

INFORME DE IMPACTO PROGRAMA EEI COLOMBIA

AGOSTO DE 2019

DERECHOS Y PERMISOS

Todos los derechos de uso y reproducción total o parcial de esta publicación quedan reservados. Se permitirá la reproducción parcial o total del documento cuando esta se realice para fines académicos sin propósitos comerciales, o de beneficio o reconocimiento individual.

Asimismo, cualquier uso total o parcial para adaptaciones o traducciones del contenido del presente documento, deberá contar con la autorización específica de UPME y ONUDI. Se debe solicitar en cada caso la autorización de producción a la ONUDI, dirigida a Marco Matteini.

Vienna International Centre P.O. Box 300
1400 Viena, Austria
Tel.: +43 1 26026 4583 Fax: +43 1 26026 6803
Correo electrónico: M. Matteini@unido.org



El futuro
es de todos

Minenergía



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

María Fernanda Suárez Londoño
Ministra

Diego Mesa
Viceministro de Energía

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA

Ricardo Ramírez Carrero
Director General

Carlos García Botero
Subdirector de Demanda

Olga Victoria González González
Asesora Subdirección de Demanda

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Marco Matteini
Industrial Development Officer (Oficial de Desarrollo Industrial)

Johannes Dobinger
Representante - Oficina para Colombia, Guyana, Perú y Surinam

EQUIPO DEL PROGRAMA EEI COLOMBIA

Ricardo Baquero Vergara Marjorie Luz Pérez Leones
Coordinador Técnico Nacional Asistente Administrativa

OTROS COLABORADORES UNIDAD DE GESTIÓN

Elkin Eduardo Ramírez Prieto
Coordinador Programa PEVI

Elisa Rúgeles
Consultor

Erika Johanna Flórez Chala
Consultor

Verónica Ortiz Cerón
Consultor

Ulises Patiño
Coordinador Capacitaciones en Optimización
de Sistemas de Uso Final de la Energía

Raquel Sofía Hernández
Coordinador Norte de Santander

Jonathan Sanchez Rippe
Profesional especializado UPME

Lida Patricia Rivillas
Coordinadora Eje Cafetero

Oliver Javier Díaz Iglesias
Profesional especializado UPME

Josué Ángel Cristiano
Coordinador Boyacá

Francisco Navas
Asistente Administrativo

Fernando Zárate
Coordinador Santander

Impreso en Colombia

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Resumen ejecutivo | 11 |
| 2 | Antecedentes del Programa | 13 |
| 3 | Metodología de intervención en las industrias para la implementación de SGEN | 17 |
| 4 | Impacto de la implementación del SGEN: Ahorros energéticos y reducción de emisiones de CO₂ | 21 |
| 4.1. | Industrias atendidas en Fase I, - Regiones de (Boyacá, Cundinamarca, Eje Cafetero, Santander y Norte de Santander) | 22 |
| 4.1.1. | Grupo Boyacá - Cundinamarca | 22 |
| 4.1.2. | Grupo Eje Cafetero | 25 |
| 4.1.3. | Grupo Norte de Santander | 28 |
| 4.1.4. | Grupo Santander | 30 |
| 4.2. | Industrias atendidas en Fase II, en las regiones de Atlántico, Bogotá-Cundinamarca y Valle del Cauca | 32 |
| 4.2.1. | Grupo Atlántico | 33 |
| 4.2.2. | Grupo Bogotá-Cundinamarca | 35 |
| 4.2.3. | Grupo Valle del Cauca | 38 |
| 4.3. | Resultados agregados a nivel nacional implementación SGEN | 40 |
| 5 | Metodología de intervención de la industria mediante cursos de optimización de sistemas de uso final de la energía | 45 |
| 5.1. | Participación de empresas en cursos de sistemas de uso final de la energía | 47 |
| 5.1.1. | Curso de optimización de sistemas de vapor OSV | 47 |
| 5.1.2. | Curso de optimización se sistemas de motores OSM | 48 |
| 5.1.3. | Curso en optimización se sistemas de bombeo OSB | 50 |
| 5.2. | Impacto de la implementación de cursos de optimización de uso final de la energía, ahorros energéticos y reducción de emisiones de CO ₂ | 51 |
| 6 | Resultados agregados Componentes 2 y 3 del Programa EEI- Colombia | 53 |
| 7 | Resultados del diseño de productos financieros para el desarrollo de proyectos de EE | 57 |
| 8 | Programa de Evaluación Industrial – PEVI | 59 |
| 9 | Conclusiones y recomendaciones | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Beneficios ambientales globales propuestos en la formulación del programa | 15 |
| 2 | Metas indicativas PAI PROURE 2017-2022 | 16 |
| 3 | Factores de emisión por energético | 21 |
| 4 | Resumen total empresas y participantes EEI-Colombia | 41 |
| 5 | Ahorros proyectados Vs. Identificados con el Componente 2. | 44 |
| 6 | Ahorros proyectados Vs. Identificados total del Programa EEI. | 54 |
| 7 | Resultados alcanzados – PEVI Primera Fase | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Componentes programa EEI Colombia | 14 |
| 2 | Esquema metodología SGEN | 18 |
| 3 | SGEn: Mejora continúa del desempeño energético de acuerdo con la estructura de la NTC ISO 50001:2011 | 19 |
| 4 | Resumen formación industrias de la región de Boyacá-Cundinamarca | 22 |
| 5 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Boyacá - Cundinamarca | 23 |
| 6 | Emisiones generadas Vs evitadas en las industrias atendidas de la región Boyacá - Cundinamarca | 24 |
| 7 | Empresas participantes de la región Boyacá - Cundinamarca | 25 |
| 8 | Resumen formación región Eje Cafetero | 25 |
| 9 | Empresas participantes de la región Eje Cafetero. | 26 |
| 10 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Eje Cafetero | 27 |
| 11 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Eje Cafetero | 27 |
| 12 | Empresas participantes de la región Norte de Santander | 28 |

FIGURA

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 13 | Resumen formación Norte de Santander | 28 |
| 14 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Norte de Santander | 29 |
| 15 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Norte de Santander | 29 |
| 16 | Resumen proceso de formación en SGEN de Santander | 30 |
| 17 | Empresas beneficiarias Capacitación SGEN de la región de Santander | 31 |
| 18 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Santander | 31 |
| 19 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Santander | 32 |
| 20 | Resumen formación Atlántico | 33 |
| 21 | Empresas participantes de la región Atlántico | 34 |
| 22 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN atendidas en la región Atlántico | 34 |
| 23 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Atlántico | 35 |
| 24 | Resumen formación SGEN para la región Bogotá- Cundinamarca | 36 |
| 25 | Empresas participantes del grupo Bogotá - Cundinamarca | 36 |
| 26 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Bogotá - Cundinamarca | 37 |
| 27 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Bogotá - Cundinamarca | 37 |
| 28 | Resumen formación industrias atendidas de la región Valle del Cauca | 38 |
| 29 | Empresas participantes de la región Valle del Cauca | 39 |
| 30 | Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Valle del Cauca | 39 |
| 31 | Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Valle del Cauca | 40 |
| 32 | Consumo/ahorro nacional por energético según alcance SGEN industrias atendidas | 42 |
| 33 | Ahorro nacional por energético industrias atendidas | 42 |
| 34 | Emisiones generadas Vs evitadas por energético - consolidado nacional, industrias participantes | 43 |
| 35 | Emisiones generadas Vs evitadas por región industrias participantes | 44 |
| 36 | Esquema formación optimización de sistemas de uso final | 45 |
| 37 | Participación diferentes ciclos de formación OSV | 48 |
| 38 | Participación diferentes ciclos de formación OSM | 49 |
| 39 | Participación diferentes ciclos de formación OSB | 50 |
| 40 | Consumo/ahorros por energético según alcance sistemas Componente 3 | 51 |
| 41 | Emisiones generadas Vs evitadas por energético sistema de uso final de energía | 52 |
| 42 | Ahorros proyectados Vs. Identificados total del Programa EEI- TJ/año. | 53 |
| 43 | Emisiones generadas Vs evitadas total del Programa EEI- tCO ₂ /año. | 54 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------------|---|
| ANDI | Asociación Nacional de Empresarios de Colombia |
| CAEM | Corporación Ambiental Empresarial |
| CIU | Clasificación Industrial Internacional Uniforme |
| EE | Eficiencia Energética |
| FECOC | Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos |
| GEF | (Por sus siglas en inglés) Fondo Mundial para el Medio Ambiente |
| GEI | Gases efecto invernadero |
| ICONTEC | Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación |
| MME | Ministerio de Minas y Energía |
| ONUDI | Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial |
| PAI | Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética |
| PEVI | Programa de Evaluación Industrial |
| PROURE | Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales |
| RECIEE | Red Colombiana de Investigación en Eficiencia Energética |
| SGen | Sistema de Gestión de la Energía |
| SIN | Sistema Interconectado Nacional |
| UPME | Unidad de Planeación Minero Energética |

El presente informe resume los resultados obtenidos por el proyecto GEF-UPME-ONUDI, producto de las actividades, de capacitación en Sistemas de Gestión de la Energía – SGEN y en optimización de sistemas de uso final de la energía, del desarrollo del Programa de Evaluación Industrial – PEVI, del diseño de productos financieros para el desarrollo de proyectos de Eficiencia Energética - EE, y de la formulación de guía para calderas y de esquema y norma de certificación de competencias para implementadores del SGEN; llevados a cabo durante los años 2015 - 2019.

Como estrategia para la ejecución del Programa EEI – Colombia, se trabajó bajo el esquema Industria-Academia-Estado, con el fin de lograr una articulación entre el entorno empresarial, particularmente industrial, y la experticia técnica que ofrece la academia, en el marco del esquema normativo y regulatorio del Estado.

La participación de la academia se consolidó gracias a una alianza entre EEI Colombia y la red de universidades RECIEE, lo que permitió contar con docentes e instructores con amplia experiencia y conocimientos en la ISO 50001. Estos especialistas recibieron formación de expertos en el marco del programa, dentro de la estrategia para afianzar la creación de capacidades en estas instituciones académicas, previo a la transferencia de conocimiento a los industriales.

A través de los programas de formación en SGEN, se atendieron en dos fases un total de 113 industrias pertenecientes a los subsectores: fabricación de alimentos, bebidas, metalúrgicos básicos, de sustancias y productos químicos, entre otros; impartidos en los departamentos de Atlántico, Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Risaralda, Norte de Santander, Santander y Valle del Cauca. Con estas herramientas, este grupo de industrias identificó potenciales de ahorro de energía equivalentes a 1.070,23 TJ/año, correspondiente a una reducción en emisiones de Gases Efecto Invernadero - GEI de 71.832 tCO₂/año.

Asimismo, para la aplicación de herramientas de optimización de sistema de uso final de energía, se dictaron una serie de capacitaciones enfocadas en sistemas de vapor, bombeo y motores, lo que permitió atender a 80 industrias, entre ellas cementeras, fabricantes de productos químicos, fabricantes de alimentos, entre otras. A partir de los ejercicios desarrollados por las industrias, se identificaron oportunidades de ahorro de energía equivalentes a 216,77 TJ/año, lo que representa reducciones de GEI de 15.875 tCO₂/año.

En conjunto, las medidas de SGEN y optimización identificadas totalizan ahorros de 1.287 TJ/año, equivalentes a 87.707,42 tCO₂/año, lo cual supera la meta planteada en el documento de formulación del proyecto - PRODOC-, aprobado en el 2015 por el financiador del Programa, GEF.

Por su parte con la fase piloto del PEVI, se atendieron a doce (12) industrias, en las que, a través de la formulación de una serie de recomendaciones, se identificaron ahorros en consumos de 151,30 TJ/año, equivalentes a 10.058 tCO₂/año. Esta etapa del programa puede catalogarse como exitosa pues ha permitido alta difusión de los beneficios de la implementación de medidas de eficiencia energética, y el acercamiento de las industrias a las universidades. Son estas últimas instituciones quienes contarán con la mayor capacidad instalada para la réplica del Programa, a través de centros, para dar sostenibilidad a esta iniciativa, que nació producto de la ejecución del Programa EEI Colombia.

ANTECEDENTES DEL PROGRAMA

2

El proyecto EEI Colombia fue formulado a inicios del año 2015 por UPME y ONUDI, y presentado ante el GEF/FMAM en junio del mismo año. En octubre, una vez aprobado el plan de trabajo, se dio inicio a las primeras actividades del proyecto, previstas originalmente para un periodo de ejecución de tres años. Esta iniciativa se benefició de más de tres décadas de experiencia de ONUDI como organismo ejecutor del Programa Eficiencia Energética en la Industria -EEI- en diecisiete países en desarrollo y el conocimiento de la UPME en la materia.

Simultáneamente, el Gobierno Nacional adelantaba esfuerzos para promover las mejores prácticas en eficiencia energética en los sectores de consumo prioritario, a través de la publicación de la primera versión de Plan Indicativo -PAI del PROURE (Programa de Uso Racional de la Energía) 2010-2015, posteriormente priorizadas en el PAI PROURE 2017-2022¹.

A través de la última versión del Plan, se redefinieron las metas en materia de Eficiencia Energética- EE, para los sectores residencial, comercial, público y de servicios (Terciario), transporte e industria. De acuerdo con el BECO (UPME, 2017) los sectores de mayor consumo de energía del país son transporte con 37,9% e industria con 22,2%, así como los de mayor potencial de EE (5,4% y 1,53% respectivamente).

Ambos Planes dejaron de manifiesto las oportunidades de ahorro en el sector industrial y contemplaron medidas de mejora, como buenas prácticas operacionales, cambio tecnológico, implementación de Sistemas de Gestión de la Energía – SGEN según los lineamientos de la familia de normas ISO 50000, y la ejecución de auditorías energéticas. Para estas medidas, se aprobó la aplicación de incentivos tributarios, entre los años 2017 y 2018, y la posibilidad de acceder a un mercado de certificados o bonos de EE, en proceso de evaluación².

En un ambiente que reconocía la importancia de la cooperación técnica internacional como mecanismo de apoyo a las prioridades de gobierno en la materia, y como aporte al cumplimiento de metas de reducción de consumos de energía y de emisiones de gases de efecto invernadero, inició el Programa EEI- Colombia, con el objetivo de transformar e impulsar el mercado de servicios y productos de eficiencia energética en la industria colombiana a través del fortalecimiento de reglamentos y normas técnicas, la creación de capacidades e implementación de SGEN y de estrategias de optimización de procesos; así como del diseño de esquemas financieros que hicieran sostenible la implementación de medidas en el mediano y largo plazo.

¹ PAI PROURE, adoptado mediante Resolución MME 41286 del 30 de diciembre de 2016.

² Ministerio de Minas y Energía -MME- • Unidad de Planeación Minero Energética -UPME, 2016.

El Programa se diseñó y ejecutó de acuerdo con cuatro componentes operativos:

Figura 1 Componentes programa EEI Colombia



- **Componente 1: Desarrollo e implementación de reglamentos técnicos**

Este componente estuvo enfocado en la asesoría a las instituciones del gobierno para la formulación e integración de criterios de eficiencia energética en la formulación de reglamentos y normas, tendientes a la adopción de medidas de EE por parte de la industria. Las principales actividades fueron: i) Guía de selección y operación de calderas, con criterios de eficiencia energética ii) Asesoría para la elaboración del documento de consulta para el cumplimiento del futuro Reglamento Técnico de Sistemas e Instalaciones Térmicas - RETSIT, en su capítulo de sistemas de vapor, liderado por MME; aplicable a 500 calderas de gran tamaño y cerca de 1.000 pequeñas y medianas, de acuerdo con lo observado a lo largo del programa, y iii) El esquema y norma de certificación de competencias laborales para implementadores del SGen, NTC 6269:2018, y cuya certificación se piloteó dejando como resultado 15 técnicos SGen certificados, de un potencial estimado cercano a los 1.000 entre gestores o implementadores con capacidad de certificarse de acuerdo con la formación de RECIEE.

- **Componente 2: Construcción de capacidades para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía**

Este componente se centró en la formación de capacidades para la implementación de SGen en las industrias intervenidas y las universidades de las regiones vinculadas al Programa, siguiendo los lineamientos de la NTC ISO 50001:2011. Su ejecución, bajo un esquema colaborativo Industria-Academia-Estado, permitió

identificar importantes oportunidades de EE, entre ellas, las mejores prácticas operacionales de mínimo costo y rápida implementación, y proyectos específicos de mejoramiento de procesos o cambio tecnológico, generando una cultura de gestión de la energía con beneficios energéticos, económicos y ambientales claros y medibles.

- **Componente 3: Construcción de capacidades en Optimización de sistemas de uso final de la energía**

Este componente se orientó al fortalecimiento de capacidades teórico-prácticas en técnicas de auditoría energética y optimización de sistemas de vapor, fuerza motriz y bombeo, con el acompañamiento permanente de consultores nacionales e internacionales y la realización de mediciones reales en las industrias.

- **Componente 4: Promoción de mecanismos financieros para el desarrollo de proyectos de EE**

Este componente del programa se formuló con el objeto de promover el cierre financiero de proyectos de EE de las industrias participantes, facilitando escenarios tipo rueda de negocios, en donde se reunieron actores y partes interesadas del mercado, a fin de poder desarrollar mecanismos y esquemas de negocio que incentiven y hagan posible la implementación de los proyectos de EE identificados en los componentes 2 y 3. Asimismo, en el marco de este componente se buscó el diseño y gestión de esquemas innovadores de financiamiento que contribuyan a la dinamización del mercado de EE en Colombia.

