

PROVINCIA DE FORMOSA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**MÓDULO 4: GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN LA
INDUSTRIA: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS
RENOVABLES**

INFORME FINAL

ABRIL DE 2025

Autores: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Subgerencia Operativa NEA. Dr. Jorge Levingston, Ing. Jesús Salvador Espíndola, Ing. Federico Roffé, Ing. Edgardo Iván Di Gresia, Ing. Joaquín Antonio Guevara Castillo.

INDICE GENERAL

I.	Introducción.....	Pág. 5
II.	Objetivos	Pág. 6
III.	Alcance	Pág. 7
IV.	Plan de Tareas	Pág. 7
V.	Metodología	Pág. 10
VI.	Desarrollo y Resultados	Pág. 11
VII.	Conclusiones	Pág. 69

INDICE DE TABLAS

I.	Cronograma del Plan de Tareas	Pág. 7
II.	Base de Datos de Profesionales Juniors para Módulo 2	Pág. 14
III.	Planificación Temática/Temporal de las Capacitaciones	Pág. 16
IV.	Planilla de Asistencia de Juniors	Pág. 19
V.	Planilla de empresas seleccionadas Tarea 3	Pág. 19
VI.	Distribución de los Juniors en empresas seleccionadas.....	Pág. 22
VII.	Ejemplo del análisis de la medida de consumo energético	Pág. 33
VIII.	Ejemplo del análisis de ahorros potenciales	Pág. 35
IX.	Empresas seleccionadas para implementación	Pág. 48
X.	Cronograma Plan de Mejora Proveeduría Integral SRL	Pág. 52
XI.	Cronograma Plan de Mejora Glass NEA SA	Pág. 52
XII.	Cronograma Plan de Mejora Agrofortuc SRL	Pág. 53
XIII.	Cronograma Plan de Mejora Capítulo Impresiones	Pág. 53
XIV.	Cronograma Plan de Mejora Carpintería Ibáñez	Pág. 53
XV.	Cronograma Plan de Mejora FedHec SA	Pág. 54
XVI.	Prioridad de recambio motriz en Carpintería Ibáñez	Pág. 64

INDICE DE FIGURAS

1.	Imágenes tomadas durante el lanzamiento del Programa	Pág. 13
2.	Imágenes tomadas durante la reunión con Com. Jón. CPCEF.....	Pág. 17
3.	Imágenes tomadas durante el Día 1 de 3 de la Capacitación	Pág. 18
4.	Eventos de capacitación realizados en la sede del Centro INTI.....	Pág. 20
5.	Tableros eléctricos y equipos electromecánicos.....	Pág. 26
6.	Árbol de procesos para elaboración de arroz	Pág. 29
7.	Tableros generales de baja tensión (TGBT) de las empresas.....	Pág. 30
8.	Tableros generales de baja tensión (TGBT).....	Pág. 30
9.	Tableros secundarios de baja tensión.....	Pág. 31

10. Equipos para generación de vapor basados en calderas.....	Pág. 32
11. Potencias contratadas en punta y fuera de punta en Glass NEA.....	Pág. 34
12. Potencia activa registrada en la empresa FedHec SA.....	Pág. 35
13. Factor de potencia registrado en la empresa FedHec SA.....	Pág. 37
14. Intensidad de corriente registrada en la empresa FedHec SA.....	Pág. 37
15. Desequilibrio en Intensidad de Corriente entre fases.....	Pág. 38
16. Desequilibrio en la tensión de fase.....	Pág. 39
17. Imágenes obtenidas en la empresa Proveeduría Integral SRL.....	Pág. 41
18. Imágenes obtenidas en la empresa Glass NEA SA.....	Pág. 42
19. Imágenes obtenidas en la empresa Agrofortuc SRL.....	Pág. 42
20. Imágenes obtenidas en la empresa Capítulo Impresiones.....	Pág. 43
21. Imágenes obtenidas en la empresa Carpintería Ibáñez.....	Pág. 44
22. Imágenes obtenidas en la empresa Medina Mármoles SRL.....	Pág. 44
23. Imágenes obtenidas en la empresa Mida Construcciones SRL.....	Pág. 45
24. Imágenes obtenidas en la empresa Formolit	Pág. 46
25. Imágenes obtenidas en la empresa FedHec SA	Pág. 46
26. Imágenes obtenidas en la empresa Metalúrgica Smith	Pág. 47
27. Evento de capacitación y revisión de contenidos	Pág. 51
28. Imágenes de mediciones realizadas en Agrofortuc SRL	Pág. 55
29. Imágenes envasado de azúcar en Proveeduría Integral SRL.	Pág. 57
30. Factor de potencia y potencia activa total en Proveeduría Integral ..	Pág. 58
31. Análisis de calidad de energía global a Capítulo Impresiones	Pág. 60
32. Usos Significativos de la Energía de Capítulo Impresiones	Pág. 60
33. Potencia Nominal Instalada en Capítulo Impresiones	Pág. 61
34. Devolución de indicadores en Capítulo Impresiones	Pág. 61
35. Devolución de indicadores en Carpintería Ibáñez	Pág. 65
36. Contrato de potencia en empresa FedHec SA	Pág. 66
37. Devolución de indicadores en empresa FedHec SA	Pág. 66
38. Contrato de potencia en empresa GlassNEA SA	Pág. 68
39. Devolución de indicadores en empresa GlassNEA SA	Pág. 68

INDICE DE ANEXOS

I. Material completo de las Capacitaciones	Pág. 71
Módulo 1: Introducción a la gestión energética	Pág. 71
Módulo 2: Seguridad eléctrica.....	Pág. 164
Módulo 3: Sistemas integrados de gestión de la energía.....	Pág. 230
Módulo 4: Procesamiento y análisis de datos.....	Pág. 307
Módulo 5: Sensibilización en eficiencia energética a empresas.....	Pág. 323
Tarea 3: Auditoría de recursos energéticos.....	Pág. 451
II. Material complementario para la toma de datos	Pág. 579

III. Informes de Diagnóstico y Planes de Mejora.....	Pág. 580
Informe AT y PM Proveeduría Integral SRL.....	Pág. 580
Informe HyS Proveeduría Integral SRL.....	Pág. 593
Informe AT y PM GlassNEA SA.....	Pág. 597
Informe HyS GlassNEA SA	Pág. 615
Informe AT y PM Agrofortuc SRL.....	Pág. 621
Informe HyS Agrofortuc SRL	Pág. 635
Informe AT y PM Capítulo Impresiones.....	Pág. 640
Informe HyS Capítulo Impresiones	Pág. 652
Informe AT y PM Carpintería Ibañez.....	Pág. 657
Informe HyS Carpintería Ibañez	Pág. 674
Informe AT y PM Andrés Medina Mármoles SRL	Pág. 679
Informe HyS Andrés Medina Mármoles SRL	Pág. 690
Informe AT y PM Mida Construcciones.....	Pág. 695
Informe HyS Mida Construcciones	Pág. 709
Informe AT y PM Formolit- Premoldeados.....	Pág. 716
Informe HyS Formolit- Premoldeados	Pág. 727
Informe AT y PM FedHec SA.....	Pág. 731
Informe HyS FedHec SA.....	Pág. 753
Informe AT y PM Metalúrgica Smith.....	Pág. 758
Informe HyS Metalúrgica Smith	Pág. 769
IV. POE envasado de azúcar con eficiencia energética	Pág. 773

I. INTRODUCCION

En el marco del Programa de Desarrollo Industrial y PyMe - Decreto 52/22 se lleva a cabo el “Programa de Mejora de la Competitividad Industrial – 2024”, ejecutado por la Subsecretaría de Desarrollo Económico de la Provincia de Formosa, a través de la Dirección de Industria, Hidrocarburos y Minería (DIHM) en conjunto con el Consejo Federal de Inversiones, que busca promover el crecimiento económico del sector industrial de la Provincia, y entendiendo que, a tal fin, las empresas requieren implementar procesos de transformación en la gestión energética, generando estrategias que les permitan aumentar la productividad empleando los mismos recursos energéticos o mantener la productividad utilizando menos recursos energéticos.

Es por ello, que la propuesta de trabajo del citado programa e identificada como Módulo 4: “Gestión de la Energía en la Industria: Eficiencia Energética y Energías Renovables”, del Dpto. de Gestión Energética y Energías Renovables NEA del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, busca aportar herramientas que permitan perfeccionar el uso de la energía en la industria.

Para ello forman parte del proyecto una serie de actividades lideradas por la dotación en las diferentes temáticas, tales como capacitaciones, diagnósticos situacionales y diseños de planes de mejora, implementación y monitoreo de resultados. Con la participación de jóvenes profesionales que suman experiencia a través de las actividades mencionadas y asistiendo de manera activa a los profesionales del equipo de la dotación y vinculándose con empresas del medio.

Alineado con este proyecto, el INTI, a través de la Subgerencia Regional NEA y sus diferentes Departamentos Técnicos, viene trabajando en la provincia de Formosa mediante capacitaciones y asistencias técnicas tanto al sector industrial como a diferentes organismos del estado provincial y municipal. A partir de estas experiencias y en base al conocimiento del territorio el INTI ha diseñado e implementado propuestas específicas con el objetivo de fortalecer las PyMEs locales.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo General

Fortalecer la Competitividad y Productividad de las PYMEs como herramienta para establecer una agenda de crecimiento y de mejora continua en las empresas, generando espacios de vinculación entre las organizaciones, profesionales expertos y otros programas disponibles en la provincia, en post de lograr un crecimiento en la actividad económica de las PYMEs.

II.2. Objetivos Específicos

- Formar a titulares, mando medios y operarios de empresas del Registro de Industria de la Provincia (RIP).
- Formar y entrenar a profesionales juniors para fortalecer capacidades locales.
- Diagnosticar la situación actual y definir planes de mejora sobre el funcionamiento de PYMEs por expertos en temáticas específicas.
- Implementar procesos de mejora en PYMEs con expertos y tutorías con profesionales juniors locales.
- Monitorear los avances logrados en la implementación de los planes diseñados y establecer medidas de ajuste.
- Sensibilización respecto de la Eficiencia Energética de las industrias formoseñas y las oportunidades de mejora de sus resultados.

juniors, formalizado mediante nota a la DIHM, para su validación. Participación de forma activa en la convocatoria de los jóvenes profesionales, con la propuesta de al menos el 50% de los previstos como tales. Participación en la selección de los jóvenes profesionales, en conjunto con la DIHM, de acuerdo con los criterios de selección.

1.2 Participación en la convocatoria a empresas candidatas al programa, con la propuesta de al menos el 50% de las empresas previstas, en conjunto con la DIHM.

1.3 Exposición en evento de lanzamiento, de características de la temática a abordar en el módulo, de los objetivos, las tareas previstas y metodología del programa a desarrollar.

IV.2 Tarea 2: Capacitación y formación

2.1 Disertaciones en las siguientes temáticas: Sensibilización en Eficiencia Energética: Conceptos. Situación energética regional y mundial. Conceptos de uso racional de la energía, eficiencia energética y energías renovables. Sistemas de Gestión de la Energía. Diagnóstico energético: concepto y aplicaciones. Casos de implementación. Interpretación de Facturas. Seguridad eléctrica (para las Instalaciones y para las Personas). Gestión de la Energía: Introducción a la Eficiencia Energética. Sistemas de Gestión de la energía (ISO 5001. Terminología y definiciones en gestión de la Energía 5001. Sistemas Integrados de Gestión. Estructura de la Norma). Planificación del Sistema de Gestión de Energía. Evaluación del Desempeño. Oportunidades de Mejora.

2.2 Capacitación teórico- práctica a los profesionales juniors sobre mediciones y cálculo; en los establecimientos generadores de productos y/o servicios; de potencia, consumo energético (mediciones globales de consumo en acceso de energía eléctrica), mediciones por procesos (térmicas, de consumo eléctrico, de potencia eléctrica, cálculo de línea base energética, determinación de potencia instalada, determinación de ratio de consumo: consumo energético/ unidad de producción, determinación de consumo por operaciones realizadas. Capacitación con relación a sus tareas de acompañamiento a las empresas y soporte técnico de la dotación, herramientas del módulo en cuestión y posibles resultados de su uso. Se indicará además la metodología de elaboración de reportes e informes.

IV.3 Tarea 3: Diagnóstico y diseño de plan de mejora

3.1 Definición de criterios de selección de empresas para diagnóstico y plan

de mejora, en conjunto con la DIHM para trabajar como eje en uno o varios de los temas abordados en el módulo en cuestión.

3.2 Selección, en conjunto con la DIHM, de 10 empresas referentes, de las que participaron en la tarea anterior como asistentes, para la realización de sus diagnósticos y planes de mejoras en relación con el módulo en cuestión.

3.3 Relevamiento presencial de diagnóstico, en conjunto con profesionales juniors asignados, sobre la situación actual de las empresas en cuanto a consumo energético y lograr mejoras en este sentido. Análisis de impacto en los resultados.

3.4 Desarrollo, en conjunto con los jóvenes profesionales, de un plan de mejoras conociendo la matriz energética de la planta, con acciones a realizar en una de las siguientes áreas: uso racional de la energía (con propuestas básicas para disminuir el consumo energético), eficiencia energética (proponer acciones tendientes a producir más con la misma energía o consumir menos energía con el mismo nivel de producción) o energías renovables (propuestas de aplicación de técnicas que utilicen recursos renovables energéticos).

IV.4 Tarea 4: Implementación

4.1 Definición de criterios de selección de empresas ya diagnosticadas, para implementación de planes de mejora desarrollados, en conjunto con la DIHM.

4.2 Selección en conjunto con la DIHM de 6 empresas (de las empresas referentes diagnosticadas) para la implementación de un plan de mejoras.

4.3 Desarrollo de plan de ejecución o método de aplicación, en conjunto con los profesionales juniors asignados. Se les propondrá una mejora en el consumo energético conociendo en detalle la matriz energética de la planta.

4.4 Implementación propiamente dicha de los planes de mejoras, en las 6 empresas seleccionadas (por la implementación no serán, preferentemente, las mismas empresas de otros módulos), con el acompañamiento, guía y ajustes pertinentes, en conjunto con los profesionales juniors asignados.

4.5 Reporte, a las demás empresas diagnosticadas (las que no fueron seleccionadas para la implementación), de los resultados de sus diagnósticos y planes de mejora, que incluya la explicación de estos y los pasos a seguir, en caso de una futura implementación.

IV.5 Tarea 5: Monitoreo de resultados

5.1 Diseño de indicadores y su evolución para cada implementación.

5.2- Finalizada la implementación del modelo y durante un mes, sobre la base de las 6 empresas con el plan de ejecución, realización de la evaluación de los resultados de dicha implementación, poniendo en dimensión la mejora realizada. Definición de las correcciones correspondientes al plan de mejora y/o la implementación y realización de la propuesta de alternativas para continuidad de éstos.

5.3- Reporte con los ajustes requeridos y los avances logrados.

IV.6 Tarea 6: Cierre y presentación de resultados

6.1.- Exposición presencial en evento de cierre, de los resultados generales alcanzados de la mejora en consumo energético en las empresas formoseñas. También se incluye la identificación de ideas proyecto para mejorar la eficiencia energética, o bien las nuevas demandas de las industrias relacionadas con la temática.

V. METODOLOGIA

La selección de los jóvenes profesionales y el cronograma de tareas para los mismos se realizará conjuntamente con la Provincia, puntualmente, la DIHM mediante una convocatoria bajo los siguientes criterios: hasta 5 años de graduados en las carreras de Ingeniería (Industrial, Química, Electrónica, Civil, Mecánica, etc.), ciencias empresariales (Contador Público, Lic. en Administración, Lic. en Economía), sistemas de la información (licenciados e Ingenieros en dicha temática). Los criterios de selección serán la actitud hacia el aprendizaje y la disponibilidad horaria, entre otros.

Los jóvenes profesionales participarán en la tarea de capacitación en calidad de asistentes y en las demás tareas como soporte técnico a la dotación de las tareas prácticas y de gabinete.

A su vez, con la Provincia, se realizará la selección de las 30 empresas asistentes a las capacitaciones. Las jornadas de desarrollarán de manera virtual por la plataforma Google Meet a confirmar por la Provincia. En total serán 4 encuentros de 3 horas reloj cada uno. Además de la disertación propiamente dicha, se cubre la recopilación y organización del material a ser utilizados durante la capacitación, la acreditación de los participantes, respuestas a consultas y entrega de certificados.

La dotación de la institución junto a los profesional juniors participantes

realizarán 10 diagnósticos del cual se desprenderán 10 planes de mejoras teniendo como eje uno o varios temas abordados en el módulo en cuestión. En él se establecerán, además de las acciones específicas para lograr la mejora de la productividad, los indicadores de éxito.

Los diagnósticos y planes de mejora se desarrollarán como tareas de gabinete y asistencia a las empresas (junto a los 10 jóvenes profesionales, uno por cada uno de éstas) para realizar mediciones energéticas, interpretar los resultados y proponer mejoras tendientes a la eficiencia energética.

Tanto la implementación como el monitoreo de las oportunidades de mejora se realizarán mediante un plan de trabajo, que se ejecutará sobre 6 empresas seleccionadas de las 10 diagnosticadas; para ello se continuarán con visitas a planta, reuniones con propietarios y capacitaciones in situ de ser necesarias sobre temas de aplicación.

VI. DESARROLLO Y RESULTADOS

Como ya se ha expresado ut supra, este informe final hace referencia a todas las tareas ya concluidas del Módulo 4 del Programa de Mejora de la Competitividad Industrial 2024.

El contenido de las capacitaciones específicas de Gestión de la Energía fue desarrollado por integrantes del equipo de trabajo del Departamento de Gestión de la Energía y Energías Renovables INTI NEA (GEyER). Estos trabajos en gabinete contemplaron además la planificación de las actividades de capacitación teórica, definiendo la secuencia del dictado más apropiada en función de los contenidos a desarrollar, como así también la participación del equipo de la dotación durante su desarrollo.

La dinámica durante todo el desarrollo de las capacitaciones teóricas contempló el intercambio permanente de experiencias, tanto de los ponentes como del público, lo que a nuestro entender facilita el abordaje y el aprendizaje.

VI.1. Tarea 1: Lanzamiento y sensibilización

Para dar inicio al proyecto, la Dirección de Industria, Hidrocarburos y Minería de la provincia de Formosa (DIHM) realizó la convocatoria a las PyMEs

de todos los sectores, tanto a aquellas registradas y certificadas en el Registro Industrial de la Provincia como así también a otras que pudieran estar interesadas en el proyecto. La convocatoria se realizó en forma directa a las empresas a todas las empresas en el RIP, y en forma indirecta través de las asociaciones empresariales locales, como ser: la Cámara de la Mediana y Pequeña Empresa de Formosa, (CAPYMEF), la Federación Económica de Formosa (FEF) y la Unión Industrial de Formosa (UIF), entre otras.

A partir de la solicitud de colaboración para la difusión del evento por parte de la DIHM, el INTI convocó a las empresas del registro propio aportando a la base de datos de empresas de la provincia que luego se utilizó para la convocatoria.

De igual manera se realizó la búsqueda de profesionales junior (Tabla II) para lo cual la dotación de INTI fueron consultados por la DIHM en la definición de los perfiles requeridos para la convocatoria de los aspirantes. Para ellos se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Tener entre 22 y 40 años de edad.
- Ser estudiante avanzado de una carrera de Ingeniería, con el 50% de las materias aprobadas; o con estudios concluidos en técnico superior universitario con nociones de electricidad y termodinámica y/o máquinas térmicas, con experiencia comprobada de al menos 2 años en la industria o sectores afines.
- Trabajar para el sector industrial o sectores afines en una o más de las siguientes áreas:
 - Administración (Gestión estratégica)
 - Mantenimiento
 - Ingeniería
 - Logística
- Tener nociones de las siguientes normativas
 - Ley 19.587 (Decreto reglamentario 351/79)
 - Ley 24.557

Todas las actividades administrativas relacionadas con la convocatoria, la difusión y durante el propio desarrollo de las actividades de capacitación fueron llevadas adelante por el equipo técnico de la DIHM.

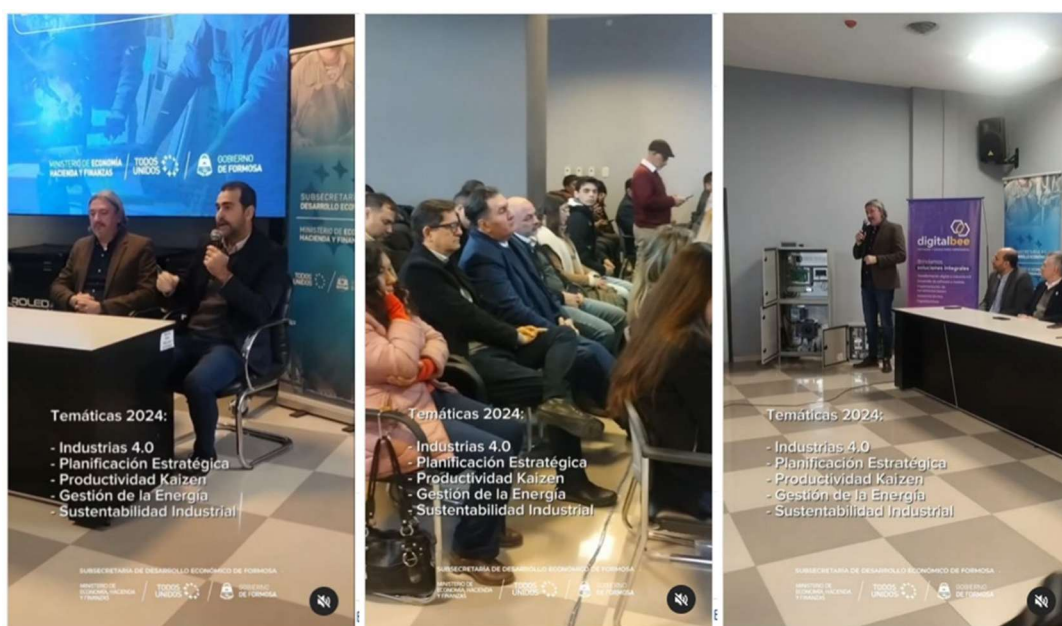
De los profesionales juniors incluidos en la Tabla II se seleccionaron, conforme los criterios enunciados con anterioridad, los 10 juniors definitivos que se integraron a la dotación a fin de llevar adelante las tareas 3 a 6 posteriores (Tabla II resaltados en amarillo). Debido a la buena convocatoria, es que la

Provincia de Formosa decidió aportar los fondos para que un profesional junior más se agregue a la lista, totalizando de esta manera 11 jóvenes.

