

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura



Tesis de Maestría

GESTIÓN DE EFICACIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Maestrando Ezequiel Matías Machain

Director: Mtr. Roque Stagnitta

*Tesis presentada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de*

Magister en Ingeniería de la Gestión Empresaria

Agosto de 2019

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Posgrado y Educación Continua

Certifico que el trabajo incluido en esta tesis es el resultado de investigación sobre el contenido teórico existente referido al tema y a tareas de investigación originales aplicadas sobre un caso de estudio, y que no ha sido presentado para optar a un título de postgrado en ninguna otra Universidad o Institución.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ezequiel Matías Machain', written in a cursive style.

Ezequiel Matías Machain

AGRADECIMIENTOS

“No solo tenemos un lugar en la vida. También tenemos un tiempo medido”

(Gaarder, 2003, pág. 10)

El tiempo y el lugar que nos toca vivir es una circunstancia que solo Dios sabe su razón de ser. Aquellas elecciones sobre como usamos ese tiempo y sobre el lugar donde viviremos cada instante de nuestras vidas es lo que define nuestra búsqueda de la felicidad. Por esto quiero agradecer a todas aquellas personas que contribuyeron a la elaboración de esta tesis, que para mí significa un importante logro tanto en el ámbito personal como profesional.

Quiero expresar mi agradecimiento al Mtr. Roque Stagnitta, por su disponibilidad, sus comentarios críticos, el tiempo que dedicó a las numerosas revisiones y su aliento a la mejora continua de la presente investigación.

También agradecer a toda mi familia; en particular a mis padres, Claudio y Clide - por su ejemplo de vida - ; a mi hermana Gisel y mi cuñado Ricardo -comunidad de amor y de fe- y a mi abuela Erina – símbolo de caridad y servicio a su familia.

Agradecer a los profesionales con los que he trabajado en el mundo académico y profesional, a todos los que siguen buscando hacer un aporte al conocimiento científico y en particular a mis alumnos.

A todos les dedico esta tesis en carácter de logro compartido.

DEDICATORIA

“Si dos personas no paran de buscarse, no resulta tan extraño que al final se encuentren por casualidad” (Gaarder, La joven de las naranjas, 2003, pág. 61)

Quiero dedicar especialmente este proyecto de investigación a mi novia y futura esposa, María Guadalupe, el amor de mi vida, por quien agradezco a Dios cada día.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FÓRMULAS.....	9
1. RESUMEN.....	11
2. INTRODUCCIÓN.....	12
2.1 Problema de la investigación.....	12
2.1.1 Identificación y Planteamiento del problema.....	12
2.1.2 Delimitaciones de la investigación	12
2.1.3 Justificación de la investigación	12
2.1.4 Impacto del proyecto y aportes al área científica	15
2.2 Formulación de Hipótesis	17
2.3 Objetivos general y específicos.....	17
2.3.1 Objetivo general.....	17
2.3.2 Objetivos específicos	17
2.4 Estado actual de conocimiento sobre el tema.....	18
2.4.1 Consumo energético mundial	18
2.4.2 Norma ISO 50.001: Sistema de Gestión Energética.....	26
2.4.3 Indicadores e Informes de Eficiencia Energética	31
2.4.4 Ahorro de energía y consumo responsable	34
2.5 Marco teórico de la investigación	36
2.5.1 Energía y Cadena Energética.....	36
2.5.2 Eficiencia Energética: Conceptos	38
2.5.3 Eficiencia en Motores Eléctricos Industriales	39

2.5.4 Eficiencia en Aire Comprimido	45
2.5.5 Evaluación de Proyectos de Inversión Energética	49
3. METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	52
3.1 Metodología y técnicas de la investigación	52
3.1.1 Enfoques metodológicos y técnicas seleccionadas	52
3.1.2 Tipo de estudio	52
3.1.3 Elección de la muestra.....	53
3.1.4 Cronograma del proyecto	53
3.2 Herramientas de análisis.....	54
3.2.1 Diagrama de Causa y Efecto	54
3.2.2 Diagrama de Flujo.....	55
3.2.3 Matriz FODA	57
3.3 Instrumentos de medición	59
3.3.1 Técnicas seleccionadas de recolección de datos	59
3.3.2 Diseño y validación de los instrumentos	59
3.3.3 Resultados de los relevamientos	60
3.3.4 Interpretación de los relevamientos	74
4. DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	77
4.1 Política de Gestión Energética	77
4.2 Planificación Energética	78
4.2.1 Plan de Comunicación, Ahorro, Indicadores e Informes	78
4.2.2 Análisis de Mejora 1.....	80
4.2.3 Análisis de Mejora 2.....	86
4.2.4 Análisis de Mejora 3.....	88
4.2.5 Análisis de Mejora 4.....	90
4.2.6 Análisis de Mejora 5.....	96
4.3 Aplicación y Operación.....	98

4.3.1 Plan de Comunicación	98
4.3.2 Plan de Ahorro y Eficiencia	102
4.3.3 Proyectos de Eficiencia Energética.....	107
4.4 Verificación y Mejora Continua	109
5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	110
6. ANEXOS.....	113
6.1 Encuesta	113
6.2 Cuadros de relevamientos	117
6.3 Tablas de relevamientos	119
6.4 Facturación energética.....	120
6.5 Informe de iluminación	120
7. BIBLIOGRAFÍA.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Disminución del consumo energético promedio en refrigeradores, Australia.....	16
Figura 2: Relación entre GDP y TPES.	19
Figura 3: Consumo final según Agencia Internacional de la Energía.	23
Figura 4: Consumo de la energía eléctrica de la Argentina por sector.	25
Figura 5: Certificaciones mundiales de la norma ISO 50001.....	26
Figura 6: Reducción de costos energéticos.....	28
Figura 7: Entradas a la planificación de la norma ISO 50001.....	29
Figura 8: Flujograma norma ISO 50001.	30
Figura 9: Indicadores de desempeño energético.....	33
Figura 10: La cadena energética.	37
Figura 11: Clases de eficiencia.....	40
Figura 12: Normas de motores.	41
Figura 13: Representación de los costos de la vida útil de un motor.....	43
Figura 14: Etiqueta de eficiencia energética.....	44