Metas del Programa

El Programa EEI Colombia buscó dar cumplimiento a las metas de ahorro establecidas en el PRODOC acordadas entre el GEF/ONUDI/UPME (ver Tabla 1), y aportar a las metas sectoriales del PAI PROURE 2017-2022 que se resumen en la Tabla 2.

Tabla 1. Beneficios ambientales globales propuestos en la formulación del programa

| Ahorros de todos los componentes del proyecto | 2015-2017 (directos) | 2018-2027 (directos pos-proyecto) | 2018-2027 (directos pos-proyecto) | 2018-2027 (directos pos-proyecto) |
|---|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ahorros de electricidad (MWh) | 47.920 | 320.347 | | |
| Ahorros de combustible (GJ) | 724.027 | 4.844.986 | | |
| Total de ahorros de energía (GJ) | 896.537 | 5.998.236 | | |
| Ahorros de emisiones de GEI (tCO ₂) | 69.750 | 466.719 | 2.100.236 | 2.099.491 |

Fuente: PRODOC proyecto GEF/UPME/ONUDI 5828

Tabla 2. Metas indicativas PAI PROURE 2017-2022

| Metas indicativas de ahorro 2017 - 2022 | | |
|---|---------------------|--------------------|
| Sector | Meta de ahorro (TJ) | Meta de ahorro (%) |
| Industrial | 131.859 | 1,71% |

Fuente: UPME, PAI 2017-2022

Cabe resaltar que, para concretar las metas globales del programa, se cumplieron metas intermedias como la expedición de guías y manuales de optimización de vapor, bombeo y motores, así como el número de personas capacitadas y de empresas atendidas. Aplicando las políticas de equidad de género de ONUDI y UPME, se prestó especial atención a la participación de mujeres en las diferentes etapas del proyecto.

El esquema Industria-Academia-Estado fue fundamental en la ejecución del Programa EEI – Colombia, y quizá el factor de éxito e innovación del Programa. A raíz de la experiencia de las partes, se identificó la necesidad de lograr una articulación entre el entorno empresarial, particularmente industrial, la experticia técnica que ofrece la academia y el apoyo del Estado, como planificador y promotor de políticas y esquema normativo y regulatorio; con el objetivo de facilitar la mayor productividad y competitividad en las industrias, a través de la transferencia de conocimiento en eficiencia energética y gestión de la energía.

Dentro de esta estrategia se realizó una alianza con la red de universidades RECIEE para que, en una primera fase, se dictaron las capacitaciones de SGE_n en las regiones de Boyacá-Cundinamarca, Eje Cafetero, Santander y Norte de Santander. Así, mediante contrato suscrito con la Universidad Nacional sede Bogotá, como líder de la Red, se adelantaron las capacitaciones en sesiones impartidas en las sedes de la Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales, Universidad Francisco de Paula Santander, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC en Sogamoso. Estas instituciones se desempeñaron como receptoras y anfitrionas en el primer ciclo de formación, generando capacidades en materia de eficiencia energética.

Para la segunda fase de implementación, que incluyó industrias ubicadas en Atlántico, Bogotá-Cundinamarca y Valle del Cauca, las Universidades que apoyaron los programas de formación fueron la Universidad Nacional-Sede Bogotá, Universidad del Atlántico y la Universidad Autónoma de Occidente en Cali. Con las alianzas generadas en las dos etapas de implementación, se formaron docentes y nivelaron sus conocimientos en el tema, para ampliar la red de formadores y la oferta en estas instituciones académicas y así lograr mayor cobertura del esquema Industria-Academia-Estado.

Las capacitaciones en SGE_n, se diseñaron para iniciar con una jornada de sensibilización de las empresas/universidades, orientadas a gerentes y miembros de la alta dirección. Posteriormente, se realizaron cursos de nivel “usuario”, dirigidos a personal táctico y operativo de cada una de las empresas, y finalmente, se eligieron las personas y empresas que participarían en los cursos de nivel “especialista”.

Este proceso tuvo como reto principal, el contacto inicial efectivo y posterior compromiso de las empresas y los técnicos con el proceso, para así garantizar la continuidad y sostenibilidad del uso de las herramientas del SGE_n por parte de las industrias atendidas. Así, el reclutamiento de empresas se apoyó en aliados regionales, como son las Cámaras de Comercio, las oficinas ANDI regionales y sectoriales y personas con estrecha relación con las empresas de cada región.

De esta manera, el programa logró establecer un acuerdo directo con cada empresa, cuyo compromiso principal fue el de disponer del tiempo de un empleado, que se constituía en “gestor energético”, quien recibió capacitación en la implementación de SGEN de acuerdo con la metodología diseñada por ONUDI y UPME. El gestor fue el responsable de desarrollar, con información real de la empresa, los documentos del SGEN, gestionando su aprobación y adopción como documentos oficiales de la misma. Lo anterior, permitió alcanzar una implementación real, efectiva y sostenible del sistema de gestión, en la planta seleccionada para tal fin.

En una primera fase, se lograron establecer Acuerdos de voluntades con sesenta (60) empresas que asistieron a jornadas que totalizaron 100 horas lectivas en salón de clase, y a las cuales se les brindó acompañamiento durante los 12 meses siguientes para garantizar la implementación del SGEN en sus respectivas plantas de producción. En una segunda fase, se atendieron cincuenta (50) empresas con alcance y objetivos definidos en función del tiempo de la implementación.

En cualquier caso, el objetivo de dichos Acuerdos fue vincular, tanto al individuo que recibe la capacitación, como a la empresa, buscando que la alta gerencia en cada una de las industrias conozca y apoye el objetivo y los alcances del proceso de implementación de las herramientas SGEN. La efectividad y el éxito de la implementación dependieron del involucramiento de todas las dependencias de la empresa con el cumplimiento de metas de mejora del desempeño energético, y de la revisión del cumplimiento de dichas metas por la alta dirección de la empresa.

La formación en implementación del SGEN en las industrias colombianas se basó en la metodología ONUDI propuesta en el documento “Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía”, cuyo diseño atiende lo dispuesto en la NCT ISO 50001. Las Figuras 2 y 3 resumen la metodología propuesta, en la cual se enmarcan los componentes del SGEN.

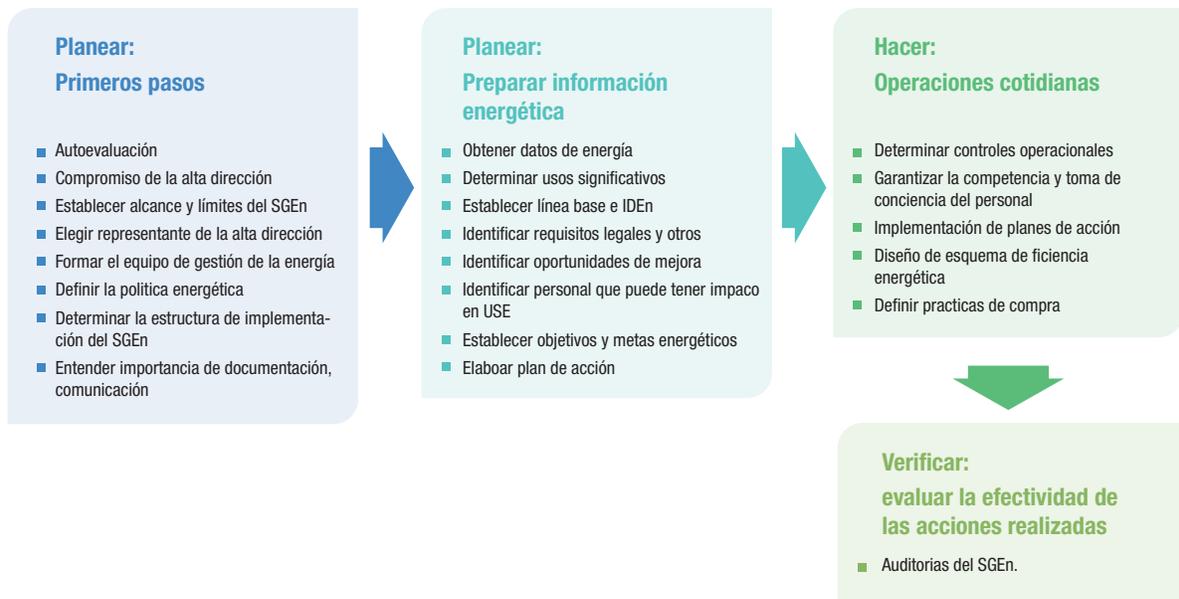
Figura 2. Esquema metodología SGEN



Fuente: (ONUDI, 2015)

Es de resaltar en esta metodología, la importancia del compromiso de la alta dirección de la organización, lo que permitió emprender acciones reales y sostenibles para la gestión de la energía, implementar los cambios necesarios en las operaciones diarias que repercuten en la reducción de costos, de emisiones y en general, en la productividad y competitividad de las empresas colombianas.

Figura 3. SGEEn: Mejora continua del desempeño energético de acuerdo con la estructura de la NTC ISO 50001:2011



Fuente: Construido a partir de “Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía” (ONU DI, 2015)

Así, en la fase I iniciaron formación ochenta y dos (82) empleados de las industrias y en la fase II cuarenta y siete (47), en representación de 63 y 50 industrias, respectivamente. De estas culminaron la capacitación en implementación SGEEn cincuenta y siete (57) en fase I y treinta (30) en fase II.

IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SGEN: AHORROS ENERGÉTICOS Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂

4

A continuación, se presentan los ahorros en consumos de energía que se obtienen con la implementación del SGEN y el equivalente en reducción de emisiones de GEI para cada una de las regiones y el consolidado nacional, como principales indicadores de impacto del Programa. También, se presentan los resultados intermedios, como son el número de empresas, las personas capacitadas y las universidades vinculadas.

Esta información tiene como fuente principal los documentos producidos por cada una de las empresas que participaron en el proceso. Con base en esta información se identificaron y validaron los datos de consumo, los usos significativos de energía, y las medidas propuestas, para alcanzar los potenciales de ahorro.

La metodología antes descrita y aplicada por cada uno de los implementadores en las industrias, permitió identificar los usos significativos de energía-USE, la formulación y análisis de líneas base, como instrumentos para definir límites y alcances del sistema. Esto condujo a que el proceso de implementación del SGEN iniciara por los procesos de mayor impacto en el consumo de cada planta, frente a los cuales se establecieron objetivos-metas y se diseñaron medidas asociadas a oportunidades reales de ahorro energético. Esto implica, para efectos de interpretar estadísticas de ahorro a lo largo del documento, que los consumos no en todos los casos corresponden a la totalidad de la planta o empresa, a sus límites físicos e incluso puede limitarse a un energético, definido como alcance del sistema por razones de consumo, impacto en la producción, o impacto en la estructura de costos.

Con estos insumos y el uso de los factores de emisión GEI para energía eléctrica del SIN³, gas natural, carbón mineral y diésel⁴, que se presentan en la Tabla 3, se estiman las emisiones de CO₂ evitadas, producto de la implementación del SGEN.

Tabla 3. Factores de emisión por energético

| Energético | Factor de emisión |
|--|-------------------|
| Emisiones Red Eléctrica SIN (tCO ₂ /MWh)* | 0,380 |
| Emisiones de Gas Natural (tCO ₂ /TJ) | 56,00 |
| Emisiones Carbón Mineral (tCO ₂ /TJ) | 88,14 |
| Emisiones Diésel (tCO ₂ /TJ) | 74,19 |

Fuente: Calculadora de Emisiones con base en el FECOC 2016 (UPME, 2017) y * Resolución UPME 774 Dic 28 de 2018

³ En el caso del factor de emisiones de energía eléctrica del SIN, se utiliza el publicado en la Resolución UPME 774 Dic 28 de 2018,

⁴ Para estos energéticos los factores de emisión son los proporcionados de manera indicativa por la UPME y publicados en la Calculadora de Emisiones de la entidad, con base en el FECOC 2016.

4.1. Industrias atendidas en Fase I – Regiones de Boyacá, Cundinamarca, Eje Cafetero, Santander y Norte de Santander

4.1.1. Grupo Boyacá – Cundinamarca

En esta región, se contó con el apoyo de la ANDI en su cámara de grandes consumidores de energía y gas y la Cámara del Comité Colombiano de Productores de Acero, así como con las Cámaras de Comercio de Sogamoso y Duitama. En el proceso de formación participaron instructores de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, en colaboración con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC.

El desarrollo del Programa comenzó con una primera jornada de sensibilización, en el mes de diciembre de 2016, en la que participaron 29 personas en representación de 21 empresas. De estas, 20 empresas continuaron en nivel usuario, para finalmente iniciar el proceso de formación en nivel especialista en 19 empresas con igual número de implementadores en formación. Una vez culminado el proceso de capacitación, 14 implementadores aprobaron el examen final y de estos se verificó la implementación exitosa en cinco industrias. En la Figura 4 se presentan un resumen el proceso.

Figura 4. Resumen formación industrias de la región de Boyacá - Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

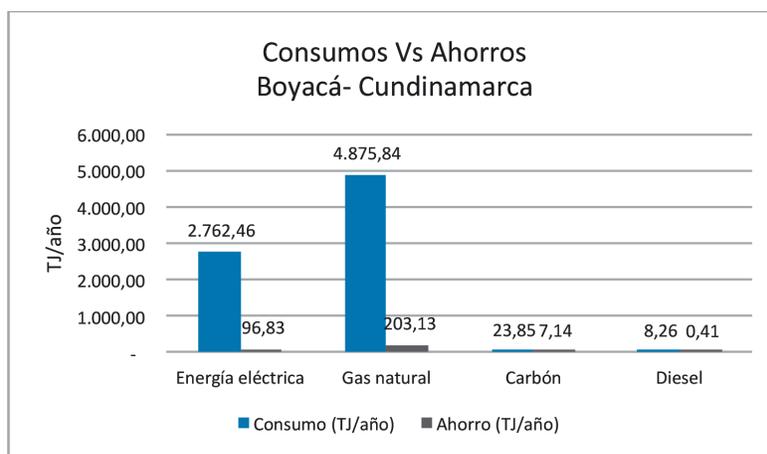
Los implementadores que completaron con éxito el examen final, representaron a 14 empresas/plantas, cuya actividad económica se resume de la siguiente manera:

- Tres empresas de “Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo”,
- Tres de “Fabricación de productos metalúrgicos básicos”,
- Dos plantas de “Captación, tratamiento y distribución de agua/servicios públicos”
- Dos de: “Fabricación de otros productos minerales no metálicos”,
- Dos de “Elaboración de productos alimenticios”,
- Una de “Fabricación de sustancias y productos químicos”
- Una de “Otras industrias manufactureras”.

Con el alcance de los SGEN de estas industrias, se identificaron consumos de tres energéticos principalmente; energía eléctrica, gas natural y carbón. El mayor porcentaje de consumo corresponde a gas natural con un 63,57%, seguido de la energía eléctrica con el 36,01%, y carbón con el 0,31%.

Para dichos consumos, del orden de 7.670,42 TJ/año, se propusieron medidas de reducción cercanas a 307,51 TJ/año, derivadas de las medidas de EE identificadas, que representa el 4% del consumo base. La Figura 5 ilustra el potencial de ahorro por energético identificado en las industrias atendidas en la región.

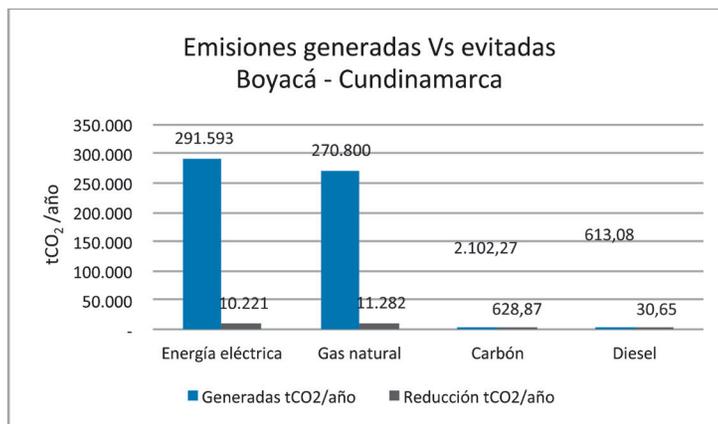
Figura 5. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Boyacá - Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

La implementación de SGEN en la región permitió identificar un potencial de reducción de 22.163tCO₂/año, que corresponde al 3,92% de las toneladas de CO₂ generadas por el consumo del escenario base. Estas reducciones provienen de disminuciones en consumos de gas natural (50,90%) y energía eléctrica (46,12%), principalmente.

Figura 6. Emisiones generadas Vs evitadas en las industrias atendidas de la región Boyacá - Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En la Figura 7 se listan las empresas que participaron y culminaron el proceso en la región. Se destacan como casos de éxito, Acerías Paz del Río y Fosfatos de Boyacá. En el caso de Acerías Paz del Río, empresa insignia de la región y segunda siderúrgica más grande del país, el SGEN fue aplicado en su Planta de Belencito, en donde se identificaron consumos que ascienden a cerca de 22GWh/mes en energía eléctrica y 882.930 m³/mes de gas natural. El alcance inicial del SGEN estuvo limitado al Tren Morgan, el cual representa el 25% del consumo total de la planta, y sobre el que se propusieron medidas de ahorro por 241.161,51 kWh/mes, que corresponden a un ahorro en energía eléctrica de 6,92 % y 4.007,72 m³/mes, equivalente a una reducción de 0,45% del consumo total de gas natural. Gracias a los ahorros alcanzados, el SGEN se aplicará a otras áreas del complejo Belencito, lo que dará oportunidad de un impacto mayor tanto en terminos energéticos como ambientales.