El evento de lanzamiento (Figura 1) se realizó el 14 de junio de 2024, y estuvo a cargo del Subsecretario de Desarrollo Económico Horacio Cosenza y contó con la presencia de varias autoridades de la Provincia de Formosa, de empresarios, cámaras y profesionales. En el acontecimiento se expusieron las características de las temáticas a abordar en el módulo 4, los objetivos, tareas previstas y metodologías del programa a desarrollar en el mes de agosto.

VI.2. Tarea 2: Capacitación y formación

Puntualmente respecto a la distribución de contenidos de las capacitaciones en Gestión de la Energía en la Industria, el Dpto GElYER consideró pertinente, atento a la experiencia de sus integrantes y para una mejor transferencia de los conocimientos inherentes a la temática, realizar la misma conforme la distribución plasmada en la Tabla III.



Fuente: Instagram de la DIHM.

Figura 1 Capturas de imágenes del evento de lanzamiento.

El contenido de las capacitaciones está desarrollado de la siguiente manera:

Tabla II Base de Datos de Profesionales Juniors para Módulo 4. Con color amarillo se resaltan los 10 seleccionados para las Tareas 3, 4 y 5.

PMCI 2024 Módulo 4: Gestión de la Energía en la Industria					
Apellido y nombre	Egresado/ Estudiante avanzado	Título	Institución	Cel	Correo
Acevedo, Valeria	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. en Química Industrial y Lic. en Bromatología	IPF y UNaF	3704596662	valeriaacevedo64@gmail.com
Almiron Alejandro	Egresado	Ing. Civil	UNaF	3718560013	alejandroalmironing.civil@gmail.com
Barrios, Gonzalo Javhi	Egresado	Ingeniero forestal	UNaF	3704414610	gonzalojbarrios@gmail.com
Bartschat, Sergio Jeremías	Egresado	Tec. Comercio Exterior, Contador Público	UNaF	3704550017	jeremiasbartschat@gmail.com
Bogado, Vanesa Andrea	Egresado	Ing. Civil Esp. En HyS	UNaF	3704534282	transportemunifor@hotmail.com
Cabrera Benítez, Kevin Erasmo	Egresado	Contador Público	UNaF	3704002627	kevincabrera290599@gmail.com
Carabajal, Eva Tomasa	Egresado	Contador Público	UCaSAL	3424226342	carabajaleva@hotmail.com.ar
Céspedes, Marcelo Nicolás	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3704686287	marceloces86@gmail.com
Espinoza, Edgar Roberto	Estudiante Avanzado	Lic. en Agronegocios	UNaF	3704544589	edgarrobertoespinoza@gmail.com
Fernandez, Mabel Andrea	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. En Química Industrial	IPF	3704083069	mabiandrea93@gmail.com
Fleitas, Maria Sol	Egresado	Ing. Civil	UNaF	3704568065	solfleitas15@gmail.com
Galeano Federico Fabricio	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3794776825	fedefabri280902@gmail.com
Gallego, Ivana	Egresado	Contador Público	UNaF	3704509049	ivana.s.galleo@gmail.com
Gómez Alizandro, Valeria Edith	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. Telecomunicaciones	IPF	3704852442	valeriaedithgomez@gmail.com
Gomez Barbara Elena	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3704547913	barbygomez05@gmail.com
Gomez Jara Mariana Elizabeth	Estudiante Avanzado	Tecnatura Superior en Desarrollo de Software	Inst. Sup. de Form. Docente Continua y Téc. "Felix Atilio Cabrera"	3704401276	marianaegomezjara@gmail.com
Gómez Mónica Elizabeth				3704622754	elizhagom@gmail.com
Gonzalez Andrea Carolina	Egresado	Tecnico en seguridad e higiene laboral	Siglo 21	3704699598	andrea.carolina.gonzalez3108@gmail.com
González, Robertino Ivar	Egresado	Contador Público	UNaF	3704410384	cprobertino@gmail.com
Gordillo, Nahuel Agustín	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3704060866	nahuelgordillo2002@gmail.com
Irala, Doris Maricel	Egresado	Lic. en Ciencias Ambientales	UNaF	3704711717	doris86@hotmail.com.ar
Leguizamon, Analía Beatriz	Estudiante Avanzado	Técnico universitario en Gestión de Bancos y Entidades Financieras	Ucasal-Salta	3704504018	aleguizamonbobadilla@gmail.com
Maldonado Benedicta Beatriz	Egresado	Contador Público	UNaF	3704795022	benemaldo0306@gmail.com
Mareco, Martin	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3704035426	martin1999mareco@gmail.com
Mierez, Martin	Egresado	Contador Público	UNaF	3704570029	martin.mierez@gmail.com
Montiel, Francisco Luciano	Egresado	Contador Público	UNaF	3718641255	cp.montiel francisco23@gmail.com
Perez, Matias Ramon	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. Telecomunicaciones	IPF	3704347537	matyaz567@gmail.com
Pineda, Marcos Gabriel	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. en Química Industrial	IPF	3718532154	marcosgabrielpineda8@gmail.com
Portillo, Celena Ailén	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3704075214	celeportillo2214@gmail.com
Recalde, Manuel	Egresado	Contador Público	UNaF	3704386024	manuelrecalde924@gmail.com
Reinoso, Enzo	Estudiante Avanzado	Desarrollo de Software	Inst. Sup. de Form. Docente Continua y Téc. "Felix Atilio Cabrera"	3704854110	enzoexe999@gmail.com
Riverson, Lilian Mercedes Elizabeth	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. En Química Industrial	IPF	3705074878	lilianriverson@gmail.com
Romero, María Lujan	Estudiante Avanzado	Ingeniería Civil	UNaF	3704612597	lujanromero001@gmail.com
Rotela, Dardo Emmanuel	Estudiante Avanzado	Tec. Sup. Telecomunicaciones	IPF	3704818214	rotela.dardoemmanuel@gmail.com
Rotela, Eva Julia Nahir	Egresado	Tecnico Superior en Desarrollo de Software	IPF	3718411507	rotela.nahirjulia@gmail.com
Winkler, Matias Sebastian	Egresado	Tec. Sup. En Mecatrónica	IPF	3562442666	matiaswinkler.95@gmail.com

Fuente: Tabla elaborada en conjunto con la DIHM.

EX-2024-00028283- -CFI-GES#DC (Formosa)

- **Módulo 1: Introducción a la Gestión Energética.** Conceptos. Situación energética regional y mundial. Uso racional de la energía, Eficiencia Energética y Energías renovables. ¿Por qué Gestión Energética? Gestión de la Energía y Eficiencia. Sistemas de gestión de la Energía. Diagnostico Energético: conceptos y aplicaciones. Implementación.
- **Módulo 2: Seguridad Eléctrica.** La electricidad. Lesiones por electricidad. Riesgo de la electricidad. Incendio de origen eléctrico. Explosiones. Fundamento de: Interruptor, Seccionador, Termomagnéticas, Fusibles. Qué función tiene y qué protege cada uno. Electrocución. Que hacer en caso de una electrocución. Ley de OHM. Arco eléctrico. Equipo de protección personal. Herramientas. Límites de aproximación a sistemas eléctricos. Procedimiento para bloqueo de energía eléctrica. Interruptores y fusibles. Normativa vigente. Instalaciones eléctricas seguras. Supervisión eléctrica. Procedimientos de trabajo seguro en subestación. Diagramas unifilares. Permiso de trabajo eléctrico. Señalización eléctrica. Verificación de ausencia de energía y conexión a tierra. Procedimiento seguro para restaurar energía.
- **Módulo 3: Sistemas integrados de gestión de la energía.** Demanda y necesidades energéticas. Eficiencia Energética. Etiquetado de Eficiencia Energética. Sistemas de Gestión de la energía. ISO 50001 Terminología y definiciones en gestión de la Energía ISO 50001. Sistemas integrados de gestión. Estructura de la Norma. Planificación del Sistema de Gestión de Energía. Política energética. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización. Objetivos. Metas energéticas. Revisión Energética. Indicadores de Desempeño Energético Línea Base Energética. Evaluación del desempeño. Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético. Procedimiento de mediciones. Equipamiento necesario Relevamientos. ISO 50002. Auditorías Energéticas. Actividades preliminares. Niveles y tipos de Auditorías Energéticas. Estructura de una Auditorías Energética. Diagnóstico Energético: Metodología y herramientas Trabajo de campo. Análisis. Oportunidades de mejora. Oportunidades de mejora en el consumo energético.
- **Módulo 4: Procesamiento y análisis de datos.** Interpretación de Facturas. Contratos con prestadora eléctrica. Coseno de phi. Horarios de consumo. Multas. Propuestas de cambio de primera instancia.

Iluminación. Motores Eléctricos. Calderas. Tuberías de vapor. Cogeneración. Energía renovable. Oportunidades de mejora en el consumo de combustible y procesos de calor.

- **Módulo 5: Sensibilización en eficiencia energética a empresas.** Repaso de conceptos. El rol del auditor. Diagnóstico Energético: Metodología y herramientas. Oportunidades de mejora en el consumo energético.

Tabla III Planificación Temática/Temporal de las Capacitaciones.

PMCI Módulo 4 - Gestión de la Energía				
Módulo 1: Introducción a la Gestión Energética.	Módulo 2: Seguridad Eléctrica.	Módulo 3: Sistemas integrados de gestión de la energía.	Módulo 4: Procesamiento y análisis de datos.	Módulo 5: Sensibilización en eficiencia energética a empresas.
Martes 06 agosto de 2024 de 09:00 – 11:30 h (Virtual)	Martes 13 agosto de 2024 de 09:00 – 11:30 h (Virtual)	Martes 20 agosto de 2024 de 09:00 – 11:30 (Virtual) h	Martes 27 agosto de 2024 de 09:00 – 11:30 h (Presencial)	Jueves 29 agosto de 2024 de 09:00 – 11:30 h (Presencial)

Fuente: Elaboración propia.

El material utilizado para las capacitaciones se encuentra detallado en la Tabla de Anexos en el índice General.

VI.3. Desarrollo y resultados de las capacitaciones

El martes 06 agosto de 2024 (Figura 2), se iniciaron las capacitaciones de manera virtual, con una breve presentación del Programa y la ponderación en particular de este módulo por parte del equipo de DIHM, a cargo del Ing. Darío Vergara y por parte del jefe del Dpto. GElYER INTI NEA el Ing. Jesús Espíndola.

El desarrollo de los módulos teóricos 1 a 3 se realizó de manera virtual, mientras que los 4 y 5 se llevaron a cabo de forma presencial (Figura 3). Para las disertaciones presenciales se invitó en el módulo 3 a los participantes a asistir al auditorio ubicado en calle José María Uriburu 804 Piso 3, el mismo estuvo conformado por empresas, profesionales juniors, equipo de la DIHM e invitados especiales a una participación continua e interrupción de su alocución para intercambio de ideas y/o consultas, en la búsqueda de una sinergia orientada a un aprendizaje significativo sobre la temática. El listado de los 35 participantes presentes durante las cuatro jornadas de capacitación se detalla en la Tabla IV.

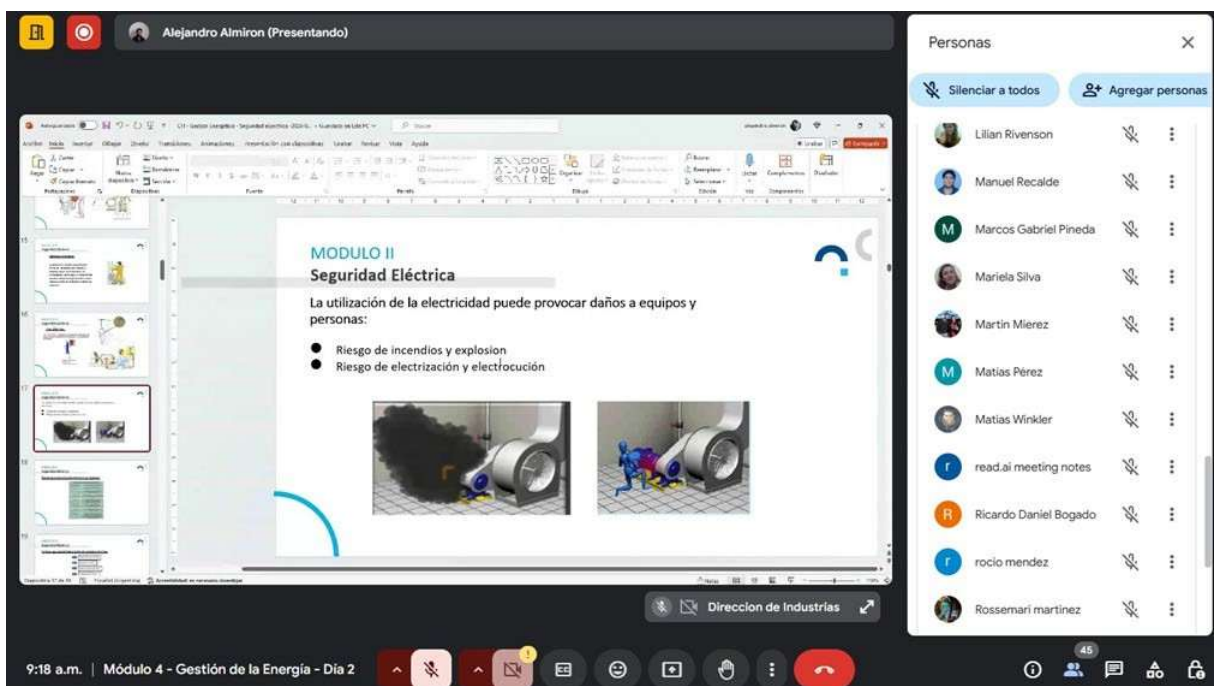


Figura 2 Captura de pantalla de las capacitaciones virtuales.

VI.4. Tarea 3: Diagnóstico y diseño de plan de mejora.

Respecto a los puntos 3.1 y 3.2 de la actividad “Tarea 3”, la definición de criterios de selección de empresas para diagnóstico y plan de mejora, en conjunto con la DIHM se basó en los criterios descriptos a continuación, para luego obtener el listado de las 10 empresas referentes, sobre las cuales se realizan sus diagnósticos y planes de mejoras.

- Potencial de mejora según los recursos disponibles.
- Participación y compromiso de los propietarios en las diferentes actividades ejecutadas.
- Necesidad de gestión eficiente de la energía para bajar costos y mejorar el proceso productivo.
- Tener una agenda inicial de implementación de acciones en lo que respecta a energías renovables. Investigaciones, averiguaciones técnicas, presupuestos u otro.

El listado de las empresas que fueron seleccionadas para participar de la tarea 3 se detalla en la Tabla V. Del listado de las empresas seleccionadas para participar de la tarea 3, detallado en la Tabla V, la empresa con la razón social Ibáñez Jorge, ubicada en la localidad de Palo Santo fue seleccionada el 23 de octubre para reemplazar a la empresa del rubro Cometto Carpintería, de la localidad de Pirané, que había sido elegida originalmente. Esto se debió a la dificultad presentada para coordinar las actividades con la empresa sustituida. Sobre este listado se realizaron las respectivas actividades de diagnóstico, en las fechas indicadas en la Tabla V, para luego llevar a cabo las propuestas de mejoras.



Figura 3 Imágenes fotográficas tomadas por personal técnico de la DIHM en las capacitaciones presenciales realizadas en los módulos 4 y 5.

Tabla IV Planilla de asistencia a los módulos teóricos.

PMCI 2024 Asistencia Módulo 4: Gestión de la Energía en la Industria				
Nombre y apellido	Modulos			
	06-ago	13-ago	20-ago	27-ago
Acevedo, Valeria	X	X	X	
Almiron Alejandro			X	
Barrios, Gonzalo Javhi	X	X	X	X
Bartschat, Sergio Jeremías	X	X	X	X
Bogado, Vanesa Andrea		X	X	
Cabrera Benítez, Kevin Erasmo	X			
Carabajal, Eva Tomasa	X	X		
Céspedes, Marcelo Nicolás	X		X	
Espinoza, Edgar Roberto	X	X		X
Fernandez, Mabel Andrea	X	X	X	X
Fleitas, Maria Sol		X	X	X
Galeano Federico Fabricio		X		
Gallego, Ivana	X	X	X	X
Gómez Alizandro, Valeria Edith	X	X	X	
Gomez Barbara Elena	X	X		
Gomez Jara Mariana Elizabeth		X		
Gómez Mónica Elizabeth		X		X
Gonzalez Andrea Carolina	X	X	X	
González, Robertino Ivar	X			
Gordillo, Nahuel Agustín	X		X	
Irala, Doris Maricel			X	
Leguizamon, Analia Beatriz	X		X	
Maldonado Benedicta Beatriz	X	X	X	X
Mareco, Martin		X		
Mierez, Martin		X	X	
Montiel, Francisco Luciano	X		X	
Perez, Matias Ramon	X	X	X	X
Pineda, Marcos Gabriel		X	X	
Portillo, Celena Ailén	X	X	X	
Recalde, Manuel		X		X
Reinoso, Enzo	X	X	X	
Rivenson, Lilian Mercedes Elizabeth	X	X		
Rotela, Dardo Emmanuel	X	X	X	
Rotela, Eva Julia Nahir	X			
Winkler, Matias Sebastian	X	X	X	X

Fuente: Tabla elaborada por la DIHM.

Tabla V Planilla de empresas seleccionadas para las actividades de la Tarea 3.

EMPRESAS SELECCIONADAS - MODULO 4 - Eficiencia energética							
N	RAZON SOCIAL	CONTACTO	DIRECCIÓN	TELEFONO	LUGAR	Visita	Grupo Asig
1	Proveeduría Integral	Agustín Giuliani	Parque Industrial Mz G Parcela 22	370 4856620	Formosa	30-oct	4
2	Glassnea	Germán Torrano	Parque Industrial	3704 670796	Formosa	18-oct	2
3	Agrofortuc	Santiago Laitan	Ausberto Ortiz 3800 - Parque Industrial	370 4453097	Formosa	26/09/2024	2
4	Capitulo Impresiones	Horacio Sosa	Av. 25 de mayo 799	370 4541489	Formosa	10-oct	4
5	Carpintería Ibañez	Ibañez Jorge	Palo Santo	370 4049777	Palo Santo	11-nov	3
6	Andres Medina Mármol SRL	Rodrigo Medina	Fotheringham 523	370 5011111	Formosa	10-oct	5
7	Mida Contrucciones	Anibal Aquino	Chubut 526	370 4791521	Formosa	24-oct	1
8	Formolit - Premoldeados	Martin Raguzzi	Parque Industrial	11 58187777	Formosa	26/09/2024	3
9	Fedhec	Melina Silvero	Ruta 1 km 124.5	370 5100120	El Colorado	17-oct	1
10	Metalúrgica Smith	Smith Iván Alberto	P. Industrial - Mz D Lote 1 y 2	370 4783415	Formosa	28-oct	5

VI.5. Capacitación técnica (Previo a Tareas 3.3 y 3.4)

Previo al desarrollo de las Tareas 3.3 y 3.4 se decidió agregar, en complemento a los contenidos dictados en la Tarea 2, dos jornadas de capacitaciones teóricas prácticas de 3 horas cada una, los días 19.09 y el 08.10 (Figura 4). El temario fue seleccionado con el propósito de introducir a los juniors en el procedimiento puntual de una auditoría de recursos energéticos, como así también en todos los elementos que son necesarios incorporar en la práctica para llevar a cabo un diagnóstico en Gestión de la Energía en la Industria. El Dpto GEyER consideró pertinente, atento a la experiencia de sus integrantes y para una mejor transferencia de los conocimientos inherentes a la temática, realizar la misma de manera presencial en la oficina del Centro INTI Formosa, ubicada en el Parque Industrial Formosa.

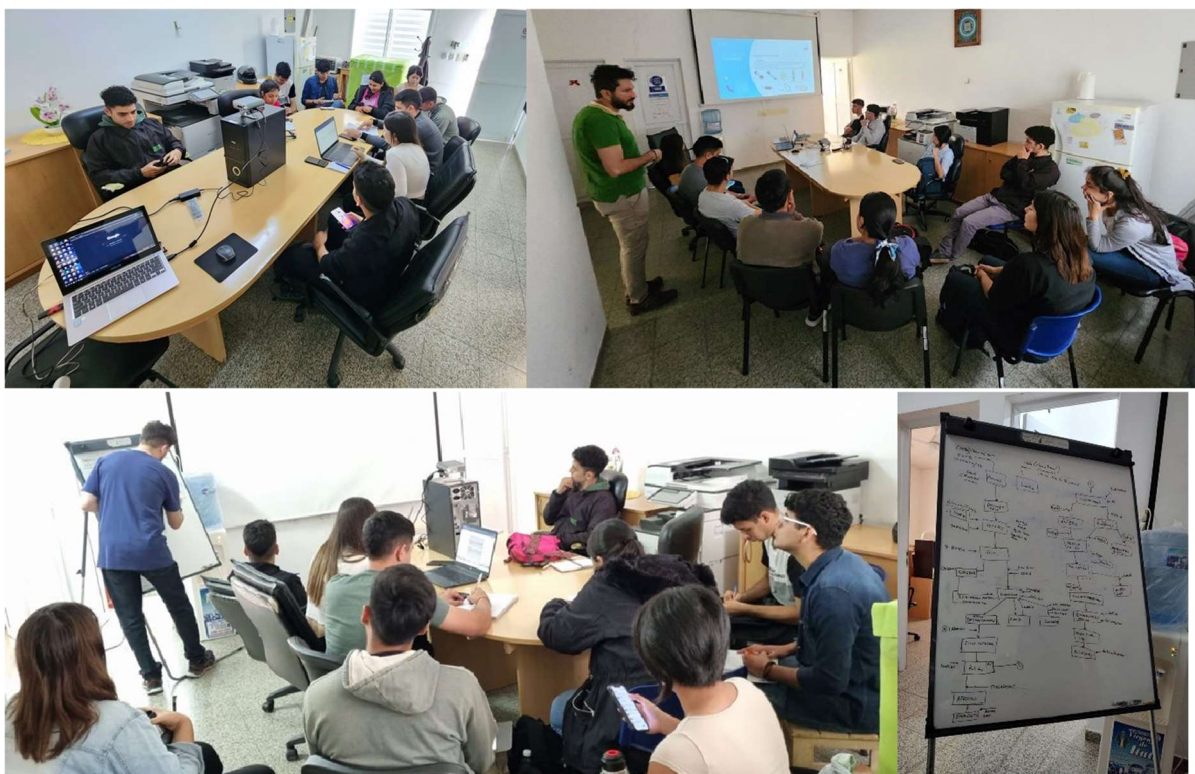


Figura 4 Capturas de imágenes de los eventos de capacitación realizados en la sede del Centro INTI Formosa los días 19.09 y el 08.10.