Figura 15: Comparación de Eficiencias mínimos de motores según Norma IRAM 62405.	45
Figura 16: Pérdidas en componentes del compresor.	46
Figura 17: Controladores de compresores.	48
Figura 18: Control de la presión requerida.	49
Figura 19: Ahorro de energía.....	50
Figura 20: Diagrama de Gantt.	54
Figura 21: Diagrama de causa efecto.....	55
Figura 22: Diagrama de flujo.	56
Figura 23: Matriz de fortalezas y oportunidades de la gestión energética.	58
Figura 24: Relevancia en cuestiones de eficiencia energética	61
Figura 25: Conocimiento sobre la duplicación del consumo energético mundial en los últimos 35 años.....	61
Figura 26: Argentina como ejemplo sudamericano en eficiencia energética industrial.	61
Figura 27: Importancia de la eficiencia energética en industrias para salir de la crisis energética.....	62
Figura 28: Nivel de conocimiento en temas de eficiencia energética de 1 (más bajo) a 5 (más alto).....	62
Figura 29: Existencia de una política energética en la empresa.....	62
Figura 30: Conocimiento de áreas de la empresa que desarrollan temas de eficiencia energética.	63
Figura 31: Conocimiento de una planificación energética en la empresa.....	63
Figura 32: Presencia de un Sistema de Gestión de la energía en la empresa.	63
Figura 33: Adopción de medidas de eficiencia energética en la empresa.	64
Figura 34: Presencia de indicadores y/o metas asociadas a energía en la empresa.	66
Figura 35: Conocimiento de la existencia de un encargado exclusivo en temas de eficiencia energética en la empresa.	66
Figura 36: Barreras que impiden inversión en proyectos de eficiencia energética.	70
Figura 37: Vista de planta.....	72
Figura 38: Medidas de eficiencia energética	78

Figura 39: Pérdidas de carga por componentes del sistema.	82
Figura 40: Diferente presiones en componentes del sistema.	82
Figura 41: Presiones de red reducidas.	83
Figura 42: Consumo energético en iluminación en la línea de tractores.	91
Figura 43: Vista en tres dimensiones de la nave.	92
Figura 44: Resultado del informe.	92
Figura 45: Características de las luminarias.	93
Figura 46: Emisiones de CO2 del sector energético mundial entre 1990 y 2017.	100
Figura 47: Emisiones de CO2 del sector energético en Argentina entre 1990 y 2017.	100
Figura 48: Ejemplo de Folleto con recomendaciones claves.	101
Figura 49: Ejemplo de reporte mensual de indicadores de Medio Ambiente.	102
Figura 50: Etapas de selección de iluminación.	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumos energéticos mundiales.	20
Tabla 2: Sectores de mayor consumo energético mundial.	21
Tabla 3: Certificaciones ISO 50001 en Latinoamérica.	27
Tabla 4: Balance Energético Nacional (BEN).	31
Tabla 5: Factores de emisión.	34
Tabla 6: Cronograma del proyecto.	53
Tabla 7: Acciones de eficiencia energética llevadas a cabo en la empresa en los últimos cuatro años.	64
Tabla 8: Aportes esperados de un programa de capacitación y comunicación de temas en eficiencia energética y ahorro energético.	66
Tabla 9: Interlocutores y soportes necesarios para implantar mejoras en el ámbito de trabajo de la empresa.	68
Tabla 10: Procesos.	71
Tabla 11: Inventario General: Equipos principales	72
Tabla 12: Consumos energéticos.	73
Tabla 13: Costos energéticos.	73

Tabla 14: Equipo de mayor consumo energético.	80
Tabla 15: Datos técnicos de herramientas neumáticas.	81
Tabla 16: Presupuesto de inversión en mejora 1 del compresor.	84
Tabla 17: Consumos del compresor en el período 10.02.18 al 10.07.18.	85
Tabla 18: Ahorro energético de mejora 1.	86
Tabla 19: Presupuesto de inversión en reemplazo de motores eléctricos.	87
Tabla 20: Ahorro de energía anual por reemplazo de motores eléctricos.	87
Tabla 21: Ahorro energético por mejora 2.	88
Tabla 22: Esquema de trabajo del compresor.	88
Tabla 23: Esquema de trabajo propuesto para el compresor.	89
Tabla 24: Ahorro energético en consumos del compresor.	89
Tabla 25: Inversión para implementar la mejora 3.	90
Tabla 26: Ahorro energético de mejora 3.	90
Tabla 27: Consumos energéticos de los equipos principales.	91
Tabla 28: Resultado de las mediciones.	93
Tabla 29: Ahorro energético por reducción de luminarias.	94
Tabla 30: Presupuesto para implementar mejora de reducción de luminarias.	94
Tabla 31: Ahorro energético por mejora 4.	95
Tabla 32: Consumos energéticos en motores eléctricos.	96
Tabla 33: Ahorro energético anual por motor de dispositivos de izaje.	96
Tabla 34: Presupuesto de inversión en reemplazo de motores eléctricos.	97
Tabla 35: Ahorro energético en mejora 5.	98
Tabla 36: Emisiones de CO2 del sector energético en 2017.	99
Tabla 37: Nivel de iluminación según tareas.	106
Tabla 38: Especificaciones según tipo de lámpara.	106
Tabla 39: Resumen de las mejoras seleccionadas.	108
Tabla 40: Cronograma de tareas finalizadas.	110

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Eficiencia de un sistema de motores eléctricos.	39
Fórmula 2: Ahorro de energía.	49
Fórmula 3: Valor actual neto del proyecto.	51

Fórmula 4: Equilibrio del Valor actual neto.	51
Fórmula 5: Costo nivelado de la energía.	51

1. RESUMEN

Gran parte de la contaminación ambiental es causada por la fabricación de productos (Energy Technology Perspectives, 2017). La revisión del estado del arte sobre sistemas de gestión energética en distintas partes del mundo, ponen de manifiesto la importancia y la necesidad de implementar sistemas de eficiencia energética dentro de las industrias manufactureras. Atendiendo a estas realidades, la presente investigación se centra en un estudio de caso real, una línea de ensamble de tractores en una industria de maquinaria agrícola del gran Rosario. Se diseñó una investigación mixta de estudios cualitativos y métodos cuantitativos. Las técnicas utilizadas fueron: consulta bibliográfica, encuestas, observaciones y experimentaciones. Se utilizaron herramientas de análisis para poder determinar las causas de la ausencia de planificación estratégica para lograr ahorros en los consumos energéticos industriales. En este trabajo se analizaron los conocimientos y políticas energéticas de una muestra de empleados de la industria en estudio mediante una encuesta. De la línea de ensamble se recolectaron los datos de monitoreo de los consumos de energía eléctrica y gas, y sus costos mensuales, y se relevaron los consumos de sus aplicaciones como motores eléctricos, iluminación, equipos eléctricos y sistemas de calefacción, con los cuales se pudo obtener resultados de valores reales del sector. Por medio de planillas de cálculo, se lograron obtener valores teóricos y compararon los mismos con los recolectados a escala real. Una vez finalizada la recolección de toda la información, se procedió a analizarla para determinar aquellas propuestas de mayores beneficios y a generar un Sistema de Gestión que permita lograr mejorar el desempeño energético en cada proceso de la línea de ensamble en estudio mediante: nuevas políticas e indicadores, proyectos de iluminación de bajo consumo, mejoras de métodos y utilización de temporizadores en equipos, compresores y motores eléctricos eficientes con el objetivo de generar beneficios económicos, ambientales y sociales significativos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Identificación y Planteamiento del problema

¿Cuáles son las ventajas ambientales, sociales y económicas de lograr eficiencia energética?