De igual manera, vale la pena destacar cómo en Acerías Paz del Río se venció la inercia inicial desde la parte operativa de la planta, rompiendo con las practicas tradicionales al adoptar un nuevo enfoque de gestión de la energía. De esta manera, ante una decisión de nivel directivo la empresa participó en el programa, lo cual facilitó que todas las dependencias de la empresa asumieran el compromiso y valoraran la información producida por el SGEN.

Por su parte, en la empresa Fosfatos de Boyacá, el éxito en la implementación del SGEN estuvo basado en un conocimiento previo en Sistemas de Gestión que, en combinación con la conformación de un buen equipo de gestión energética y el apoyo de la alta dirección, permitió la ejecución de proyectos como el de techado de la zona de acopio de materia prima, que disminuyó la humedad de la materia prima que ingresa al horno. El proyecto que aparentemente era unicamente de acondicionamiento de planta física, resultó ser esencial para el ahorro de energía y productividad de la planta; la inversión de 400 millones de pesos estuvo apalancada por la información producida por el SGEN y sus resultados han sido juiciosamente documentados.

Figura 7. Empresas participantes de la región Bogotá - Cundinamarca

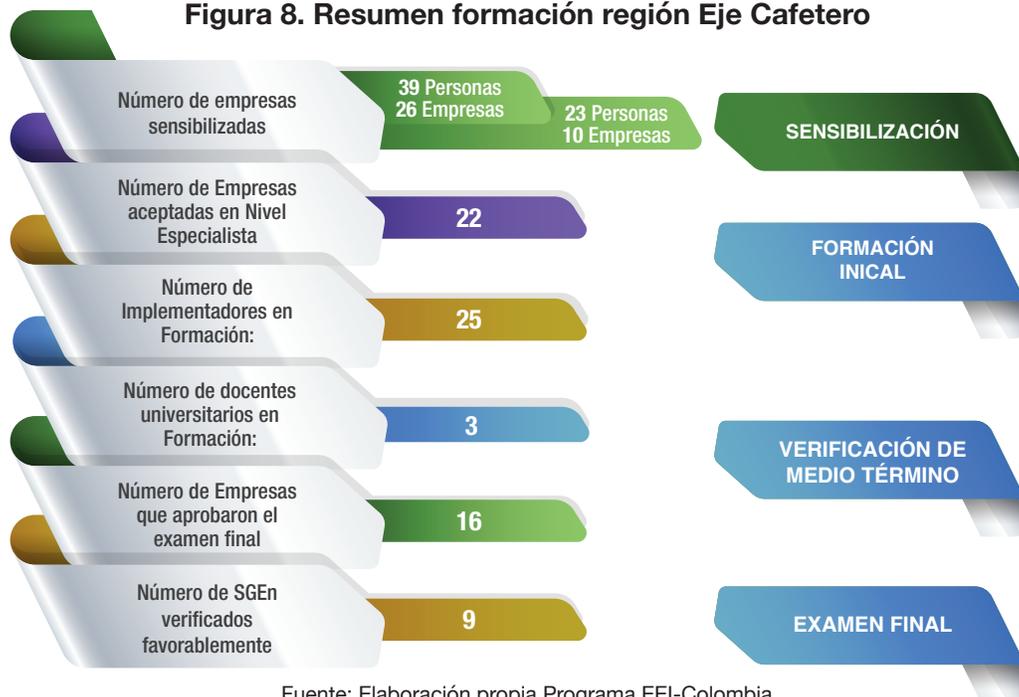


4.1.2. Grupo Eje Cafetero

La región Eje Cafetero incluyó a empresas de Manizales, Pereira y Zarzal (Valle del Cauca). Para esta convocatoria fue necesario realizar dos jornadas de sensibilización que en total permitieron convocar a 36 empresas, de las cuales 22 llegaron al curso de nivel especialista y con ellas 25 implementadores en formación.

Para esta región, tres docentes de la Universidad Autónoma de Occidente impartieron las sesiones lectivas en salón de clase, las cuales se dictaron en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, con una breve colaboración de la Universidad Libre en Pereira. Terminado el proceso de capacitación, 16 implementadores aprobaron examen final y de estos se verificó la implementación exitosa en nueve (9) industrias. En la Figura 8 se presentan los hitos para esta región.

Figura 8. Resumen formación región Eje Cafetero



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En la Figura 9 se listan los nombres de las empresas cuyos implementadores finalizaron el proceso de formación. En este caso se trató de industrias con actividades económicas de fabricación de productos de caucho y plásticos, alimentos y bebidas, entre otras.

Figura 9. Empresas participantes de la región Eje Cafetero.

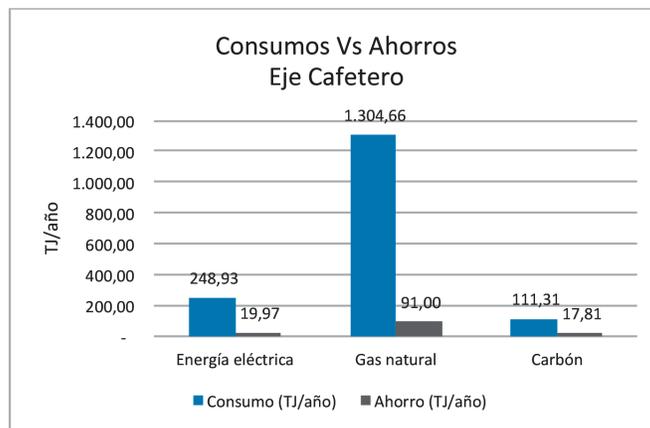


A partir del trabajo realizado por estos implementadores, se obtuvo un agregado de los consumos de energía, en los que el mayor porcentaje corresponde a gas natural con un 78,36%, seguido por el 14,95% de energía eléctrica y el 6,69% de carbón.

Para el grupo de empresas de la región Eje Cafetero se identificaron medidas de EE relacionadas con la capacitación del personal, control operacional, cambios en equipos de medición y el fortalecimiento de la cultura organizacional en materia de EE.

La implementación del SGE en esta región permitió identificar consumos por 1.664,89 TJ/año, de los cuales se propusieron medidas de ahorro de 128,77 TJ anuales, lo que equivale a una reducción de 7,73% respecto a los consumos base. El mayor porcentaje propuesto, correspondió a la reducción de consumos de gas natural (70,67%), mientras que las medidas en energía eléctrica representaron 15,51% de los ahorros identificados, y las restantes 13,83% a reducciones en el uso del carbón. Un resumen del consumo y ahorro por energético se presenta en la Figura 10.

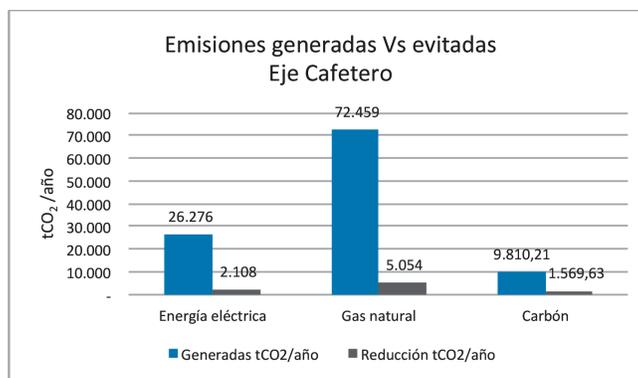
Figura 10. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Eje Cafetero



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Las medidas propuestas contribuyen a la reducción de 8.731 tCO₂ anuales, de las cuales el 57,9% corresponden a emisiones de gas natural. Los consumos y potenciales de reducción de emisiones se resumen en la Figura 11.

Figura 11. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Eje Cafetero



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En el caso de la región Eje Cafetero, se destacó como caso exitoso la Planta Colombina – Confitería que, al haber cumplido de manera exitosa la implementación de SGEN y haber alcanzado reducciones en consumos incluso mayores a las proyectadas dentro de la formulación del sistema, tiene proyectado buscar certificación ISO 50001:2018 en el segundo semestre de 2019. Asimismo, la organización garantizó la participación de varios ingenieros de diferentes dependencias en actividades de capacitación ofrecidas por el Programa EEI para la optimización de sistemas de vapor y bombeo, identificando así oportunidades de ahorro y eficiencia en sus diferentes procesos productivos, más allá del compromiso de la organización con mejores prácticas energéticas.

4.1.3. Grupo Norte de Santander

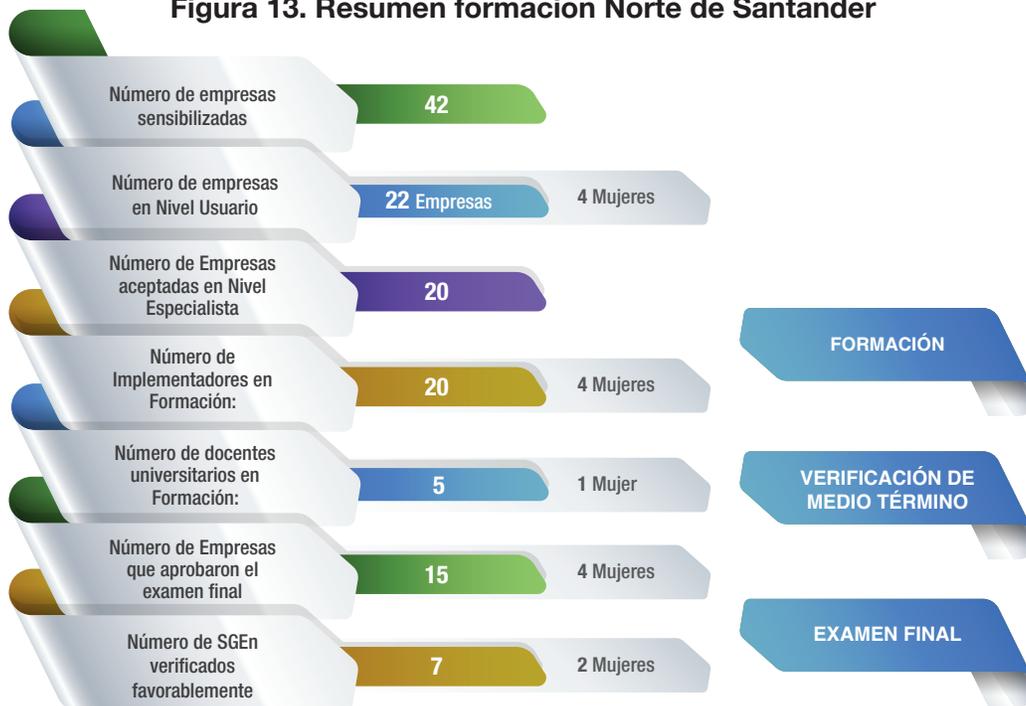
Para la región Norte de Santander se realizó una jornada de sensibilización que contó con la participación de 42 empresas, de las cuales continuaron en nivel “usuario” veintidós (22). El curso de nivel especialista se impartió con la colaboración de instructores RECIEE de la Universidad del Atlántico en Barranquilla.

Finalizado el proceso de capacitación, quince (15) implementadores aprobaron el examen final y de estos se verificó la implementación exitosa en siete (7) industrias. En la Figura 12 se listan los nombres de las empresas, cuyos implementadores finalizaron el proceso de formación y en la Figura 13 se presentan los hitos del proceso, en la que se puede identificar número de participantes, de empresas y mujeres en cada etapa.

Figura 12. Empresas participantes de la región Norte de Santander



Figura 13. Resumen formación Norte de Santander

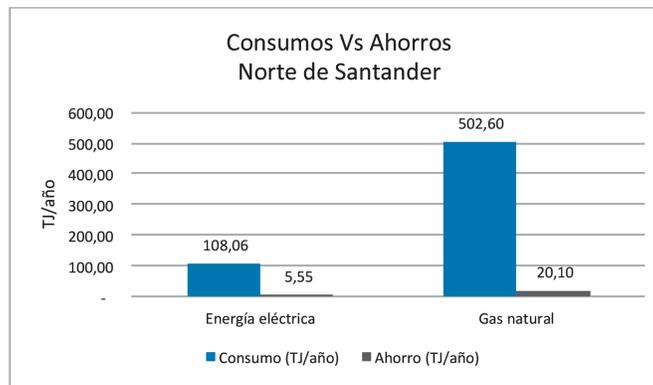


Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Con base en el trabajo realizado por los implementadores de la región, se calcularon los agregados de los consumos energéticos, los cuales se distribuyen principalmente en energía eléctrica con una participación de 17,70% y gas natural de 82,30%. De esta manera, se identificaron consumos base por 610,67 TJ/año, de los cuales se propusieron medidas de ahorro de 25,65 TJ anuales, es decir el 4,20% del consumo identificado.

El 78,35% de las reducciones propuestas corresponden a medidas de ahorro sobre el consumo de gas natural y el 21,65% a energía eléctrica. Un resumen del consumo y ahorro por energético se presenta en la Figura 14.

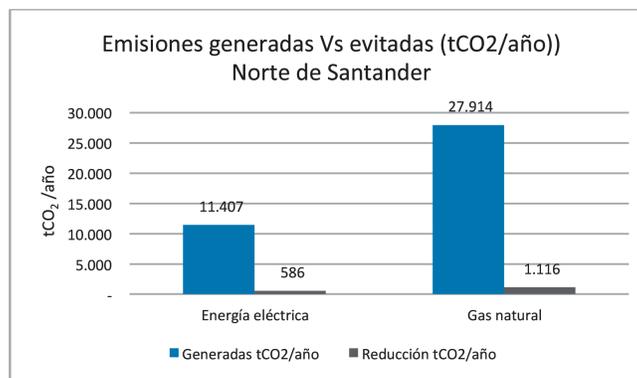
Figura 14. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Norte de Santander



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Las medidas propuestas representan una reducción de emisiones equivalente a 1.703 tCO₂/año, de las cuales el 65,57% corresponden a emisiones de gas natural y el restante 34,43% a energía eléctrica.

Figura 15. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Norte de Santander



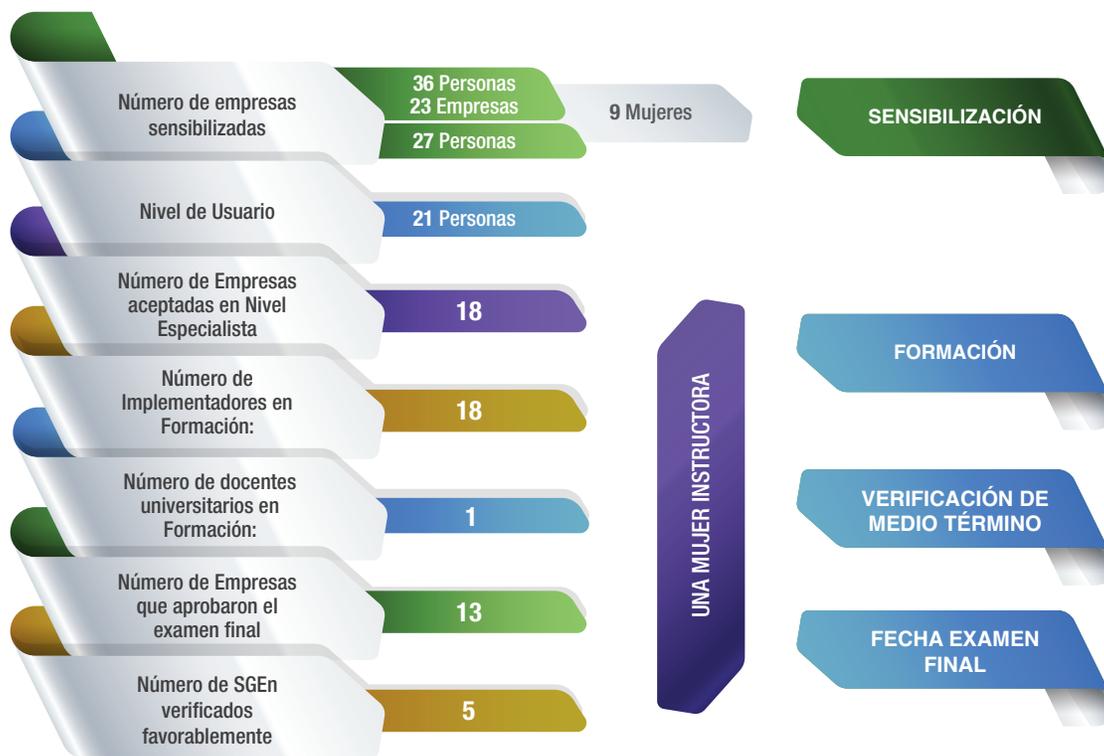
Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Como caso exitoso en la región de Norte de Santander, se resalta el ejercicio adelantado por la empresa Cerámica Italia. Dentro de las medidas implementadas por la compañía, se han desarrollado proyectos relacionados con buenas practicas operacionales y cambios tecnológicos, pero sobretodo como resultado del proceso destaca la importancia y el compromiso que se ha dado a la eficiencia energética desde la alta dirección, lo que ha permitido que los temas energéticos se visibilicen y prioricen al interior de la compañía. Como ejemplo de ello, el implementador SGen lideró un proyecto muy ambicioso de medición y submedición, desarrollado por el personal de la empresa.