La capacitación del 8 de octubre se realizó posterior a la visita a las empresas Agrofortuc y Formolit con el objetivo de revisar como se habían realizado los procedimientos desarrollados en la primera capacitación, y así poder revisar cómo se habían ejecutado durante las visitas a las empresas y en función de eso llevar a cabo una revisión de los contenidos y adaptar los puntos pertinentes a todos los detalles de los sistemas de producción que se vieron en

las auditorías.

Para realizar las visitas a estas dos empresas se decidió en conjunto con el equipo de Gestión Energética NEA para realizarla con el total de los 11 Juniors, de modo tal que todos vean y participen de los procedimientos vistos, pero aplicados en la práctica, para luego poder hacer la capacitación posterior en la cual se implementan los conceptos sobre los datos relevados.

El temario de las capacitaciones que se dictaron los días 19 de septiembre y 8 de octubre se detallan a continuación (el contenido se encuentra listado en la tabla de anexos del Anexo I):

- **Módulo A (19.09.2024): Introducción a la Revisión Energética.** Conceptos. Situación energética a relevar. Consideraciones eléctricas y térmicas industriales. Elementos del diagnóstico energético: conceptos y aplicaciones en la implementación. Disertante: Jorge Levingston
- **Módulo B (08.10.2024): Procesos.** Desarrollo de un árbol de procesos, asignación de elementos energéticos, recolección de datos y gestión de la información, facturas eléctricas y productividad. Disertante: Jorge Levingston

Concluida la etapa de capacitación, después de la segunda visita a la empresa Formolit, se procedió a realizar la distribución de los Juniors que participaron en las dos empresas realizando el respectivo relevamiento. Para ello se tuvieron en cuenta las capacidades profesionales de cada junior y también el nivel de conocimiento general y específico sobre las distintas temáticas que fueron desarrolladas durante los módulos 1 al 5 de la tarea dos; esto se hizo así a los fines de lograr 5 grupos equiparados en cuanto al nivel técnico, persiguiendo la obtención de un abordaje lo más homogéneo posible para cada caso. De esta manera los equipos quedaron conformados como se especifica en la Tabla VI.

Para poder realizar un buen detalle analítico les fue facilitado a los juniors un par de planillas de cálculo con el detalle y cálculo que debe ser realizado, de igual manera también les permite sistematizar y ordenar la información recolectada en cada auditoría. El material suministrado para las intervenciones en planta se encuentra detallado en las tablas del Anexo II.

Tabla VI Distribución de profesionales Juniors en las empresas seleccionadas para la realización de la Tarea #3 del Módulo 4.

EMPRESA	Grupo Asignado	Integrantes		
Proveeduría Integral	4	Rotela, Dardo	Romero, María Lujan	Mazza, Luisina
Glassnea	2	Pineda, Marcos Gabriel	Gordillo, Nahuel Agustín	
Agrofortuc	2	Pineda, Marcos Gabriel	Gordillo, Nahuel Agustín	
Capitulo Impresiones	4	Rotela, Dardo	Romero, María Lujan	Mazza, Luisina
Carpintería Ibañez	3	Lilian Rivenson	González Andrea Carolina	
Andrés Medina Mármoles SRL	5	Pérez, Matías Ramón	Gómez Barbara Elena	
Mida Construcciones	1	Winkler, Matías Sebastián	Reinoso, Enzo	
Formolit - Premoldeados	3	Lilian Rivenson	González Andrea Carolina	
Fedhec	1	Winkler, Matías Sebastián	Reinoso, Enzo	
Metalúrgica Smith	5	Pérez, Matías Ramón	Gómez Barbara Elena	

Fuente: Tabla elaborada en conjunto con la DIHM.

VI.6. Desarrollo de las asistencias técnicas para los diagnósticos

El 26 de setiembre de 2024 se iniciaron las asistencias técnicas a las empresas seleccionadas, las fechas de visita inicial se detallan en la Tabla V, en cada visita se realizó nuevamente una breve presentación del programa y la ponderación en particular de este módulo por parte del equipo de DIHM, a cargo del Ing. Darío Vergara y por parte del Jefe del Dpto. GEyER INTI NEA el Ing. Jesús Espíndola. En algunas de las visitas el equipo de la DIHM acompañó al equipo INTI y a los juniors mientras se realizó la actividad planificada.

En todos los casos, y en la medida de lo posible, los elementos a analizar son las necesidades energéticas de la empresa, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, y proponer soluciones de mejora en materia de ahorro de energía y de incorporación de nuevas energías que sean viables técnica y económicamente.

6.1 Determinaciones estipuladas

1. Conocer la situación energética de la fábrica, determinar con la mayor exactitud posible los consumos reales de la planta. Averiguar cómo se compra y utiliza la energía, dónde se usa y con qué eficacia.

2. Obtener el balance energético global de los equipos e instalaciones en consumos de energía para su cuantificación.
3. Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
4. Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y medidas técnicamente aplicables para lograrlo.
5. Analizar las relaciones entre los costos y los beneficios de las diferentes oportunidades dentro del contexto financiero y gerencial, para poder priorizar su implementación.

6.2 Metodología empleada

Técnica empleada	Medición energética mediante comprobación eléctrica de tipo directa.
Instrumento	<ul style="list-style-type: none"> - Pinza cofimétrica digital. Marca HT, modelo 9023. N° Serie 21121296. - Pinza cofimétrica digital. Marca UNI-T, modelo UT243. N° Serie C173853764. - Pinza amperométrica digital. Marca HT, modelo 323. N° Serie 211119517. - Auditor Energético. Marca SONEI, modelo MPI-540. N° Serie EK3604. - Cámara Termográfica de alta resolución. Marca: Testo. Modelo: 870. N° Serie 03057227. - Analizador Multiparamétrico con sonda de Calidad de Aire y sonda de hilo caliente telescópica. Marca: TESTO. Modelo: 435-2. N° Serie 60979410.
Método	<p>Las mediciones se realizaron tomando como referencia a las siguientes normas y directrices:</p> <p>IRAM-ISO 50001:2018, IRAM-ISO 50006:2019, IRAM 2023:1979, IRAM 2265:1982, IEC/EN 61010-031, ISO 18434-1, DIN EN 13187. DIN EN 473. DIN 54191:2017-10. DIN 54162. ASNT SNT-TC-1, ASTM E1862-14, ASTM E1933-14.</p>

Con la finalidad de cumplir con estos objetivos en las determinaciones, el alcance de las inspecciones contempla las siguientes actuaciones:

- **El análisis de los suministros energéticos (incluyendo análisis de las condiciones de contratación de dichos suministros).** De todos los
EX-2024-00028283- -CFI-GES#DC (Formosa)

suministros energéticos exteriores incluyendo sus condiciones de contratación.

- **Análisis del sistema productivo.** De todos los subprocesos, sistemas y equipos que participen en el proceso de producción.
 - Subprocesos: Conjuntos de equipos de poco consumo que participan en una misma operación, ejemplo, todos los equipos de una zona de montaje manual.
 - Grandes Consumidores: equipos que tienen la potencia necesaria para que se midan de forma independiente, ejemplo inyectoras, prensas, cadenas automáticas de montaje.
 - Sistemas Térmicos: Equipos que generen calor o frío del sistema productivo, ejemplo, hornos, secadoras, etc.
- **Análisis de tecnologías horizontales.** De aquellas instalaciones que no pertenecen al proceso productivo pero que resultan imprescindibles para su desarrollo o iluminación.
 - Generación y distribución de Calor Industrial
 - Generación y distribución de Frío Industrial
 - Generación y distribución de Aire Comprimido

En el caso de estos trabajos de revisión, el análisis del alcance solamente se circunscribió a todos los procesos que involucren únicamente al sistema eléctrico y térmico según corresponda.

Con los datos recopilados se procedió a la elaboración de un diagnóstico por empresa que permita conocer la situación actual en cuanto a consumos y optimizar los equipos y procesos de la firma de cara al ahorro energético. Se incluyen los siguientes puntos:

- a. Cálculo de rendimientos y consumos específicos.
- b. Nivel de servicio, analizando la sobreutilización o infrautilización de las instalaciones respecto a su nivel óptimo.

Durante esta fase de la inspección, surgieron aspectos de las empresas de los cuales no se tuvo constancia cuando se realizaron las visitas, y que influyen en el comportamiento energético de la misma, por lo que en ocasiones fue necesario realizar alguna visita con posterioridad o realizar alguna otra medición. En otros casos no se tuvo acceso a la información proveniente del recibo de energía eléctrica. Es importante remarcar que puede suceder que, tanto los datos recolectados como los medidos no fueron coherentes o presentaron alguna variación en función del periodo de tiempo en que se hayan obtenido, y que puede ser originado tanto por la estacionalidad como por la configuración del sistema productivo de la empresa.

6.3 Información relevada (Procedimiento experimental)

El muestreo se realizó con el fin de poder cuantificar valor medio de la potencia activa, reactiva y aparente en servicio, que emerge de los componentes que integran al sistema productivo de cada empresa y que se encuentran emplazados en la planta industrial de cada una (Figura 5).

Con la finalidad de garantizar la no intervención de personal no idóneo en las inmediaciones del tablero eléctrico a intervenir, un agente técnico en higiene y seguridad de INTI intervino en la asistencia técnica, de modo que su accionar incluya el control de señalizaciones y distancias de seguridad acorde a los requisitos vigentes, tanto del personal que realiza el estudio como cualquier otra persona que pueda circular por el área.

Para el análisis de los elementos energizados las mediciones se llevaron a cabo los días en los que se realizaron las intervenciones en horario diurno (09:00 – 18:00 hs.). Las líneas de producción, en las que se pudo llevar a cabo el estudio, contaban con sus respectivos servicios auxiliares en planta se encontraban funcionando al máximo de su capacidad antes del inicio de las mediciones. Se realizaron un total de 1 (un) muestreo por configuración y para cada elemento con los instrumentos detallados en la sección “Metodología empleada”.

Como soporte a las incursiones eléctricas, en la medida de lo posible, se tomaron las emisiones de radiación infrarroja de onda larga emitida, reflejada y transmitida, que emerge de los componentes detallados para cada intervención. En cada muestreo se ejecutó una calibración previa¹ (como técnica de análisis mínimo para la recopilación de datos en el estado estable) para cada sesión de medición de los dispositivos emplazados en la planta industrial de la firma auditada. Los datos fueron recolectados acorde al PE01 – Medición Termográfica INTI SORNEA. Por lo tanto, para cada evaluación se determinó lo siguiente:

- a. Enfoque del objeto a estudiar.
- b. Rango de temperatura a medir.
- c. Distancia del objeto: incidirá en la distancia máxima y mínima para el estudio del objeto.
- d. Determinación de la temperatura aparente reflejada T_{refl} .
- e. Parámetro de objeto: emisividad, distancia de la cámara al objeto, temperatura atmosférica, húmeda relativa y velocidad del viento.

¹ Medición de la emisividad por material de referencia (ISO 18434-1). Determinación de la temperatura aparente reflejada T_{refl} (ISO 18434-1) y con Reflector D° Lambert. Elementos relevantes en Termografía (ASTM E1933 - 99A).



Figura 5 Imágenes de algunos de los tableros eléctricos y equipos electromecánicos que fueron analizados, los mismos están ubicados en los predios pertenecientes a las empresas Capítulo Impresiones, FEDHEC, Agrofortuc, Formolit y Proveeduría Integral.

El lugar de medición se eligió según lo más representativo para el sistema a monitorear (en aquellos casos cuya accesibilidad permitió la medición), y comprende las zonas detalladas en cada tabla de zonas de medición, incluida la nomenclatura empleada para la identificación de los datos en su respectivo reporte. Los valores de distancia al objetivo fueron obtenidos por medio de un

medidor de distancia láser, acorde al PE03 – Medición de distancia mediante técnica infrarroja INTI SORNEA, montado sobre un trípode.

Las imágenes termográficas fueron adquiridas según las siguientes características técnicas

Característica Técnica	Valor
Resolución infrarroja	160 x 120 píxeles (FPA, silicio amorfo)
Sensibilidad térmica (NETD)	<100 mK @ 30 °C
Campo de visión (FOV) / distancia mínima de enfoque	34° x 26° / < 0,5 m (teleobjetivo de foco fijo)
Resolución geométrica (IFOV)	3,68 mrad
Super resolución	320 x 240 píxeles / 2,3 mrad
Frecuencia de actualización de imagen IR	9 Hz
Ancho de banda espectral	7,5-14 µm

NOTA: Todas las mediciones fueron realizadas bajo techo y sin incidencia directa de luz solar, por lo tanto, no se requirió realizar ninguna corrección por contribución de radiación de fondo a la temperatura aparente.

6.4 Procedimiento Eléctrico

Para el procedimiento de medición eléctrico se emplearon los instrumentos detallados en el apartado “Metodología empleada”, pinza cofimétrica digital, pinza amperométrica, medidor multifunción, y analizador de calidad de energía. El método utilizado es por medición directa. En cada muestreo se ejecutó una calibración previa a 0 (como técnica de análisis mínimo para la recopilación de datos en el estado estable) para cada sesión. La duración de cada sesión dependió del elemento a ser medido. Para mediciones globales se realizó considerando un tiempo de muestreo de 45 minutos en adelante. En estos casos los datos fueron adquiridos con el analizador de calidad de energía y en algunos casos se empleó a las pinzas cosfimétricas.

Para procesos en los que se requirió obtener la información con más detalle se emplearon las pinzas amperométricas y cosfimétrica en intervalos acorde a la demanda de la ventana de medición. Las mediciones de detalle generalmente se realizaron en tiempos que fueron desde algunos segundos hasta algunos minutos. En estos casos generalmente se realizaron un total de 3 muestreos con una duración de no superior a los 4 minutos como prueba mínima de recopilación de datos en el estado estable. En algunos eventos, y por cuestiones propias del proceso de producción en curso, no pudo realizarse.

6.5 Resultados obtenidos

6.5.1 Árbol de procesos

En la Figura 6 se detalla un ejemplo de un árbol de proceso, en este caso fue realizado para la empresa Agrofortuc y que se corresponde a cada etapa relevada in situ, en el mismo se observa una representación gráfica de los procesos principales de una empresa, su orden y sus interrelaciones. En general, los diagramas de árbol son ayudas visuales que simplifican temas complejos, facilitando la comprensión y el compromiso de las partes interesadas, en este caso lo que se asocia con cada una de sus componentes son los elementos energéticos que intervienen en cada paso.

6.5.2 Parámetros eléctricos - Interpretación de los datos finales

Acorde al procedimiento eléctrico descrito previamente es como se llevó a cabo la construcción del valor de las potencias activa, reactiva y aparente del sistema trifásico con cargas desequilibradas medido, el cual se realizó mediante comprobación directa de los parámetros eléctricos por fase.

Análisis de la Instalación Eléctrica Global

La mayoría de las empresas relevadas, a excepción de Capítulo Impresiones, Medina Mármoles, Metalúrgica Smith y Mida Construcciones, por el rubro a que se dedican, cuentan con una o varias líneas de producción las cuales son alimentadas por transformadores de media a baja tensión, en todos casos exterior a ella. El transformador trifásico de distribución, habitualmente emplazado fuera del predio de las plantas, abastece por lo general a las líneas de producción, incluidos los sistemas auxiliares para la línea, algún depósito, la guardia de entrada y algunas de las luminarias exteriores.

La derivación principal hacia un tablero general de distribución (Figura 7), se realiza por lo general a un patio máquina o un sector que se encuentra ubicado dentro las empresas. De este tablero general se distribuye hacia diversos secundarios o equipamiento, sala de servicio y el depósito, si lo hubiera. Casi todas empresas en las líneas incluyen la iluminación de esta, excepto la iluminación correspondiente al exterior del predio.

Del TGBT, directamente aguas abajo se encuentran generalmente los tableros secundarios de las zonas de administración y/o oficinas, depósito, los sectores de iluminación, tanque de agua y potencia para la mayoría de las empresas (Figura 8). El estado frecuente de estos presenta características semejantes a las de los TGBT, con la diferencia de que estos si poseen preponderantemente protección diferencial.

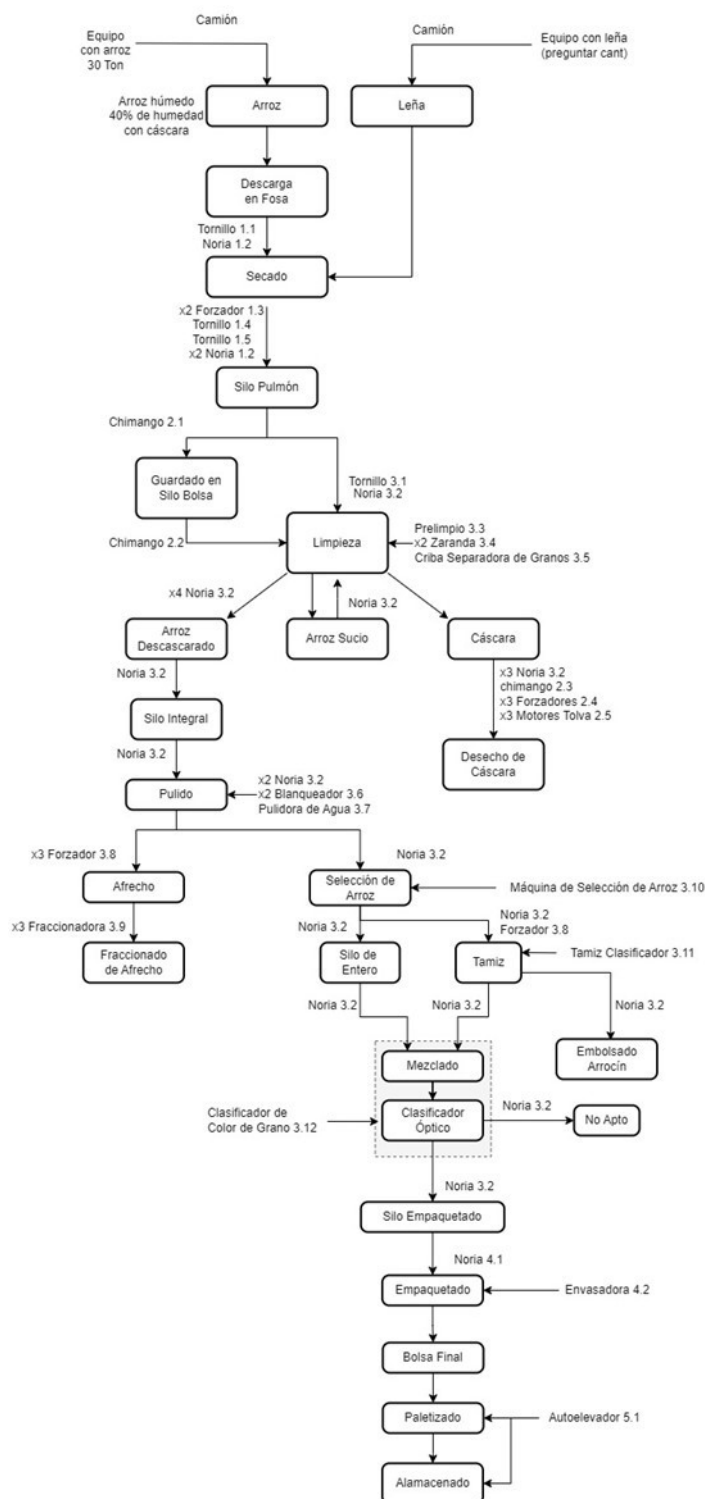


Figura 6 Árbol de procesos para elaboración de arroz, perteneciente a la empresa Agrofortuc.

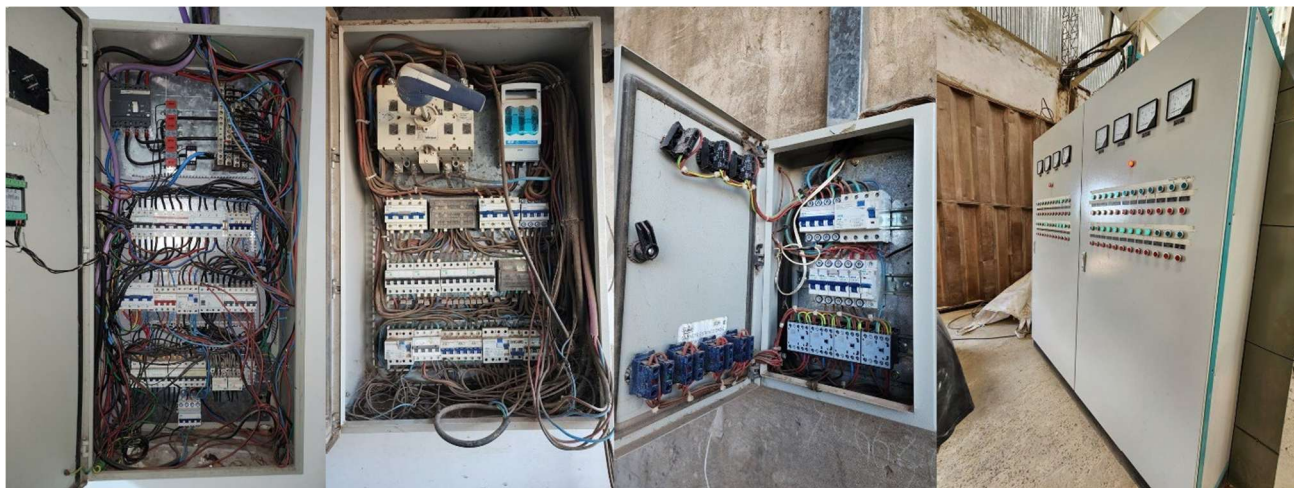


Figura 7 Diversos tableros generales de baja tensión (TGBT) de las empresas, ubicados en lugares como patio de máquinas o dentro de zona de producción, que distribuyen hacia sectores de consumo principal o tableros secundarios.