¿Cuáles son los focos energéticos desaprovechados que nos permitirían lograr eficiencia energética en la línea de ensamble en estudio?

¿Cuáles son las posibilidades de aplicar acciones para lograr eficiencia de los consumos energéticos en una línea de ensamble de una empresa fabricante de maquinaria agrícola?

¿Cuáles de estas acciones propuestas son de menor costo para la línea de ensamble bajo estudio?

Al comparar los costos de invertir en eficiencia energética con los costos de no invertir en la unidad de análisis, ¿cuál resulta de mayor beneficio económico para el usuario?

2.1.2 Delimitaciones de la investigación

La unidad de análisis seleccionada es una línea de ensamble de tractores en una planta Industrial ubicada en la ciudad de Granadero Baigorria, departamento Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina. La actividad de esta empresa, multinacional, consiste en la fabricación de maquinaria agrícola. El estudio se realizó durante el año calendario 2018-2019.

2.1.3 Justificación de la investigación

El mundo ha ido progresando y avanzando de acuerdo con la satisfacción de necesidades de la humanidad. Desde la invención del fuego, para cubrir las necesidades de confort frente a las bajas temperaturas y a la alimentación, hasta los desarrollos tecnológicos de transporte y comodidad de la actualidad. La disponibilidad de los recursos energéticos para lograr satisfacer las necesidades actuales de los seres humanos ha ido disminuyendo con el incremento del consumo. Desde el descubrimiento de tecnologías para el uso de hidrocarburos, se han logrado desarrollos y avances en el uso de esta fuente de energía, relegando

el desarrollo de otras fuentes como las renovables que resultan tener menor impacto negativo socio-ambiental. Esto ha llevado a una explotación desmedida de los recursos no renovables como los hidrocarburos y un aumento en la contaminación ambiental producto de los gases de emisión que producen el efecto invernadero. A nivel mundial, el consumo de energía y el crecimiento económico se han ido desacoplando entre 1990 y 2014. En el Informe Brundtland (1987) se manifiesta que el desarrollo sostenible es el que el ser humano debe atender hoy, esto significa que los recursos deben ser usados para satisfacer las necesidades de la población, manteniendo a su vez una adecuada calidad de vida, sin afectar la posibilidad de que las generaciones futuras puedan disponer de recursos para enfrentar sus propias necesidades. Por lo tanto, lo esencial del concepto es que debe ser aplicado de manera multifocal y multidisciplinaria, incluyendo los aspectos tecnológicos, económicos, ecológicos, políticos, sociales, y éticos. La sostenibilidad tiene un triple fondo: ambiental, social y económico. La eficiencia energética tiene el potencial excepcional de contribuir simultáneamente a largo plazo en: industrias, instituciones, hogares y edificios, seguridad energética, crecimiento económico, e incluso a una mejora de la salud y el bienestar; en particular constituye un medio clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La International Energy Agency (IEA) definió a la eficiencia energética como el primer combustible desde el año 2013. El cambio climático, el calentamiento global y el deterioro de los recursos naturales han generado una concientización a nivel mundial sobre la importancia de cuidar el planeta y sus recursos con un beneficio intra e intergeneracional. Es por eso que la mejora en los desempeños energéticos y el uso de energías alternativas que logren mejorar el aprovechamiento de la energía y la reducción de contaminación ambiental son fundamentales para lograr un mundo con recursos sustentables para generaciones presentes y futuras.

El Balance Energético Nacional (BEN) es el principal instrumento estadístico utilizado para el análisis del sector energético y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. En Argentina, según lo indicado en el BEN, se importa una parte significativa de la demanda energética, lo que genera costos importantes en divisas, imprescindibles para atender necesidades de alto contenido social. Por otra parte, importar energía incrementa la inseguridad en el abastecimiento, ya que las

importaciones, tanto en precio como en cantidades, dejan de depender de las decisiones soberanas del país. (Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina, 2016).

La energía desempeña un papel fundamental en el desarrollo de todos los sectores productivos cuya utilización debería realizarse con alta eficiencia, bajo impacto medioambiental y al menor costo posible. El consumo de energía se ha ido incrementando unido a la producción de bienes y servicios. Históricamente, el desarrollo económico ha estado estrechamente correlacionado con un mayor consumo de energía y un aumento de las emisiones de GEI, lo que ha generado importantes impactos ambientales y una fuerte dependencia de fuentes de energía no renovables. Las energías renovables pueden ayudar a romper esa correlación, contribuyendo al desarrollo sostenible. En los momentos de crisis, las estrategias de las principales potencias mundiales proponen como uno de los pilares del desarrollo, el crecimiento sostenible, definido como la promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva. Las empresas son grandes consumidoras de energía, la requieren para proporcionar bienes y servicios a la sociedad, y en estos momentos disponen de opciones factibles para disminuir su consumo energético, mediante actuaciones que favorecen además la reducción de gastos, el aumento de la competitividad y la innovación tecnológica.

Con base en un pensamiento racional se visualiza que la incidencia del consumo de energía de las industrias es a largo plazo. Como información adicional, en Argentina se presenta una situación de atraso tarifario por subsidios aplicados al consumidor que, por el déficit energético presente en la actualidad del país, las tarifas se actualizan constantemente con aumentos. Por ello, al aplicar medidas que logren mejorar el desempeño energético resulta de suma importancia el cálculo de su eficiencia energética, como el grado de consumo y/o la emisión de CO₂. Todo esto debe estar basado en indicadores cuantitativos de resultados que permitan comparar el beneficio a largo plazo de la eficiencia energética y la utilización de sistemas alternativos de generación de energía.

2.1.4 Impacto del proyecto y aportes al área científica

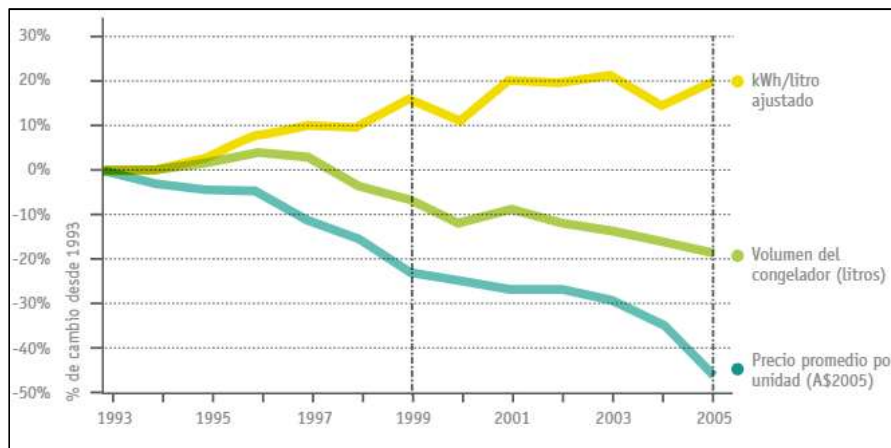
La presente tesis trata de un área de real interés tecnológico mediante un proceso de búsqueda de conocimiento científico. “Mejorar la eficiencia energética en el mundo entero es la forma más rápida, más sustentable y más barata de reducir las emisiones de gases del efecto invernadero y para mejorar la confiabilidad energética.” (Declaración final de la cúpula G-8, 2007). La consecuencia de dicha mejora se expresa en reducciones de emisiones de CO₂. “Aumentar la eficiencia energética, de la cual mucho puede ser conseguido a través de opciones de bajo costo, ofrece el mayor potencial para reducir emisiones de CO₂ durante el período desde la actualidad hasta el año 2050. Eso debe ser la mayor prioridad a corto plazo.” (Agencia Internacional de Energía, 2010).

