aprobados por cada equipo de proyecto al inicio de la implementación fueron cumplidos a cabalidad, incorporando cada año los elementos nuevos que iban surgiendo en correspondencia con la etapa de implementación en que se encontraba el proyecto. La comunicación fue un instrumento esencial en la vida del proyecto, tanto a nivel nacional como en el trabajo en los territorios, con entidades específicas y las comunidades. Se demostró que no es posible llevar adelante un proyecto de tal magnitud sin el acompañamiento de acciones de comunicación bien diseñadas, atemperadas al contexto. Se considera valioso el trabajo que en este sentido desarrollaron ambos objetivos (3-EE y 4-FRE local), partiendo de sus particularidades pero sin perder de vista la importancia de una comunicación integrada.

¹⁷ Tanto los Informes de Evaluación como los documentos de Estrategias de Salidas se consideran anexos de este Informe. Sin embargo, dado el tamaño/extensión de los mismos, serán compartidos como documentos independientes si fuera requerido.

Los Informes de Situación que preceden este Informe Final dan cuenta de manera detallada de cómo se desarrolló el trabajo de comunicación. Existe un archivo metadato que puede ser consultado en cualquier momento y que contiene la referencia de la mayor parte del trabajo de comunicación realizado por las diferentes vías identificadas (sitios webs, medios de prensa, redes sociales, eventos, etc.). Así mismo se encuentra en proceso de depuración y finalización un repositorio con los más importantes trabajos en ese sentido.¹⁸

Durante 2025 -ya con la mayor parte de los resultados alcanzados- se trabajó con el apoyo de PNUD y la ONUDI en un enfoque más de escalabilidad de los resultados y la probada o potencia contribución de los mismos a estrategias y políticas nacionales, en particular a la Estrategia de Transición Energética impulsada por el país.

Por acuerdo del CDN y la Junta del Programa, durante la última etapa (segundo semestre de 2025) se decidió que una parte de los recursos disponibles por ambos proyectos destinados a comunicación, se destinaran a apoyar diferentes acciones relacionadas con la visibilidad de la Estrategia de Transición Energética (ETS) del país (incluidos el diseño de un Programa para la Comunicación de la misma y su Identidad). Este acuerdo fue cumplido con éxito y fue reconocido como un importante apoyo del PC a la visibilidad y comunicación de la ETS.

En resumen, puede decirse que las actividades y acciones de comunicación y visibilidad desarrolladas por EE y FRE local, mantuvieron una correspondencia con los objetivos generales y específicos previstos en sus respectivos PCV y con la Estrategia de comunicación del Programa, enfocada esta última en:

1. Contribuir a la sensibilización de los actores de diferentes sectores a nivel nacional y local, sobre la importancia de diversificar la matriz energética con el uso de Fuentes Renovables de Energía y el apoyo a la Eficiencia Energética para el desarrollo local;
2. Visibilizar los avances en la implementación de la Política de Energía de Cuba a nivel sectorial y local, y el valor añadido del acompañamiento de la UE, ONUDI y PNUD.
3. Sensibilizar a mujeres y hombres de las instituciones de diferentes sectores y de las comunidades involucradas en las acciones, sobre los beneficios del uso de las FRE y de las tecnologías energéticamente eficientes.
4. Garantizar la visibilidad del PC y sus logros en el apoyo al Programa “Apoyo a la Política de Energía de Cuba”, financiado por la UE e implementado por ONUDI y PNUD.
5. Promover mayor información y gestión del conocimiento sobre el uso de las FRE y el uso eficiente de la energía; y su contribución al desarrollo local entre los actores de diferentes sectores que a nivel nacional y local participan en el proyecto.

¹⁸ Idem a la nota anterior.

6. Contribuir a aumentar la percepción positiva/favorable sobre el uso de las FRE y el consumo eficiente de energía, para lograr un impacto significativo en los ámbitos energético, económico, ambiental y social.

La ejecución de los PCV tuvo lugar con el liderazgo de las instituciones nacionales responsables de cada proyecto; y contempló la revisión y recomendaciones desarrolladas a cada uno de los productos elaborados, por parte de las agencias de Naciones Unidas participantes y por la DUE.

A continuación se incluyen algunas imágenes de acciones y productos comunicativos desarrollados durante la vida del proyecto.

En el caso de EE fueron diseñados y producidos materiales educativos, guías metodológicas, videos institucionales, carteles, plegables, pegatinas que facilitaron la comprensión de conceptos claves relacionados con la eficiencia energética, además fueron adquiridos con la visualidad de la campaña "Para darte la luz" soportes promocionales entre ellos (pulóver, gorra, block de notas, llaveros, jarras, bolígrafos, bolsas, pegatinas, jarras térmicas, etc.), los mismos fueron distribuidos en diferentes actividades desarrolladas, talleres, concurso para niños, centros científicos, universidades, concurso redes sociales, especialistas que trabajaron en el avance de la EE y las FRE así como otros que atendieron estas temáticas en cada territorio.

SOPORTES DIVULGATIVOS





A su vez fueron desarrolladas un total de 123 videos conferencias con la participación de las ONURE territoriales y más de mil especialistas. Se organizaron 28 Talleres y seminarios formativos: eventos para diferentes públicos (escuelas, comunidades, empresas) donde se compartieron buenas prácticas y tecnologías para la conservación energética, entre ellos en la provincia Villa Clara y de conjunto con especialistas y profesores de la Universidad Central de las Villas Martha Abreu se llevó a cabo el curso de formación de Gestores Energéticos.

Las redes de aprendizajes constituyeron un espacio importante para socializar las experiencias en la implementación de SGen.

Fue elaborado el artículo para la revista Energía y Tú Las auditorías energéticas. Un paso importante para mejorar el desempeño energético por el ing. Welner Collejo Jerez.

En cuanto a las redes sociales, todos los perfiles de la ONURE en Facebook (Oficina Central y oficinas provinciales) así como el del PROSGEN y el del propio Proyecto se hicieron eco de lo que aconteció en el desarrollo del proyecto. A estos se suman, el perfil en Youtube, el de Twitter, y el canal de Telegram.



MUESTRA DE DIVULGACIONES EN LAS REDES SOCIALES



ACCIONES EN LOS MEDIOS

El trabajo con los medios de difusión masiva fue sostenido a nivel nacional y clave para el logro de los objetivos de este Proyecto y ha contribuido a fortalecer la cultura de la eficiencia energética en la sociedad, generando un impacto positivo.