En la mayoría de los casos el estado general del tablero principal y de los secundarios constatados es regular, la instalación está deteriorada por la acción del tiempo e intemperie en los conductores debido a la no canalización adecuada de los mismos, los conductores presentan empalmes provisionarios y en estado irregular, no funcionan las luces testigos de fase, no poseen señalización clara y adecuada. Existen desviaciones de construcción, aislamiento de cables sin colores normativos y aislamiento de cables en riesgo al pasar por perforaciones sin protección mecánica (Figura 9).

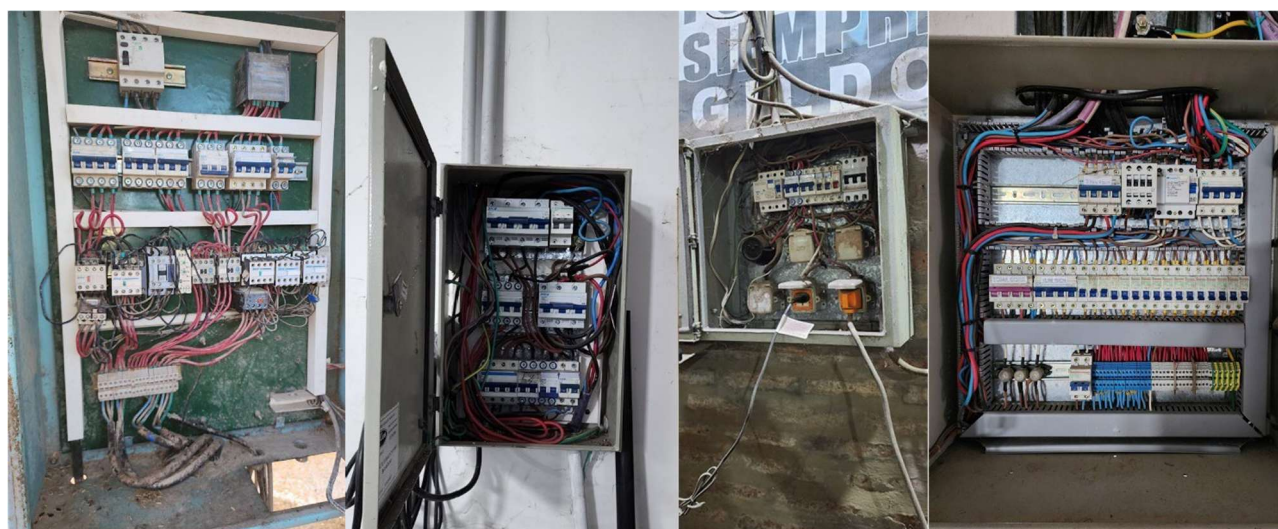


Figura 8 Diversos tableros generales de baja tensión (TGBT) de las empresas, ubicados en lugares como patio de máquinas o dentro de zona de producción, que distribuyen hacia sectores de consumo principal o tableros secundarios.

Análisis de la Instalación de Vapor

Algunas plantas cuentan con equipos generadores de vapor (GV) del tipo humo tubular de tres pasos de gases y disposición horizontal (Figura 10). Las calderas son de marcas diversas, como así la antigüedad de estas. Se encontró en casi todos los casos que tanto las capacidades de calóricas de entrega (Kcal/h), como las presiones de diseño (Kg/cm²) estaban acorde al vapor demandado por los procesos, y sobredimensionado en algunos lugares, operando las calderas a bajas presiones de trabajo. En lo referido a la recuperación del condensado generado por los distintos equipos de proceso, se observó en la totalidad de las instalaciones la falta de aislamiento a los fines de evitar pérdidas térmicas.

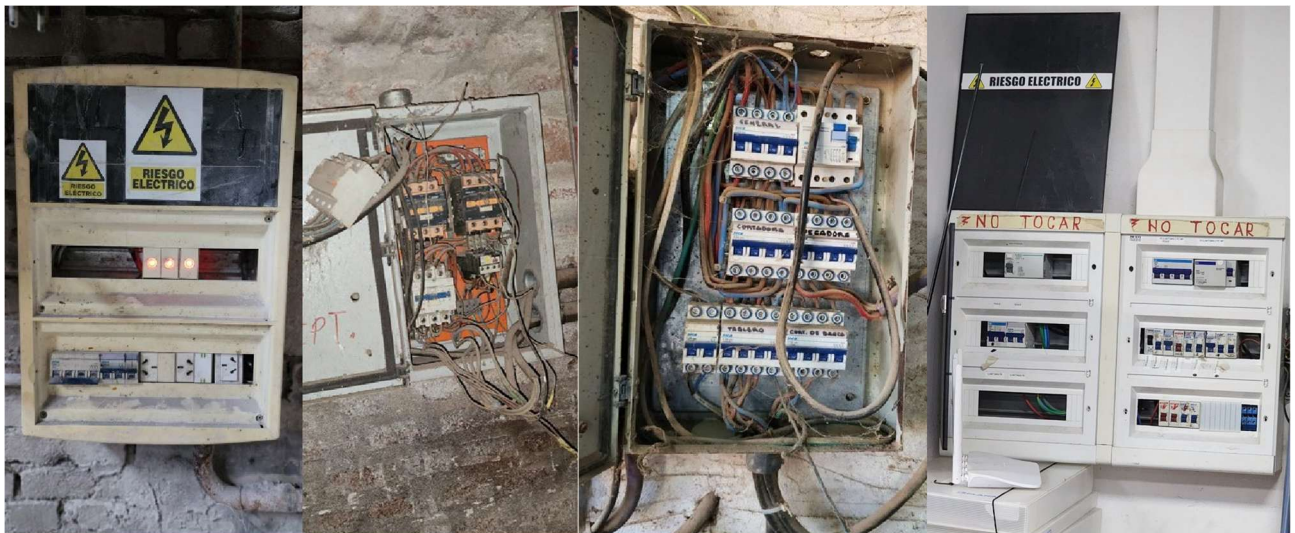


Figura 9 Diversos tableros secundarios de baja tensión (TSBT) de las empresas, ubicados en lugares como patio de máquinas o dentro de zona de producción, que distribuyen hacia sectores de consumo principal o tableros secundarios y que presentan claras desviaciones respecto a lo sugerido por las normativas eléctricas.

Es importante remarcar que el diagnóstico energético de la instalación de vapor está basado en el análisis de funcionamiento de los generadores de vapor, de las líneas de distribución y en las observaciones realizadas en el lugar. Debido a la estacionalidad y a la fecha de las intervenciones realizadas y de las actividades que se llevaban a cabo en las visitas, en ninguna de las empresas se encontró en servicio a los equipos térmicos y por lo que no se pudo realizar la calificación completa de las mismas.



Figura 10 Equipos para generación de vapor basados en calderas alimentadas a GLP pertenecientes a las empresas Proveeduría Integral y FedHec.

Potencia Eléctrica Instalada Relevada

Se realizó un relevamiento de los diferentes inmuebles emplazados en las empresas, con el fin de obtener un listado de todos los conceptos que influyan en el Uso Racional y Eficiente de la Energía y que se emplean para desarrollar las actividades de toda la planta. El relevamiento se enfocó en aquellos elementos instalados dentro de cada edificio que consuman energía para su funcionamiento.

Los datos fueron ingresados en forma sistematizada y ordenada en las planillas de relevamiento (Anexo II), lo que facilitará posteriormente a la empresa el trabajo de corrección y posibilitando la homogenización y claridad de la información. En algunos casos no se pudo obtener la información sobre las características físicas o técnicas de un artefacto, porque no está, se encontraba oculta o en lugares de imposible o de difícil acceso, (por ej. equipos de aire acondicionado, CPU, monitores, etc.); por lo tanto, se realizó la estimación que mejor corresponda según cada caso.

La planilla con el detalle de las áreas involucradas se detalla en el anexo A que acompaña a cada uno de los 10 informes realizados para cada una de las empresas. La potencia instalada se dividió en equipos electromecánicos y electrónicos, y se expresa el cómputo como un total en kW; la potencia instalada en iluminación también se expresa en su totalidad en kW. Por lo tanto, la potencia instalada total en kW es la suma de ambas expresiones.

Suponiendo un uso normal del equipamiento para un turno de producción diario acorde a las horas declaradas por cada empresario, y con todas las líneas de producción funcionando en simultáneo, se estimó un consumo energético total anual en kWh/año para cada establecimiento.

Tabla VII Ejemplo del análisis de la medida de consumo energético (kWh/año) y estipendio económico estimado (con un valor de AR\$ por kWh) para la suposición de un uso normal del equipamiento para un turno de producción diario de 8 hs. y con todas las líneas de producción funcionando en simultáneo.

Análisis de la medida para equipamiento electromecánico	
Valor Unitario Medio (AR\$/kWh)	\$ 128,00
Consumo Energético Estimado (kWh/año)	302.828,54
Estipendio Económico (AR\$/año)	\$ 38.762.053,12
Análisis de la medida para iluminación	
Consumo Energético Estimado (kWh/año)	39209,28
Estipendio Económico (AR\$/año)	\$ 5.018.787,84
Estipendio Económico Total (AR\$/año)	\$ 43.780.840,96

Análisis de Facturas de Energía Eléctrica

Para las empresas que aportaron las facturas eléctricas se realizó un análisis de las mismas, lo pretendido es lo correspondiente a un período anual, que en algunos casos no se pudo obtener, por lo que se trabajó con lo aportado. Es importante remarcar que la solicitud correspondiente a un período anual se debe a que, para poder efectuar de manera acertada en un diagnóstico, la estacionalidad los procesos debe ser tenido en cuenta. Por ejemplo, en la Figura 11 se muestra una comparación entre las potencias contradas en punta y fuera de punta y el registrado en las facturas suministradas por la empresa GlassNEA. Se observa claramente el exceso de potencia utilizada tanto en la franja horaria de Punta como en la de Fuera de Punta.

El factor de potencia obtenido del análisis posee valores $0,85 < \cos \varphi < 0,99$; el cual en algunos casos está por debajo del mínimo que la normativa requiere para el consumo eléctrico ($\cos \varphi = 0,95$) por parte del ente proveedor del suministro, generando un recargo, que puede ser importante, en el monto de la factura debido a la multa impuesta por la distribuidora eléctrica REFSA SA, por bajo factor de potencia. Esto es debido a que no se dispone de un banco de capacitores de la empresa que compense la energía reactiva, para mantener dicho valor lo más próximo posible a un $\cos \varphi = 1$.

Por otro lado, como se observó de las gráficas en la Figura 11, las potencias contratadas en punta y fuera de punta, están muy por encima o muy por debajo de los valores registrados. Esto hace que el cargo fijo que se abona mensualmente sea superior al que debería ser, además de la multa correspondiente.

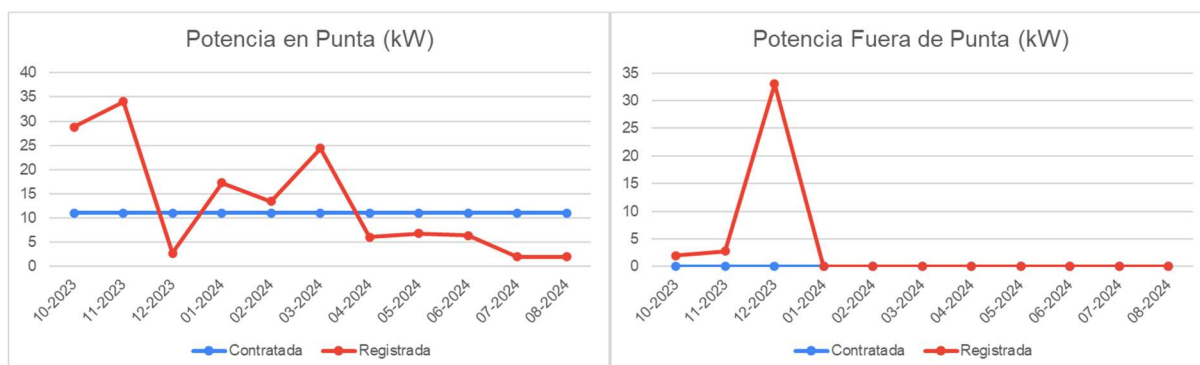


Figura 11 Potencias contratadas en punta y fuera de punta y el registrado en las facturas suministradas por la empresa GlassNEA

En resumen, como resultado se observan 2 puntos importantes:

1. Recargo por bajo factor de potencia (PF)
2. Potencias contratadas muy superiores o inferiores a las registradas

Esto es común a varias de las empresas asistidas, con lo cual la propuesta del INTI, además de los casos puntuales de cada asistencia, consiste en recontractar la potencia actual a los valores de en kW en punta y fuera de punta, siempre y cuando el ritmo de trabajo y el uso de la potencia instalada sea similar al ritmo de trabajo de los últimos 12 meses. En caso de expandir la producción y/o poner a funcionar equipamiento nuevo o adicional, esa potencia contratada deberá ser analizada nuevamente y cambiada en caso de ser necesario.

En la Tabla VIII, se detalla un ejemplo de los ahorros potenciales que se pueden lograr con la compensación óptima de energía reactiva y el cambio de potencias contratadas propuesto, el cual significa un ahorro aproximado en el costo de la factura por el servicio de energía eléctrica, del 15-20 %.

Medición de Energía Eléctrica

Acorde a lo relevado y en algunos casos sucedió que, en el día en el que se realizó la medición, no estuvieron produciendo las líneas que normalmente lo hacen, por lo que el consumo que se refleja en los datos es principalmente iluminación, equipos de refrigeración (Split y AA) y equipos de servicios auxiliares. A continuación, se describe un ejemplo de recolección de datos realizado en este caso a la empresa FedHec; en esta exposición se detallan particularmente los resultados más comunes que son: la potencia activa, el factor de potencia (FP), la intensidad de corriente eléctrica con su respectivo nivel de desequilibrio entre fases y la tensión de línea para cada fase.

Tabla VIII Ejemplo del análisis de ahorros potenciales que se pueden lograr con la compensación óptima de energía reactiva y el cambio de potencias contratadas propuesto.

Mes	Monto abonado	Ahorro óptimo con banco capacitores	Ahorro por cambio de potencia contratada	Ahorro total mensual	Promedio de Ahorro
10-2023	\$ 87.308,06	\$ -	\$ 6.453,12	\$ 6.453,12	7,39%
11-2023	\$ 170.776,48	\$ 10.182,83	\$ 16.979,18	\$ 27.162,01	15,91%
12-2023	\$ 40.527,14	\$ -	\$ 8.120,48	\$ 8.120,48	20,04%
01-2024	\$ 86.035,83	\$ -	\$ 4.641,37	\$ 4.641,37	5,39%
02-2024	\$ 157.524,92	\$ -	\$ 5.064,56	\$ 5.064,56	3,22%
03-2024	\$ 444.831,82	\$ 28.110,45	\$ 27.529,23	\$ 55.639,68	12,51%
04-2024	\$ 343.233,47	\$ 23.288,41	\$ 22.598,62	\$ 45.887,03	13,37%
05-2024	\$ 273.155,50	\$ 18.756,26	\$ 22.598,62	\$ 41.354,88	15,14%
06-2024	\$ 238.780,66	\$ 21.707,33	\$ 22.565,02	\$ 44.272,35	18,54%
07-2024	\$ 170.073,46	\$ -	\$ 22.565,02	\$ 22.565,02	13,27%
08-2024	\$ 191.120,16	\$ -	\$ 29.862,64	\$ 29.862,64	15,63%
Total	\$ 2.203.367,50	\$ 102.045,28	\$ 60.667,46	\$ 291.023,12	13,21%

Potencia Activa

Potencia Activa		
Mínima	Máxima	Promedio
4,41 KW	73,04 KW	63,32 KW

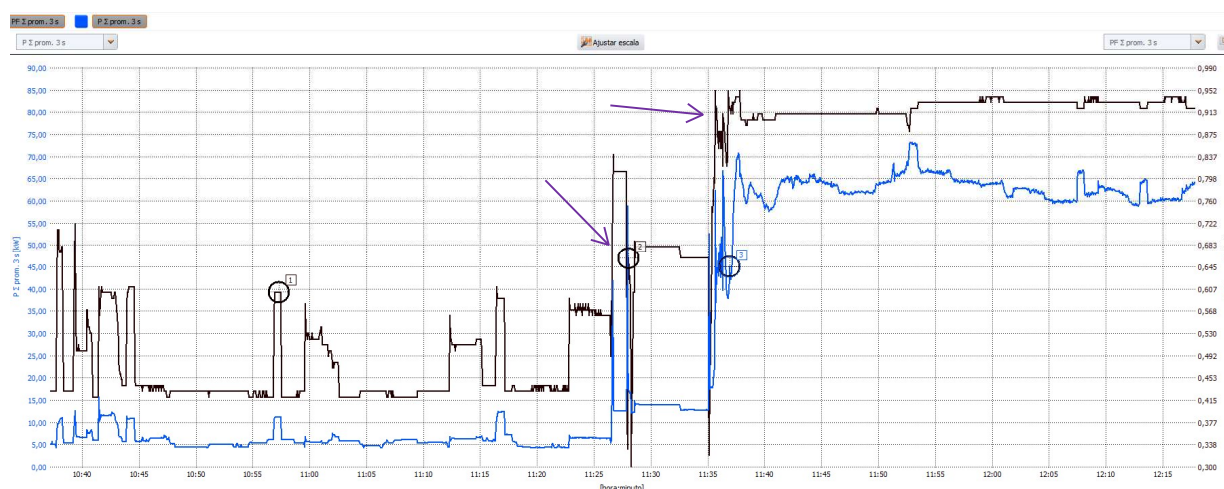


Figura 12 Potencia activa (azul) y factor de potencia (FP) (negro) registrados en la empresa FedHec SA.

En la Figura 12 se detallan los valores registrados para la potencia activa y el factor de potencia. La franja horaria de mayor potencia consumida corresponde desde las 11:35 hs aproximadamente en adelante. Según los datos

EX-2024-00028283- -CFI-GES#DC (Formosa)

relevados en la planta, esta tiene 4 encendidos automáticos y que se corresponden a etapas del proceso desde suministro de ingredientes primarios pasando, por la molienda hasta la etapa de extrusión y embolsado. Los últimos encendidos se pueden ver en la gráfica identificados por las flechas púrpuras, que coinciden con los círculos críticos #2 y #3. Los anteriores escalones que se distinguen están relacionados con otros consumos de equipos que funcionan en ese horario.

Como un ejemplo de análisis, la Figura 12 también muestra el proceso de arranque del sistema productivo de manera escalonada. Desde las 11:10 se observa que primero enciende el equipo A (funcionando 3 minutos) y luego de 10 minutos enciende el equipo B (funcionando 5 minutos), y así sucesivamente hasta alcanzar el funcionamiento pleno de la totalidad de los elementos electromecánicos que conforman la línea de producción. La potencia máxima registrada al final fue de 73 KW. La misma situación se da en otros procesos de otras empresas, pero en algunos casos los equipos encienden casi en simultaneo.

Factor de Potencia

Factor de Potencia		
Mínimo	Máximo	Promedio
0,42	0,94	0,92

En la Figura 13 se detallan los valores registrados para el factor de potencia y el $\cos \phi$. El valor registrado corresponde con el valor de tangente de potencia que figura en las facturas de energía eléctrica analizadas en algunos casos. El valor mínimo registrado fue 0,42 el máximo fue de 0,94. Cabe recordar que la empresa de energía multa cuando este valor es menor a 0,95. Es decir, en gran parte se está por debajo de lo exigido, y esto puede ser atribuido a que el banco de compensación de energía reactiva no está funcionando para cargas bajas.

Si bien los valores más bajos se dan cuando no hay producción, es importante destacar que cuando se trabaja con cargas no lineales, como los variadores de velocidad, se crean corrientes armónicas, que pueden ser representadas por la tasa de distorsión armónica (THD), en estos casos la potencia aparente (S) no estará únicamente compuesta por la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q). Si no que también hay que tener en cuenta "D", siendo D la suma de todas las potencias que genera la distorsión. Es por ello que el $\cos \phi$ no coincide con el resultado final del factor de potencia, siendo el factor de potencia casi siempre menor al $\cos \phi$.