El tema vislumbrado corresponde a la gestión energética aplicada a un caso de estudio de una línea de ensamble de tractores en una industria radicada en el gran Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina. Esta investigación científica es útil en la generación de resultados que posibilitan el fortalecimiento, crecimiento y desarrollo de las teorías existentes o el surgimiento de nuevos paradigmas científicos; por lo tanto, contribuye al desarrollo de un campo científico determinado. (Chetty, 1996). Los resultados del estudio serán aplicables a la organización analizada pudiéndose replicar en otras similares en tiempo y lugar (transferencia de resultados), pero esto último con suma precaución. No son generalizables a una población (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Comprender la dimensión humana del consumo de energía puede ayudar a catalizar y amplificar el ahorro de energía de base tecnológica. Esto es debido a los muchos factores sociales, culturales y psicológicos que dan forma a las pautas de comportamiento humano asociados a la elección, adopción, uso y mantenimiento de la tecnología. Los comportamientos, elecciones y prácticas energéticamente inteligentes juegan un rol clave en el desbloqueo de fuentes adicionales de ahorro energético, al tiempo que aseguran la permanencia de esos ahorros en el futuro. El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es el organismo responsable en la Argentina de la elaboración de las normas técnicas que rigen el etiquetado de eficiencia energética y, al mismo tiempo, como organismo de certificación, garantiza al consumidor que los productos eléctricos que lleven su

sello ofrecen confiabilidad. Estudios sobre el impacto de las etiquetas de eficiencia energética muestran que cuando se facilita información respecto a la eficiencia del equipo, los consumidores rápidamente adoptan la tecnología más eficiente. Un ejemplo es el caso de Australia, donde la introducción de etiquetados de eficiencia energética de equipos se ha mostrado efectiva en cuanto a reducir el consumo promedio de los refrigeradores, que disminuyó en casi un 40%, mientras que los precios reales de los aparatos decrecieron en un 20% (Ellis et al. 2007).

Figura 1: Disminución del consumo energético promedio en refrigeradores, Australia.



Fuente: Ellis et al. 2007.

En particular, esto ocurre cuando el vínculo entre el ahorro por eficiencia energética y el ahorro de dinero es explícito. Si bien la mayoría de los estudios de comportamiento relacionados con la energía se han enfocado en los individuos y hogares más que en las acciones de los grupos industriales o comerciales, el conjunto de consumidores de energía puede estar compuesto por consumidores residenciales, industriales y comerciales. Es importante destacar que una perspectiva de la dimensión humana puede ser significativa para complementar y expandir los modelos tecno-económicos tradicionales más comúnmente utilizados.

2.2 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001 en una línea de ensamble de tractores mediante diversas acciones (políticas de concientización, uso de indicadores de eficiencia energética, proyectos de iluminación de bajo consumo, calefactores eficientes, mejora de métodos de operación de procesos industriales, utilización de temporizadores en equipos, compresores y motores eléctricos eficientes) puede generar beneficios económicos y ambientales que para la empresa en estudio sean apreciables.

2.3 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.3.1 Objetivo general

Realizar un diagnóstico inicial de una línea de producción de una industria fabricante de maquinaria agrícola y así desarrollar los lineamientos preliminares para la implementación de un sistema de gestión de energía basado en ISO 50001.

2.3.2 Objetivos específicos

Relevar los consumos energéticos, emisiones de CO₂, instalaciones específicas y fuentes de energías utilizadas en la línea de ensamble de tractores de la industria referida.

Definir y calcular indicadores para lograr medir estos consumos y ponderar los mismos.

Formular propuestas de acciones para lograr eficiencia energética con prioridad en insertar una cultura de ahorro energético y en mejorar los desempeños energéticos de las instalaciones de mayor consumo relevadas anteriormente.

Ponderar el costo de implementación de las acciones propuestas.

Determinar la reducción de consumo energético por la implementación de medidas de eficiencia y estimar el retorno de la inversión en el reemplazo de equipos actuales por más eficientes.

2.4 ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

2.4.1 Consumo energético mundial

Desde el descubrimiento de tecnologías para el uso de hidrocarburos, se han logrado desarrollos y avances en el uso de esta fuente de energía, relegando el desarrollo de otras fuentes como las renovables que resultan tener menor impacto socio-ambiental.

La disponibilidad de energía en el mundo se ha convertido en un problema crucial, dado que la gran mayoría de los países, tanto los en vías de desarrollo como los industrializados, se ven afectados por las crecientes demandas requeridas para satisfacer sus metas económicas y sociales.

A partir de los últimos años, se ha reconocido como inevitable que la oferta de energía debe sufrir una transición desde su actual dependencia de los hidrocarburos hacia aplicaciones energéticas más diversificadas, lo que implica la optimización de los usos de la energía y el aprovechamiento de la variedad de fuentes de energía renovables que se disponen. (Fernández Salgado, 2010, pág. 1)

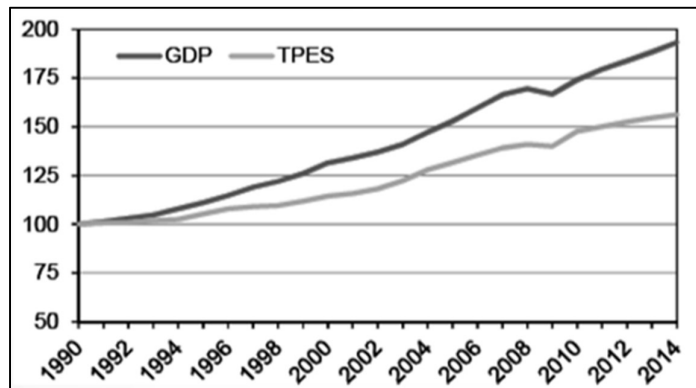
En el Informe Brundtland se manifiesta que el desarrollo sostenible es aquello que el ser humano debe atender hoy, esto significa que los recursos deben ser usados para satisfacer las necesidades de la población, manteniendo a su vez una adecuada calidad de vida, sin afectar la posibilidad de que las generaciones futuras puedan disponer de recursos para enfrentar sus propias necesidades. Por lo tanto, lo esencial del concepto es que debe ser aplicado de manera multifocal y multidisciplinaria, incluyendo los aspectos tecnológicos, económicos, ecológicos, políticos, sociales, y éticos. La sostenibilidad tiene un triple fondo: ambiental, social y económico, ligado a la salud humana para el desarrollo del día a día. En ese sentido se ha dicho:

La humanidad tiene la capacidad de realizar un desarrollo sustentable para asegurar que se cumplan con las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de generaciones futuras para alcanzar con sus propias metas. El concepto de desarrollo sostenible implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones impuestas por el estado actual de la tecnología y la organización social en recursos ambientales y por la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de las actividades humanas. (Our Common Future - Brundtland Report, 1987, pág. 30)¹

¹ Our Common Future - Brundtland Report, (1987, pág. 30). Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present

A nivel mundial, el consumo de energía y el crecimiento económico se han ido desacoplando entre 1990 y 2014. Mientras que el Producto Bruto Interno (GDP) ha aumentado en un 90%, la oferta de energía primaria (TPES) ha aumentado en un 56% logrando que la intensidad energética disminuya en un 20%.

Figura 2: Relación entre GDP y TPES.



Fuente: Energy Efficiency Indicators – Highlights, I.E.A., 2016.

En el mundo, los países de mayor consumo energético son los siguientes:

without compromising the ability of future generations to meet their own needs. The concept of sustainable development does imply limits - not absolute limits but limitations imposed by the present state of technology and social organization on environmental resources and by the ability of the biosphere to absorb the effects of human activities. Traducción propia.

Tabla 1: Consumos energéticos mundiales.

#	País	Miles de millones KWH	%	Acumulado
1	China	5920	27%	27%
2	Estados Unidos	3911	18%	45%
3	India	1048	5%	50%
4	Japón	933.6	4%	54%
5	Rusia	890.1	4%	58%
6	Canadá	516.6	2%	61%
7	Alemania	514.6	2%	63%
8	Brasil	500.6	2%	65%
9	Corea del Sur	497	2%	68%
10	Francia	436.1	2%	70%
11	Reino Unido	301.6	1%	71%
12	Italia	296	1%	72%
13	Arabia Saudí	292.8	1%	74%
14	Taiwán	255.3	1%	75%
15	México	245.2	1%	76%
16	España	240.4	1%	77%
17	Australia	223.6	1%	78%
18	Irán	220.9	1%	79%
19	Turquía	213.2	1%	80%

Fuente: Indexmundi (2017)

Se identifica que los sectores a nivel mundial con mayor consumo de energía son los siguientes:

Tabla 2: Sectores de mayor consumo energético mundial.

Sector	Mtep	Acumulado
Industrial	37%	37%
Transporte	29%	66%
Residencial	22%	88%
Comercio y servicios públicos	8%	96%
Agricultura	2%	98%
Otros	2%	100%

Fuente: The Internacional Energy Agency (2016)

De acuerdo a la información derivada por la tabla anterior, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) afirma:

El sector industrial es responsable del 36% del consumo global de energía final y del 24% de las emisiones totales de CO₂. Existen grandes oportunidades para que la industria mejore su eficiencia energética a través del diseño mejorado de equipos y procesos, y la adopción de sistemas y prácticas de administración de energía. Los mecanismos de política que incluyen programas de gestión energética, estándares mínimos de rendimiento para equipos industriales, particularmente motores eléctricos y otras políticas de incentivos han contribuido a una caída del 20% en la intensidad energética industrial entre 2000 y 2016. (Energy Technology Perspectives - IEA, 2017)²

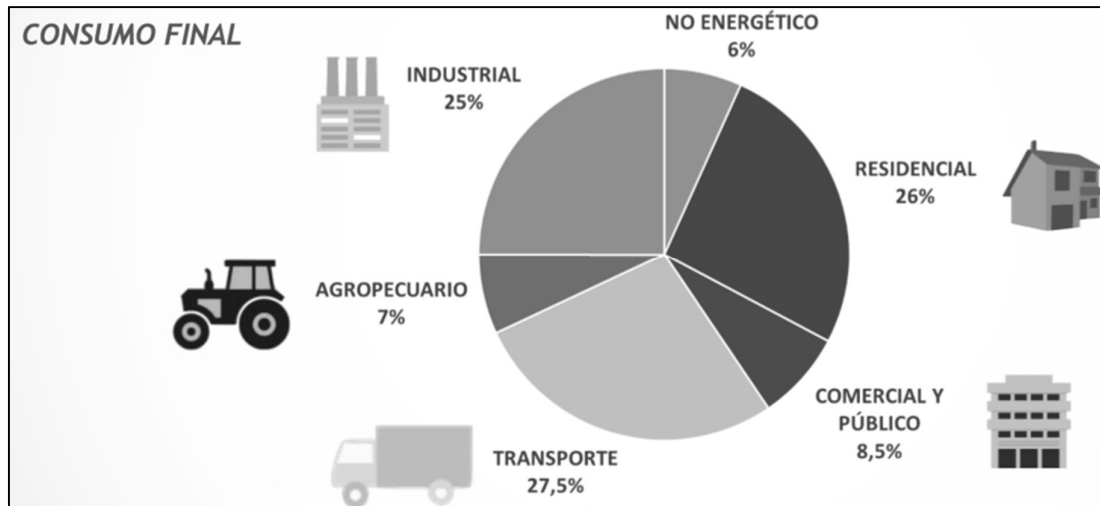
En términos de consumo energético, el sector industrial abarca el conjunto de actividades que emplean energía en las industrias (para la generación de electricidad y calor para los procesos productivos y para la operación de las instalaciones). Excluye las relacionadas con el transporte, como por ejemplo el consumo del parque vehicular de una empresa y los usos no energéticos de los

² Energy Technology Perspectives – (IEA, 2017). The industry sector is responsible for 36% of global final energy consumption and 24% of total CO₂ emissions. There are large opportunities for industry to improve energy efficiency through improved equipment and process design and the adoption of energy management systems and practices. Policy mechanisms including energy management programmes, minimum performance standards for industrial equipment, particularly electric motors, and other incentive policies have contributed to a 20% fall in industrial energy intensity between 2000 and 2016. Traducción propia.

combustibles: cantidades no quemadas sino utilizadas como materia prima, tales como nafta para los plásticos, el gas natural para la producción de amoníaco, el asfalto para las carreteras, etc. (International Energy Agency, 2015, pág. 101)