En este sentido, la siguiente tabla muestra el total de trabajos realizados de acuerdo con los medios de comunicación masivo y las redes sociales:

PRENSA		RADIO	TELEVISIÓN	WEB	REDES SOCIALES
IMPRESA	DIGITAL				
8	11	215	17	88	4685

Al respecto, el medio tradicional más empleado para visibilizar el Proyecto a nivel nacional fue la radio. Hay que destacar la red social Facebook como el más utilizado por los territorios para la divulgación.

En lo adelante se listarán algunos de los medios en los cuáles ha tenido repercusión el Proyecto:

- Oficina Central: Radio Reloj, Canal Caribe, revista Buenos Días
- Matanzas: Periódico Girón, Radio 26.
- Cienfuegos: Radio Ciudad del Mar.
- Villa Clara: CMHW Radio, Telecubanacán.
- Sancti Spíritus: Periódico Escambray, Radio Sancti Spíritus, CentroVisión Yayabo.
- Camagüey: Periódico Adelante, Radio Cadena Agramonte, Televisión Camagüey.
- Granma: Periódico La Demajagua, CMKX Radio Granma.
- Santiago de Cuba: Periódico Sierra Maestra, CMKC Radio Revolución, TV Santiago.
- Guantánamo: Periódico Venceremos, CMKS Radio Trinchera Antimperialista, Solvisión.
- Redes sociales: Facebook, Twitter, Telegram.

Como anexos de este Informe se incluyen imágenes que muestran todo el trabajo comunicativo del proyecto EE en los diferentes ámbitos de acción.

En el caso de FRE local, durante toda la vida del proyecto se elaboraron un total de 44 productos de comunicación y/o promocionales en apoyo a las acciones de su PCV; diseñados por los equipos nacionales en correspondencia con los objetivos previstos. Cada uno de estos materiales fue oportunamente compartido y validado por las entidades involucradas, en particular la DUE y las agencias de Naciones Unidas.

En la sistematización realizada para este Informe se confirmó que cerca del 85% de las acciones más importantes del proyecto fueron socializadas en las redes sociales seleccionadas. Se elaboraron diseños para post, storytelling, cápsulas con testimonios breves y entrevistas de

beneficiarios, que fueron compartidos esencialmente, en el perfil de Facebook del CEEPI y la web de la Universidad de Sancti Spíritus José Martí.

Se publicaron 25 artículos sobre buenas prácticas y experiencias positivas, los cuales son sin dudas una importante aporte no solo de comunicación sino de conocimiento para futuras iniciativas.

Así mismo, se elaboraron y presentaron en diferentes eventos, reuniones, intercambios (nacionales e internacionales) un total de 115 ponencias. Entre ellos: la Conferencia Internacional Yayabociencia, Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales "CINAREM", la Feria de Energías Renovables.

Las actividades más significativas realizadas por el proyecto, también encontraron espacio en artículos periodísticos, teniendo 54 menciones en medios locales y 3 en medios nacionales.

Se produjo un video institucional del Proyecto FRE local, que definió su utilidad, misión, visión, objetivos y perspectivas, y se produjeron 5 audiovisuales y 5 historias de vida que ilustran los avances hacia los resultados con la participación de actores y beneficiarios, asociados a temas clave sobre eficiencia y fuentes renovables con una fuerte atención al enfoque de género.



Durante 2025, se diseñaron y maquetaron para posterior uso y divulgación tres casos de estudio que recogen la experiencia y resultados específicos de dos comunidades y un polígono.

Todos estos materiales -como se ha mencionado- están bien identificados y etiquetados en archivo metadatos elaborado por el proyecto y se encuentran disponibles según el formato específico.

Los equipos de trabajo e instituciones vinculadas al proyecto reconocen la necesidad estratégica de continuar trabajando en la visibilidad y comunicación de los resultados alcanzados, las buenas prácticas, así como las limitaciones y desafíos encontrados y las no tan buenas, en todos los ámbitos donde corresponda, para seguir contribuyendo así con la ETS.

6. CRONOGRAMA DE ACCIÓN

Como reflejan los Informes de Situación presentados anualmente, el Cronograma de Acción de los proyectos fue una valiosa herramienta a partir de la cual se manejaron los diferentes desafíos en términos compromisos de acciones y plazos de tiempo. El Sexto y último Informe de Situación compartido indicó las principales líneas de trabajo que, como parte de ese cronograma de acción, serían estratégicas durante la última etapa del proyecto (período que este Informe recoge también: enero 2025-mayo 2026):

- Conclusión de las revisiones energéticas pendientes. Aplicación y seguimiento de las metodologías y herramientas previstas¹⁹. (EE)
- Finalización, según lo previsto, de la implementación de los Sistemas de Gestión de la Energía bajo los requisitos de la NC ISO 50001;2019 con vistas a la certificación de sus sistemas. (EE)
- Realización de talleres y programas de capacitación aún requeridos, para la formación y certificaciones (donde sea posible); intercambio de expertos; diseminación de resultados. (EE)
- Cierre de contrataciones/ importación y/o nacionalización de las tecnologías requeridas en ambos OE, 3 y 4. (EE y FRE local)
- Seguimiento al arribo al país, distribución e Instalación de las tecnologías FRE en las comunidades rurales (previstas y contratadas). (EE y FRE local)
- Finalización de los proyectos demostrativos, haciendo debido manejo de riesgos (EE y FRE local)
- Identificación, levantamiento, medición y sistematización de resultados e impactos (incluyendo la introducción de nuevos indicadores para ello). (EE y FRE local)
- Fortalecimiento de acciones con la Coordinación del *Programa* y aprovechamiento de las posibles sinergias y acciones conjuntas identificadas (con otros proyectos o iniciativas en curso o futuras), para poner en valor las lecciones aprendidas y potenciar los resultados del proyecto. (EE y FRE local)
- Comunicación de los resultados del Programa y sus proyectos, desde un enfoque demostrativo y de escalabilidad. (EE y FRE local)
- Desarrollo del Taller de Lecciones Aprendidas y Talleres Finales (EE y FRE local)
- Diseño, contratación y realización del ejercicio de evaluación final de cada Objetivo. (EE y FRE local)

A pesar de las limitaciones agudizadas durante este último año, en particular las dificultades con la movilidad producto de la escasez de combustible en el país, todas las líneas de trabajo previstas fueron cumplimentadas y sus resultados se encuentran en la sección 4 de este Informe.