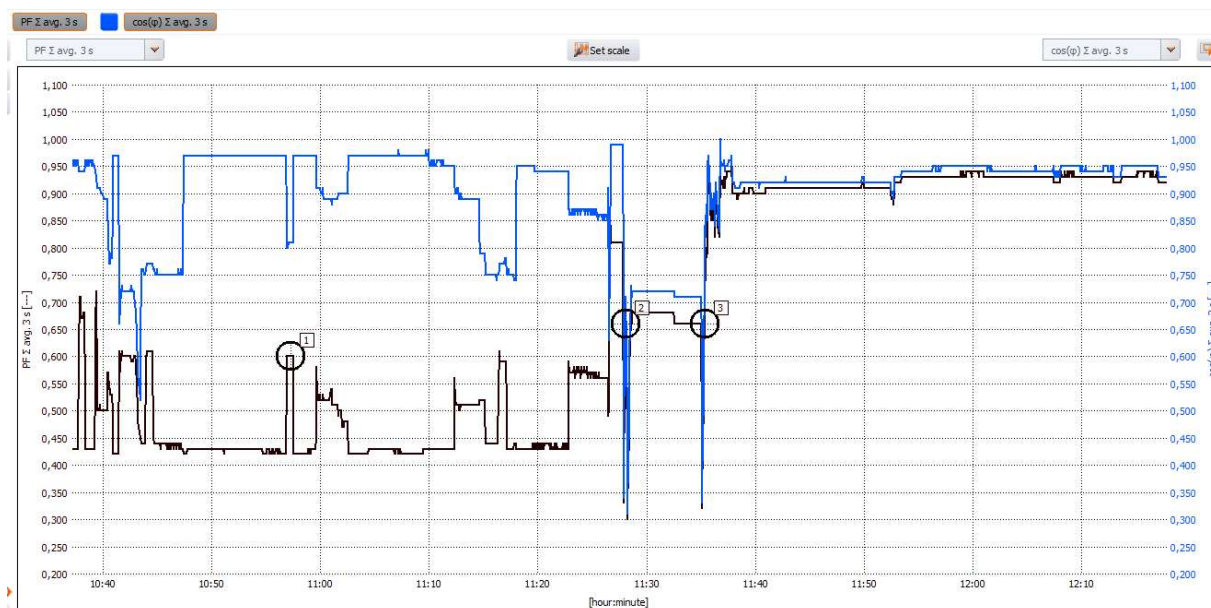


Figura 13 Factor de potencia registrado en la empresa FedHec SA.

Intensidad de Corriente Eléctrica

Intensidad de Corriente Eléctrica

Mínima	Máxima	Promedio
1,08 A	135,70 A	100,53 A

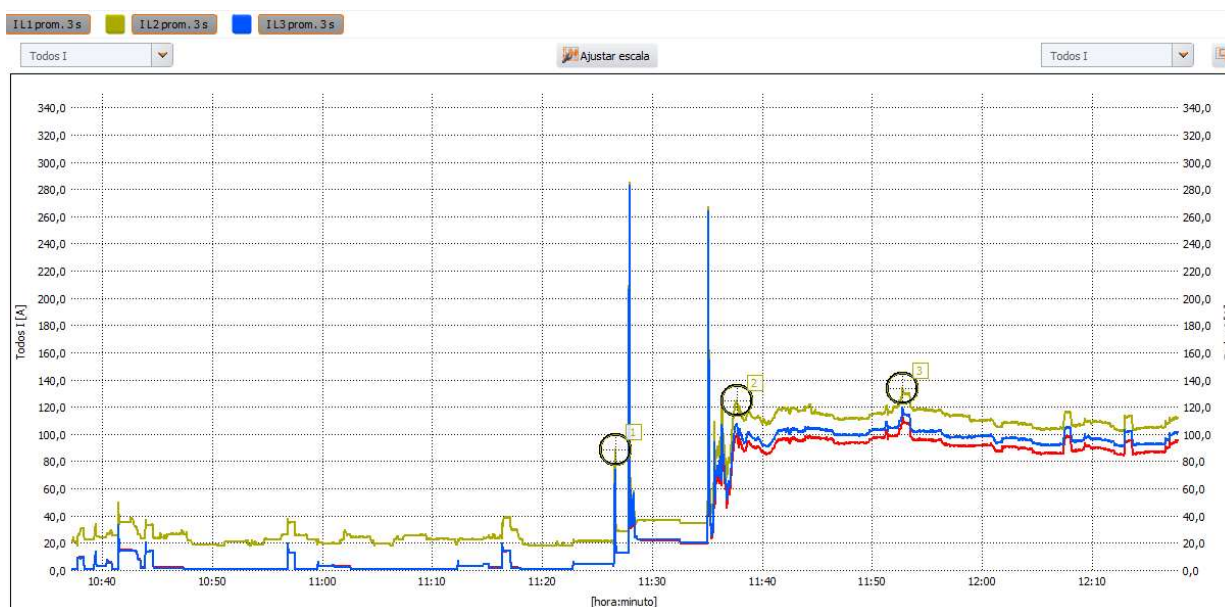


Figura 14 Intensidad de corriente registrada en la empresa FedHec SA.

Con respecto a la corriente se obtuvieron resultados con un comportamiento similar a los de potencia y se muestran en la Figura 14 Los
EX-2024-00028283- -CFI-GES#DC (Formosa)

valores mínimo y máximo de corriente se corresponden (cálculo mediante) con los siguientes valores de potencias aparentes:

- **Mínima:** 10,76 kVA y un Factor de Potencia de 0,43. Lo que denota la fuerte componente de Iluminación en el consumo a carga mínima. Ese muy bajo Factor de Potencia podría mejorarse con la inclusión de más consumos de Potencia Activa, lo que sucedería si se agregan cargas tipo motrices al consumo.
- **Máxima:** 80,95 kVA y un Factor de Potencia de 0,88. Lo que denota que si bien la relación Activa/ Reactiva mejora, no es lo suficiente como para tener un Factor de Potencia aceptable sin compensación adicional. Y tampoco lo será si aún a plena carga el resto de la planta aporta consumos del tipo de motores asincrónicos cuyos factores de potencia individuales no superan los 0,9. Es decir, La compensación adicional parece resultar imprescindible.

Intensidad de Corriente Eléctrica | Desequilibrio entre fases

Desequilibrio Intensidad de Corriente entre fases

Mínima	Máxima	Promedio
5 %	92,6 %	8,6 %

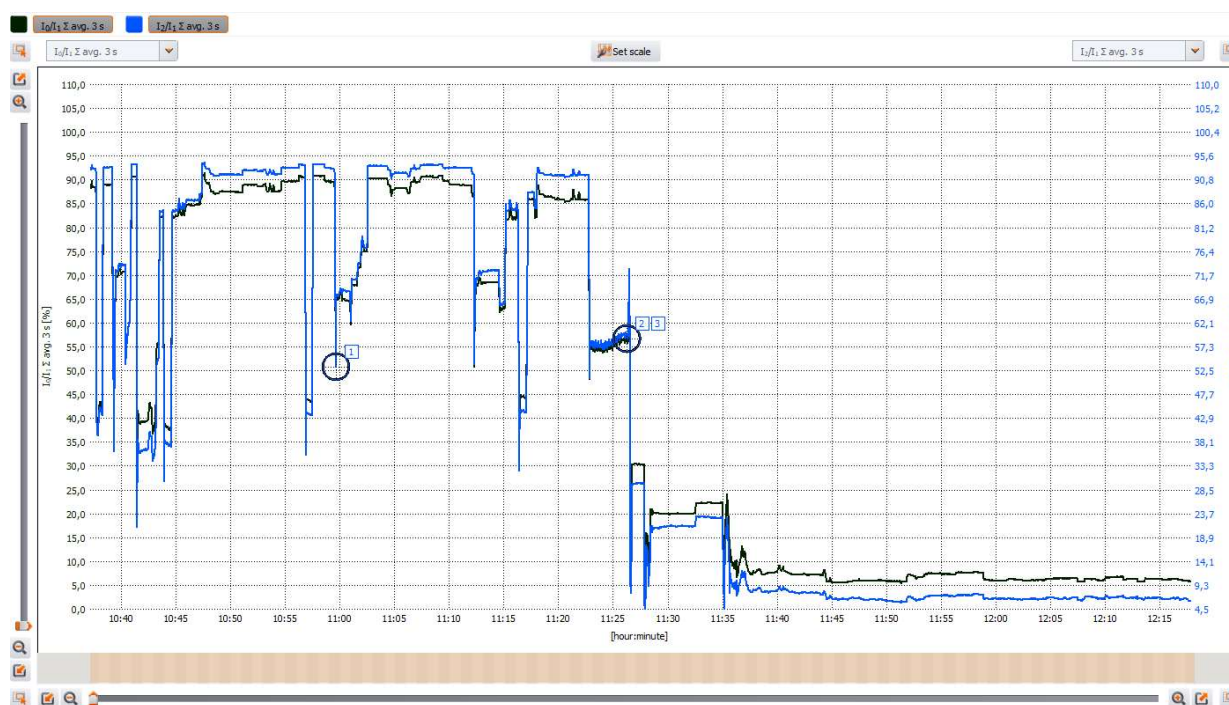


Figura 15

Valores para el desequilibrio en Intensidad de Corriente entre fases registrada en la empresa FedHec SA.

La Figura 15 muestra el registro del desequilibrio en la intensidad de la corriente eléctrica en las fases. Se supone que al no estar en plena producción la planta, la iluminación y refrigeración monofásica, toman preponderancia en el desequilibrio. Se registro un desequilibrio máximo del 92,6 % en un instante de la medición, cuando el máximo sugerido es del 5%. Mas del 90% del tiempo de medición, se registró desequilibrio en las fases por encima del máximo sugerido.

Tensión de Fase

Tensión de Fase		
Mínimo	Máximo	Promedio
214,7 V	239,3 V	228,8 V

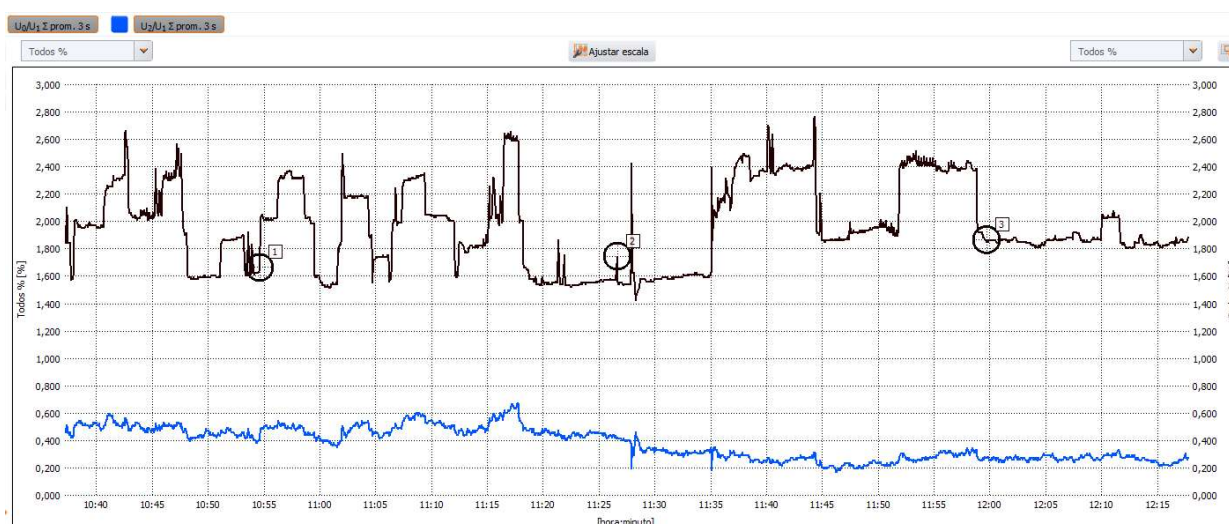


Figura 16 Valores para el desequilibrio en la tensión de fase, entre fases U_0/U_1 (negro) y U_2/U_1 (azul) registrada en la empresa FedHec SA.

La Figura 16 muestra el registro de la tensión de fase. No se encontró desequilibrio entre fases superior al 2,5%, el valor promedio está dentro lo normal (220-230 V), las variaciones que se ven en la gráfica corresponden a los ingresos de equipos, pero en ningún momento se observa caída de la misma. En caso de funcionar el banco de compensación, se debería medir nuevamente la tensión de fase, ya que puede aumentar por encima de lo tolerable para el uso equipos sensibles.

Impacto del consumo eléctrico

Por lo tanto, habiéndose revisado y analizado los siguientes documentos-fuente de información:

- a. Consumos eléctricos en los períodos declarados en los casos que así lo hicieron
- b. Elaboración de productos en el mismo período en las mismas empresas, en las que no se realiza producción por el rubro al que se dedican esto no se tiene en cuenta.
- c. Potencias instaladas de toda la planta, edificio o emplazamiento productivo
- d. Mediciones de calidad de energía eléctrica en los casos en los que se pudo realizar

Se optó por el siguiente modelo de análisis:

- a. Tomar como referencia la actividad de los meses activos. Y descartar los otros períodos que hayan sido muy irregulares desde el punto de vista de la producción o en los cuales no haya datos de consumos eléctricos en la mayoría de los mismos.
- b. Para ese período de meses considerar los datos de consumos eléctricos y las cantidades producidas declaradas por cada producto.
- c. Dentro de los consumos eléctricos clasificar como semi-fijos a los de Iluminación y a los de Aire Acondicionado y variables a los de equipos involucrados netamente en los procesos productivos. Esa simplificación, aunque no refleja exactamente la realidad, permitió una estimación en términos racionales aproximados.
- d. Buscar establecer un modelo numérico simple que refleje con aproximación el comportamiento del consumo eléctrico. Sumando un semi-fijo (de Iluminación + Aire Acondicionado y otros) más uno variable en función de la actividad productiva; siendo ésta representada por la cantidad global de productos producidos por la/s línea/s de la que se tienen datos estadísticos ciertos.

6.5.3 Empresas seleccionadas para diagnóstico

A continuación, se presenta una breve reseña con imágenes de las empresas visitadas y diagnosticadas.

Proveeduría Integral

Es una empresa familiar ubicada en el Parque Industrial Formosa, se dedica a la elaboración de dulce de batata en lata, caja y sachet envasado al vacío. Además, fraccionan aceite, azúcar, envasan miel y es una de las empresas del país con sello de alimentos argentinos y sello Kosher. La empresa Proveeduría Integral S.R.L. comienza sus actividades con el objetivo de comercializar

productos alimenticios fraccionados y con valor agregado de mano de obra formoseña.

Su principal actividad se basa en el acopio y fraccionamiento de miel silvestre, proveniente del monte formoseño. La planta de fraccionado se tecnifica modernizándose, capaz de acopiar y fraccionar una gran cantidad de miel, que con las características de la geografía formoseña es poliflora y silvestre, proveniente de diversas especies autóctonas, entre ellas el algarrobo.

Actualmente comercializa en el mercado interno y exporta a distintos países del mundo. La planta esta certificada como producto orgánico para la Comunidad Europea y los Estados Unidos de América por la Organización Internacional Agropecuaria y por el sistema internacionalmente conocido con sus siglas en ingles HACCP (Análisis de Peligro y Puntos de Control) que constituyen en la actualidad la mejor herramienta para el logro de la inocuidad alimentaria.



Figura 17 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Proveeduría Integral SRL.

Glass NEA

Es una empresa ubicada en el Parque Industrial Formosa, trabaja utilizando maquinarias automatizadas y de control numérico para realizar cortes de vidrio float y laminado, como así también en espejos, posee capacidad para ensamblar vidrios DVH y se encuentra en vías de realizar la producción completa de vidrios de seguridad, laminados y multi-laminado, además de disponer de sectores como autoclave, pulidoras rectilíneas, pulidoras pulpo, perforadora, mesa corte inteligente, puente grúa con capacidad de tres toneladas, entre otras tecnologías de punta en este segmento.

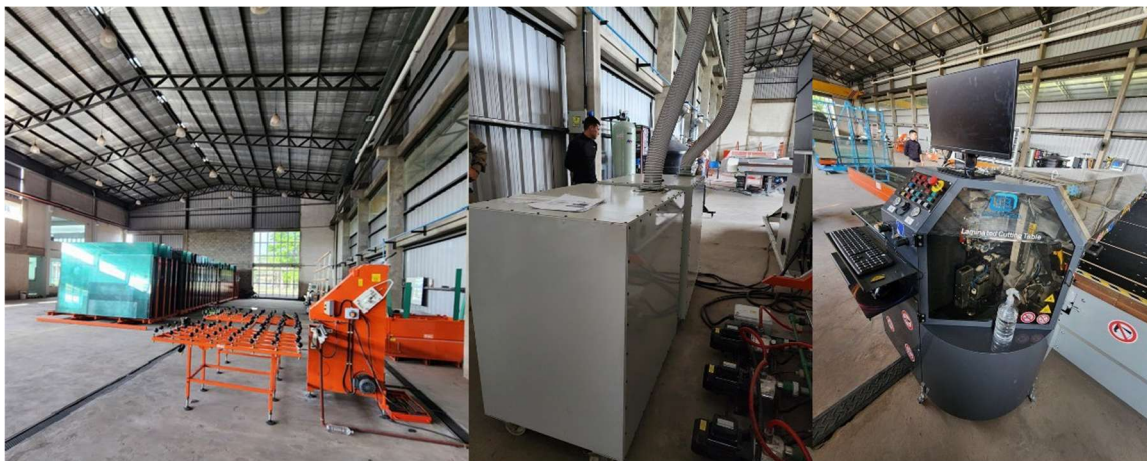


Figura 18 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Glass NEA.

Agrofortuc

La misma está radicada desde hace 10 años en la provincia de Formosa, pasando por todos los procesos desde el campo, la industria y la logística. La planta de producción está ubicada en el Parque Industrial Formosa, cuya principal actividad es como molino arrocero con una capacidad productiva de 12.000 kilos de granos de arroz que son procesados, fraccionados y comercializados a las provincias del NOA, NEA y Buenos Aires, con calidades de arroz 0000 y 00000.



Figura 19 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Agrofortuc SRL.

Capitulo Impresiones

Es una empresa polirubro del sector gráfico, cuya sede principal es un edificio de 4 plantas ubicado en Avenida 25 de Mayo 799 en pleno centro de la ciudad de Formosa. Se dedica a la venta de artículos de viaje y marroquinería, librería y papelería, pero también posee capacidades de servicios especiales como gráfica digital, imprenta, impresión de folletos, libros y cartelería. En su rubro es

una de las más grande de la Provincia de Formosa.

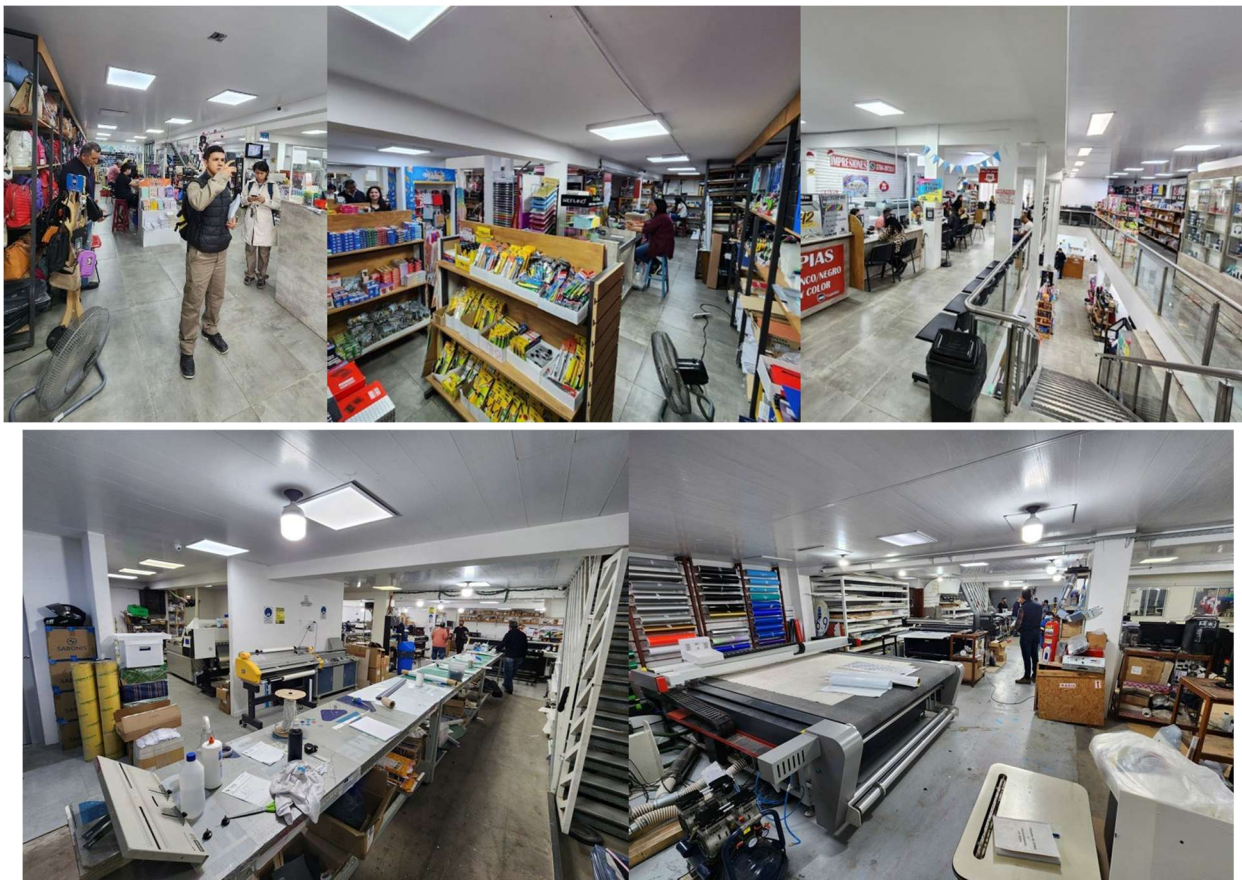


Figura 20 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Capitulo Impresiones.

Carpintería Ibáñez

Es una empresa familiar ubicada en la localidad de Palo Santo a 135 km de la ciudad de Formosa. Sus actividades se enmarcan en 2 procesos de transformación de maderas nativas como urunday, quebracho blanco y guayaibí; por un lado las que están relacionadas con el rubro de aserradero que se encarga de transformar la madera extraída de los montes para su uso industrial. Las actividades que realizan son la recepción, manipulación y acondicionamiento de la materia prima, luego descortezar y abastecer la línea de aserrado, para luego cortar las trozas y re aserrar las piezas obtenidas clasificándolas según criterios de calidad, especie y dimensiones

Posteriormente se continúa con los procesos de carpintería, en donde se trabaja la madera y sus derivados para crear tablas, varillas de alambrado, crucetas de electrificación y mobiliario escolar.



Figura 21 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Carpintería Ibáñez.