En el planeta tierra la industria representa más de la cuarta parte del consumo final total (CFT) de energía, frente a un tercio en el año 1973. Como es el caso en otros sectores, esta proporción varía mucho entre países, en función del nivel de desarrollo industrial y la intensidad del sector en la economía. En la Figura 3 se visualiza el peso relativo del sector industrial en el consumo final total en el año 2011 en más de 130 países, en base a los datos recopilados por la AIE. Por un lado, en un conjunto de países en desarrollo con sectores industriales limitados, este puede representar menos del 10% de CFT. Por otro lado, en países cuya economía se basa en un sector industrial mayor, este porcentaje podría ser mayor al 30%. Sin embargo, estos datos deben ser utilizados con precaución, como indicio preliminar del peso del sector industrial frente a otros sectores en cada país. Por ejemplo, algunos países enfrentan dificultades para proporcionar datos completos por sector. En el mundo, las mayores fuentes de energía para el consumo industrial son: carbón mineral (29%), electricidad (26%) y, en menor medida, gas natural (20%). El petróleo fue dominante en 1973 (29%), pero disminuyó significativamente su cuota al 13% en el año 2011, mientras que el carbón mineral aumentó su participación al 29% a lo largo de los años. Al igual que en los sectores residencial y de servicios, así como en la generación de electricidad, existe una fuerte voluntad de reducir la participación del petróleo en el sector industrial. El uso de la electricidad crece rápidamente en la industria, debido al aumento de los procesos eléctricos. (International Energy Agency, 2017)

Figura 3: Consumo final según Agencia Internacional de la Energía.



Fuente: Secretaría de estado de la energía. Gobierno de la provincia de Santa Fe.
Dirección general de asistencia técnica. Ministerio de producción.

Por supuesto, estas acciones varían mucho entre los distintos países, en función de sus estructuras y dotaciones naturales. Por ejemplo, las acciones de gas o de carbón mineral pueden ser mucho mayores para los países ricos en esas fuentes de energía. El carbón mineral es dominante en algunos países de Asia, mientras que el gas domina el consumo sectorial en algunos países de Oriente Medio, pero también en Canadá y Estados Unidos, entre otros.

El sector industrial representa más del 80% del consumo final mundial de carbón mineral, impulsado principalmente por los subsectores de hierro y acero; más del 40% del CFT de electricidad y calor; y alrededor de un tercio del CFT del gas natural. Estas proporciones medias de los combustibles no son representativas de todos los países. Por ejemplo, la industria ocupa casi el 70% de la electricidad en el consumo final de la República Popular de China, impulsado por los subsectores de intensivos en la utilización de la electricidad; y más del 70% del consumo final de gas natural en países como Brasil, Indonesia y México. La industria representa una menor proporción del consumo final de carbón mineral en países que también utilizan el carbón mineral en el sector residencial, como por ejemplo Irlanda, Turquía y Polonia.

Muchas industrias de gran consumo (hierro y acero, cemento, etc.) ya han participado en programas de ahorro energético, ya que la energía suele representar gran parte de sus costos de producción, por lo que invierten en tecnologías de bajo consumo para volverse competitivos. Por otra parte, a menudo la legislación de los gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación local, obliga a las industrias a tornarse más limpias y más preocupadas por la energía. A través de normativas ambientales más estrictas, los formuladores de políticas también tienen un papel esencial que desempeñar en la reducción del consumo energético del sector. Y, como en el caso de los sectores anteriores, las empresas de servicios públicos energéticos también pueden ayudar a que las industrias promuevan medidas y acciones de eficiencia energética con el fin de reducir la carga pico. (International Energy Agency, 2017)

Es fundamental para este trabajo conocer qué datos recopilar para el sector industrial y cómo hacerlo, definir qué es y qué abarca un sector industrial:

A los efectos de los indicadores de eficiencia energética, el sector industrial se refiere a la fabricación de bienes y productos acabados, como se indica bajo “industrias manufactureras” en las Recomendaciones Internacionales sobre Estadísticas Energéticas (IRES) de las Naciones Unidas. La industria excluye la generación upstream de energía, las refinerías y la distribución de electricidad, gas y agua. En comparación con el sector industrial en los balances energéticos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), también excluye a la extracción de materias primas y la construcción. Por lo tanto, los subsectores industriales considerados para los indicadores de eficiencia son: hierro y acero¹; química y petroquímica; metales no ferrosos; minerales no metálicos; equipos de transporte; maquinaria; alimentos y tabaco; papel, pulpa e impresión; madera y derivados; textiles y cuero; y otras industrias no especificadas de otra forma.

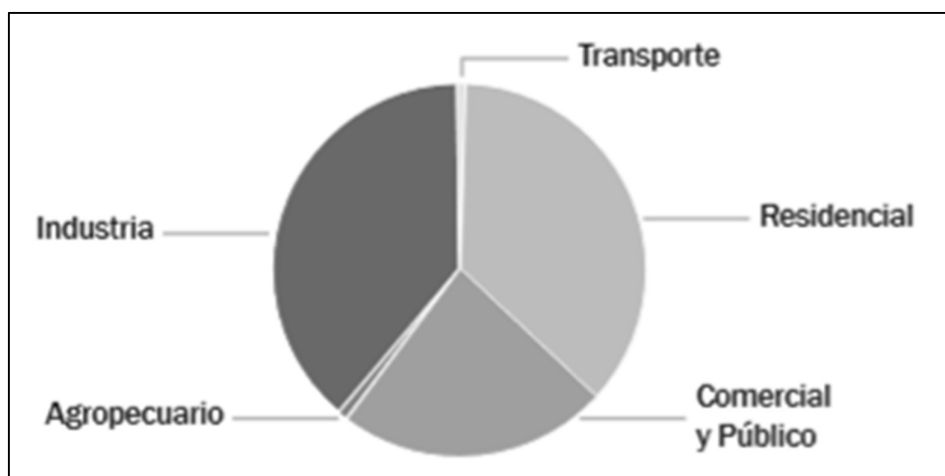
En términos de consumo energético, el sector industrial abarca el conjunto de actividades que emplean energía en las industrias (para la generación de electricidad y calor para los procesos productivos y para la operación de las instalaciones). Excluye las relacionadas con el transporte, como por ejemplo el consumo del parque vehicular de una empresa y los usos no energéticos de los combustibles: cantidades no quemadas sino utilizadas como materia prima, tales como nafta para los plásticos, el gas natural para la producción de amoníaco, el asfalto para las carreteras, etc.

(International Energy Agency, 2015, pág. 101)

El consumo de energía eléctrica de la industria Argentina es del 40 % del total del país, de ese total, se estima que los motores representan al menos un 70% del consumo de electricidad (aproximadamente un 30 % del consumo eléctrico del país). (Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina, 2016)

Según la información obtenida de la experiencia que se mencionará más adelante, en la planta textil INTA, el ahorro por el recambio de un solo motor fue del 9% en relación al consumo previo del motor convencional. Un programa de recambio masivo de motores convencionales por eficientes podría significar un ahorro de la demanda total de energía eléctrica en el sector industrial del orden del 3 a 4%, según estudios internacionales, lo cual equivale aproximadamente a la energía generada por la Central Nuclear Atucha I. (Universidad P. Medellín.)