Vale destacar la realización efectiva de los ejercicios de evaluación de cada uno de los objetivos, los cuales tuvieron que combinar la modalidad virtual con la presencia; y aún así garantizar el máximo de rigor esperado. Los resultados de ambas evaluaciones se encuentran disponibles en los Informes Finales de las mismas, los cuales pudieran ser considerados anexos de este informe. Si fuera requerido se compartirán como documentos independientes debido a su

¹⁹ "Metodología para Revisiones Energéticas según la NC ISO 50001/2019" y sus herramientas de apoyo; y "Metodología de intervención social para la implementación de FRE en comunidades rurales aisladas".

tamaño/extensión. En la sección 11 de este Informe, se abordan algunas de las cuestiones más importantes relacionadas con los resultados de estas evaluaciones.

Como se ha mencionado antes, aún después que el proyecto ha cerrado formalmente, se continuará trabajando con base en las estrategias de salidas propuestas por cada objetivo, buscando no solo la finalización de los resultados pendientes sino la consolidación de la sostenibilidad de lo logrado y la amplificación de las contribuciones en relación con la ETS.

7. MANEJO DE RIESGOS

Como se menciona en varias secciones de este informe, durante 2025 se mantuvo la incidencia de los riesgos identificados desde el inicio del proyecto y actualizados en el año 2023 (ver Informe de Situación correspondiente). Debe decirse que algunos de estos riesgos tuvieron una expresión en la práctica, lo cual demandó de los equipos de proyecto y las entidades participantes una mayor gestión adaptativa.

La compleja situación socioeconómica del país se agudizó en algunos de sus aspectos y se mantuvo enmarcada en un contexto internacional cada vez más desafiante.

En el ámbito nacional y local, las limitaciones por déficit de combustible y de inestabilidad del sistema electro energético nacional (debido a roturas y/o acciones de mantenimiento en sus centrales termoeléctricas), impactaron de manera negativa en los avances en algunas acciones, imponiendo un reto aún mayor en la continuidad de las mismas.

También tuvieron lugar varios desastres naturales en la zona oriental del país -los huracanes Rafael, Oscar y Melissa y un terremoto de gran escala-, cuyos impactos limitaron por varios meses avanzar en los cronogramas de intervención previstos en esa región, en particular por el proyecto FRE local.

Así mismo, durante 2025, se produjo un recrudecimiento del bloqueo económico, comercial, financiero y energético, cuyos efectos son conocidos y tienen una incidencia en la vida socio-económica del país, con particular reflejo en cuestiones trascendentales para la implementación de los proyectos tales como: los procesos de adquisiciones, logísticos, operativos y financieros.

A pesar del manejo realizado en cada momento y la identificación y aplicación oportuna de medidas de mitigación, algunos fenómenos como los mencionados impactaron negativamente en el desarrollo del proyecto, truncando o retardando algunos de los últimos procesos de adquisiciones (secadero, en el caso de FRE local); o impidiendo la culminación a tiempo de la instalación de parte de la tecnología adquirida.

8. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa creada para este proyecto como Proyecto Conjunto y sus Objetivos 3 y 4, fue sin dudas una de sus fortalezas. A pesar de la complejidad intrínseca del mismo, tener al Programa como marco de implementación general le dio un mayor alcance e incidencia; y le facilitó mecanismos de resolución efectivos a nivel nacional y también territorial. Justamente se

reconoce en la estructura organizativa prevista para la implementación del proyecto como PC y sus objetivos 3 y 4

En el caso del Objetivo Específico 3-EE, la estructura de dirección específica estuvo complementada por diferentes grupos de trabajo -Grupo de Apoyo al Proyecto; -Grupo de trabajo para la Implementación de los SGEN; -Grupo de Trabajo de las Aulas Especializadas; - Grupo de Trabajo de Reglamentos Técnicos en Equipos y Normalización de los Sistemas Energéticos; - Grupo de Trabajo para las Comunidades Aisladas. En la última etapa, el grupo de apoyo al proyecto fue fortalecido con la incorporación de una especialista encargada de dar seguimiento de manera directa a los proyectos demostrativo.

En cada grupo empresarial beneficiario del proyecto, se designado y se mantiene un funcionario para la coordinación de las acciones correspondientes. Existe con cada OSDE un Convenio de Trabajo, donde -como parte de la estrategia de salida- se definieron todas las actividades, las responsabilidades y obligaciones de las partes. Al mismo tiempo, fueron firmados compromisos para la replicabilidad de los proyectos demostrativos y su sostenibilidad.





Fotos: Evidencias de cartas de compromisos de sectores para la sostenibilidad y replicabilidad de los proyectos demostrativos de EE. Fuente: ONURE, 2025

Existen grupos de apoyo a los proyectos demostrativos en las provincias de La Habana, Matanzas, Villa Clara, Cienfuegos y Sancti Spiritus, donde participan las Universidades de cada una de esas provincias, los representantes de las entidades beneficiarias de cada proyecto y el equipo de especialistas de la ONURE.

Durante 2025, las alianzas sectoriales y con los gobiernos territoriales (provinciales y municipales) se fortalecieron aún más y resultaron determinantes para el aseguramiento de muchas de las acciones planificadas dada la situación compleja que atraviesa el país sobre todo desde el punto de vista energético.

Las estructuras de trabajo creadas a los diferentes niveles (nacional y territorial) y con mecanismos de intercambio y conciliación horizontales, aseguraron en medio de los desafíos descritos una gobernanza más efectiva y acorde con la complejidad del proyecto mismo.

En el caso específico de FRE local, La Unidad de Manejo del Proyecto (su coordinación nacional), la tuvo el Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (UDI-CEEPI) de la Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", según lo previsto por el Programa en su concepción para la implementación de su objetivo 4. Se reforzaba así el rol de las universidades en el proceso de introducción y uso de las fuentes renovables de energía; y la generación de proyectos demostrativos que pudieran ser considerados en una mayor escala dentro de lo que ya se proyectaba como la transformación de la matriz energética en Cuba.

Esta Unidad de Manejo se organizó en una estructura amplia, coherente con la complejidad de las acciones que se proponían y la extensión territorial de las mismas. La conformaron: un Director de Proyecto, tres Jefes de Resultados y varios especialistas encargados de la administración, la

gestión financiera, la comunicación, la logística, la planificación y las cuestiones relacionadas con las ICT. Se adoptaron como formas organizativas y de gestión fundamentales: el Comité de Coordinación y el Comité de Compras, en el marco de los cuales se tomaron las decisiones relacionadas con la implementación del proyecto, asegurando el cumplimiento normativo y de procedimientos y la adopción colectiva de las decisiones (Fig. 39). A los efectos de la implementación del proyecto en cada una de las provincias de intervención se definieron las Juntas de Coordinación Territoriales del Proyecto, con el nombramiento de un Coordinador y sus equipos gestores en las provincias de Guantánamo, Holguín, Santiago de Cuba y Granma. Adicionalmente, en los municipios como Ciénaga de Zapata, Calimete y Cumanayagua, se nombraron Coordinadores Territoriales que sirvieron como enlace con las entidades de estos territorios.