Andrés Medina Mármoles SRL

Es una empresa familiar ubicada en el centro de la ciudad de Formosa, se dedica al rubro de la marmolería, trabajan cualquier tipo de mármol, piedras naturales y de cuarzo. entre ellas las calizas, areniscas y compuestos tipo silestone. Para ello emplean tanto de maquinaria de corte por cama, como así herramientas más rudimentarias como por ejemplo una radial. Entre las actividades están las de cortar, perforar, modelar, pulir, abrillantar y unir piezas de mármol/piedras, etc. para formar elementos para tableros de cocina, revestimientos, pavimentos, zócalos, anaqueles, escalones, remates, estantes, sanitarios, columnas, etc.

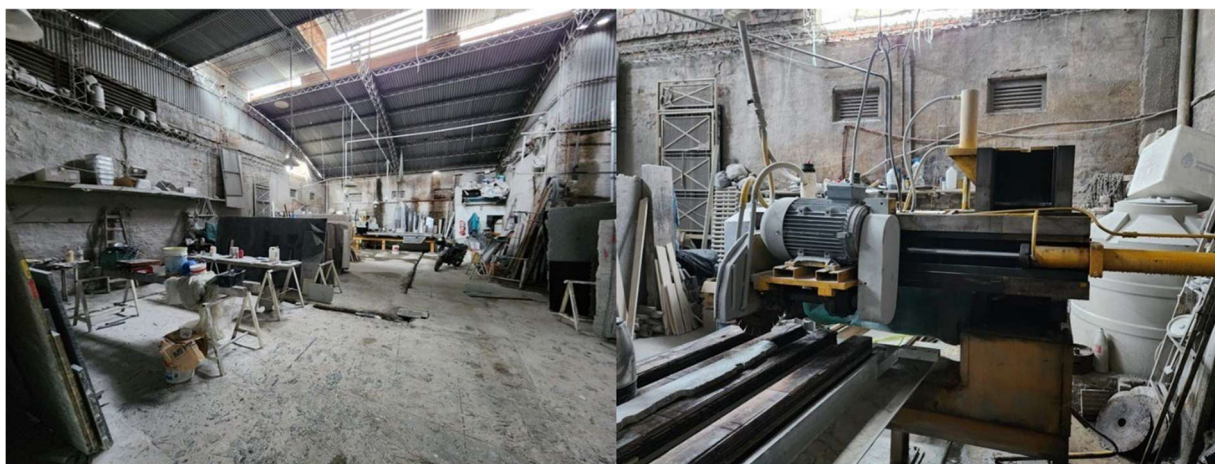


Figura 22 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Andrés Medina Mármoles SRL.

Mida Construcciones

Es una empresa ubicada en la ciudad de Formosa, sus actividades industriales y comerciales son la de constructora civil y vial, fábrica de aberturas de aluminio, muebles y ferretería en general.

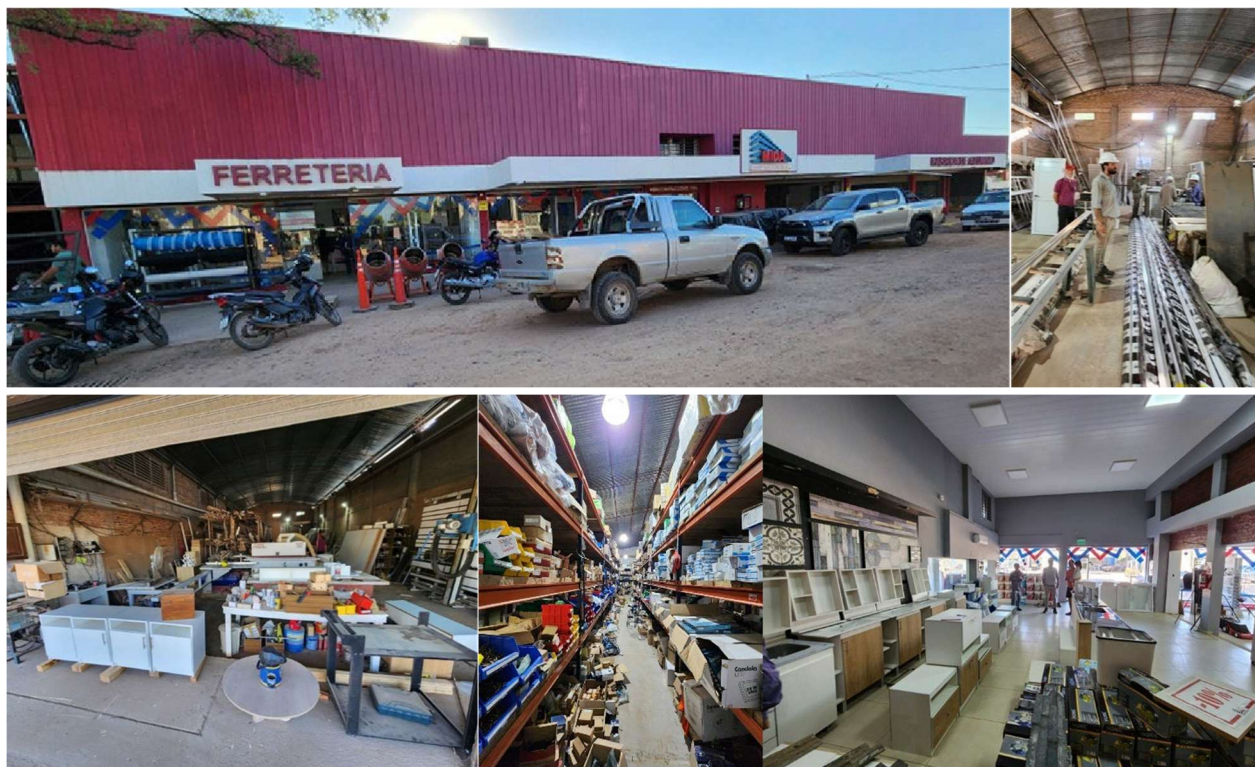


Figura 23 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Andrés Mida Construcciones SRL.

Formolit - Premoldeados

Es una empresa ubicada en el Parque Industrial Formosa, fabrica e instala productos de hormigón vibrado como caños de hormigón armado vibro-comprimidos, placas de hormigón unidas con espárragos, piso de malla y viga perimetral, salidas y desborde con juntas elásticas, piletas bebederos lineales con piso de hormigón de 4,80 m, espacio de 0,80 m debajo y 2 m a cada lado para el animal. Y postes olímpicos con brazos para cercados, cada 5 m con tensor cada 25 m.



Figura 24 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Formolit - Premoldeados.

FedHec

Empresa ubicada en la localidad de El Colorado a 150 km de la ciudad de Formosa, cuya planta se encuentra por Ruta Provincial 1, km 124,5. Es una empresa líder en el desarrollo de tecnología en nutrición animal, que produce y comercializa alimentos balanceados, concentrados proteicos, sales autoconsumo y premezclas minerales para cada necesidad. Comercializan su producción en Formosa, Chaco, Corrientes, Salta, Santiago del Estero y Santa Fe.



Figura 25 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa FedHec SA.

Metalúrgica Smith

Empresa ubicada en el Parque Industrial Formosa, fabrica y realiza servicios de reparación, tornería y soldadura en general para los sectores productivos agro-ganaderos e industriales, y a la fabricación y diseño de galpones, estructuras metálicas, cerramientos, vigas y cabreadas de acero para el montaje de tinglados y galpones industriales.



Figura 26 Capturas de imágenes obtenidas en la empresa Metalúrgica Smith.

VI.7. Tarea 4: Implementación

La definición de criterios para la selección de las empresas ya diagnosticadas, para poder realizar la implementación de los planes de mejora desarrollados en conjunto con la DIHM, tiene en cuenta que los desafíos y oportunidades de mejora energética pueden variar significativamente entre diferentes industrias, por lo tanto, las pautas adoptadas fueron las siguientes:

Experiencia y especialización

Si bien el PMCI Módulo 4: “Gestión de la Energía en la Industria: Eficiencia Energética y Energías Renovables” lleva a cabo asistencias a empresas a las que nunca les realizaron un diagnóstico energético, uno de los criterios considerados es que la misma debe demostrar experiencia en el sector industrial o comercial al que pertenece su organización.

Es importante que la empresa tenga conocimiento y experiencia en la implementación de las tecnologías específicas y que se ajusten a sus necesidades, como sistemas de gestión de la energía, iluminación LED, cogeneración, etc. También se evaluó si la empresa tiene experiencia en proyectos de similar envergadura al que pudiera ser propuesto, ya que esto es un indicador claro de su capacidad para gestionar proyectos de mayor o menor complejidad y cumplir con los plazos establecidos.

Capacidades técnicas

Se priorizó que las empresas cuenten al menos con un personal técnico o con capacidades que les permitan avanzar en diferentes áreas de la eficiencia energética, como la implementación y el mantenimiento. En caso de ser viable que la empresa también utilice herramientas o software para el análisis de datos energéticos, la simulación de escenarios y la optimización de procesos. También en lo posible, la receptividad y adopción de metodologías para la implementación de los planes de mejora energética.

Compromiso con la sostenibilidad

Es importante para la Provincia de Formosa que las empresas cumplan con una política de sostenibilidad clara y alineada con los objetivos de desarrollo sostenible, como así también deben demostrar interés en nuevas tecnologías y soluciones energéticas.

Modelo de negocio y financiamiento

Si bien las oportunidades de mejora apuntan a realizar la mejor mejora energética al menor costo posible, eso no implica que se haya evaluado el modelo de negocio de cada empresa para asegurar que se ajuste a las necesidades y presupuesto de un potencial plan de mejora. Y en caso de ser necesario se consideró las opciones de financiamiento que se le ofrecen las empresas para llevar a cabo las implementaciones.

Gestión del proyecto

Se valoró la capacidad de las empresas para adaptarse a un plan de proyecto detallado, con un cronograma claro y objetivos específicos. Para asegurar el éxito de la implementación es fundamental que las empresas mantengan una comunicación efectiva con la dotación durante todo el proceso del proyecto.

En la Tabla IX se detallan, luego de haber aplicado los filtros descritos con anterioridad, las 6 empresas seleccionadas (de las empresas referentes diagnosticadas) en conjunto con la DIHM para la implementación de un plan de mejora. A su vez se incluye junto a cada una el nuevo grupo conformado por los juniors, que participará en la etapa de implementación que le corresponda.

Tabla IX Empresas seleccionadas para la implementación de los planes de mejoras con el correspondiente grupo de juniors seleccionados para llevar a cabo la Tarea #4.

EMPRESA	Grupo Asignado	Integrantes		
Proveeduría Integral	1	Rotela, Dardo	Romero, María Lujan	Mazza, Luisina
Glassnea	2	Pineda, Marcos Gabriel	Gordillo, Nahuel Agustín	Pérez, Matías Ramón

Agrofortuc	2	Pineda, Marcos Gabriel	Gordillo, Nahuel Agustín	Pérez, Matías Ramón
Capitulo Impresiones	1	Rotela, Dardo	Romero, María Lujan	Mazza, Luisina
Carpintería Ibañez	3	Lilian Rivenson	González Andrea Carolina	Gómez Barbara Elena
FedHec	4	Winkler, Matías Sebastián	Reinoso, Enzo	Gómez Barbara Elena

Planes de mejora

Posterior a la selección de los profesionales juniors se desarrolló el plan de ejecución o método de aplicación, en conjunto con los profesionales juniors asignados. Para ello se propuso una mejora en el consumo energético a partir del relevamiento y mediciones llevadas a cabo al detalle de la matriz energética de cada empresa.

El principio fundamental de elección de cada plan se basó en combinar la mejora del factor de potencia, la reducción del consumo eléctrico y la optimización de los contratos eléctricos, ya que en todos los casos los problemas en común son de esas características; y por lo tanto, se pueden obtener resultados significativos en términos de ahorro energético y reducción de costos. Fundamentalmente para la etapa de implementación se persiguió un enfoque integral y personalizado para cada empresa, considerando sus características particulares y los objetivos a alcanzar. A continuación, se detallan algunas de las propuestas de mejoras en el consumo energético, teniendo en cuenta las multas por bajo factor de potencia, exceso de consumo eléctrico y contratos con malos criterios:

Optimización del factor de potencia

Instalación de bancos de capacitores: Esta acción conlleva una erogación por parte de la empresa que, dependiendo del tipo y tamaño del proceso, puede llegar a ser onerosa. Pero fue clave sensibilizar a los empresarios sobre estos dispositivos, ya que compensan la potencia reactiva, mejorando el factor de potencia y reduciendo las pérdidas en la línea.

Análisis de cargas: Para los casos puntuales de altas multas una propuesta fue la de realizar un estudio detallado de las cargas conectadas para identificar aquellas que generan mayor desfase y requieren corrección, aquí lo que se pretende es colocar un banco de capacitores a pie de máquina, disminuyendo la inversión a realizar.

Monitoreo continuo: Implementar sistemas de monitoreo para verificar el factor de potencia en tiempo real y ajustar los bancos de capacitores según sea necesario.

Reducción del consumo eléctrico

Auditorías energéticas detalladas: La propuesta es llevar adelante un plan

de auditorías periódicas para identificar las áreas de mayor consumo y las oportunidades de mejora, como así también, los desvíos que pudieran ocasionarse.

Eficiencia en iluminación: aquí lo que se busca es que las empresas terminen de sustituir las lámparas convencionales por tecnología LED, pero que a su vez implementen sistemas de control de iluminación y aumente el aprovechamiento de la luz natural.

Optimización de motores eléctricos: En ninguna de las empresas relevadas existen planes de mantenimientos preventivos, si bien implementar variadores de frecuencia y seleccionar motores de alta eficiencia es oneroso, la propuesta busca que los USEs eléctricos sean tenidos en cuenta y exista la posibilidad de invertir a mediano plazo en la reconversión tecnológica de estos.

Gestión de la demanda: Implementar sistemas de gestión de la demanda para controlar el consumo eléctrico en los momentos de mayor costo es una opción de bajo costo siempre y cuando el proceso productivo sea adaptable.

Tecnologías eficientes: Si bien esta propuesta es de las más costosas, fue de la cual se recepcionó por parte de las empresas la mayor parte de las consultas, con lo cual se dejó abierta la puerta para que a futuro puedan incorporar tecnologías como cogeneración, trigeneración o energías renovables (si es viable) para generar energía de manera más eficiente. Aquí está claro que los tiempos de implementación de este tipo de propuestas exceden largamente los tiempos de implementación del presente PMCI – Módulo 4.

Optimización de los contratos eléctricos

Revisión detallada de los contratos: Esta es la propuesta con mayor impacto, la sugerencia es analizar en profundidad las cláusulas de los contratos actuales para identificar posibles mejoras. De aquí surge y urge en muchos de los casos la realización de una adecuada selección de la potencia contratada, lo cual implica realizar un cálculo preciso de la demanda máxima para evitar pagar por una potencia superior a la necesaria.

Tarifa óptima: De los casos analizados en algunos se puede llevar a cabo una modificación de los horarios de producción, teniendo en cuenta para ello las diferentes tarifas ofrecidas por la distribuidora eléctrica REFSA y seleccionar la que mejor se adapte al perfil de consumo de la empresa.

Concientización de los empleados: Esta actividad es de suma importancia, ya que en todas las auditorías realizadas se observó equipos encendidos sin producción, con lo cual, implementar programas de capacitación para concienciar a los empleados sobre la importancia de la eficiencia energética y fomentar una participación activa en la búsqueda de soluciones, es una propuesta que apunta a robustecer la base de la pirámide energética de cada organización.

A las 10 empresas diagnosticadas se les realizó un informe de asistencia técnica en el cual se detallan tanto los resultados de sus diagnósticos y la explicación de cada caso, como así también los planes de mejora solidariamente con los pasos a seguir en caso de una futura implementación. Dentro de los planes de mejora se efectuaron además, 10 informes de higiene y seguridad eléctrica los cuales se adjuntan al presente informe y se detallan en el listado de documentos del Anexo III.

Para llevar a cabo la implementación de los planes de mejora en las 6 empresas seleccionadas, el 18 de noviembre se realizó previamente en la sala de reunión de la DIHM una reunión en conjunto con los profesionales juniors asignados, el motivo fue el de capacitar y revisar los contenidos elaborados conjuntamente con el plan de acción para cada caso (Figura 27).

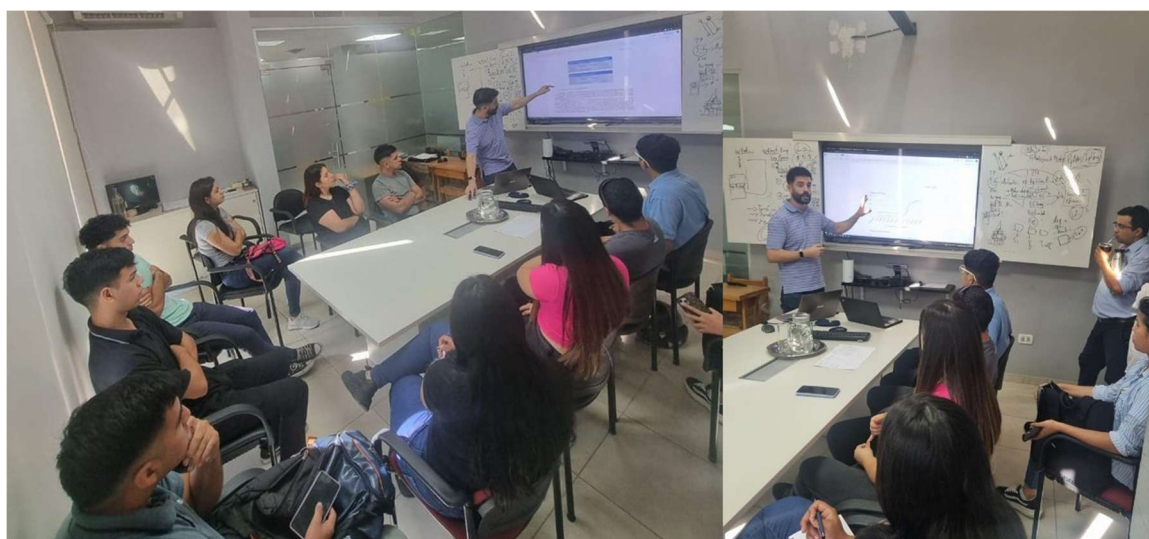


Figura 27 Capturas de imágenes del evento de capacitación y revisión de contenidos realizado en la sede de la DIHM el día 18.11.2024.

Posterior a ello se comenzó con las actividades de contacto con cada una de las empresas para notificarles de su selección para la etapa de implementación, y para agendar las visitas futuras a cada planta a los fines de realizar la devolución pertinente y la explicación del alcance de los planes de mejora para su evaluación por parte del empresario.

Para cada una de las empresas se realizó un cronograma para la implementación de las propuestas de mejoras detalladas anteriormente, *i.e.* consumo energético, factor de potencia, exceso de consumo y contratos eléctricos, y que se describen en las siguientes tablas:

Tabla X Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Proveeduría Integral.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Proveeduría Integral	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31
Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								
Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

Tabla XI Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Glassnea.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Glassnea	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31
Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								
Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

Tabla XII Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Agrofortuc.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Agrofortuc	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31

Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								
Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

Tabla XIII Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Capítulo Impresiones.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Capítulo Impresiones	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31
Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								
Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

Tabla XIV Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Carpintería Ibáñez.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Carpintería Ibáñez	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31
Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								

Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

Tabla XV Cronograma de implementación del plan de mejoras correspondiente a la empresa Fedhec.

PLAN DE MEJORAS EMPRESA: Fedhec	dic-24		ene-25		feb-25		mar-25	
	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 31	1 - 15	16 - 28	1 - 15	16 - 31
Optimización del Factor de Potencia								
Instalación de bancos capacitores								
Análisis de Cargas								
Monitoreo Continuo								
Reducción del Consumo Eléctrico								
Auditorías Energéticas detalladas								
Eficiencia en Iluminación								
Optimización de Motores Eléctricos								
Gestión de la Demanda								
Tecnologías Eficientes								
Optimización de los Contratos Eléctricos								
Revisión detallada de los contratos								
Tarifa óptima								
Concientización de los empleados								

Fuente: elaboración propia

VI.7. Tarea 5: Monitoreo de resultados

Luego de la evaluación de los planes de mejoras por parte de los empresarios se inició con los mismos, pero la implementación se realizó de manera intermitente debido tanto a la estacionalidad, ya que para fines de diciembre y enero la mayoría de las empresas pausa su normal funcionamiento por las fechas festivas, como por paradas de planta por mantenimiento y

vacaciones del personal, sumado a ello, en algunas ocasiones, las inclemencias climáticas de la época; con lo cual las actividades fueron extendiéndose y finalizadas hacia fines de marzo. Para la etapa de monitoreo de los resultados esperados, a partir del cronograma de implementación de las propuestas de mejoras detalladas en los planes elaborados anteriormente para cada empresa, se procuró cumplimentar al menos las actividades más representativas planteadas con potencial de finalización de las restantes posterior a la presentación del presente informe final.

A continuación, se detallan las actividades realizadas del plan de mejoras para cada una de las empresas seleccionadas

Agrofortuc SRL

Acorde al Plan de Mejoras propuesto a la empresa Agrofortuc, y en vista de que la prioridad principal es la de corregir el factor de potencia, es que se realizó un análisis de la red con el objetivo de obtener datos precisos y reales del factor de potencia, la demanda, los armónicos, y el perfil de carga en la época de mayor exigencia del sistema electromecánico emplazado en la planta. Esto permitió conseguir una estimación adecuada para realizar el dimensionamiento de un banco de capacitores y evitar posibles problemas en el futuro.