4.1.4. Grupo Santander

Para la región de Santander, se realizaron dos jornadas de sensibilización que permitieron contactar a 23 empresas y 59 asistentes, de las cuales 21 continuaron en nivel “usuario”, y posteriormente 18 iniciaron el proceso de formación como especialistas en implementación del SGen. Finalizado el proceso de capacitación, 13 implementadores aprobaron examen final y de estos, se verificó la implementación exitosa en cinco (5) industrias. En la Figura 16 se presentan los hitos para esta región y en la Figura 17 se listan los nombres de las empresas cuyos implementadores finalizaron el proceso de formación. El conjunto de empresas estuvo integrado por industrias con actividades económicas diversas: alimentos, plantas de tratamiento de agua, fabricación de productos a partir de plástico, fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos, entre otras.

Figura 16. Resumen proceso de formación en SGen de Santander



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

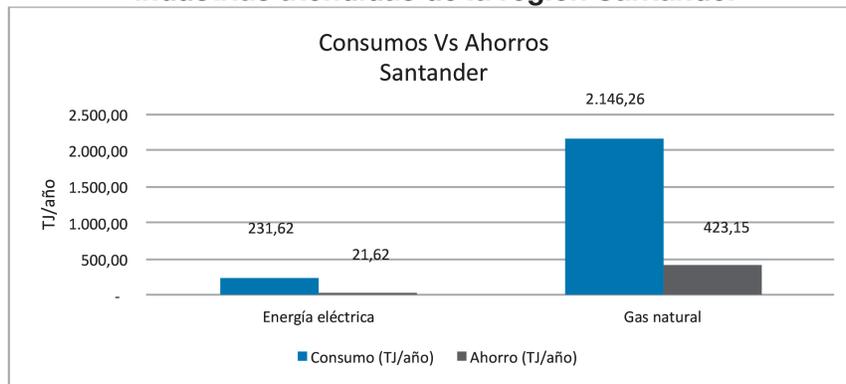
Figura 17. Empresas beneficiarias Capacitación SGEEn de la región de Santander



Con base en el trabajo realizado por los implementadores de la región, y documentado en los informes de cada una de las empresas, se calculó el consumo agregado de los dos energéticos principales, gas natural y energía eléctrica. El mayor porcentaje de consumo corresponde al gas natural con un 90,26%, y el 9,74% a energía eléctrica.

La implementación de los SGEEn en esta región permitió identificar consumos por 2.377,89 TJ/año, sobre los cuales se propusieron medidas de reducción de consumo por 444,76TJ anuales, lo que corresponde al 18,70% de ahorro. Estas medidas estuvieron orientadas, en su gran mayoría, a reducciones en el consumo de gas natural. Un resumen del consumo y ahorro por energético se presenta en la Figura 18.

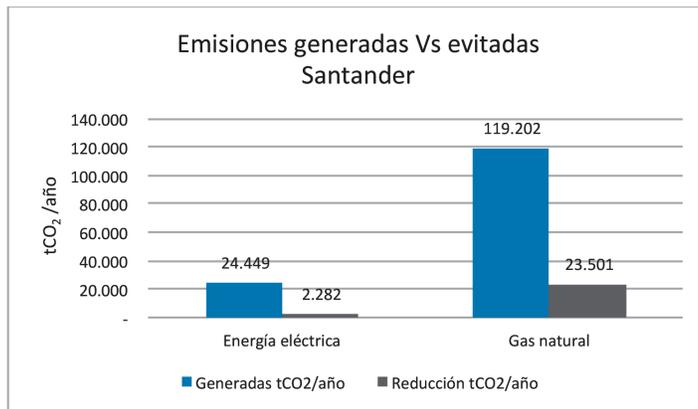
Figura 18. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEEn industrias atendidas de la región Santander



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Para el grupo de la región de Santander, se identificaron oportunidades en la reducción de consumos no asociados a la producción, necesidades de medición que redundaron en cambios operacionales, mantenimiento de equipos, recuperación de condensados, entre otras. Las medidas de ahorro propuestas aportan 25.783 tCO₂/año equivalentes, de las cuales el 91,15% corresponden a emisiones de gas natural. Los datos obtenidos se presentan en la Figura 19.

Figura 19. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Santander



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Como caso exitoso en la región de Santander, sobresale el ejercicio adelantado por la empresa Nexans, empresa multinacional dedicada a la fabricación de cable de cobre; esta filial ubicada en la ciudad de Bucaramanga es caso pionero en la implementación de la ISO 50001:2011 dentro de su grupo empresarial. En esta compañía, se han desarrollado grandes campañas de comunicación interna para la cocientización de sus empleados, apalancadas en un alto compromiso desde la alta dirección.

Particularmente, la línea base se levantó mediante la metodología de regresión lineal multivariable, lo cual requirió de un esfuerzo superior de recolección y análisis de datos que superaba la capacidad del personal disponible. Así, el implementador líder se apoyó en una estudiante de último semestre de ingeniería para el desarrollo de la regresión, con un éxito rotundo. La ayuda de la practicante de ingeniería permitió desarrollar un modelo de línea base con nivel de sofisticación similar a la diversidad de productos y referencias producidos en la planta. Actualmente, la ahora ingeniera ha sido vinculada como empleada permanente de la empresa.

4.2. Industrias atendidas en Fase II, en las regiones de Atlántico, Bogotá-Cundinamarca y Valle del Cauca

Como estrategia para ampliar el alcance e impacto del programa y aprovechar las capacidades ya creadas en regiones con presencia de Universidades RECIEE y con ello, de instructores con experiencia en la metodología de formación, se suscribieron acuerdos con la Universidad Autónoma de Occidente en Cali y la Universidad de Atlántico en Barranquilla, cuyo objetivo fue capacitar a personal de industrias de cada una de las regiones con la metodología SGE_n y que éstos aplicasen el conocimiento adquirido en sus respectivas industrias.

Por su parte, en alianza con la Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, se estableció un acuerdo de voluntades que contempló la capacitación de empresas reclutadas por la corporación, con la metodología ONUDI-UPME. Estas capacitaciones fueron impartidas por instructores de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá. A continuación se presentan los resultados para las industrias atendidas durante esta fase de ejecución del programa.

4.2.1. Grupo Atlántico

El impacto logrado en la región Atlántico, es parte de los resultados conseguidos de la alianza Empresa-Academia-Estado. En este caso, la alianza fue con la Universidad de Atlántico (miembro de RECIEE), que tiene dentro de su oferta académica la Especialización en Gestión Eficiente de Energía, con docentes e instructores formados y participantes del programa EEI-Colombia, con amplia experiencia y conocimientos sólidos en la ISO 50001 y la metodología propuesta por ONUDI y UPME.

Para la convocatoria de industrias, la Universidad se apoyó en la ANDI- Seccional Atlántico & Magdalena y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, lo que permitió materializar el interés de diez empresas en convenio con el programa. Dadas las limitaciones de tiempo, la intervención en las industrias se dio como un trabajo académico de estudiantes de la especialización, con acceso a la planta participante, lo que les permitió levantar la información necesaria para realizar la revisión energética del SGen. Un breve resumen del proceso en la región se presenta en la Figura 20.

Figura 20. Resumen formación Atlántico



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En la Figura 21 se muestran las industrias participantes de la región Atlántico, entre las que se identificaron actividades económicas de: fabricación de otros productos minerales no metálicos, fabricación de sustancias químicas y fabricación de alimentos, entre otras.

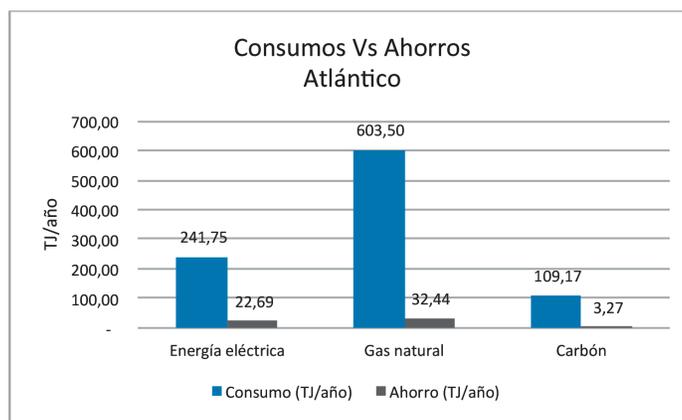
Figura 21. Empresas participantes de la región Atlántico



Con base en el trabajo realizado por los implementadores de la región, se logró estimar un consumo energético agregado de 954,42 TJ anuales de gas natural, energía eléctrica y una menor medida por carbón. Frente a dicho consumo se identificaron medidas de ahorro equivalentes a 58,40TJ anuales, lo que corresponde al 6,12% respecto al consumo base.

De esta manera, el 55,54%, del potencial de ahorro identificado, sería producto de reducciones en el consumo de gas natural, el 38,85% reducciones en consumo de energía eléctrica y el 5,61% a proyectos de reducción en el uso de carbón. Esto, a partir de oportunidades en cambios operacionales que contribuyeron a mejoras en el desempeño energético de las plantas, cambios tecnológicos y acciones de planificación de producción, operación y mantenimiento. Un resumen del consumo y ahorro por energético se presenta en la Figura 22.

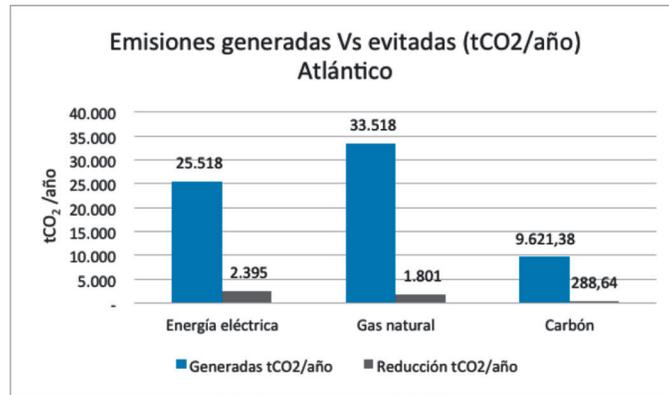
Figura 22. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN atendidas en la región Atlántico



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Las medidas propuestas aportaron una reducción de emisiones equivalente a 4.485 tCO₂ anuales, de las cuales el 53,40% corresponde a ahorros en emisiones por reducciones de consumo de energía eléctrica, el 40,16% como aporte de reducciones en gas natural y el 6,44% en emisiones por carbón.

Figura 23. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Atlántico



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Como caso exitoso en la región del Atlántico, se puede identificar a la empresa Quintal, industria petroquímica ubicada en la ciudad de Barranquilla. Su vinculación al programa surgió como iniciativa de la alta dirección en respuesta a la convocatoria realizada por la ANDI. Con el levantamiento de información del SGEEn realizado durante la formación, se identificaron oportunidades de cogeneración y estructurado varios proyectos al interior de la empresa, tanto en temas operacionales como de conversión tecnológica. Además, esta empresa participó en la rueda de negocios (actividad componente 4 del programa) y logró acercamiento con proveedores de tecnologías innovadoras.

4.2.2. Grupo Bogotá-Cundinamarca

Para el grupo de empresas de Bogotá y Cundinamarca, durante el año 2018 se estableció un acuerdo de voluntades con la Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, cuyo fin fue capacitar en SGEEn a empresas reclutadas por la corporación, utilizando la metodología ONUDI-UPME. En este proceso fue posible vincular veintiocho empresas, de las cuales veintisiete (27) iniciaron la fase de formación. La capacitación SGEEn fue impartida por instructores RECIEE pertenecientes a la Universidad Nacional Sede Bogotá. El resumen del proceso se presenta en la Figura 24.

Figura 24. Resumen formación SGEEn para la región Bogotá- Cundinamarca



Las empresas beneficiarias tienen como actividad económica la fabricación de otros productos minerales no metálicos, elaboración de productos alimenticios, fabricación de productos metalúrgicos básicos. El proceso de formación culminó con éxito en trece (13) de las industrias. Al final del curso, se verificó la efectividad de la implementación SGEEn en una muestra aleatoria de cuatro empresas, obteniendo resultados positivos en tres de estas. En la Figura 25 se listan las empresas que participaron y culminaron el proceso en la región.

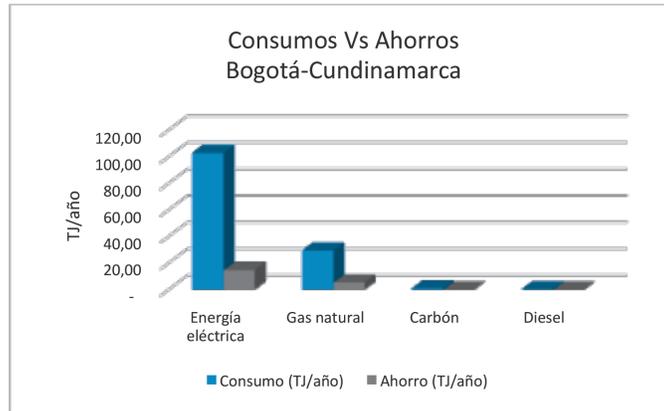
Figura 25. Empresas participantes del grupo Bogotá - Cundinamarca



Con la definición de los SGEEn del grupo Bogotá-Cundinamarca se identificaron consumos base por 133,14TJ/año, distribuidos en energía eléctrica (77,20%), gas natural (22,02%), y en menor medida carbón (0,62%) y diésel (0,16%).

Producto del desarrollo de la formación, se propusieron medidas de ahorro equivalentes a 20,20 TJ anuales, es decir cerca del 15,18% de ahorro sobre el consumo total base. La Figura 26 presenta un resumen del consumo y ahorro potencial por energético.

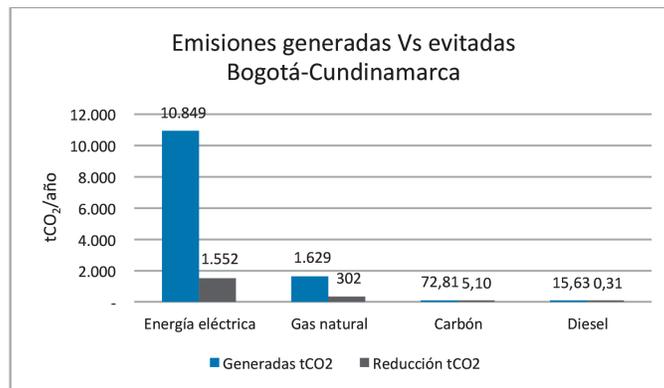
Figura 26. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEN industrias atendidas de la región Bogotá - Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Los ahorros identificados equivalen a una reducción de 1.860 tCO₂/año, lo que corresponde al 14,80% de las toneladas de CO₂ generadas por el consumo base. Los mayores porcentajes corresponden a reducciones de emisiones del consumo de energía eléctrica (83,46%) y gas natural (16,25%).

Figura 27. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Bogotá - Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Se destaca como caso de éxito la implementación realizada por Itacol en su planta de Funza, con porcentajes de ahorro de energía en la zona de pelletizado del 15%. Este potencial, podrá adicionalmente verse replicado en las otras 20 plantas que conforman el grupo industrial, en caso de implementación a futuro de su respectivo SGEN; una de ellas, la planta de Girón-Santander también participó en la fase formación e implementación.

Un segundo caso de éxito es el de la planta Alambres y Mallas S.A.-Planta Bogotá, una de cuatro plantas operadas por el grupo empresarial propietario a nivel nacional, y en las que se espera replicar el ejercicio de implementación del SGEN, como ya ocurre en la planta de Barranquilla. El principal factor de éxito en el proceso de implementación puede atribuirse al compromiso de la alta dirección, lo cual ha permitido que, dentro de las cargas laborales del implementador, se incorporen tareas como recopilación y análisis de datos. Asimismo, la compañía ha decidido realizar inversiones en I+D+i en eficiencia energética en alianza con universidades, lo cual permite prever la sostenibilidad del SGEN en el tiempo.

4.2.3. Grupo Valle del Cauca

Para la región Valle del Cauca, EEI Colombia estableció alianza a la Universidad Autónoma de Occidente en Cali, institución que cuenta dentro de su oferta académica con la Especialización en Eficiencia Energética, programa dentro del cual se dictan asignaturas en SGEN, y que cuenta con docentes e instructores formados y participantes del programa, con conocimientos sólidos en la ISO 50001 y la metodología ONUDI.

Con este marco y de acuerdo con la demanda de servicios en la región, la Universidad propuso contactar a Pymes manufactureras, convocándolas a dos sesiones de sensibilización, a partir de las que se logró el compromiso de 15 industrias que recibieron en sus instalaciones al profesional alumno de la especialización.

Figura 28. Resumen formación industrias atendidas de la región Valle del Cauca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

La actividad económica de las industrias participantes incluye: la fabricación de alimentos y bebidas, fabricación de otros productos minerales no metálicos, fabricación de productos metalúrgicos básico, actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales.