Figura 4: Consumo de la energía eléctrica de la Argentina por sector.



Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina

Establecer y mantener políticas apropiadas requiere contar con datos de buena calidad, disponibles en el momento oportuno, que sean comparables, y con un grado de detalle tal que refleje las distintas características de la actividad económica y recursos disponibles en cada país, lo cual está más allá de lo que suele incluirse en los balances energéticos.

2.4.2 Norma ISO 50.001: Sistema de Gestión Energética

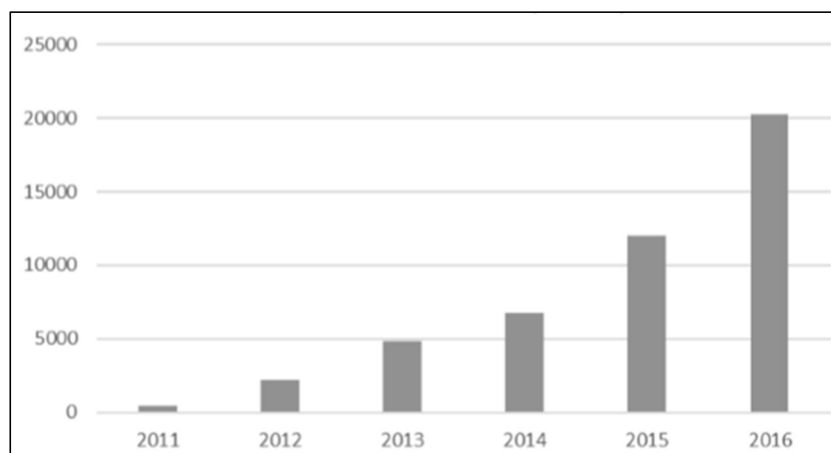
La ISO 50001 es una Norma Internacional de estandarización especialmente creada para implementar los sistemas de gestión de la energía. Todas las normas creadas por ISO para sistemas de gestión son voluntarias. En la introducción de la Norma se define la misma:

El propósito de esta Norma Internacional es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. La implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. Esta Norma Internacional es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección. (ISO 50001, 2011)

La norma especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía. Un SGEn permite a la organización alcanzar los compromisos derivados de su política, tomar acciones, según sea necesario, para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. Esta Norma Internacional se aplica a las actividades bajo el control de la organización y la utilización de esta Norma Internacional puede adecuarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos. (ISO 50001, 2011)

Con la aplicación de la misma, se facilita la reducción de consumos energéticos, costos financieros asociados y emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel mundial, la cantidad de certificaciones de esta norma ha ido creciendo rápidamente en los últimos años:

Figura 5: Certificaciones mundiales de la norma ISO 50001



Fuente: Secretaría de estado de la Energía, Gobierno de la Provincia de Santa Fe.

A nivel regional y nacional, las certificaciones de la norma hasta el año 2018 son las siguientes:

Tabla 3: Certificaciones ISO 50001 en Latinoamérica.

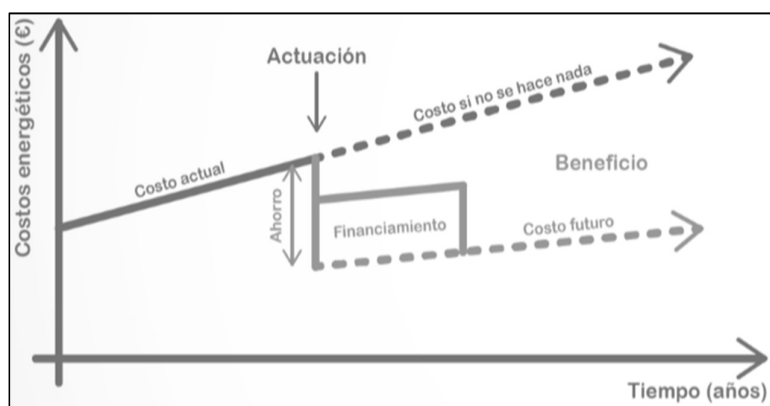
Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Country	11	10	34	63	92	81	132	146
Argentina		2	6	8	11	10	18	25
Brazil	2	5	15	23	33	22	49	62
Chile		3	10	19	24	17	26	28
Colombia			1	6	3	13	15	11
Costa Rica					1	4	5	1
Cuba						1		
Dominican Republic			1	1	1	0		
Ecuador				1	3	3	3	3
El Salvador						1	1	1
Grenada	9		0		4	0	4	
Guatemala			1	1	1	1		2
Peru				1	3	2	3	5
Trinidad and Tobago					1	0		4
Uruguay				2	6	7	8	4
Venezuela				1	1	0		

Fuente: Informe Survey 2018 de ISO.

Objetivos de la norma ISO 50001

Los objetivos de esta norma son: permitir a las organizaciones establecer procesos y sistemas de gestión para mejorar su desempeño energético. El desempeño energético, según los términos y definiciones de la norma, corresponde a los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía. De esta forma es posible conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía.

Figura 6: Reducción de costos energéticos.



Fuente: Secretaría de estado de la Energía, Gobierno de la Provincia de Santa Fe

Campo de aplicación de la norma ISO 50001

Esta Norma Internacional ha sido diseñada para utilizarse de forma independiente pero puede ser alineada o integrada con otros sistemas de gestión. Es aplicable a toda organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. Esta conformidad puede confirmarse mediante una autoevaluación y auto declaración de conformidad o mediante la certificación del sistema de gestión de la energía por parte de una organización externa.

Beneficios de la norma ISO 50001

Según la norma ISO 50.001 los beneficios de aplicar un sistema de gestión energética son los siguientes:

- Formalización de una política energética y de una visión de la compañía.
- Integración de la gestión energética a la gestión diaria.
- Concientización del personal a todos los niveles.
- Creación de un plan de seguimiento de la energía, así como procedimiento para su análisis.
- Compatibilización con otros sistemas de gestión.

Figura 7: Entradas a la planificación de la norma ISO 50001.



Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe. Dirección general de asistencia técnica. Ministerio de producción.

Para lograr una planificación estratégica en la gestión de la energía se deben determinar tres instancias:


- Entradas a la planificación: la organización debe llevar a cabo y documentar un proceso de planificación energética. La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético. La misma debe incluir una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético.
- Revisión energética: analizando el uso y consumo de la energía, identificando las áreas de uso y consumo significativo de la energía e identificando oportunidades para la mejora del desempeño energético.

de poner en marcha procesos importantes que la organización no posee todavía. El tiempo de implementación de un Sistema de gestión energética depende de las características de cada organización, en general no es menor a 12 meses.