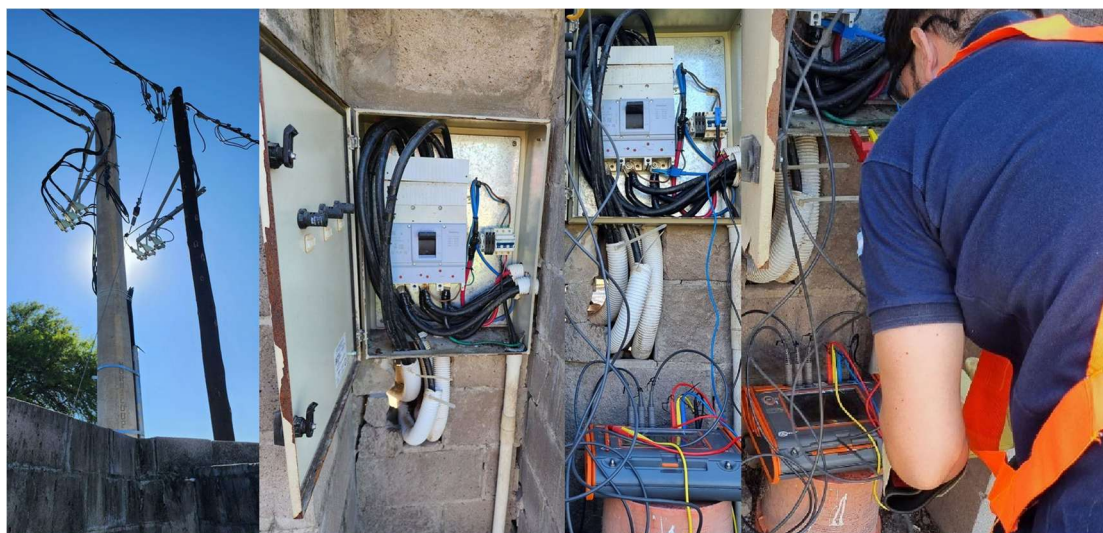


Figura 28 Capturas de imágenes las mediciones realizadas en la acometida principal de la empresa Agrofortuc SRL para la determinación del factor de potencia en condiciones de máxima operabilidad de las líneas de producción.

El objetivo de corrección del factor de potencia es de permitir a la empresa llegar a un valor deseado después de la instalación del banco de capacitores. Este valor suele estar regulado por las normativas locales o por los requerimientos de la distribuidora de energía (como ya se describió anteriormente, suele buscarse un valor cercano a 0.95 o 1). El tipo de carga predominante está dada principalmente por motores inductivos con variación de

carga, con lo cual las soluciones específicas son bancos de capacitores automáticos para adaptarse a las diferentes condiciones de operación. Del análisis de red también se obtuvo el perfil de las cargas no lineales significativas (variadores de frecuencia, rectificadores, etc.), con lo cual, ya que los capacitores pueden resonar con las inductancias del sistema y generar problemas, se tuvo en cuenta la posibilidad de ser necesario el uso de bancos de capacitores con filtros de armónicos.

La ubicación propuesta compete uno de nivel general en el tablero principal dentro de la nave principal de producción, es decir, se instalará a nivel general en la subestación principal, por grupos de cargas. Por lo tanto, para una estimación inicial, los parámetros necesarios obtenidos por medición directa de la calidad de energía con los procesos al 100% de la demanda de producción fueron:

Potencia Activa (P)

Factor de Potencia Actual ($\cos \varphi_1$)

Factor de Potencia Deseado ($\cos \varphi_2$)

Tensión de Alimentación (V)

Frecuencia del Sistema (f)

Con esta información, se estimó la potencia reactiva necesaria del banco de capacitores para alcanzar el factor de potencia deseado a partir de la siguiente expresión:

$Q_c = P \times (\tan(\arccos(\cos \varphi_1)) - \tan(\arccos(\cos \varphi_2)))$ donde:

Q_c es la potencia reactiva capacitiva necesaria en kVar.

P es la potencia activa en kW.

$\cos \varphi_1$ es el factor de potencia actual.

$\cos \varphi_2$ es el factor de potencia deseado (en este caso se pretende un valor de 0.98).

Los datos mínimos e imprescindibles que fueron recolectados con el analizador de redes para una estimación inicial fueron los siguientes:

Potencia Activa Media Pico (P_{max}) = 156,8 kW

Factor de Potencia actual ($\cos \varphi_1$) = 0,66

Factor de Potencia deseado ($\cos \varphi_2$) = 0,98

Tensión de alimentación (V) = 380 V trifásico

Frecuencia del sistema (f) = 50 Hz

Potencia Aparente Media Pico (S_{max}) = 239,3 kVA

con lo cual el valor la potencia reactiva capacitiva necesaria (Q_c) para obtener una compensación adecuada fue de $Q_c \approx 146.45$ kVAr, si se tiene en cuenta el factor de seguridad necesario y la disponibilidad de bancos de capacitores comerciales normalizados en el mercado, se necesitaría un banco de capacitores automático con una potencia reactiva de aproximadamente 150 kVAr para elevar el factor de potencia de la instalación de 0.66 a 0.98. Para una determinación de detalle de los pasos del banco de capacitores se debería de realizar una nueva medición realizando un encendido por partes del sistema de producción de modo tal que se pueda ajustar a las variaciones de la carga, evitando la sobrecompensación y optimizando el factor de potencia en diferentes condiciones de operación.

Con esta estimación real de la potencia reactiva capacitiva necesaria (Q_c), y sumado a las condiciones ya mencionadas, la empresa está en condiciones de conseguir presupuestos por la ingeniería de detalle para la construcción del panel de compensación y su emplazamiento dentro de la fábrica, lo cual excede en tiempos a lo estipulado para esta intervención. En cuando a la gestión de la demanda y la revisión detallada de los contratos no pudo concretarse debido a las modificaciones en producción por temporada alta que se estaban realizando.

Proveeduría Integral SRL

Acorde al plan de mejoras propuesto a la empresa Proveeduría Integral SRL, y en vista de que tanto la estacionalidad de los procesos como la intermitencia en la elaboración por lotes condicionan el análisis de cargas, es que se realizó una medición sobre el sector de envasado de azúcar y miel, a los fines de obtener un análisis de cargas en la zona piloto, y para evaluar la gestión de la demanda.



Figura 29 Capturas de imágenes del tablero principal de la zona de elaboración de azúcar y miel

con el analizador de red y la zona de envasado de azúcar de la empresa Proveeduría Integral SRL.

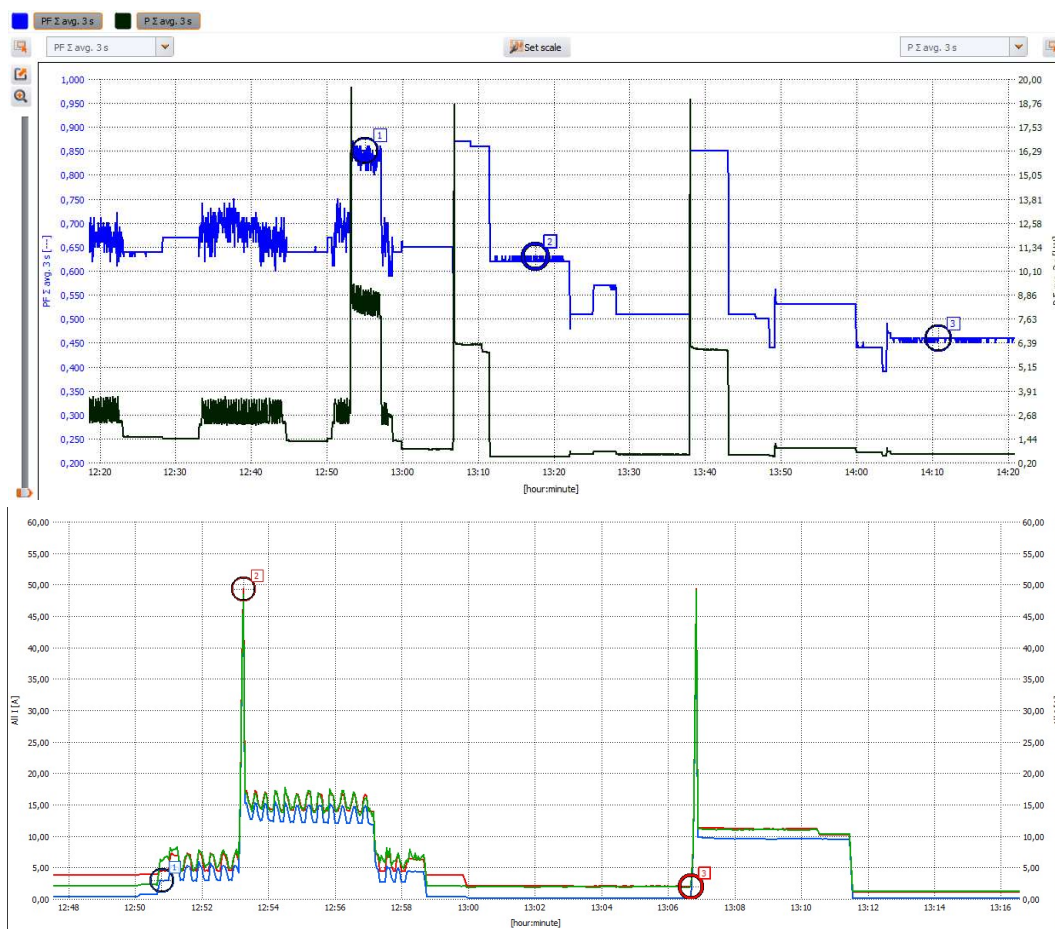


Figura 30 (Arriba) Factor de Potencia y Potencia activa total. (Abajo) Intensidad de corriente en las tres fases del proceso de envasado de azúcar, realizadas en el tablero principal de la zona de elaboración de azúcar y miel de la empresa Proveeduría Integral SRL.

En la Figura 29 se observan la zona piloto sobre la que se trabajó y el tablero principal, emplazado en dicho lugar, sobre el cual se realizaron las mediciones. En la Figura 30 (arriba) se detalla el perfil del factor de potencia simultáneamente con la potencia activa. A los fines del análisis de carga, la propuesta fue la de realizar un estudio detallado de las cargas conectadas para identificar aquellas que generan mayor desfase y requieren corrección, aquí lo que se pretende es verificar la posibilidad de colocar un pequeño banco de capacitores automático a pie de máquina, disminuyendo la inversión a realizar.

El perfil del factor de potencia presenta un valor mínimo registrado de 0,46, mientras que el máximo fue de 0,84. Cabe recordar que la empresa de energía multa cuando este valor es menor a 0,95. Si bien los valores más bajos se dan cuando no hay producción, es importante destacar que cuando se trabaja con cargas no lineales, como los variadores de velocidad, la potencia aparente (S) no estará únicamente compuesta por la potencia activa (P) y la potencia reactiva

(Q). Si no que también hay que tener en cuenta “D”, siendo D la suma de todas las potencias que genera la distorsión. Es por ello que el $\cos \varphi$ no coincide con el resultado final del factor de potencia, siendo el factor de potencia casi siempre menor al $\cos \varphi$. Lo que surgió como resultado de esta intervención fue que un pequeño banco de capacitores resuelve el problema del factor de potencia de manera económica.

De la lectura de la intensidad de corriente Figura 30 (abajo) se divisa cómo el proceso del sellado y desplazado de bolsas está montado sobre la solicitud de potencia del sistema de aire comprimido, de aquí también se detecta que el encendido del sistema de aire comprimido presenta fugas mínimas, las cuales son atribuidas a la frecuencia de encendido del sistema como así también a un mínimo de consumo residual cuando los sistemas de producción no están funcionando.

Con el perfil de embolsado, dado por el consumo energético, se ofreció a la empresa implementar un sistema de gestión de la demanda para controlar el consumo eléctrico vinculado al proceso productivo, y que sea adaptable. Para ello se propuso realizar un procedimiento operativo estandarizado para el desarrollo de llenado, en el cual se tengan en cuenta además de los factores de producción los parámetros eléctricos asociados, el mismo se detalla en el Anexo IV. Al seguir el Procedimiento Operativo Estandarizado, se busca asegurar una operación eficiente y segura de la máquina envasadora de azúcar, minimizando el consumo de energía eléctrica y contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad de la empresa. Aquí se hizo especial énfasis a la empresa en que la conciencia y el compromiso de los operarios son fundamentales para lograr estos objetivos.

Capítulo Impresiones

Acorde al plan de mejoras propuesto a la empresa Capítulo Impresiones se realizó una medición en el tablero principal (Figura 31) para corroborar el funcionamiento del sistema de monitoreo y corrección del factor potencia para verificar los valores del factor de potencia en tiempo real y ajustar los bancos de capacitores según sea necesario. A su vez se sugirió que las mediciones tuvieran alcance por fuera del horario de laboral de modo de tener información que permita controlar el consumo eléctrico en los momentos de mayor costo.

Del análisis de red realizado se detectó que los sistemas de compensación estaban en perfecto funcionamiento, pero también se observó que los sistemas de climatización estaban encendidos desde el horario de cierre 13 hs hasta el horario de apertura a las 17 hs. A partir de las estimaciones de USEs realizadas (Figura 32) y por porcentaje de participación de los equipos de climatización sobre el consumo actual simulado (Figura 33), se obtuvo que la contribución de los mismos es del 72% del total, con lo cual la mayor oportunidad de mejora en la gestión energética corresponde a realizar una mejora en la gestión de la demanda y en la concientización de los empleados.

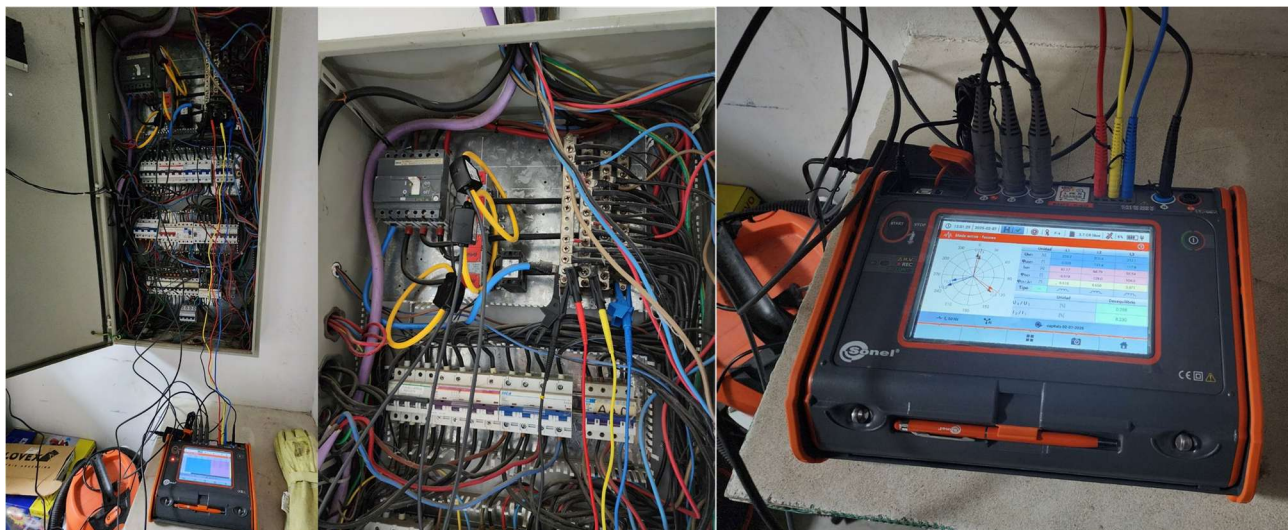


Figura 31 Análisis de calidad de energía global a la empresa Capítulo Impresiones.

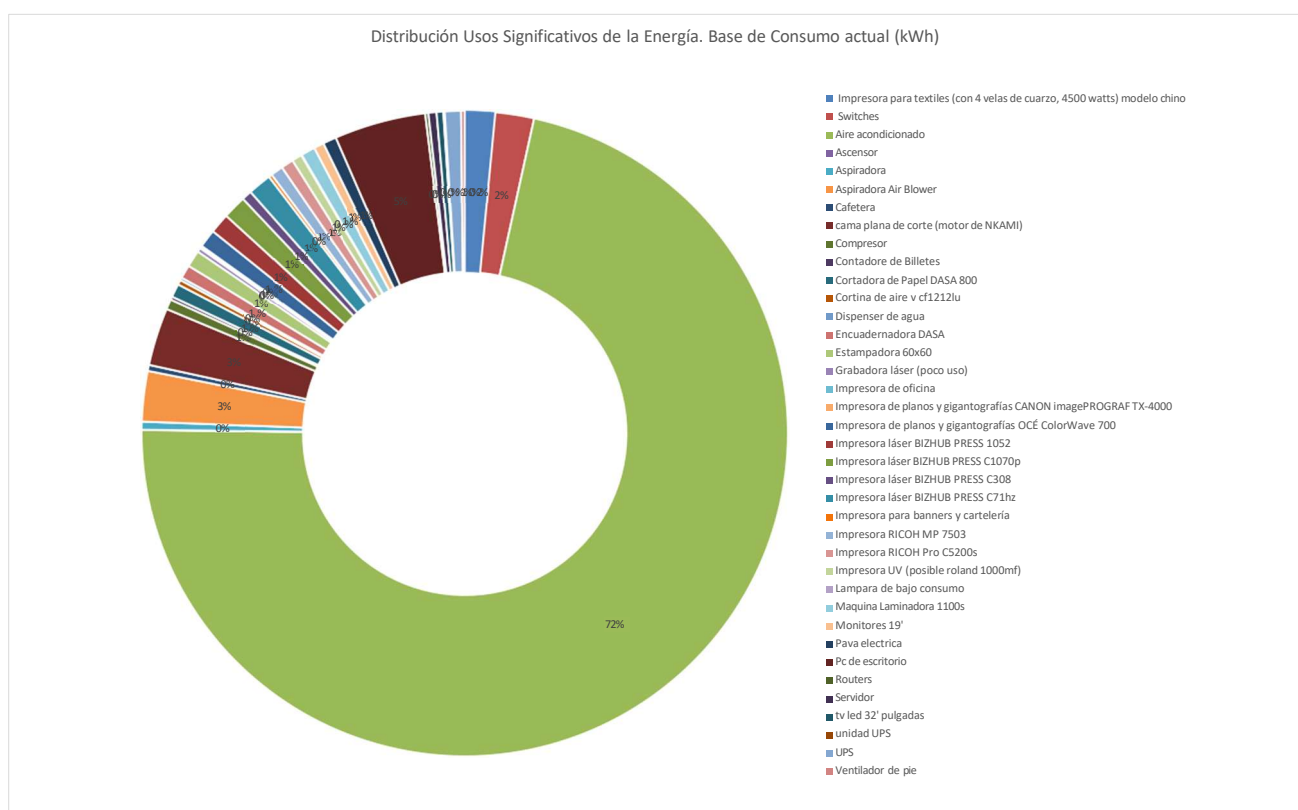


Figura 32 Distribución Usos Significativos de la Energía. Base de Consumo actual (kWh). El 72% corresponde a los sistemas de climatización emplazados en el edificio de la empresa Capítulo Impresiones.

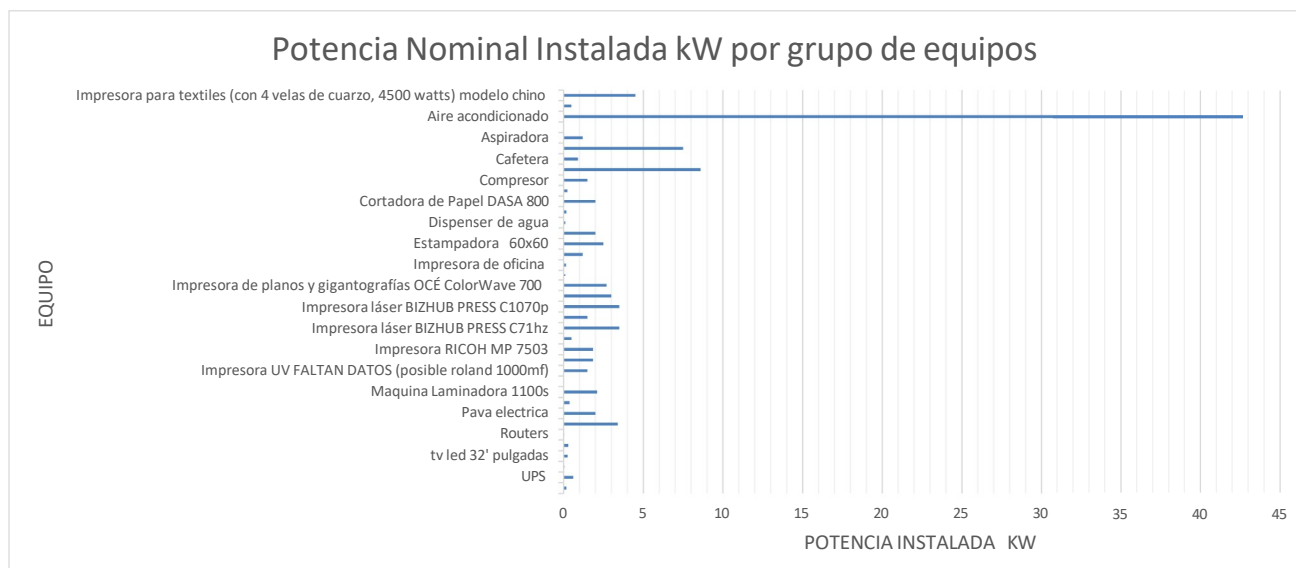


Figura 33 Distribución de la Potencia Nominal Instalada en kW por grupo de equipos emplazados en el edificio de la empresa Capítulo Impresiones.

Para la implementación de capacitaciones de sensibilización e implementación de un protocolo de gestión se propuso un cronograma el cual se suspendió debido a la temporada alta por inicio de clases y de la gran demanda de actividades que la empresa posee en marzo, con lo cual no disponía de tiempo para llevar a cabo las acciones de formación con el personal. No obstante, se realizaron las recomendaciones sobre los desvíos detectados al dueño de la empresa (Figura 34).