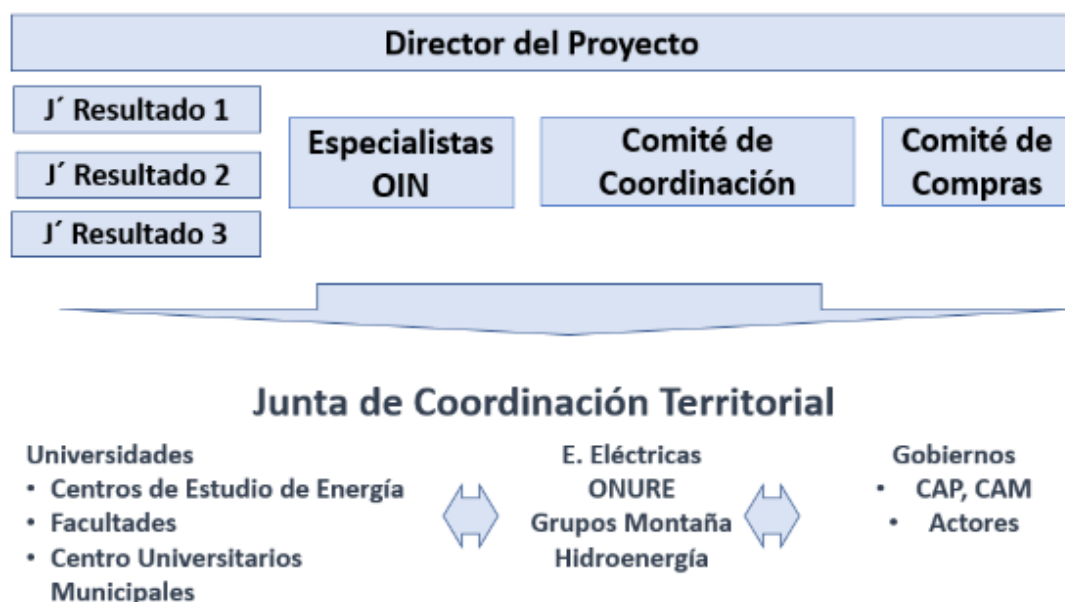


Figura 39. Estructura de gestión del proyecto FRE local

Todos estos equipos fueron conformados y/o fortalecidos en el marco del proyecto para asegurar su implementación y el logro efectivo de sus resultados. No solo se les dotó de medios y recursos logísticos para la realización de las diferentes actividades (equipos informáticos y de comunicación, transportación, etc.), sino que fueron parte de un proceso de capacitación que, desde el inicio y durante toda la vida del proyecto, les proporcionó las herramientas y el conocimiento necesario (metodológico y de gestión) para promover, articular y asegurar las acciones y resultados del proyecto en cada territorio, en alianza con los gobiernos locales y los diferentes actores involucrados. Este hecho se considera una buena práctica; y una fortaleza que sin dudas contribuyó a lo logrado en cada municipio y comunidad, que de otra manera no hubiera tenido el mismo alcance.

9. MARCO DE MONITOREO

Esa estructura organizativa no solo constituyó una fortaleza para la implementación del proyecto, sino que favoreció al mismo tiempo el establecimiento y aplicación de un marco de monitoreo a diferentes escalas.

Aunque por regla el monitoreo del Proyecto se desarrolló bajo la responsabilidad de PNUD CO como Agente de Convocatoria, en coordinación con ONUDI como PUNO, hay que decir que la manera en que se estructuró su coordinación e implementación, de conjunto con las contrapartes nacionales, ONURE y UNISS, facilitó la labor de seguimiento, monitoreo y evaluación.

En este sentido, no es posible dejar de mencionar el papel fundamental de la Coordinación del Programa; así como el efectivo trabajo del CDN y la Junta del Programa en cuyo marco se identificaron de manera oportuna riesgos, cuellos de botella y se buscaron y acordaron medidas de manejo y propuestas de solución acorde a las circunstancias.

En particular, durante 2025, tuvieron lugar 6 encuentros del CDN y/o Junta del Programa. Los mismos tuvieron resultados estratégicos, dados los temas que debieron ser abordados. La posibilidad de no cumplimiento de algunos de los indicadores o metas previstos en el ML, la identificación del riesgo de no completamiento de instalación de parte de la tecnología adquirida, fueron de las cuestiones más importantes abordadas en estos encuentros, donde participó siempre la DUE y donde se establecieron los compromisos para el debido seguimiento y finalización de las acciones.

En anexo de este informe se resumen las acciones específicas de monitoreo realizadas durante 2025 por los equipos de ONUDI-ONURE y PNUD-UNISS.

Un hito importante lo constituyó la visita conjunta PNUD-ONUDI-DUE a diferentes sitios de intervención en la provincia de Sancti Spíritus. Esta visita permitió el intercambio in situ y una valoración integrada de los avances del proyecto, al tiempo que dejó como ruta crítica la necesidad de un abordaje más profundo en términos de escalabilidad de los resultados previstos.

10. COORDINACION Y SINERGIAS

Durante toda su implementación el PC a través de sus dos Objetivos EE y FRE local logró desarrollar, ampliar y/o consolidar sinergias con otros proyectos y acciones. En primer lugar, como era lógico, con aquellos proyectos también implementados en el marco del Programa de Apoyo a la Política de Energía de Cuba. Todos estos proyectos se nutrieron mutuamente y establecieron un sólido marco de referencia en múltiples aristas relacionadas con la transición energética en Cuba.

A continuación se mencionan de manera general algunos de las más importantes sinergias o acciones conjuntas y alianzas desarrolladas por EE y FRE local, tanto dentro como fuera del marco del Programa.

Aunque resulta obvio el establecimiento de estas alianzas-sinergias deja un camino abierto para futuras acciones que se espera puedan amplificar las contribuciones legadas por el PC en función de la ETS..

En el caso de EE, de manera particular se trabajó con el **Proyecto “Conectando conocimientos”**, se obtuvo un apoyo para las acciones que se desarrollan para la formación de gestores energéticos a través de las aulas especializadas, se continúa trabajando de conjunto con la Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas, en la impartición de los cursos de postgrado para los gestores energéticos, igualmente en la preparación de los proyectos demostrativos y el apoyo en las Redes de aprendizajes.