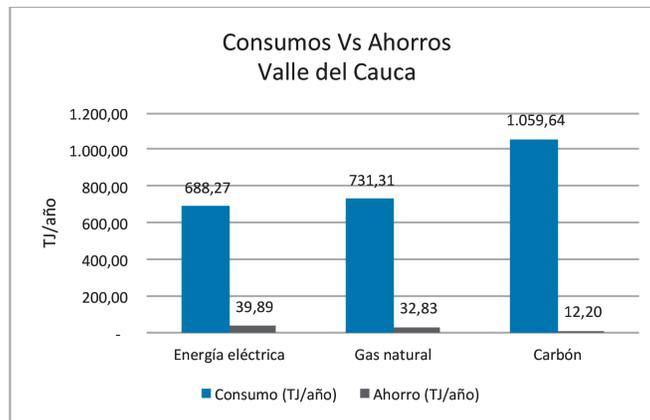
Figura 29. Empresas participantes de la región Valle del Cauca



Con base en el trabajo realizado por los implementadores, se logró calcular un consumo agregado en el que particularmente, se identificó un elevado consumo de carbón (42,74% del consumo energético total), seguido por gas natural (29,50%) y energía eléctrica con el 27,76%.

La implementación de las herramientas SGEEn en esta región permitió identificar consumos por 2.479,22TJ/año, de los cuales se propusieron medidas de ahorro de 84,92 TJ anuales, lo que corresponde al 3,43%. De estos ahorros, 46,97% pertenece a reducciones en el consumo de energía eléctrica, 38,66% a gas natural y 14,37% a proyectos de carbón. Un resumen del consumo y ahorro por energético se presenta en la Figura 30.

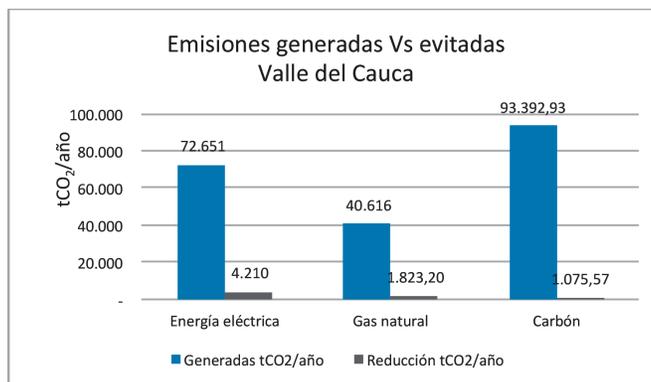
Figura 30. Consumo/ahorro por energético según alcance SGEEn industrias atendidas de la región Valle del Cauca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Las medidas de ahorro propuestas equivalen a una reducción de emisiones de 7.109 tCO₂ anuales, de las cuales el 59,22% corresponden a ahorros en emisiones por energía eléctrica, 25,65% en emisiones de carbón, y 15,16% de gas natural.

Figura 31. Emisiones generadas Vs evitadas industrias atendidas de la región Valle del Cauca



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Como caso exitoso en la región del Valle de Cauca se puede mencionar el trabajo realizado por SIDOC, empresa siderurgica ubicada en la ciudad de Calí. Dentro de los factores de éxito se destaca el alto compromiso de la alta dirección, materializado en una fuerte inversión de capital para la ejecución de proyectos de sub-medición, que le proveen a la empresa datos de consumo de todos sus procesos y que le permite generar alertas y contribuir en la toma de decisiones de nivel operativo.

4.3. Resultados agregados a nivel nacional implementación SGE

Se destaca el número de industrias que participaron y culminaron el proceso de formulación e implementación del SGE, que asciende a 113 industrias. En términos porcentuales, esto corresponde al 64% del número total de empresas convocadas en el marco del programa.

El dato anterior no incluye el número superior de industrias que logró convocarse en los ejercicios de sensibilización, con el que al menos se triplicaría el número de empresas atendidas y en las cuales se logró difundir el mensaje sobre la importancia de la eficiencia y la gestión energética. Lo mismo sucede si se contabilizaran futuras replicas en grupos empresariales con múltiples plantas. Ejemplo: Colombina, ALMASA, Itacol, Mac Pollo, entre otras.

Adicionalmente, la alianza Empresa-Academia-Estado, permitió contar con al menos 129 técnicos capacitados y especialmente, favoreció la creación de capacidades en 21 universidades, la mayoría pertenecientes a RECIEE, y particularmente de seis de ellas que trabajaron de la mano con el programa en la implementación de SGE: Universidad Nacional – Sedes Bogotá y Manizales, Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC. Estos resultados, sumados a la formación de los profesionales, el fortalecimiento de grupos de investigación al interior de las mencionadas universidades, y la capacitación de los miembros del equipo de CAEM que participaron del proceso.

Se cuenta igualmente con cifras de participación de mujeres en los diferentes eventos de sensibilización y capacitación, que evidencian una cuota importante del género sobre el total de técnicos que aprobaron el proceso de formación (19,54%), cifra que, aunque podría ser mayor, resalta la participación de la mujer dentro de procesos que hasta hace poco eran exclusivos para hombres. El resumen de los datos de participación por región, a lo largo de la ejecución del Programa se presenta en la Tabla 4.

TABLA 4. RESUMEN TOTAL EMPRESAS Y PARTICIPANTES EEI-COLOMBIA

| FASE I | Total empresas | Empresas con implementación exitosa | Total técnicos que participaron | Técnicos que aprobaron | Mujeres que iniciaron | Mujeres que aprobaron |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Boyacá | 15 | 4 | 19 | 14 | 5 | 4 |
| Eje Cafetero | 14 | 9 | 25 | 16 | 1 | 1 |
| Norte de Santander | 16 | 7 | 20 | 15 | 4 | 3 |
| Santander | 18 | 5 | 18 | 12 | 1 | 1 |
| FASE II | Total empresas | Empresas informe/ Visita final | Total técnicos que participaron | Técnicos que aprobaron | Mujeres que iniciaron | Mujeres que aprobaron |
| Atlántico | 10 | 7 | 10 | 7 | 3 | 0 |
| Bogotá Cundinamarca | 25 | 6 | 27 | 13 | 5 | 5 |
| Valle del Cauca | 15 | 10 | 10 | 10 | 3 | 3 |
| TOTAL FASE I + FASE II | 113 | 48 | 129 | 87 | 22 | 17 |

Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

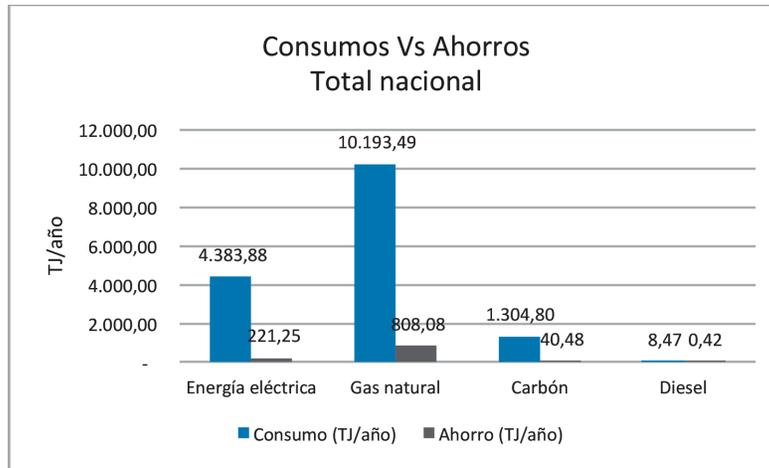
Por su parte, la información recopilada a lo largo del desarrollo del programa EEI Colombia, permitió identificar los consumos y ahorros energéticos por regiones y consolidar la información presentada a lo largo de este capítulo. En las siete regiones atendidas, se identificó un consumo total de 15.890,65 TJ/año en instalaciones industriales, de los cuales el 64,14% corresponde a consumo de gas natural, seguidos por 27,59% en aplicaciones de energía eléctrica.

Con las medidas de ahorro propuestas se alcanzan ahorros anuales de 1.070,23TJ/año, 75,51% de los cuales corresponden a ahorros en consumos de gas natural, 20,67% a proyectos eléctricos y 3,78% a proyectos de reducción de uso de carbón. Los datos obtenidos se presentan en la Figura 32.

En cuanto al carbón, diésel y otros energéticos, los porcentajes incluidos dentro de los informes de caracterización son bajos, lo que puede obedecer a la existencia de algunas barreras en recolección de información, medición y control de procesos, que impide que se cuente con mejor información de estos energéticos. El porcentaje de carbón corresponde al 8,21% y diésel se ubican alrededor de 0,05%. Actividades de medición suplementarias a la implementación inicial del SGen permitieron identificar un potencial de ahorro adicional de 132,75TJ/año equivalente a 10.319tCO₂/año en reducciones de consumos térmicos. Este último dato no ha sido incluido en las cuentas oficiales del programa.

En términos generales, la empresa promedio atendida por el programa EEI mediante implementaciones de SGen presentó un potencial de ahorro del 8% de su consumo de gas natural, y de 5,05% de sus consumos de energía eléctrica.

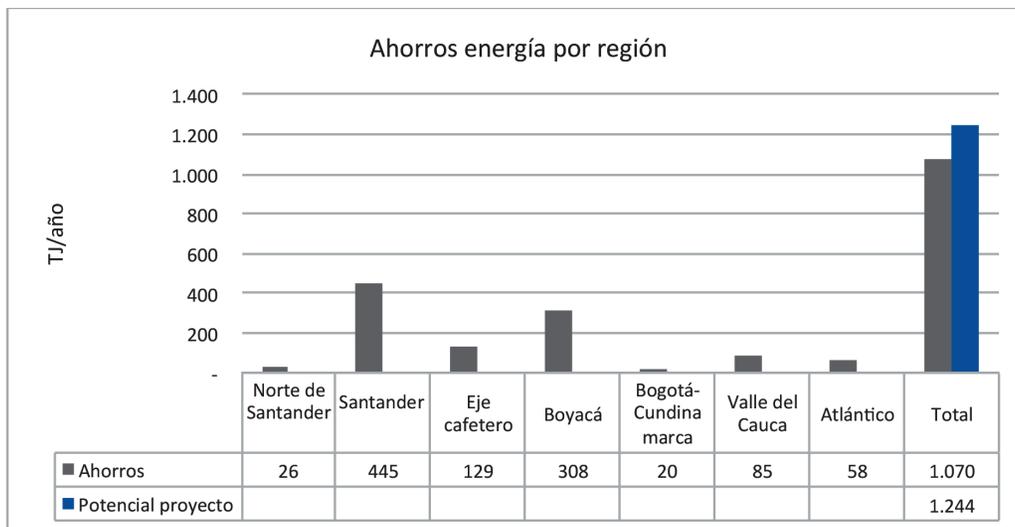
Figura 32. Consumo/ahorro nacional por energético según alcance SGen industrias atendidas



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

A partir de la Figura 33, se puede comparar el aporte de cada región al cumplimiento del potencial anual del proyecto, estimado en cerca de 1.244TJ/año, observando que las regiones de Santander y Boyacá son las que más contribuyen en términos de ahorros con 445 y 441 TJ/año potencialmente ahorrados, respectivamente.

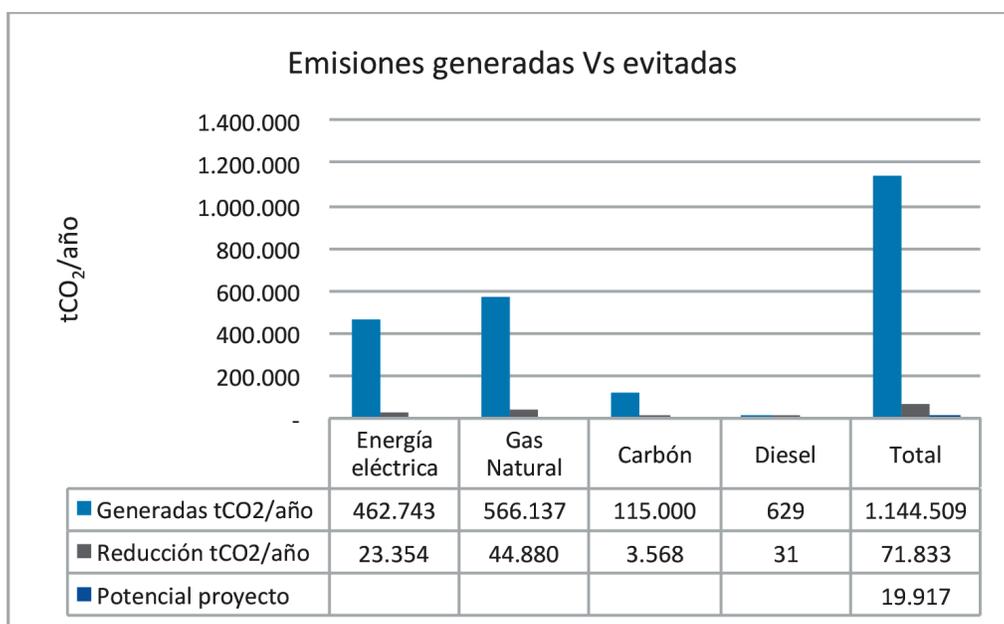
Figura 33. Ahorro nacional por energético industrias atendidas



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Al consolidar tanto los consumos como los ahorros en término de emisiones, se observa que los consumos identificados representan 1.144.508,63 tCO₂eq/año, de las cuales a partir de las medidas de ahorro identificadas se logra una reducción anual de 71.832,86 tCO₂/año, lo que corresponde al 6,28% de las emisiones producidas por los consumos base. El mayor porcentaje resulta de reducciones en el consumo de gas natural (62,48%), seguido por aplicaciones consumidoras de energía eléctrica (32,51%) y otros aportes menores en usos finales de carbón (4,97%) y diesel (0,04%). Ver Figura 34.

Figura 34. Emisiones generadas Vs evitadas por energético - consolidado nacional, industrias participantes

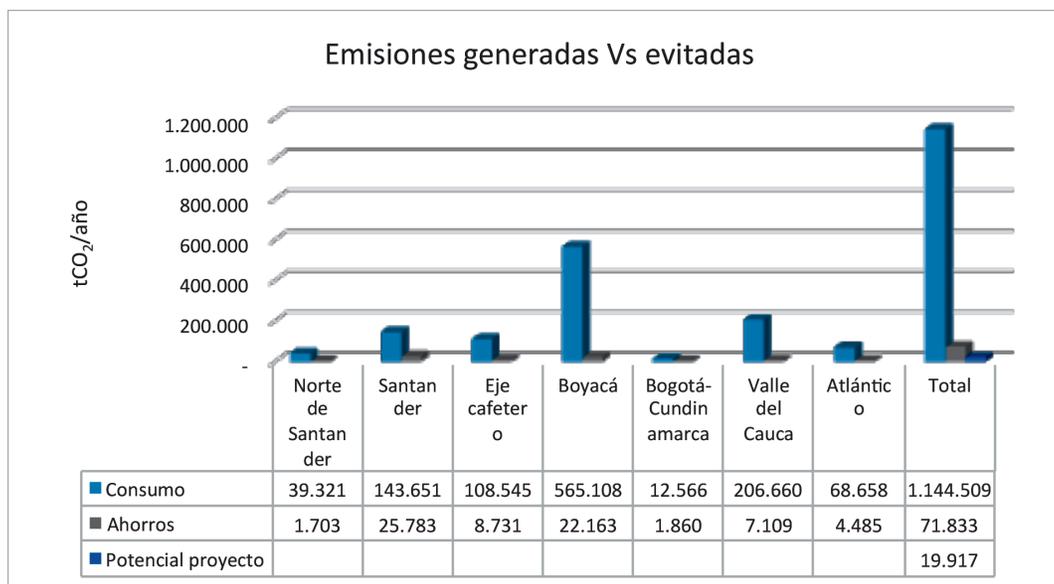


Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia – agosto 2019

En la Figura 35 se presenta la información de emisiones generadas a partir de los consumos identificados, y el potencial de ahorro de emisiones en cada región. En esta figura se observa que es la región Santander con 25.782,90 tCO₂/año la que contribuye en mayor medida a la reducción anual de emisiones, se seguida de Boyacá con 22.162,63 tCO₂.

Al comparar los ahorros obtenidos 75.720 tCO₂/año, frente a la meta de 19.917 tCO₂/año propuesta al GEF en el documento del proyecto, se puede concluir que, sólo con los resultados del componente 2 de construcción de capacidades en SGEEn, el programa EEI Colombia cumplió con la meta de reducción de emisiones.

Figura 35. Emisiones generadas Vs evitadas por región industrias participantes



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia – agosto 2019

En este mismo sentido, al presentar los resultados del Componente 2 en los mismos términos utilizados en la formulación del Programa, y de acuerdo con lo registrado en el PRODOC, en la Tabla 5 se puede observar el nivel de cumplimiento respecto a las metas establecidas, las cuales se alcanzaron de manera amplia, destacando que dichas metas se establecieron para un horizonte de dos años efectivos de ejecución de actividades. Esto nos sitúa en un escenario conservador de reducción de emisiones, que bien podría incrementarse en un 50 % si se extrapolaran los resultados a un tercer año de generación de ahorros directos, es decir de ahorros producidos durante la vida efectiva del programa.