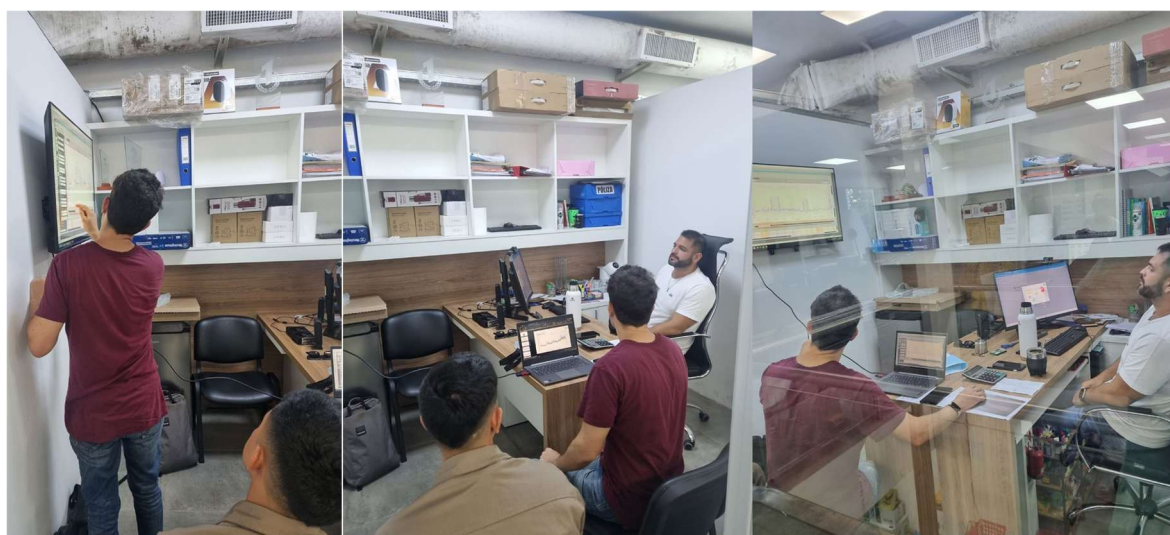


Figura 34 Devolución de indicadores obtenidos a partir de las actividades realizadas en la etapa de implementaciones a la empresa Capítulo Impresiones.

Carpintería Ibáñez

Acorde al Plan de Mejoras propuesto a la empresa Carpintería Ibáñez, y empleando los mismos criterios que con la empresa Agrofortuc, lo que se busca

EX-2024-00028283- -CFI-GES#DC (Formosa)

es corregir el factor de potencia. Para ello se aprovecharon los datos obtenidos en el análisis de red realizado en la etapa de diagnóstico; esto permitió conseguir una estimación adecuada para realizar el dimensionamiento de un banco de capacitores y evitar posibles problemas en el futuro.

El objetivo de corrección del factor de potencia (como ya se ha descrito anteriormente) es el de otorgar a la empresa un valor deseado después de la instalación del banco de capacitores, y suele buscarse un valor cercano a 0.95 o 1. El tipo de carga predominante en la carpintería está dada principalmente por motores inductivos sin variación de carga, con lo cual las soluciones específicas son bancos de capacitores automáticos para adaptarse a las diferentes condiciones de operación. Del análisis de red también se obtuvo el perfil de las cargas no lineales significativas (variadores de frecuencia, rectificadores, etc.), con lo cual, ya que los capacitores pueden resonar con las inductancias del sistema y generar problemas, se tuvo en cuenta también, la posibilidad de ser necesario el uso de bancos de capacitores con filtros de armónicos.

La ubicación propuesta es una de nivel general en el tablero principal, el cual también debe de hacerse nuevamente ya que está obsoleto y en malas condiciones, además de no cumplir con ninguna norma de higiene y seguridad eléctrica. Es decir, se instalará a nivel general en el tablero general de baja tensión principal, por grupos de cargas. Por lo tanto, para realizar la estimación inicial, los parámetros necesarios obtenidos por medición directa de la calidad de energía con los procesos al 100% de la demanda de producción fueron:

Potencia Activa (P)

Factor de Potencia Actual ($\cos \varphi_1$)

Factor de Potencia Deseado ($\cos \varphi_2$)

Tensión de Alimentación (V)

Frecuencia del Sistema (f)

Con esta información, se estimó la potencia reactiva capacitiva Q_c necesaria del banco de capacitores para alcanzar el factor de potencia deseado a partir de la siguiente expresión:

$Q_c = P \times (\tan(\arccos(\cos \varphi_1)) - \tan(\arccos(\cos \varphi_2)))$ donde:

Q_c es la potencia reactiva capacitiva necesaria en kVAr.

P es la potencia activa en kW.

$\cos \varphi_1$ es el factor de potencia actual.

$\cos \varphi_2$ es el factor de potencia deseado (en este caso se pretende un valor de 0.98).

Los datos mínimos e imprescindibles que fueron recolectados con el analizador de redes para una estimación inicial fueron los siguientes:

Potencia Activa Media Pico (P_{\max}) = 36,6 kW

Factor de Potencia actual ($\cos \varphi_1$) = 0,59

Factor de Potencia deseado ($\cos \varphi_2$) = 0,98

Tensión de alimentación (V) = 380 V trifásico

Frecuencia del sistema (f) = 50 Hz

Potencia Aparente Media Pico (S_{\max}) = 53,15 kVA

con lo cual el valor la potencia reactiva capacitiva necesaria (Q_c) para obtener una compensación adecuada fue de $Q_c \approx 42,64$ kVAr, si se tiene en cuenta el factor de seguridad necesario y la disponibilidad de bancos de capacitores comerciales normalizados en el mercado, se necesitaría un banco de capacitores automático con una potencia reactiva de aproximadamente 45 kVAr para elevar el factor de potencia de la instalación de 0,59 a 0,98. Para una determinación de detalle de los pasos del banco de capacitores se debería de realizar una nueva medición realizando un encendido por partes del sistema de producción de modo tal que se pueda ajustar a las variaciones de la carga, evitando la sobrecompensación y optimizando el factor de potencia en diferentes condiciones de operación.

Con esta estimación real de la potencia reactiva capacitiva necesaria (Q_c), y sumado a las condiciones ya mencionadas, la empresa está en condiciones de conseguir presupuestos por la ingeniería de detalle para la construcción del panel de compensación y su emplazamiento dentro de la fábrica, lo cual excede en tiempos a lo estipulado para esta intervención.

En cuando a la gestión de la demanda y la optimización de motores se readecuó la lista de los equipos electromecánicos emplazados en la fábrica y se realizó un esquema de recambio de motores estableciendo prioridades, La priorización se basó principalmente en el consumo energético anual estimado. Los motores con mayor consumo representan las mayores oportunidades de ahorro energético al ser reemplazados por modelos más eficientes, lo más lógico fue enfocarse en aquellos que tienen un mayor impacto en el consumo energético actual. Para ello se recalculó el consumo anual estimado de cada motor con una eficiencia de 0,96 y se los ordenó de mayor a menor en la Tabla XVI.

Tabla XVI Motores ordenados por prioridad de recambio (basado en consumo actual anual).

Prioridad	Sector/Subsector	Equipo	Consumo Actual Anual (kWh)	Justificación de Prioridad
1	Aserradero	Carro volante	34.740,80	Mayor consumidor de energía. Reemplazar este motor por uno de alta eficiencia generaría el mayor ahorro potencial anual.
2	Aserradero	Despuntadora	34.740,80	Segundo mayor consumidor. Similar al carro volante, su reemplazo tendría un impacto significativo en la reducción del consumo total.
3	Aserradero	Canteadora principal	17.370,40	Tercer mayor consumidor. Su reemplazo también contribuiría considerablemente al ahorro energético.
4	Oficina	Aire acondicionado	8.800,00	Si bien no es un motor industrial, su alto consumo lo convierte en una prioridad para evaluar opciones más eficientes (quizás no solo el motor, sino la unidad completa).
5	Carpintería	Despuntadora	5.404,10	Consumo significativo dentro del área de carpintería.
6	Carpintería	Lijadora de banda	3.860,10	Otro motor con un consumo anual considerable.
7	Aserradero	Canteadoras	4.632,10	Consumo relevante en el proceso de aserrado.
8	Carpintería	Tupi	4.632,10	Consumo similar a las canteadoras, importante para la eficiencia del área de carpintería.
9	Taller de soldadura	Soldadora MID	772	Consumo moderado, pero considerando la antigüedad del equipo, podría haber mejoras significativas en eficiencia.
10	Carpintería	Sierra de mesa	772	Similar a la soldadora, la antigüedad sugiere potencial de mejora.
11	Carpintería	Encuadradora	1.158,00	Consumo relativamente bajo, pero aún así podría beneficiarse de un motor moderno.
12	Carpintería	Espigadora	1.158,00	Similar a la encuadradora en términos de consumo.
13	Carpintería	Garlopa	1.544,00	Consumo ligeramente superior a los anteriores en carpintería.
14	Depósito	Compresor de aire	579	El consumo del compresor puede ser significativo si opera con frecuencia.
15	Carpintería	Escopleadora a cadena	579	Uno de los motores de menor consumo en carpintería.
16	Taller de soldadura	Moladora de banco	386	Bajo consumo, pero la antigüedad podría justificar su reemplazo a largo plazo.
17	Depósito	Motor tanque de agua	193	Consumo muy bajo. Prioridad de reemplazo baja, a menos que presente fallas frecuentes.
18	Sala de herramientas	Laminadora	193	Consumo muy bajo. Prioridad de reemplazo baja, a menos que presente fallas frecuentes.
19	Depósito	Piedra afiladora	193	Consumo muy bajo. Prioridad de reemplazo baja, a menos que presente fallas frecuentes.
20	Taller de soldadura	Motor fragua	193	Consumo muy bajo. Prioridad de reemplazo baja, a menos que presente fallas frecuentes.
21	Oficina	Computadora	182,3	No es un motor, pero su consumo es comparable al de los equipos de menor prioridad. La eficiencia se abordaría al renovar el equipo completo.
22	Oficina	Impresora	182,3	Similar a la computadora, la eficiencia se abordaría al renovar el equipo completo.



Figura 35 Capturas de imágenes de devolución de indicadores obtenidos a partir de las actividades realizadas en la etapa de implementaciones a la empresa Carpintería Ibáñez.

FedHec SA

Acorde al plan de mejoras propuesto a la empresa FedHec SA, la empresa decidió una revisión del contrato con la distribuidora, analizando en profundidad las cláusulas de los contratos actuales para identificar posibles mejoras, previendo una adecuada selección de la potencia contratada. Para ello a partir de los datos proporcionados por las facturas eléctrica y sumado a las mediciones realizadas, se efectuó un cálculo preciso de la demanda máxima para evitar pagar por una potencia superior a la necesaria.

En el caso de FedHec, la demanda energética no es constante, sino que posee temporadas altas y bajas, esto se observa claramente en la Figura 36, sobre todo en la potencia contratada en punta, que como se observa en el período 9-2023 (resaltado en amarillo en el cuadro de la Figura 36), sufre un recontrato automático porque en esa fecha el consumo en punta se incrementó a 98,84 kW. Del consumo total recolectado de las facturas de energía eléctrica (112.933,4 kWh) el 3,74 % se consume en punta y el restante 96,26 % fuera de punta; con lo cual, el recontrato debe de evaluarse sobre la zona fuera de punta.

Según el contrato original realizado por la empresa FedHec con la distribuidora, las potencias contratadas en punta y fuera de punta fueron de 5 y 90 kW; y que en la actualidad son de 98,84 y 111,56 kW respectivamente. Estos nuevos montos claramente han sido actualizados de manera automática, ya que en algún momento el sistema productivo alcanzó dichos valores fijándolos como nuevos máximos. En lo que respecta a lo contratado en punta, la sugerencia estacional por 6 meses comprende desde noviembre a junio por un total de 15 kW y el resto por 98 kW; mientras que para lo pactado fuera de punta se propuso confeccionar uno nuevo por 105 kW, disminuyendo la brecha entre lo contratado

y lo consumido a valores de entre un 2,5% y un 23,9%.

Acorde a los incisos del capítulo 5 del contrato realizado con la prestadora energética y que figuran en el Reglamento de Suministros aprobados por el Ente Regulador de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Formosa, los contratos son por 12 meses, pero la readecuación por parte del ente es por 6 meses desde que se registra un nuevo valor de potencia que excede al contratado. Con lo cual la empresa FedHec SA se encuentra en condiciones de solicitar modificaciones en el contrato y solicitar que por motivos de estacionalidad se adecuen sus valores. Estas actividades fueron iniciadas y al momento del cierre de esta etapa de monitoreo ya estaban por concluirse.

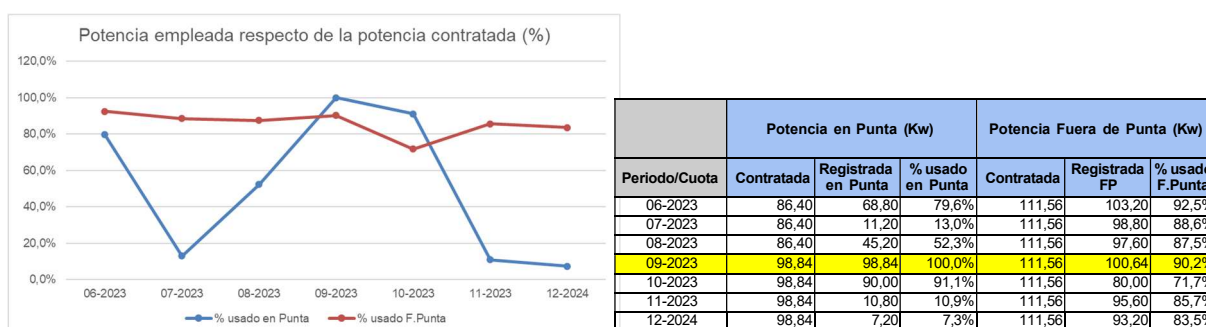


Figura 36 Potencia empleada en punta y fuera de punta respecto de la potencia contratada.



Figura 37 Capturas de imágenes de devolución de indicadores obtenidos a partir de las actividades realizadas en la etapa de implementaciones a la empresa FedHec SA.

Para disminuir la porción de producción y aportar a una tarifa óptima de producción también se propuso llevar a cabo una modificación de los horarios de producción, teniendo en cuenta para ello las diferentes tarifas ofrecidas por la distribuidora eléctrica REFSA y seleccionar la que mejor se adapte al perfil de consumo de la empresa. La propuesta consistió en adelantar en 1 hora los

procesos de inicio de la manufactura, ya que del 100% de la demanda energética el 82,72% se consume en horario resto y el 13,54% en valle. Con lo cual el planteo de trasladar un 15% de la demanda en resto a horario valle representa un ahorro potencial del 1,8% en la tarifa. A su vez implica trabajar con el sistema a temperaturas más bajas, sobre todo en temporadas donde el clima ambiente es muy cálido.

GlassNEA SA

Acorde al plan de mejoras propuesto a la empresa GlassNEA SA, la empresa decidió avanzar con una revisión del contrato con la distribuidora, analizando en profundidad las cláusulas de los contratos actuales para identificar posibles mejoras, previendo una adecuada selección de la potencia contratada. Para ello a partir de los datos proporcionados por las facturas eléctrica y sumado a las mediciones realizadas, se efectuó un cálculo preciso de la demanda máxima para evitar pagar por una potencia superior a la necesaria.

El caso de GlassNEA es similar al de FedHec, es decir la demanda energética no es constante, sino que posee temporadas altas y bajas, esto se observa claramente en la Figura 38, sobre todo en la potencia contratada en punta, que es la que más emplea la empresa. Del consumo total recolectado de las facturas de energía eléctrica (30.582,4 kWh) el 68,12 % se consume en punta y el restante 31,88 % fuera de punta; con lo cual, el recontrato debe de evaluarse sobre las zonas de punta y fuera de punta.

Según el contrato original realizado por la empresa FedHec con la distribuidora, las potencias contratadas en punta y fuera de punta fueron de 11 y 0 kW respectivamente; y que en la actualidad no han sufrido variaciones. Sin embargo, estos montos no han sido actualizados de manera automática, a pesar de que en algún momento el sistema productivo alcanzó valores más elevados y no fueron fijados como nuevos máximos. En lo que respecta a lo contratado en punta, la sugerencia estacional por 6 meses comprende desde noviembre a abril por un total de 2 kW y el resto por 0 kW; mientras que para lo pactado fuera de punta se propuso confeccionar uno nuevo por 25 kW, disminuyendo la brecha entre lo contratado y lo consumido a valores de entre un 2,5% y un 0%.

Acorde a los incisos del capítulo 5 del contrato realizado con la prestadora energética y que figuran en el Reglamento de Suministros aprobados por el Ente Regulador de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Formosa, los contratos son por 12 meses, pero la readecuación por parte del ente es por 6 meses desde que se registra un nuevo valor de potencia que excede al contratado. Con lo cual la empresa GlasNEA SA se encuentra en condiciones de solicitar modificaciones en el contrato y solicitar que por motivos de estacionalidad se adecuen sus valores.

Para disminuir la porción de producción y aportar a una tarifa óptima de producción también se propuso llevar a cabo una modificación de los horarios de

producción, teniendo en cuenta para ello las diferentes tarifas ofrecidas por la distribuidora eléctrica REFSA y seleccionar la que mejor se adapte al perfil de consumo de la empresa. Como el 100% de la demanda energética se consume en horario punta, la propuesta consistió en llevar a las 7 am el inicio de la manufactura, con lo cual, la producción se realizaría en zonas de resto y valle. Por lo tanto, el planteo de trasladar el 100% de la demanda en resto y valle representa un ahorro potencial del 4,2% en la tarifa. A su vez implica trabajar con el sistema a temperaturas más bajas, sobre todo en temporadas donde el clima ambiente es muy cálido.

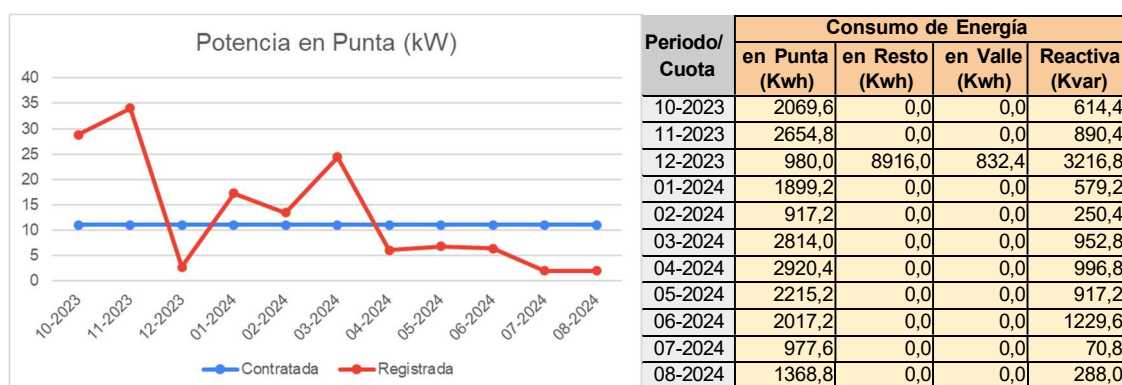


Figura 38 Potencia empleada en punta respecto de la potencia contratada y consumo energético en la empresa GlassNEA.



Figura 39 Capturas de imágenes de devolución de indicadores obtenidos a partir de las actividades realizadas en la etapa de implementaciones a la empresa GlassNEA SA.

VII. CONCLUSIONES

Se dio cumplimiento a todas las Tareas conforme a los contenidos determinados en el plan de trabajo del Módulo 4 del Programa de Mejora de la Competitividad Industrial 2024; y logró cumplir con sus objetivos principales de fortalecer la competitividad de las PyMEs en Formosa a través de la gestión energética. Se capacitó a un número significativo de empresas y profesionales juniors, se realizaron diagnósticos energéticos en 10 empresas, y se implementaron planes de mejora en 6 de ellas, superando incluso las expectativas iniciales con la incorporación de un profesional junior adicional.

Si bien la cantidad media de juniors asistentes a las jornadas virtuales fue de 20 personas, la participación de los asistentes durante el desarrollo de los contenidos fue baja, demostrando que los temas abordados fueron de gran interés, pero el contenido de los mismos presentaba cierta dificultad. Esto quedó evidenciado a partir de la exposición de escasas experiencias en los diferentes ámbitos en que llevan adelante sus actividades los cuadros de empresas privadas, de instituciones del estado y profesionales independientes. Por lo tanto, se infiere que la Gestión Energética es un tema novedoso con casi nulas implementaciones en la Provincia de Formosa.

Las capacitaciones teóricas y prácticas resultaron fundamentales para la transferencia de conocimiento en gestión energética, eficiencia energética y energías renovables. La metodología interactiva y el enfoque práctico facilitaron la comprensión y aplicación de los conceptos por parte de los participantes.

Los diagnósticos energéticos permitieron identificar áreas clave de mejora en las empresas participantes, principalmente en la optimización del factor de potencia, la reducción del consumo eléctrico y la gestión eficiente de los contratos eléctricos. Se observó una marcada disparidad entre las empresas, si bien pertenecen a rubros diferentes, en torno al estado del arte de la situación energética particular de cada una. Esto mismo también se vió reflejado en los dueños de cada PyME, ya que en algunas situaciones fue más sencillo el acceso a los datos como así también a la posibilidad de la realización de las auditorías, mientras que en otros casos más complejo. La participación de los juniors profesionales con perfiles muy distintos también supuso un pequeño reto y que se superó satisfactoriamente al hacer la correcta distribución de los mismos, a lo fines de no generar ventajas muy dispares respecto a las capacidades técnicas de cada grupo. El mismo criterio se empleó para la redistribución adoptada para la etapa de implementación.

No obstante, los planes de mejora diseñados a medida para cada empresa, demostraron ser efectivos para proponer soluciones viables y con potencial de ahorro energético y económico.

La implementación de los planes de mejora en las 6 empresas seleccionadas arrojó resultados positivos en la corrección del factor de potencia,

la optimización de los contratos eléctricos y la eficiencia de los procesos. El monitoreo continuo permitió ajustar las estrategias y asegurar la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo.

La participación de los jóvenes profesionales fue fundamental para el éxito del programa, brindándoles una valiosa experiencia práctica en el campo de la gestión energética. Su colaboración en los diagnósticos, la implementación y el monitoreo contribuyó significativamente al logro de los objetivos del módulo.

El programa Módulo 4 demostró ser una herramienta efectiva para mejorar la competitividad de las PyMEs formoseñas, no solo reduciendo sus costos energéticos, sino también promoviendo prácticas más sostenibles. La concientización sobre la eficiencia energética y el uso de energías renovables generó un cambio positivo en la cultura empresarial de la Provincia de Formosa.

Dr. Jorge Levingston
Dpto. GElYER NEA – INTI