También fue muy importante la asesoría prestada a los proyectos demostrativos con especial énfasis en la Textilera “Desembarco del Granma” de Villa Clara donde se instalaron bombas de calor para su estudio y posterior replicación de conjunto con la facultad de ingeniería mecánica de esta universidad. Además, el vínculo de la Univ. Villa Clara en el ensamblaje de dispositivos inteligentes para instalar a los metrocontadores del sector residencial quien aportó también el diseño de estos dispositivos, así como el diseño del dispositivo encuestadores inteligente a instalar en las industrias altas consumidoras del país.

Proyecto “Edificios Energéticamente Eficientes 3XE”, financiado también por la UE a través de Euroclima y desarrollado por la Empresa de Automatización Industrial (CEDAI), perteneciente al Grupo GELEC, del MINDUS. La agencia encargada de la implementación del proyecto es la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Los resultados de este proyecto tributarán también al logro del Resultado 3.3 del Objetivo Específico 3 (Eficiencia Energética), relacionado con los proyectos demostrativos, en especial, con la mejora sustancial del desempeño energético en edificios públicos.

El proyecto de edificios energéticamente eficientes, de conjunto con la empresa de automatización integral, fundaron una MIPYMES para prestación de servicios energéticos “CEDAI”, lo cual permitió la participación conjunta en revisiones energéticas y donde se tomó como base para los diagnósticos energéticos la herramienta desarrollada en el marco del proyecto “Metodología para Revisiones Energéticas”. También fue desarrollado conjuntamente el proyecto demostrativo del Edificio del MINEM sobre la base de los resultados alcanzados y aplicados en el proyecto de Edificio Energéticamente Eficiente, que permitió evaluar los resultados obtenidos principalmente los asociados al uso de la iluminación inteligente, coincidentemente obteniendo resultados similares a los obtenidos en el edificio del MINEM. Igualmente se evaluaron los resultados asociados a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en azotea, el impacto por el montaje de ventanas de doble cristal para evitar el efecto calentamiento dentro de los locales, así como el uso de sistemas de climatización con multi Split con flujo de refrigerante variable como una solución que puede ser aplicada en edificios de consumos similares al de CEDAI, no siendo aplicable a edificios como el del MINEM. Otra sinergia interesante fue el desarrollo de CEDAI como empresa de servicios energéticos a todos los sectores de la economía y el sector residencial y la

posible integración con la ONURE para una SUPERESCO, ya que los resultados del estudio realizado por ECONOLER pueden ser perfectamente aplicables en estos casos.

Proyecto PNUD/GEF: “Incorporación de la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático en el desarrollo sostenible del turismo en Cuba”.

Este proyecto lo coordina CUBAENERGIA y se basa en el desarrollo del turismo en los polos turísticos de Varadero en Matanzas y Jardines del Rey en Ciego de Ávila. El proyecto tomó los resultados de las revisiones energéticas realizadas por el proyecto de EE en instalaciones del turismo y aplicaron las Guías metodológicas elaboradas para nuevas revisiones utilizando equipos de medición ya adquiridos en el proyecto de EE e incorporaron a especialistas de la ONURE y la ONN formados por la AENOR en el marco del proyecto de EE.

Proyecto PNUD-UE-AICS “Municipios sostenibles”.

Forma parte del Programa Indicativo Multianual de la UE en Cuba (2021-2027); Y tiene como sitios de intervención 8 municipios del país (incluido la Isla de la Juventud). Se propone promover un modelo de desarrollo municipal, ecológico y descentralizado, que fomente la autosuficiencia y autosostenibilidad, alimentaria y energética, con la aplicación de principios de circularidad.

El Objetivo 3 (EE) hace sinergia directa con el proyecto municipios sostenibles, principalmente con el resultado asociado al objetivo no 6 relacionado con la transición energética, donde se han aplicado las metodologías para las revisiones energéticas en entidades de los municipios, así como las metodologías de intervención en las comunidades aisladas. Igualmente, el resultado de los proyectos demostrativos en el sector residencial, la comunidad Los Alazanes y el de Managuaco han servido de base para realizar el diagnóstico energético y posibles soluciones dentro de los territorios. Los ahorros obtenidos en los proyectos demostrativos han significado un punto de partida para lograr la soberanía energética con soluciones de eficiencia energética en los municipios.

Proyecto ONU Hábitat. Mejora de la eficiencia energética y la resiliencia al cambio climático en barrios y comunidades en Cuba

Los resultados alcanzados por el proyecto de EE en el sector residencial y comunidades aisladas están siendo aplicados en este proyecto y tributan al fortalecimiento de las normativas y políticas que promueve la ONURE en el sector residencial como parte de la Estrategia de Transición Energética del país.

Por su parte, el proyecto FRE local desarrolló de manera específica las sinergias que se resumen en la siguiente tabla.

Proyectos	Objetivo	Territorio	Colaboración
FORMER-Cuba. Fortalecimiento del Liderazgo y Participación de la Mujer en el Sector de Energía Renovable en Cuba. Iniciativa de trabajo del gobierno de la República de Cuba con el apoyo de la Agencia de Relaciones Exteriores de Canadá (GAC) y de Shertritt International,	Contribuir al incremento del desarrollo social y económico de las mujeres y comunidades vulnerables mediante el uso de energía renovable en Cuba.	Holguín	En comunidad La Melba, Moa. Y capacitación de actores clave
Programa para la transición energética en el Municipio Especial Isla de la Juventud (MEIJ) mediante las Fuentes Renovables de Energía (FRE) y la Eficiencia Energética (EE)	Apoyar la concepción de un Programa para la transición energética, como vía para la mitigación del cambio climático mediante la sustitución de los combustibles fósiles en la generación de electricidad en la Isla de la Juventud a partir de FRE y del incremento de la EE, en base a criterios de resiliencia energética.	Isla de la Juventud	En comunidad Cocodrilo
Proyecto EE. Eficiencia Energética es implementado por ONUDI y ejecutado nacionalmente por la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE), perteneciente al Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	Apoyar la implementación del programa gubernamental para la gestión y conservación de la energía, incluida la eficiencia energética.	Sancti Spíritus	Entrega a los habitantes de la Comunidad Los Alazanes de los equipos de uso final de la energía generada por los SFVA y los equipos y utensilios para la elaboración del aceite de corajo.
PIAL. Proyecto de Innovación Agropecuaria Local	Desarrollar la gestión de la innovación para el desarrollo local con un enfoque de participación social, sistémico e incluyente.	Sancti Spíritus	Comunidad Los Alazanes. Feria innovación agropecuaria local y ciclos de aprendizaje en la acción