Tabla 5. Ahorros proyectados Vs. Identificados con el Componente 2.

| | Proyectado Total Proyecto | Identificado Componente 2 |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Ahorros de todos los componentes del proyecto | 2015-2017 (directos) | 2015-2017 (directos) |
| Ahorros de electricidad (MWh) | 47.920 | 122.916 |
| Ahorros de combustible (GJ) | 724.027 | 1.697.954 |
| Total de ahorros de energía (GJ) | 896.537 | 2.140.453 |
| Ahorros de emisiones de GEI (tCO ₂) | 69.750 | 143.666 |

Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN DE LA INDUSTRIA MEDIANTE CURSOS DE OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE USO FINAL DE LA ENERGÍA

5

Para el componente 3 del programa se planteó como objetivo el fortalecimiento de las capacidades técnicas para optimizar, a nivel nacional, la eficiencia de sistemas de motores, bombeo y vapor. Desde la formulación del Programa, se dispuso un enfoque práctico y de contacto directo con las empresas, potencializado por la colaboración de instructores internacionales para garantizar la mejor formación y transferencia de conocimiento disponible.

Se diseñó un esquema orientado en tres niveles: sensibilización de gerentes y sensibilización técnica de agentes comerciales, formación técnica a nivel de “usuario” y finalmente a nivel “especialista”. Cada nivel, con un alcance específico y dirigido a diferentes perfiles de profesionales.

Figura 36. Esquema formación optimización de sistemas de uso final



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

El proceso de convocatoria de industrias se valió de la información de contacto levantada previamente por el componente 2 del programa, información de proveedores facilitada por los consultores nacionales e internacionales, e información suministrada por agremiaciones como las Cámaras de Comercio, la ANDI y Asociación Colombiana de Medianas y Pequeñas Empresas-ACOPI. También, se realizó difusión a través de redes sociales.

De acuerdo con el diseño general, se realizaron las jornadas de **sensibilización de gerentes**, a fin de lograr acercamiento con representantes de las posibles industrias a vincular en el programa, señalar la importancia y el enfoque del mismo.

La **Capacitación de agentes comerciales** estuvo orientada a personal técnico vinculado con la fabricación, venta e instalación de equipos y sistemas de generación, distribución, recuperación y consumo de energía en cada uno de los sistemas, con el objetivo de brindar información a los profesionales de acuerdo con sus perfiles, y enfocada en:

- Concientizar acerca de la importancia y ventajas de la aproximación como “sistema energético” para la optimización de sistemas ONUDI, trascendiendo la aproximación de optimización de “equipo aislado”, multiplicando así las oportunidades y potenciales de ahorro de energía.

- Apoyar a los fabricantes en la identificación de medidas necesarias para ajustar y redefinir su oferta de productos/servicios en una visión completa de sistemas de uso final de energía y no simplemente suministro de equipos.

El siguiente módulo de formación fue el de **nivel usuario**, dirigido a ingenieros de operación y mantenimiento de las plantas industriales y vendedores de equipos/servicios. Esta formación tuvo como objetivo realizar el diagnóstico preliminar de los sistemas a intervenir y en la obtención de posibles reducciones de costos producto de medidas de control y operación, mantenimiento y uso racional del recurso energético. Este diagnóstico se realizó utilizando herramientas informáticas a partir de información secundaria (no se realizaron mediciones directas en las instalaciones).

Finalmente, el **módulo de nivel especialista** consistió en un entrenamiento teórico-práctico intensivo en el diagnóstico y optimización del sistema, orientado a profesionales de cada una de las empresas y proveedores de equipos/servicios. Con esta formación se buscó trabajar con la información detallada para el diagnóstico, la resolución de problemas y las mejoras de sistemas industriales de uso final de la energía.

Dentro de esta fase de formación y como incentivo a la calidad de los ejercicios desarrollados por los profesionales en formación, se ofreció por parte del programa el servicio de medición a 15 plantas de cada uno de los tres ejercicios (vapor, motores, bombeo), para el análisis de variables eléctricas, mecánicas y térmicas. Este ejercicio fue desarrollado por empresas o personal especializados en medición, elegidos a través de procesos de contratación abiertos. Una vez adelantados los servicios de medición, los técnicos en formación tuvieron que elaborar un reporte de diagnóstico detallado de sus sistemas.

Por último, se diseñó y aplicó un examen final del curso que, junto con el diagnóstico detallado final, determinaron el nivel de éxito y aprobación o no del curso por parte de los técnicos en formación.

Las capacitaciones se realizaron en sesiones de clase en salón, demostraciones prácticas en campo impartidas por consultores internacionales, con las competencias, formación y experiencia suficientes para garantizar que los técnicos formados adquirieran capacidades para:

- Brindar asistencia técnica a las industrias y asesoramiento al personal de planta para el desarrollo e implementación de proyectos de optimización de sistemas de uso final de energía.
- Contar con formación en técnicas de diagnóstico, identificación de oportunidades de mejora y desarrollo e implementación de mejoras operacionales.
- Uso de herramientas para la correcta selección de proveedores de servicios energéticos para la operación y mantenimiento de equipos y sistemas.
- Asesorar a la dirección de sus empresas acerca de los beneficios y oportunidades que representan este tipo de proyectos para la organización.

A continuación, se presentan una visión general de la participación en cada uno de los procesos y los principales resultados obtenidos. Como en el caso de los SGEN, la principal fuente de información es la consolidación de los informes preparados por cada uno de los técnicos capacitados, lo que permite estimar los consumos de energía asociados a cada proceso y los ahorros estimados de acuerdo con las medidas propuestas, y a partir de la cual se calculan las reducciones de emisiones de CO₂ por energético. Estos resultados se estiman de acuerdo con los factores de emisión reportados en la calculadora de emisiones, de la UPME (UPME, 2017), presentados en la Tabla 3 de este documento.

5.1. Participación de empresas en cursos de sistemas de uso final de la energía

5.1.1. Curso de optimización de sistemas de vapor - OSV

Particularmente para la formación OSV, se realizaron cinco jornadas de sensibilización en las ciudades de Manizales, Pereira y Bogotá (3 jornadas), durante el mes de abril de 2018, con un total de 65 participantes, que representaron a 57 empresas, entre industrias, proveedores y universidades. En el mismo mes se adelantó la jornada de sensibilización comercial, con la asistencia de 15 personas. Con el desarrollo de estas jornadas se pudieron identificar los perfiles de participantes a las siguientes fases de formación y adicionalmente, dentro de los temas técnicos, se pudo observar que el tamaño de las calderas en las industrias convocadas estaba por debajo de los 300 BHP, tamaño 44% menor al esperado en la formulación del curso (mayores a 600 BHP).

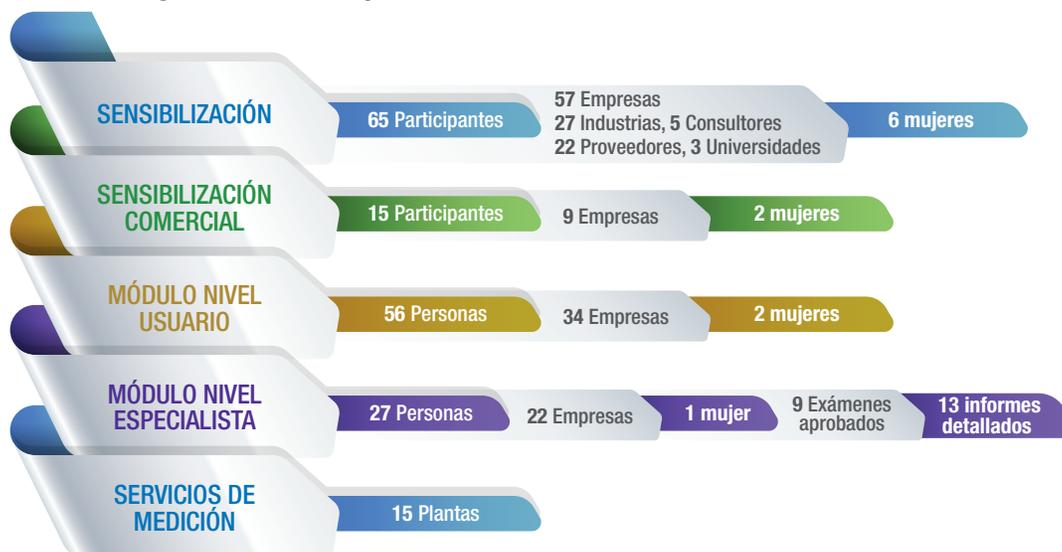
Las jornadas del curso de nivel usuario se llevaron a cabo en jornadas diarias de ocho (8) horas, en la ciudad de Manizales durante los días 24 y 25 de abril de 2018 y en Bogotá durante los días 26 y 27 de abril de 2018. En esta jornada se logró la participación de 56 personas, entre ellas 2 mujeres, para una representación total de 34 empresas, 11 de ellas con plantas en la ciudad de Manizales y 23 en la ciudad de Bogotá. Producto de esta fase de la formación se produjeron informes preliminares de diagnóstico del sistema a intervenir.

La evaluación de los mencionados diagnósticos preliminares, a cargo de los consultores nacionales e internacionales permitió la selección de los casos admitidos en el módulo de nivel especialista, seleccionando 27 individuos de los cuales sólo 23 efectivamente tomaron el curso completo. El curso se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá y fue impartido por expertos internacionales con el apoyo de un consultor nacional.

La capacitación se desarrolló en dos fases, una primera teórica con sesiones en salón y una segunda sesión práctica en la planta de Gachancipá de la empresa Protisa de Colombia, quien accedió a recibir la visita de todo el grupo de técnicos en formación para la realización de demostraciones por parte de los instructores.

A partir de la sesión práctica se evaluó de forma completa el sistema de generación, distribución y uso final de vapor en el proceso productivo y se analizó la información procesada mediante los softwares SSAT y SSMT, con lo cual se obtuvieron los insumos para que cada participante replicara el ejercicio en su respectiva planta. Los resultados de las jornadas, en cuanto a participación se resumen en la Figura 37.

Figura 37. Participación diferentes ciclos de formación OSV



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Tras terminar la medición en las quince plantas seleccionadas, se consolidaron trece (13) informes de diagnóstico detallados, que incluyen:

- Descripciones de los sistemas de vapor
- Uso de las herramientas de software SSST y 3E Plus en todos los diagnósticos realizados, cuyos análisis permiten identificar posibles deficiencias y oportunidades de mejora
- Balances másicos y térmicos sin el uso de las herramientas, cuando estas no permiten su modelación
- Identificación de oportunidades de optimización de uso final de vapor, y
- Evaluación técnica y económica de las medidas asociadas con las oportunidades detectadas

5.1.2. Curso de optimización se sistemas de motores OSM

Se realizaron tres jornadas de sensibilización en las ciudades de Barranquilla, Bucaramanga y Bogotá, durante el mes de julio de 2018, con una participación de 134 participantes, que representaron a 99 empresas, entre industrias, proveedores y universidades. En este caso, se identificó como factor clave el contacto directo con las cinco empresas proveedoras de sistemas de motores más importantes a nivel local, a las cuales el experto nacional les hizo presentación del programa y sus oportunidades, para garantizar su participación. En el mismo mes se adelantó la jornada de sensibilización comercial, con la asistencia de 48 personas. Las sesiones estuvieron orientadas al estado del arte de la eficiencia energética en Colombia para los motores eléctricos, el enfoque

sistémico que aborda el curso (fuente, VFD, motor, acoples y carga) como guía para determinar los ahorros energéticos.

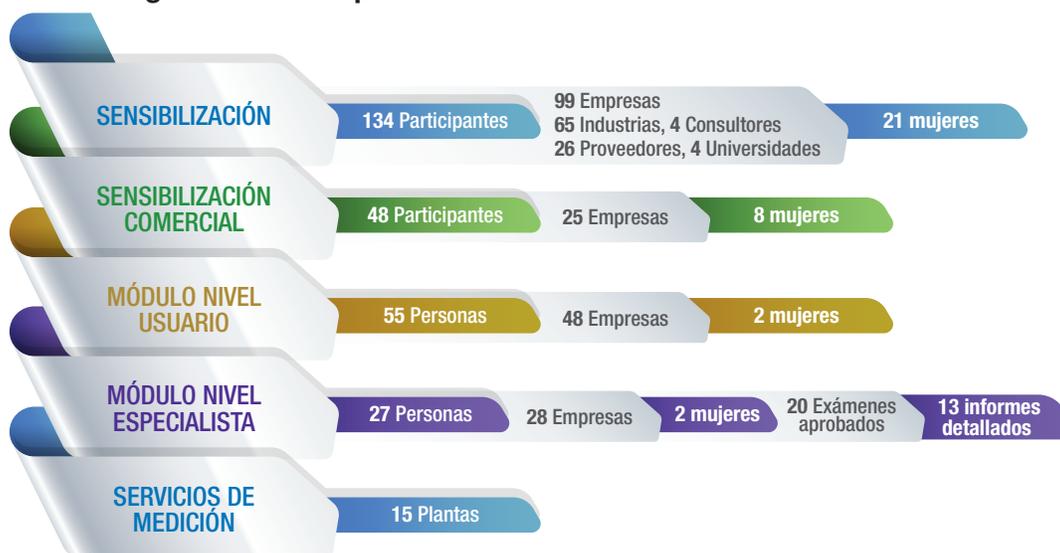
Producto de las jornadas de sensibilización se logró la inscripción de 65 personas para el curso de nivel usuario, de las cuales efectivamente participaron 55 en representación de 48 plantas. Las jornadas de formación se llevaron a cabo durante los días 25 y 26 de septiembre en la ciudad de Bucaramanga y en Bogotá durante los días 27 y 28 de septiembre, impartidas por un experto internacional y un experto nacional.

Además del material propio del curso, se preparó una guía de evaluación preliminar, con información de cada planta, se diseñó y aplicó un examen para la evaluación preliminar de los participantes como criterio de selección para el nivel especialista.

A partir de los resultados de la evaluación de los diagnósticos preliminares y exámenes, a cargo de los consultores, se seleccionaron 30 asistentes a quienes se invitó a la formación nivel especialista y de los cuales efectivamente participaron hasta el componente práctico 27. El curso se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá.

La capacitación se realizó en dos fases: una primera teórica con sesiones en salón y una segunda sesión práctica en la que se evaluaron, de forma completa y simultánea, dos sistemas de fuerza motriz dentro de las plantas industriales: Helios 1 y Yomasa. Se desarrolló un ejemplo de análisis con el proceso de la planta ladrillera, se analizó la información procesada mediante el uso de la herramienta de software “System Motor Tool”, con lo cual se logró una demostración in situ de la metodología y equipos usados para la medición; el proveedor de los servicios de medición presentó los gráficos obtenidos. El detallado proceso de interpretación permitió que cada participante replicará en su respectiva planta el análisis propuesto. Los resultados de las jornadas se resumen en la Figura 38.

Figura 38. Participación diferentes ciclos de formación OSM



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

5.1.3. Curso en optimización se sistemas de bombeo OSB

Se realizaron cinco jornadas de sensibilización en las ciudades de Sogamoso, Cali y Medellín (3 sesiones), durante los meses de agosto e inicio de septiembre de 2018, con una participación total de 114 asistentes, que representaron a 84 empresas, entre industrias, proveedores y universidades. En el proceso de convocatoria fue clave el apoyo de las Cámaras de Comercio en cada una de las ciudades, FENALCO, la ANDI y los bancos locales a través de sus líneas de sostenibilidad. Durante el mes de octubre se adelantó la jornada de sensibilización comercial.

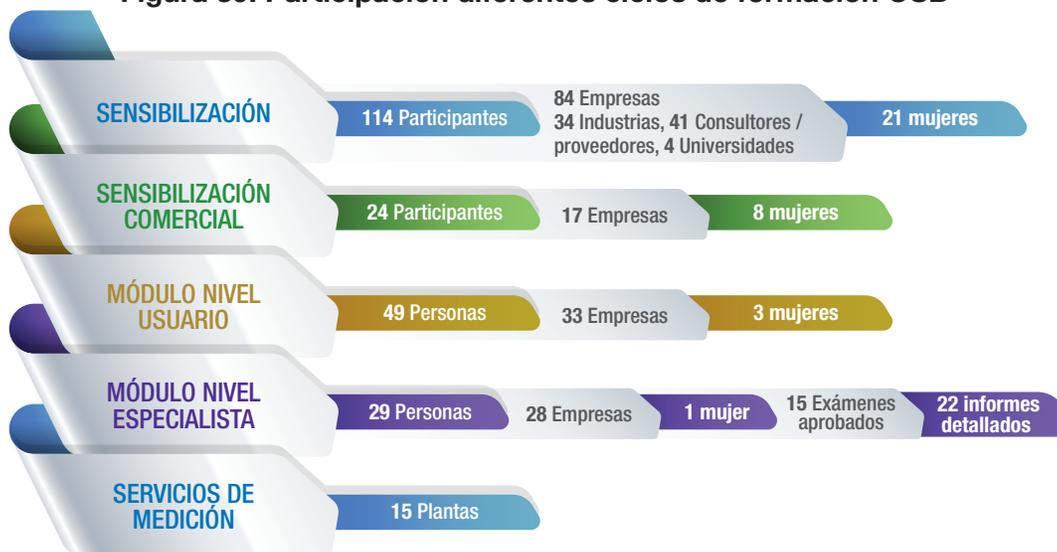
El curso de nivel usuario contó con la participación de 46 profesionales, en representación de 34 empresas. Las jornadas de formación se llevaron a cabo durante los días 1 y 2 de octubre en la ciudad de Sogamoso, y en Medellín durante los días 4 y 5 de octubre.