Proyecto Fortalecimiento ganadero acuícola	Promover el cultivo intensivo de tilapia, como parte de una estrategia clave para garantizar el abastecimiento de proteína a la población local	Granma	Se colabora con el acceso a la energía para el beneficio del pescado (preparar derivados y guardar)
Proyecto Agroturismo Río Cauto	Contribuir a la protección de especies, razas y variedades de trascendencia global y nacional para la alimentación, así como sus parientes silvestres y los ecosistemas que los albergan	Río Cauto. Granma	El proyecto colabora en el manejo medioambiental de las tecnologías FRE
Proyecto Mi Costa: Resiliencia costera por adaptación basada en ecosistemas de la zona sur de Cuba. PNUD	Fortalecer la resiliencia costera al cambio climático mediante el enfoque de adaptación basada en ecosistemas. Se propone restaurar el nexos y las funcionalidades de los ecosistemas, y fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades locales, los sectores clave y los marcos nacionales de planificación.	Granma	Colabora en la creación de condiciones de resiliencia al cambio climático a través de soluciones de adaptación basadas en fortalecer los servicios que brindan los ecosistemas costeros

11. CUESTIONES TRANSVERSALES

Transversalización del enfoque de género

La transversalización del enfoque de género tuvo una atención permanente en el Proyecto, dada la singularidad de este tema en la actividad energética donde tradicionalmente se reporta menor presencia y liderazgo de las mismas.

Se trabajó en el establecimiento de indicadores género-sensibles para evaluar la eficacia de las acciones de promoción de igualdad y equidad de género, en el marco de los procesos de intervención.

Se contó con el apoyo de la Oficial de Género de PNUD y del Departamento de Género de la sede de ONUDI Viena; y se mantuvo la atención y alineación con la Estrategia de Género, en construcción por el MINEM.

Ha sido promovida la igualdad de género -conforme se expresa en el “Programa Nacional para el Adelanto de las Mujeres y su Plan de Acción”- en tanto el Proyecto estimula la participación y empoderamiento de las mujeres en los distintos espacios y en la toma de decisiones.

En el caso del Objetivo 3 EE, tomando en cuenta la estrategia de género desarrollada y los resultados del taller realizado en el 2022, se potenció la participación de las mujeres en las capacitaciones y en las redes de aprendizaje fundamentalmente, no solo mujeres de la ONURE sino también de diferentes sectores involucrados en el proyecto.

En el 2025, se desarrollaron 2 talleres y un curso internacional enfatizando el rol de las mujeres en el sector de la energía en Cuba y para fortalecer los conocimientos en estos temas. Ver detalles en “Otras acciones de capacitación” en **3.2.1.3**. El 68.68% de participación fueron mujeres.

En resumen, al cierre del proyecto, 674 especialistas fueron formados a través de los cursos para gestores energéticos y otros cursos relacionados, de ellos **257 mujeres** que representan el **38.13%**.

A través de las RdAs 1,118 especialistas, de ellos 354 mujeres que representa el **29.80%**.

En otras acciones de capacitación como cursos, talleres, visitas de estudio, se capacitaron 430 personas, de ellas **198 mujeres** que representan el **46%**.

El total de mujeres participantes en estas actividades de formación e intercambio y entrenamiento durante el proyecto fue de **809** para un **36.4%**. Este valor, aunque aparentemente no es alto, es considerable partiendo del porcentaje de mujeres que trabajan en el sector de la energía en Cuba.

Dentro de otras acciones, el **25.5%** de la participación en curso de formación de auditores de la norma ISO 50001 impartido por AENOR fueron mujeres y el **9%** en el de formación de auditores energéticos de la Norma ISO 50002.

Por otro lado, el involucramiento de mujeres jóvenes en la implementación de los proyectos demostrativos del sector residencial, con el desarrollo de prototipos de dispositivos inteligentes y en el ensamblaje de los dispositivos encuestadores inteligentes para empresas alta consumidoras de energía en la INPUD, fue alta. Al mismo tiempo, a nivel comunitario, las mujeres fueron directamente beneficiarias de tecnologías eficientes energéticamente e infraestructura productiva. En Los Alazanes, el proyecto demostrativo fue liderado exitosamente por una mujer y las 9 mujeres de la comunidad fueron beneficiadas de las intervenciones del proyecto. Similares resultados fueron observados en Managuaco donde 11 mujeres involucradas en el proceso agroindustrial de procesamiento de frutas y vegetales fueron beneficiadas con utensilios de alta calidad y equipo tecnológico para la cocción de alimentos eliminando el uso de leña y las malas condiciones laborales. También, 12 mujeres del área de Terminado de la Textilera Desembarco del Granma se beneficiaron con la climatización del local a partir de la instalación del proyecto demostrativo con la instalación de bombas de calor. En anexo de este informe se adjunta el Cumplimiento del Plan de Género.



Tomado de presentación en el Taller sobre Mujeres en la gestión energética celebrado el 20 de noviembre en el marco del Taller de resultados del proyecto de EE.

Fuente: ONURE,2025

En el caso de FRE local, la transversalización del enfoque de género, tuvo también una atención prioritaria, considerando que las mujeres constituyen principales usuarias y beneficiarias directas de la actividad energética, aun cuando ellas muestran menor representatividad y liderazgo en la gestión de las tecnologías vinculadas al sector.

Durante los 22 estudios integrales de las comunidades se recogieron datos desagregados por sexo en torno a: división sexual del trabajo; acceso y control sobre los recursos, bienes y beneficios (específicamente sobre recursos o tecnologías energéticas preexistentes); distribución del tiempo y asunción de roles (productivo, reproductivo, comunitario) y participación en la toma de decisiones en las familias y necesidades en torno al uso de la energía. A partir de la aplicación de instrumentos de investigación como el árbol de problemas, la ficha familiar, la observación participante y entrevistas a líderes y lideresas locales, se identificaron posibles brechas, problemáticas y estereotipos de género, con desventajas para las mujeres respecto a los hombres.

Existe un informe al respecto que puede ser consultado cuando se requiera.

Atendiendo a lo anterior, el proyecto desarrolló una Estrategia de Género de la cual destacamos algunos aspectos.

La Estrategia consta de 3 objetivos específicos (transversalización de género; formación para la participación y el acceso con equidad a oportunidades y beneficios del desarrollo de FRE y comunicación sensible a género) y 17 acciones prioritarias, que se alinean con el Programa Nacional para el Adelanto de las Mujeres (PAM) en Cuba y responden a los indicadores de marco lógico que comprometen resultados del eje transversal. Durante la etapa de monitoreo se definieron 5 nuevos indicadores de género por Resultados del proyecto, para reforzar los ya establecidos en la evaluación de la eficacia de las acciones implementadas durante los procesos de intervención.

La Estrategia de género complementa la "Metodología de intervención social para la implementación de las FRE en comunidades rurales aisladas" y la "Estrategia formativa para la apropiación socio-técnica de las FRE", donde la sensibilización y la formación de capacidades de

los equipos de trabajo, los actores claves y locales del proyecto para transversalizar el enfoque de género, fue considerado un factor esencial. Ello permitió internalizar la propuesta de la Estrategia y traducirla a una gestión consciente y corresponsable en las diferentes etapas y procesos de toma de decisiones del proyecto, como necesaria contribución a la implementación de sus acciones y el logro de resultados.

Esta estrategia existe como documento y puede ser consultada íntegramente cuando se requiera.

Los aportes de ambos proyectos a la transversalización del enfoque de género en este sector en particular se reconocen y constituyen una guía para acciones similares, en curso o futuras.

12. RECOMENDACIONES, DIFICULTADES Y LECCIONES APRENDIDAS

DIFICULTADES ENCONTRADAS

Aunque han sido abordadas a lo largo del informe, se resumen a continuación las dificultades más importantes enfrentadas por el Proyecto durante su implementación.

- ✓ La pandemia ocasionada por el COVID 19, retrasó la implementación del PC.
- ✓ La situación económica internacional y del país, así como el recrudecimiento del bloqueo económico, comercial y financiero afectó la ejecución del proyecto, a partir de las restricciones generadas a los procesos de importación, la tramitación de transacciones financieras, el incremento de los precios de tecnología y fletes, etc.
- ✓ Los procesos de nacionalización/importación –que resultan clave para el logro de los objetivos del proyecto- mantuvieron un retraso importante, generando nuevos riesgos de incumplimiento de los cronogramas previstos.
- ✓ El déficit de combustible en el país, así como la inestabilidad del sistema electro energético nacional, tuvo un marcado impacto negativo en varias de las acciones del proyecto. Esto se tradujo en la dilación de los cronogramas de instalación de la tecnología (y, por ende, de la evaluación y medición de impactos).
- ✓ A lo anterior, se añaden las limitaciones con los medios de transportación para el traslado de equipamiento hacia los lugares de destino.
- ✓ Retraso en los procesos inversionistas previos a la instalación de las tecnologías, debido a limitaciones con la disponibilidad de los recursos requeridos (financieros, materiales y humanos).

LECCIONES APRENDIDAS

- ✓ La complejidad de este tipo de Proyecto, demanda elevados niveles de coordinación, compromiso y creatividad, para garantizar su implementación. En este sentido, las alianzas desarrolladas con los diferentes actores, entidades y gobiernos adquieren un valor estratégico.

- ✓ Las sinergias establecidas potencian los resultados del Proyecto y contribuye a una proyección de estos en línea con los procesos actuales y futuros que promueve el país (por ejemplo, la “Transición Energética”).
- ✓ El empleo de las plataformas virtuales es una herramienta vital para suplir limitaciones de combustible y para el desarrollo de muchas de las acciones previstas, así como para el monitoreo sistemático del proyecto.
- ✓ La planificación objetiva de las acciones, así como el monitoreo coordinado y sistemático resultan indispensables.
- ✓ Una adecuada gestión de riesgos y manejo adaptativo en los procesos pendientes son claves para que las decisiones puedan ser tomadas de manera oportuna.

En el caso de FRE local, particularmente, se identifican otras buenas prácticas que se comparten en la tabla a continuación.

Resultados	Buenas prácticas
R1	Metodología de intervención social para la adecuación sociotécnica de las FRE en comunidades rurales como sombrilla de todas de las buenas prácticas por su sistema de procedimientos
	Metodología de Educación Popular como pilar
	Evaluación integral de las comunidades con enfoque de género
	Convivencias comunitarias
	Alianzas sociotécnicas locales y territoriales
	Estrategia formativa para la adecuación sociotécnica de las FRE
	Acciones afirmativas en atención al papel de mujeres y jóvenes para la participación comunitaria en la construcción y manejo de las tecnologías FRE
	Aporte del proyecto a la misión de la universidad del territorio
	Jornadas Rutas de la comunidad
	Capacitación “in situ” y alfabetización energética en las comunidades
	Ciclo de aprendizaje en la acción
	Construcción de indicadores de monitoreo para desarrollo local para comunidades rurales aisladas a partir de los ODS
	Visitas socio-técnicas a las comunidades
R2	Caracterización del sustrato
	Determinación del potencial de biogás
	Adecuada selección de tecnología atendiendo a infraestructura, agitación con biogás
	Enfoque de circularidad en función del consumo de agua y/o fertirriego
	Monitoreo de la planta de biogás
	Capacitación para una correcta operación de la planta de biogás
	Diseño de estrategias para la gestión de seguridad industrial
	Plan de mantenimiento preventivo-planificado
	Captura de CH ₄
	Realizar estudio de factibilidad económica
	Implementación de fertirriego

	Capacitación a operadores/ vaquería durante puesta en marcha
	Pautas para el diseño e implementación de la sostenibilidad del uso final del biogás
R3	Integración del equipo gestor FRE local-OBE FRE-gobierno-líderes comunitarios para la implementación de la tecnología
	Visitas técnicas (trabajo en el terreno), antes durante y después
	El trabajo conjunto y multidisciplinario durante el proceso de implementación
	Adecuado intercambio técnico e integración
	Proceso de capacitación e intercambio de experiencias durante la implementación de la tecnología
	La sinergia entre proyectos que operan en el mismo territorio
	La participación comunitaria activa durante la implementación
	La integración sociotécnica y la profundidad de las informaciones del estudio integral para la toma de decisiones
	Incorporación y protagonismo de los jóvenes creando competencias bajo un enfoque multidisciplinario
Comunicación	Trabajo a partir de un plan de comunicación y visibilidad (conciliado con el donante y la agencia de implementación)
	Recopilación de todas las publicaciones de redes sociales y medios en clipping de prensa y uso de perfil en la red genérica (Facebook) para la visibilidad del proyecto y sus acciones
	Diseminación de resultados científicos en revista de impacto, libros y eventos nacionales e internacionales
	Diseño e impresión de manuales, trípticos e instructivos como apoyo a los procesos de capacitación y desimanación del accionar del proyecto
R4. Adquisiciones	Procedimiento estructurado para las adquisiciones con las diferentes importadoras
	Conciliación de los procesos de importación de las tecnologías con la UNE y su importadora
Estructura de gestión	Capacitación de los especialistas de la unidad de manejo para cada una de las funciones que realizan
	Conformación de junta de coordinación territorial con capacidad para articular la gestión del proyecto en las zonas de intervención
	Funcionamiento presencial y virtual de la coordinación del proyecto
Presupuesto	Gestión de presupuesto en conciliación con la agencia de implementación basada en su experticia según las características del proyecto
	Gestión de financiamiento en CUP desde proyectos nacionales y entidades que intervienen
Administración de bienes	Registro oportuno en el libro de bienes no fungibles según los requisitos de la agencia de implementación
	Apego al reglamento de contrataciones de la UNISS para la contratación en el marco del proyecto
Logística	Manejo de la logística con AAVV en lugar de contratos directos con proveedores