Los participantes fueron seleccionados de acuerdo con los reportes de diagnóstico preliminar, obtenidos en la fase de nivel usuario. En la fase nivel especialista de la capacitación se formaron 29 técnicos. Estos participantes, pertenecen a plantas ubicadas en nueve departamentos del país: Antioquia (8), Atlántico (1), Bogotá (7), Boyacá (2), Caldas (2), Cauca (1), Córdoba (1), Santander (3) y Valle (4).

Siguiendo la metodología de los demás cursos, la capacitación se impartió en dos fases: una primera teórica con sesiones en salón y en dos sesiones prácticas en la planta anfitriona, en este caso, la Planta de acueducto y tratamiento de aguas de Ayurá en la ciudad de Medellín. Durante el desarrollo de cada una de las sesiones prácticas, se evaluaron dos sistemas de bombeo.

Como resultado del proceso, los técnicos en formación prepararon los informes de diagnóstico detallado (22 informes) y presentaron el examen final, el cual fue aprobado por 15 profesionales. Los resultados de participación en las jornadas se resumen en la Figura 47.

Figura 39. Participación diferentes ciclos de formación OSB



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

5.2. Impacto de la implementación de cursos de optimización de uso final de la energía, ahorros energéticos y reducción de emisiones de CO₂

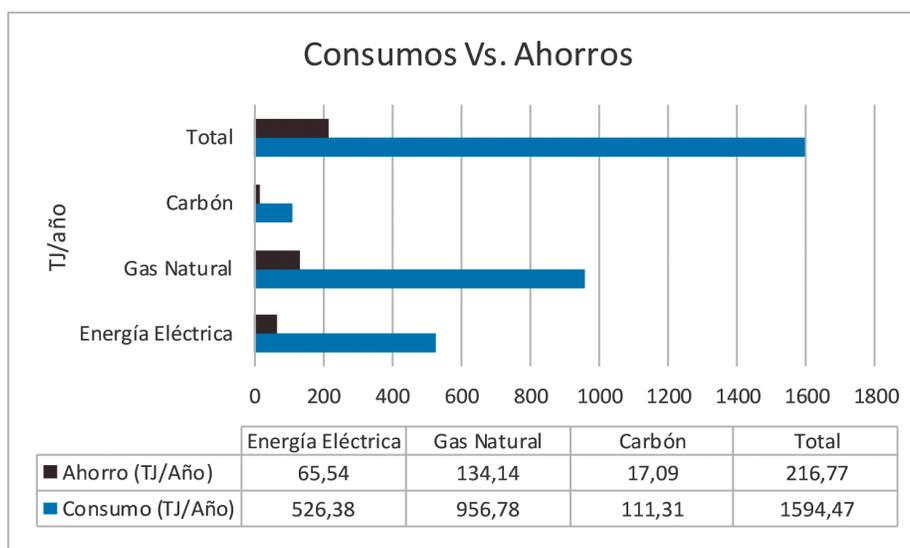
Teniendo como insumos los informes de los tres ejercicios de optimización de sistemas de uso final de la energía y una vez consolidada la información de los entregables, se documentaron los consumos de energía, los potenciales de ahorro y reducción de emisiones identificados.

Un primer resultado predecible indica que el mayor consumo energético está dado por aplicaciones consumidoras de gas natural, es decir calderas, con 956,78 TJ/año, seguido por un consumo de energía eléctrica de 526,38 TJ/año y carbón 111,31 TJ/año (también en calderas). En el caso de SGEEn, la caracterización estuvo centrada en energía eléctrica y gas natural principalmente, y en menor medida en carbón; otros combustibles como diésel o GLP no fueron considerados.

Asimismo, al cuantificar los ahorros propuestos en medidas asociadas con optimización de sistemas de uso final de la energía, se identificaron ahorros por 216,77 TJ/año, de los cuales 134,14 TJ/año corresponden a sistemas de gas natural, 65,54 TJ/año a energía eléctrica y los restantes 17,09 TJ/año a carbón. Al sumar el potencial de los sistemas de gas natural y de carbón, se puede decir que el potencial agregado en calderas es de 82 TJ/año.

Un segundo resultado predecible es el gran potencial de ahorro identificado en los sistemas de carbón, 15,35% en promedio, siendo el porcentaje más alto si se compara con los potenciales de ahorro en los sistemas a gas natural y energía eléctrica. Los datos por energético se presentan en la Figura 40.

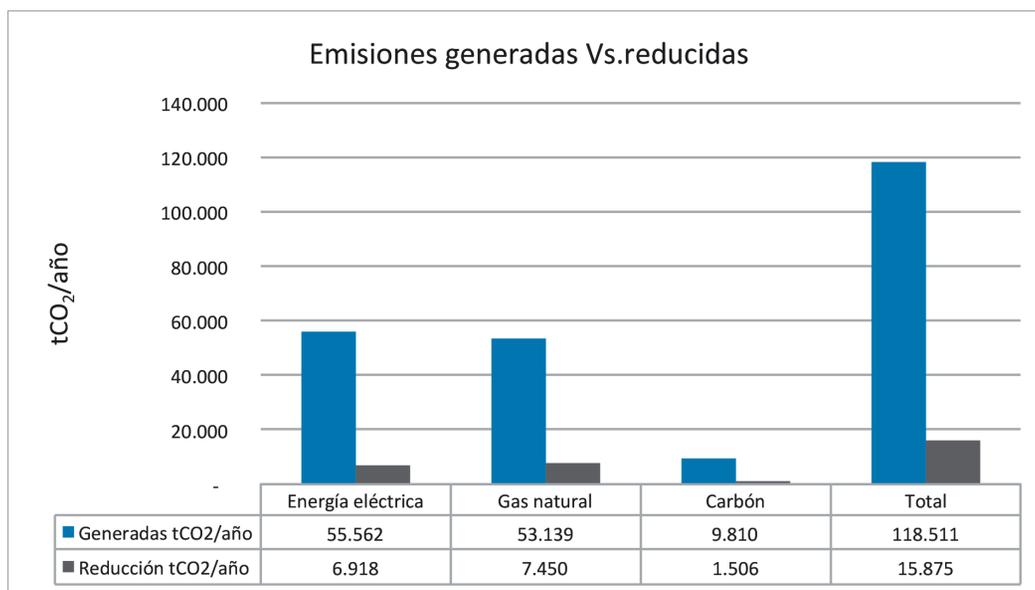
Figura 40. Consumo/ahorros por energético según alcance sistemas Componente 3



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

Al aplicar los factores de emisión a los proyectos identificados, se cuantificaron unas emisiones base de 118.511,07 tCO₂/año sobre las cuales se propusieron reducciones por 15.874,56 tCO₂/año. De estas, el 46,93% están asociadas a las reducciones en consumo de gas natural, 43,58% de energía eléctrica, y el restante 9,49% a reducciones de consumos de carbón.

Figura 41. Emisiones generadas Vs evitadas por energético sistema de uso final de energía



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

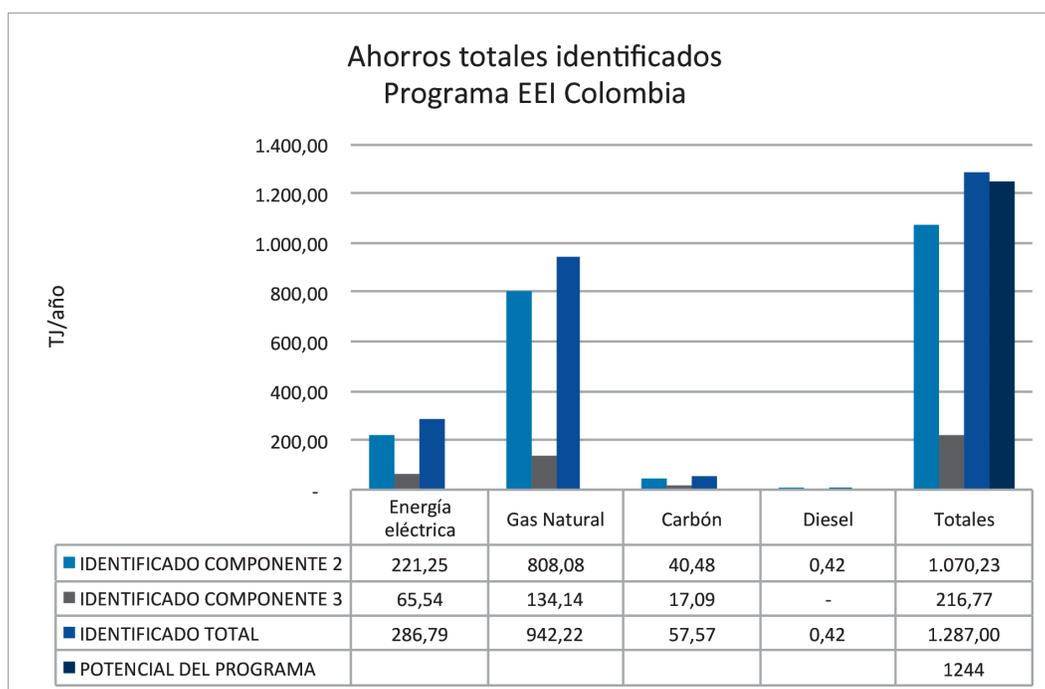
De acuerdo con lo anterior, es posible afirmar que el desarrollo del componente 3 del programa permitió alcanzar las metas establecidas en su formulación, especialmente en el alto número de empresas sensibilizadas y atendidas, aun cuando la documentación de consumos y potenciales de ahorro no sea tan alta, en comparación con componente 2. Esto obedece a que el alcance por sistema es limitado, no responde al total de la planta y en el caso de calderas, como se mencionó antes, los tamaños efectivamente usados por las industrias son inferiores a los utilizados para la formulación del programa.

RESULTADOS AGREGADOS COMPONENTES 2 Y 3 DEL PROGRAMA EEI- COLOMBIA

6

Al agregar los resultados identificados en el desarrollo de los componentes 2 y 3 del programa, se obtienen ahorros de 1.287,00 TJ/año. Las medidas, tanto por SGEN como por optimización de sistemas de uso final de energía, indican mayores potenciales de ahorro en sistemas de gas natural y energía eléctrica. En comparación con lo proyectado por el programa, se cumple con la meta anual en términos energéticos, que como se mencionó antes corresponde a 1.244 TJ/año Ver Figura 42.

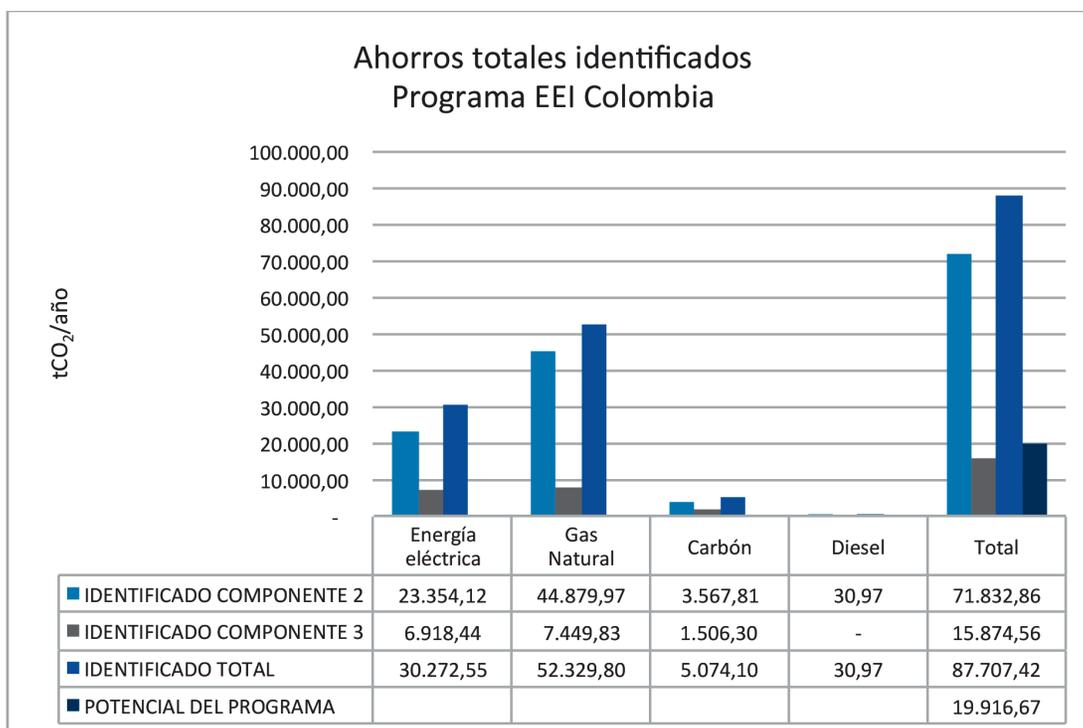
Figura 42 Ahorros proyectados Vs. Identificados total del Programa EEI- TJ/año.



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En la Figura 43, en la que se muestra el resultado de los ahorros en términos de emisiones en tCO₂ para el agregado de los componentes 2 y 3, permite evidenciar que las metas del Programa se han alcanzado de manera satisfactoria, con una reducción de emisiones de 87.707 tCO₂/año.

Figura 43 Emisiones generadas Vs evitadas total del Programa EEI- tCO₂/año.



Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

En la Tabla 6, se presentan los ahorros identificados por cada componente, de acuerdo con lo proyectado y establecido en la herramienta de cálculo de reducción de emisiones que se anexó al PRODOC en el año 2015.

Tabla 6. Ahorros proyectados Vs. Identificados total del Programa EEI.

| | Proyectado | Identificado Componente 2 | Identificado Componente 3 | Identificado Total |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ahorros de todos los componentes del proyecto | 2015-2017 (directos) | 2015-2017 (directos) | 2015-2017 (directos) | 2015-2017 (directos) |
| Ahorros de electricidad (MWh) | 47.920 | 122.916 | 36.412,82 | 159.329,22 |
| Ahorros de combustible (GJ) | 724.027 | 1.697.954 | 302.454,46 | 2.000.408,49 |
| Total de ahorros de energía (GJ) | 896.537 | 2.140.453 | 433.540,62 | 2.573.993,69 |
| Ahorros de emisiones de GEI (tCO ₂) | 69.750 | 143.666 | 31.749,12 | 175.414,83 |

Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia

De acuerdo con los datos documentados se puede afirmar que al desagregar los aportes del Programa EEI-Colombia, en energía eléctrica y combustibles fósiles, y sus equivalentes reducciones de emisiones, la ejecución del Programa cumplió ampliamente con cada una de las metas establecidas y deja de manifiesto potenciales adicionales en las industrias atendidas. Como indicador de costo efectividad del Programa se estima el valor de cada tonelada identificada como ahorro directo del Programa (175.414tCO₂) frente a los recursos de cooperación destinados a los componentes 2 y 3, lo que permite estimar un valor de 6,74USD/tCO₂, inferior al de otros Programas (etiquetado, SGIE, OPEN (PRODOC)) que también lo calculan frente a ahorros directos.

Asimismo, al evaluar los aportes del Programa (Componentes 2 y 3) al cumplimiento de las metas establecidas en el PAI-PROURE 2017-2022 para el sector industrial, se puede estimar un aporte de 6.435 TJ en un periodo de cinco años, con lo que se contribuiría en el 4,8% de las metas establecidas; identificando una reducción en emisiones de GEI de 438.537tCO₂eq.

RESULTADOS DEL DISEÑO DE PRODUCTOS FINANCIEROS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EE

7

Para dinamizar el mercado, el PAI-PROURE 2017-2022 contempló la evaluación de un esquema de mercado de EE, que considerara instrumentos financieros que actúen respaldando la prestación de servicios energéticos y que respondan ante el cumplimiento de los ahorros estimados. En este marco, el Programa, evaluó iniciativas similares aplicadas internacionalmente, dentro de las cuales se encuentra el Mecanismo de Ejecución, Logro y Comercio - PAT de la India, el Programa de créditos o certificados blancos en Italia-WC y el CEE - Certificados de Eficiencia Energética en Uruguay establecido como un sistema para emitir reconocimiento a la inversión en eficiencia energética.

Dado lo anterior, se propuso la creación de un esquema de Certificado de Eficiencia Energética - CEE para el país, y la definición de los esquemas a corto y largo plazo más adecuados / viables para el comercio y su trazabilidad en Colombia. Los grupos de interés fueron mapeados y el informe resultante se presentó a la UPME, en donde se resaltó la importancia del Fondo - FENOGE como actor clave en la emisión y trazabilidad de este instrumento.

También se determinó que, una vez que se haya implementado el esquema de certificado de Eficiencia Energética en Colombia, las Compañías de Servicios energéticos (ESCOs) desempeñarán muchos roles fundamentales: el primero, como usuario / beneficiario directo del certificado de EE, el segundo, como evaluador ex ante de terceros de la solidez técnica de las propuestas de EE y también como evaluador ex post de la eficacia de los proyectos de EE; para ello, se definieron los requisitos y especificaciones que debe cumplir una ESCO en Colombia.