	Gestión del mantenimiento de los vehículos de forma centralizada desde la unidad de manejo
Aspectos generales	La gestión del cronograma para la importación de proyectos demostrativos basado en la herramienta Odoo
	Trabajo en equipo para la toma de decisiones en la gestión del proyecto
	La rendición de informes conciliados en el avance del proyecto en cada etapa
	Gestión de presupuesto en conciliación con la agencia de implementación basada en su experticia según las características del proyecto
	El diseño y uso de diferentes software de gestión de la información sobre las comunidades: SiGesCom

RECOMENDACIONES

Partiendo de lo anterior, se pueden identificar varias recomendaciones para futuras intervenciones:

- ✓ Capitalizar la sinergia EE-FRE como enfoque programático integrado en futuras intervenciones, diseñando desde el inicio mecanismos conjuntos de planificación, financiamiento y escalamiento que reconozcan el rol habilitante de la EE y las FRE.
- ✓ Establecer estrategia de escalamiento de los resultados del proyecto con análisis diferenciado y objetivo y el involucramiento de actores clave para su cumplimiento.
- ✓ Incorporar en los nuevos proyectos de cooperación recursos específicos para financiar la inversión inicial en EE y FRE, aprovechando los ahorros generados como mecanismo de sostenibilidad – Inversión – Ahorros de energía.
- ✓ En base a las dos recomendaciones anteriores, en el caso de EE, buscar mecanismos de financiamiento para la implementación de un modelo de SUPER ESCO orientado a facilitar la financiación, implementación y escalamiento de inversiones en eficiencia energética, particularmente en los sectores industrial y turístico en Cuba.
- ✓ Diseñar una estrategia de sostenibilidad diferenciada por tipo de intervención.
- ✓ Institucionalizar un mecanismo de seguimiento post-cierre para monitorear la evolución de las condiciones habilitantes críticas.
- ✓ Continuar desarrollando sinergias en temas transversales con otros proyectos para socializar experiencias positivas con posibilidades de aplicación para proyectos en actual proceso de implementación.
- ✓ Profundizar y socializar experiencias, en la integración del enfoque de género en las acciones enmarcadas en diferentes Proyectos, como respuesta a las prioridades del país expresadas en el "Programa Nacional para el Adelanto de las Mujeres y su Plan de Acción".
- ✓ Continuar sistematizando acciones de comunicación resaltando los resultados del Plan de Comunicación y Visibilidad (PCV).

CONCLUSIONES

El Proyecto Conjunto "Apoyo a la eficiencia energética y a la promoción de las fuentes renovables de energía en función del desarrollo local (EE-FRE local)" cumplió de manera satisfactoria sus objetivos estratégicos, generando resultados concretos y contribuyendo al fortalecimiento de la transición energética en Cuba desde una perspectiva de sostenibilidad, desarrollo territorial e inclusión social.

La implementación de las acciones previstas permitió alcanzar impactos relevantes en materia de eficiencia energética, acceso a fuentes renovables de energía y fortalecimiento de capacidades institucionales y locales. Entre los principales resultados destacan la puesta en funcionamiento de proyectos demostrativos con potencial de replicabilidad a escala nacional.

El proyecto contribuyó significativamente al fortalecimiento del marco técnico e institucional del país mediante el desarrollo de metodologías, herramientas, normas técnicas, sistemas de monitoreo y programas de formación especializados. Particular relevancia tuvo la implementación de los Sistemas de Gestión de la Energía, la creación y consolidación de redes de aprendizaje, la formación de especialistas y auditores energéticos, así como la introducción de tecnologías y prácticas alineadas con estándares internacionales.

En el ámbito de las fuentes renovables de energía y el desarrollo local, el proyecto validó modelos innovadores de intervención en comunidades rurales, demostrando que el acceso a energía limpia y confiable constituye un factor clave para mejorar la calidad de vida, fortalecer la resiliencia comunitaria, impulsar actividades productivas y reducir brechas territoriales. La instalación de sistemas fotovoltaicos, soluciones de bombeo solar, tecnologías asociadas al biogás y otras aplicaciones energéticas permitió ampliar las oportunidades de desarrollo económico y social en territorios vulnerables.

Los resultados alcanzados confirman la efectividad de los enfoques participativos impulsados por el proyecto, basados en la articulación entre gobierno, academia, sector empresarial, comunidades y organismos internacionales. La cooperación interinstitucional facilitó la apropiación de conocimientos, la generación de capacidades locales y la sostenibilidad de las intervenciones, constituyéndose en una de las principales fortalezas de la experiencia.

De igual manera, la transversalización del enfoque de género representó un aporte significativo. La participación activa de las mujeres en los procesos de capacitación, gestión, toma de decisiones y aprovechamiento de los beneficios energéticos contribuyó a su empoderamiento económico y social, reduciendo brechas y fortaleciendo su protagonismo en la transición energética y el desarrollo local.

A pesar de las limitaciones derivadas del complejo contexto económico nacional e internacional, las restricciones financieras, las dificultades logísticas y los retrasos en la adquisición de tecnologías, el proyecto demostró una elevada capacidad de adaptación y gestión. Las lecciones aprendidas corroboran la importancia de mantener mecanismos flexibles de implementación,

fortalecer las alianzas estratégicas y promover soluciones innovadoras ajustadas a las condiciones del territorio.

Finalmente, el Proyecto EE-FRE local deja establecidas capacidades técnicas, institucionales y comunitarias que garantizan la continuidad de sus resultados más allá de su período de ejecución. Los modelos desarrollados, las buenas prácticas identificadas y las herramientas generadas constituyen una base sólida para futuras iniciativas orientadas a la eficiencia energética, la expansión de las fuentes renovables de energía, la reducción de emisiones y el desarrollo sostenible de los territorios, contribuyendo al cumplimiento de las prioridades nacionales y de los compromisos internacionales asumidos por Cuba en materia de desarrollo sostenible y acción climática.