Los estudios se completaron en febrero de 2019, brindando información y conclusiones sobre los siguientes temas relacionados con el CEE en Colombia:

1. Se analizó la estructura, reglas y regulaciones actuales de FENOGE para proponer recomendaciones específicas que eventualmente permitan a FENOGE, según la solicitud de UPME, emitir CEE.
2. Se determinó que las ESCOs y las empresas comercializadoras de energía podrían ser eventuales agentes creadores de mercado de la EE, dinamizadores de este mercado y/o recolectores de recursos para el mercado de los CEE.
3. Se definió las especificaciones técnicas, comerciales, legales, administrativas (y otras) que debe tener una ESCO, para permitir y asegurar el rol múltiple de las ESCOs como dinamizadores, implementadores y evaluadores de proyectos de EE en el país.

Estos informes fueron mencionados y discutidos durante el comité directivo anual del proyecto EEI Colombia 2018. Sus miembros reconocieron la relevancia del esquema de mercado propuesto, y autorizaron la ejecución de un programa piloto de mercado para el 2019. Se espera que esta prueba piloto tome el primer paso hacia un mercado de ESCO consolidado, así como del CEE en el país.

La prueba piloto inició el primer semestre de 2019, y arrojó los primeros resultados:

1. El CEE logra incentivar tanto a los agentes de Mercado (ESCO) como a los beneficiarios a acelerar las inversiones en EE.
2. La toma de decisión de la firma de contratos tipo ESCO de ahorros compartidos es lenta y pasa por muchas instancias de decisión (parte técnica, financiera y gerencia general). Sin embargo, este tipo de contrato es digno de consideración por ambas partes para acelerar la implementación de las medidas de EE.
3. La “venta” de contratos tipo ESCO se está direccionando a un mercado objetivo “alto”, es decir a mediana y gran empresa del país, dejando de lado las inversiones en las pymes.

Esta situación se presenta debido a que hay un mayor conocimiento de la parte técnica y financiera de las empresas grandes y medianas en los contratos tipo ESCO de ahorros compartidos.

4. Las medidas implementadas en el piloto correspondieron a medidas de un valor económico equivalente a la estructura financiera de las ESCOs, sin embargo, la preocupación se manifiesta cuando hay medidas económicamente de gran valor que requieren apalancamiento financiero bajo los avales de las ESCOs.
5. Las ESCOs cuentan con excelente personal y capacidad técnica, sin embargo, la percepción es la falta apoyo de la parte comercial para el cierre de negocios, y seguimiento a las ofertas realizadas a los clientes.
6. Existe un gran potencial de clientes industriales sujeto de medidas de EE, pero bajo número de ESCOs en mercado local.
7. Las ESCOs participantes del programa demostraron su preparación real y sus capacidades operativas, comerciales, legales y técnicas para responder a una oportunidad de negocio en un entorno de mercado que involucra un CEE.

Este Programa nace como una estrategia que busca ampliar la sostenibilidad de las actividades adelantadas con la ejecución del proyecto GEF 5828 – Eficiencia Energética en la Industria-EEI. En este sentido, se diseñó con el objeto de fortalecer las capacidades técnicas de las universidades que han desarrollado trabajos e investigaciones en el campo de la eficiencia energética, y cuentan además con una relación activa con el sector industrial local de las regiones en que se encuentran ubicadas.

Dentro de los objetivos de este Programa se consideró la vinculación triangular entre el entorno productivo (la Empresa), con el del conocimiento (la Academia) y el normativo y regulatorio (el Estado), a fin de propender por un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos y con ello contribuir a un mayor desarrollo sostenible de la pequeña y mediana empresa, para obtener una mayor productividad y competitividad empresarial bajo parámetros de responsabilidad social universitaria, empresarial y pública.

Para su cumplimiento, se hace uso de las infraestructuras, recursos físicos y humanos de las Universidades, de los gremios o los esquemas asociativos que agrupen industrias de los sectores económicos, y la estructura gubernamental de las autoridades competentes del sector energético.

A través de las unidades de trabajo que se implementan al interior de las universidades (centros PEVI), se ofrece una oportunidad especial para promover oportunidades de eficiencia energética en las industrias participantes gracias a la realización de auditorías energéticas y capacitaciones de corta duración, cuya finalidad está orientada a:

1. Identificar acciones para mejorar el desempeño energético y productividad industrial.
2. Formación sobre los objetivos y beneficios de los sistemas de gestión de la energía.
3. Realizar un diagnóstico y análisis de brechas en cada industria participante, que sirva como un referente frente a una futura implementación de un sistema de gestión de la energía basada en la norma ISO 50001.

En conclusión, a través de la estrategia PEVI se refuerza el Programa EEI-Colombia porque: i) Fortalece capacidades técnicas de las universidades regiones en eficiencia energética y ayuda a la formación práctica de auditores en las universidades y las industrias; ii) Difunde el uso de herramientas de software para diagnóstico e identificación de oportunidades de eficiencia energética; iii) A través de la interacción universidad-empresa se aumenta la confianza de las industrias en invertir en proyectos de eficiencia energética.

Desarrollo de actividades

En ese marco, se ha trabajado con algunas universidades del país que se han vinculado al Programa y que a través del Programa EEI-Colombia, han desarrollado los

diplomados de SGEEn (Universidad del Atlántico, Universidad del Valle, Universidad Autónoma de Occidente y Universidad Autónoma de Bucaramanga), y con 12 industrias de diferentes sectores productivos (textil, hotelería, agroindustrias, agroquímicos, productos e insumos alimenticios, transformación de materias primas) pertenecientes a los corredores industriales de Barranquilla, Cali y Bucaramanga.

Los centros PEVI cuentan con un equipo de instructores con formación específica y experiencia en el campo de la eficiencia energética (3-4 profesores de planta de las universidades), profesionales graduados en ingeniería con conocimientos en eficiencia energética y el uso de herramientas de hardware y software para medición, y estudiantes en formación de ingeniería que apoyan el desarrollo de las actividades en campo y la elaboración de informes.

La metodología que la universidad sigue como base para el desarrollo de las actividades del Programa PEVI considera las siguientes 5 etapas:

1. Gestión del centro e involucramiento de las industrias participantes.
2. Reunión de inicio, recopilación de información y visita de pre-diagnóstico.
3. Análisis de información existente y desarrollo de instrumentos de gestión.
4. Ejecución del plan de medición y diagnóstico, y análisis de oportunidades.
5. Preparación de informe en borrador, retroalimentación y cierre de informe.

Adicionalmente, la ejecución de cada una de las etapas (2 a 5) que involucra trabajo con y en las empresas, inicia con un seminario al que asiste un representante de la industria participante en el que se explican y contextualizan las actividades y objetivos propios de la etapa de trabajo a ser abordada, junto con su utilidad en el marco de la implementación de un sistema de gestión de la energía.

Dentro del Programa PEVI se atendieron un total de 12 industrias de los sectores de manufactura y servicios, de los subsectores producción de grasas y aceites, fabricación de alimentos, textiles, papeles, agroquímicos y hoteles, mediante auditorías energéticas realizadas en los departamentos de Atlántico y Valle del Cauca. De esta forma, se identificaron potenciales de ahorro de energía equivalentes a 42 GWh/año y la correspondiente reducción en emisiones de Gases Efecto Invernadero - GEI equivalente a 10.008 tCO₂/año. El resumen de los resultados alcanzados se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados alcanzados – PEVI Primera Fase

| | |
|---|---------------|
| Número de industrias vinculadas | 12 |
| Número de recomendaciones producidas | 93 |
| Total (\$COP) potenciales ahorros identificados en costos | 3.310.459.965 |
| Total (kWh/año) potenciales ahorros identificados en consumo | 42.029.452 |
| Total (Ton CO ₂ eq/año) potencial reducción de emisiones | 10.008 |
| Inversión requerida estimada (COP) | 2.391.783.600 |

Fuente: Elaboración propia Programa EEI-Colombia – agosto 2019

- La efectividad de la cooperación técnica depende en gran medida de la capacidad de absorción de los conocimientos transferidos. Para esto fue fundamental contar con una contraparte calificada como la UPME (entre otros), alineadas y articuladas a las iniciativas y políticas del Gobierno en la materia (PAI PROURE 2017-2022, FENOGE y PND).
- Al comparar los resultados obtenidos por el Programa, en los mismos términos utilizados en su formulación y de acuerdo con lo registrado en el PRODOC, se puede observar el nivel de cumplimiento respecto a las metas establecidas, las cuales se alcanzan de manera amplia, destacando que dichas metas se establecieron para un horizonte de dos años efectivos de ejecución de actividades. Esto nos sitúa en un escenario conservador de reducción de emisiones, que bien podría incrementarse en un 50% si se extrapolaran los resultados a un tercer año de generación de ahorros directos, es decir de ahorros producidos durante la vida efectiva del Programa.
- Con los ahorros identificados en el desarrollo del Programa, se puede establecer un aporte del 4,8% a la meta del sector industrial, contemplada en el PAI-PROURE 2017-2022, que corresponde a un ahorro estimado de cerca de 6.435TJ en un periodo de cinco años, equivalente a una reducción en emisiones de GEI por 438.537tCO₂eq.

Los ahorros y reducción de emisiones provienen principalmente de las empresas capacitadas en SGE_n, y los potenciales de reducción allí detectados, prácticamente duplican la meta planteada en el documento de Programa aprobado por el financiador.

En el caso de las capacitaciones en SGE_n, el Programa logró reclutar un grupo de industrias cuya magnitud y consumos son ampliamente superiores al promedio utilizado al momento de presentar la propuesta de Programa ante el financiador. Por lo tanto, y debido a que el alcance de los SGE_n proyectados incluye todos los sistemas energéticos de una empresa, los potenciales de ahorro energético asociados a los SGE_n provienen de consumos base, igualmente grandes.

No sucede lo mismo con las metas y resultados producidos por las capacitaciones en Optimización de Sistemas de Uso final de la energía, El alcance de los diagnósticos detallados se limitó a los sistemas objeto de la capacitación de acuerdo con la metodología propuesta. A esto se le suma el tamaño de las calderas atendidas por el Programa, cuyos tamaños promedios fueron casi de la mitad de capacidad/potencia instalada al dato utilizado para la aprobación del Programa.

Esto se reafirma al calcular el costo-efectividad por componente, donde se obtiene que para el componente 2, cada tonelada de emisión identificada de ahorro representó un costo de 3,79USD/tCO₂, frente a 20,06USD/tCO₂ del componente 3.

Es pertinente decir que el éxito del Programa para cumplir con las metas de reducción de emisiones, se apalanca en las grandes industrias atendidas por el componente 2.

En ausencia de ellas, probablemente el agregado de potencial de emisiones estaría en el orden de magnitud prometido.

Lo anterior, debe interpretarse como un logro del Programa, que diseñó estrategias para vincular a grandes empresas como beneficiarias sin descuidar a pequeñas y medianas industrias colombianas.

A partir de este logro, se identificaron aportes adicionales al Programa EEI Colombia, que se concretarán en la medida en que: i) Las empresas que limitaron el alcance del SGEN a consumos eléctricos, incluyan dentro de su análisis, los consumos térmicos a partir de mediciones que determinen su línea base y su potencial (algunas de las empresas recibieron este apoyo del Programa; y ii) Los grupos empresariales que participaron a manera de piloto, repliquen y transfieran el conocimiento para la implementación del SGEN en otras plantas de su organización.

- A parte de los impactos en términos de reducción de consumos de energía y emisiones, el proyecto generó impacto creando nuevas capacidades para promover la EEI en Colombia, tanto a nivel de empresas como en los mismos entes de Gobierno y la academia. La creación de esas capacidades técnicas se constituye en vector para el desarrollo humano, la generación de empleo, la inclusión de la mujer, además de un mecanismo de transferencia de tecnología y estrategia de mitigación del cambio climático, por mencionar algunos de los co-beneficios de la EE, identificados entre otros, por la Agencia Internacional de la Energía.

Del desarrollo del programa, vale la pena resaltar la relación Industria - Academia - Estado, clave para la incorporación de temas de eficiencia energética y gestión de la energía; catalogándose como el factor de éxito del Programa EEI Colombia. Especialmente porque el Programa logró sumar esfuerzos, impulsar y reforzar el trabajo de las partes interesadas en el logro de objetivos comunes, propendiendo por la mayor competitividad y productividad del sector industrial.

- Para el caso colombiano, se identificó por parte de la ONUDI que es necesario revisar la metodología de abordaje, los canales y los contactos en las empresas, para lograr una convocatoria efectiva. Cada rol al interior de las empresas en función de su participación, inicialmente con gerentes o directores que toman decisiones, debe ser determinante a la hora de establecer contacto y asumir compromisos por parte de las industrias convocadas. Este enfoque o la adaptación de varias metodologías utilizadas, permitirá lograr mejores resultados tanto en Colombia como en otros países donde se emprendan futuros programas de este tipo.
- La sostenibilidad y éxito de la implementación del SGEN se garantizan cuando la alta dirección está debidamente informada e identifica los beneficios energéticos, económicos y financieros, obtenidos por la gestión sistemática de la energía. Este aspecto también hizo parte del enfoque estratégico diferencial del Programa; alcanzando la integración de EE en las prácticas comerciales de la industria a un costo mucho menor que otros incentivos y programas.

Los ejercicios de medición, estimación de oportunidades de ahorro y el análisis costo-beneficio de las medidas generadas ya sea como resultado de la implementación de SGE o por la participación en cursos de optimización de uso final de energía, permite que la alta dirección en las industrias reconozca la importancia de

la gestión energética, tome decisiones mejor informada, lo que se materializa en la formulación y ejecución de futuros proyectos.

- Dentro de los retos que se enfrentaron con la ejecución del Programa, estuvo el de lograr el acceso al conocimiento en diversas regiones del país, logrando que participaran industrias manufactureras que tradicionalmente no reciben asistencia técnica, lo que implicó un esfuerzo de coordinación local, y la creación de alianzas con diferentes actores regionales, que garanticen de alguna manera, la sostenibilidad de estas iniciativas en cada una de las regiones objeto de la intervención.
- Por su parte, el Programa de Evaluación Industrial, PEVI es una oportunidad estratégica para apalancar actividades que permitan promover la cultura de eficiencia energética y adaptación a sistemas de gestión de la energía en las industrias, sensibilizando e iniciado la creación de capacidades al interior de las mismas, para realizar una gestión eficiente de la energía que consumen sus procesos productivos.

Como parte del esquema, se espera que las universidades que participan del PEVI fortalezcan sus capacidades técnicas y cuenten con equipos de medición, para acompañar a las industrias de su región en la definición y aplicación de medidas de eficiencia energética, en principio de bajo costo o cero costo, con un abordaje conceptual y metodológico de la NTC ISO 50001, sin pretender su implementación, pero sí como estrategia clave que garantice la sostenibilidad de las medidas sugeridas y sus consecuentes reducciones de consumo y emisiones.

El PEVI no solo fortalecerá a las Universidades involucradas, en formación académica y práctica de estudiantes de ingeniería en los temas correspondientes, sino promoverá el desarrollo de una fuerza laboral capacitada para atender las necesidades que los sectores productivos pueden demandar en el futuro en las regiones.

Los ahorros identificados en el desarrollo de los pilotos establecidos de PEVI, se estimaron en 42 GWh/año de los cuales el 13,45% están asociados a usos de energía eléctrica y el 86.55% a usos térmicos. Los resultados muestran además que el potencial de ahorro en consumo de energía corresponde en un 47,59% a las medidas de gestión asociados a buenas prácticas de operación, mientras el 52,41% a mejoras tecnológicas.

Se espera se dé continuidad al PEVI con recursos del FENOGGE y/o de Presupuesto General de la Nación en cabeza de UPME, para aprovechar las oportunidades de réplica y sensibilizar en la gestión eficiente de la energía a grandes grupos empresariales, garantizando en alguna medida la sostenibilidad de los resultados obtenidos a la fecha. Lo anterior, permitirá que las industrias se familiaricen y desarrollen acciones de mejora en el uso de la energía y conozca las oportunidades energéticas, ambientales y económicas, que representan su implementación, bajo el enfoque del SGE.

En ese sentido, el PEVI iniciará con la creación de mínimo 5 centros de evaluación industrial, establecidos en las Universidades líderes y en corredores industriales importantes o de alta proyección. El PEVI se consolida como una de las estrategias que buscan la sostenibilidad de las actividades adelantadas con la ejecución del proyecto GEF 5828 – Eficiencia Energética en la Industria (EEI). GEF/ONUUDI/UPME.

- Finalmente, en la parte que involucra financiamiento y participación de las ESCOs, se sugiere el fortalecimiento y la innovación de mecanismos financieros, a través, por ejemplo, de la figura de Certificado de Eficiencia Energética (CEE), pues el resultado de la prueba piloto arroja que es un instrumento dinamizador del mercado, no solo a nivel de industria final sino del mercado de las ESCO.

Se sugiere continuar con este esquema elevándolo a la siguiente etapa que sería un mecanismo adoptado por el gobierno para que a mediano plazo pueda ser un instrumento transable en el mercado que permita obtener datos reales de monitoreo, ahorros energéticos efectivos y recolección de información útil para el desarrollo del mercado en Colombia y en especial una herramienta para los formuladores de política.

Para ello, es indispensable el fortalecimiento y la preparación de ciertas instituciones del gobierno como la UPME y FENOGÉ que permitan ser la plataforma de registro, control, emisión, contabilización y seguimiento de los certificados de eficiencia energética; y que, a su vez, validen y registren dentro de la institución a las ESCOs, como entidades capaces de implementar y desarrollar técnicamente proyectos de eficiencia energética en el país.