2.4.3 Indicadores e Informes de Eficiencia Energética

El Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina utiliza el Balance Energético Nacional (BEN) para contabilizar los flujos de energía a través de distintos procesos desde su producción hasta el consumo final. El balance es una herramienta que facilita la planificación global energética. Permite visualizar cómo se produce la energía, se exporta o importa, se transforma o se consume por los distintos sectores económicos, permitiendo además el cálculo de relaciones de eficiencia y diagnósticos de situación. La existencia del balance energético es una condición necesaria para el planeamiento energético, y para elaborar políticas de mediano y largo plazo.

Tabla 4: Balance Energético Nacional (BEN).

 Ministerio de Energía y Minería	BALANCE ENERGETICO NACIONAL									
	REPUBLICA ARGENTINA AÑO 2016 REVISION 0 - UNIDADES en MILES DE TEP									
ACTIVIDADES	PETROLEO	DERIVADOS DE PETROLEO	GAS NATURAL	CARBON MINERAL	ENERGIA NUCLEAR	ENERGIA HIDRAULICA	OTROS PRIMARIOS	OTROS SECUNDARIOS	ELECTRICIDAD	TOTAL
PRODUCCION	26.440	-	39.557	14	-	3.283	5.065	-	-	74.358
IMPORTACION	790	3.993	9.143	1.154	2.224	-	-	68	847	18.219
VAR.STOCK	64	- 4	- 8	11	-	-	-	11	-	74
EXPORTACION	- 2.332	- 1.715	- 50	- 7	-	-	-	- 1.582	- 28	- 5.714
BUNKER	-	- 1.657	-	-	-	-	-	-	-	- 1.657
NO APROVECHADO	-	-	- 136	-	-	-	-	-	-	- 136
OFERTA TOTAL	24.962	617	48.505	1.172	2.224	3.283	5.065	- 1.504	819	85.143
CENTRAL S.PUB.	-	- 4.649	- 13.282	- 393	- 2.224	- 3.248	- 48	- 0	11.480	- 12.364
CENTRAL AUTOP.	-	- 241	- 1.560	- 12	-	- 2	- 576	- 150	1.178	- 1.363
REFINERIAS	- 25.501	23.854	-	-	-	-	-	407	-	- 1.240
P.TRATAMIENTO GAS	-	2.637	- 3.703	-	-	-	-	1.067	-	0
DESTILERIA Y ACEITERA	-	-	-	-	-	-	- 2.932	2.818	-	- 114
OTROS	-	-	-	- 617	-	-	- 445	819	-	- 242
CONSUMO PROPIO	- 90	- 1.462	- 5.486	-	-	-	-	- 483	- 375	- 7.897
PERDIDAS	-	-	- 2.791	-	-	- 33	-	-	- 1.757	- 4.580
AJUSTES	629	- 71	- 997	- 124	-	-	-	14	-	- 549
CONSUMO FINAL	-	20.721	20.685	26	-	-	1.064	2.986	11.345	56.828
RESIDENCIAL	-	1.381	9.898	-	-	-	84	180	3.851	15.394
COMERCIAL Y SERVICIOS	-	369	1.136	-	-	-	42	120	2.944	4.611
TRANSPORTE	-	14.453	2.346	-	-	-	-	-	47	16.846
AGROPECUARIO	-	3.754	-	-	-	-	129	-	79	3.962
INDUSTRIAL	-	403	7.306	26	-	-	810	-	4.424	12.968
NO ENERGETICO	-	361	-	-	-	-	-	2.686	-	3.047

Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina.

Dentro de los estándares de la GRI 302 de Energía para el desarrollo de indicadores, se incluyen contenidos sobre el enfoque de gestión y contenidos sobre el tema específico. Estos figuran en el estándar como sigue:

- Contenido sobre el Enfoque de Gestión (esta sección hace referencia a GRI 103)
- Contenido 302-1 Consumo energético dentro de la organización
- Contenido 302-2 Consumo energético fuera de la organización
- Contenido 302-3 Intensidad energética
- Contenido 302-4 Reducción del consumo energético
- Contenido 302-5 Reducción de los requerimientos energéticos de productos y servicios

(GRI Standards, 2006)

La eficiencia energética se realiza en sectores y usos finales específicos; por tanto, los indicadores deberían ser desarrollados utilizando la demanda de energía final. Los indicadores deberían ser calculados en el nivel más desagregado posible del uso final, a efectos de representar mejor las mejoras en eficiencia energética. Desarrollar indicadores de energía tiene valor si existen los datos y recursos para hacerlo, a fin de poder calcular la eficiencia global del sistema energético. Este caso particular se presenta cuando existe electrificación en los usos finales. De forma similar, los indicadores de emisiones de CO₂ vinculados a la energía pueden ser desarrollados tanto para el consumo de energía final. Para cada nivel donde exista información de consumo energético por fuente de energía, es posible desarrollar indicadores de emisiones de CO₂. El propósito y las limitaciones identificados para los indicadores energéticos también se aplican a los indicadores de emisiones de CO₂.

A nivel local, la norma ISO 50001 define que para implementar un sistema de gestión energética la organización debe identificar los Indicadores de Desempeño Energéticos (IDEnS) apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEnS deben documentarse y revisarse regularmente y compararse con la línea de base energética de forma apropiada.

Los IDEns pueden ser un simple parámetro, un simple cociente o un modelo complejo. Ejemplos de IDEns pueden incluir consumo de energía por unidad de tiempo, consumo de energía por unidad de producción y modelos multi-variables. La organización puede elegir los IDEns que informen del desempeño energético de su operación y puede actualizar los IDEns cuando se produzcan cambios en las actividades del negocio o en las líneas de base que afecten a la pertinencia del IDEn, según sea aplicable. (International Organization for Standardization, 2011)

La línea de ensamble en estudio corresponde a una línea de producción, en donde desarrollaremos un modelo de estudio y gestión energética del proceso, mediante una recolección de datos donde se definirán cuáles serán los datos necesarios, la frecuencia, la calidad y como medirlos.

Para generar indicadores de desempeño energético se puede utilizar la unidad de producción física en el sector industrial.

Figura 9: Indicadores de desempeño energético.



Fuente: Módulo C – Sistema de gestión de la energía. Programa de formación de gestores energéticos de la Secretaría de Estado de la Energía.

Factores de emisión

Se requiere para determinar la reducción de la emisión de CO₂ determinada en los objetivos específicos. Para calcular las emisiones asociadas, debe aplicarse un factor de emisión de CO₂ atribuible al suministro eléctrico, también conocido como

mix eléctrico (g de CO₂/kWh) que representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo.

Tabla 5: Factores de emisión.

Fuente energética	Factor de emisión	Unidad	Fuente bibliográfica
Energía eléctrica	0,486	KgCO ₂ eq /KWh	Ministerio de Energía y Minería de la Nación. http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=23 11 (versión 2015 del 02/11/2016)

Fuente: Manual de Aplicación de la huella de carbono. Ministerio de Agroindustria
Provincia de Buenos Aires.

2.4.4 Ahorro de energía y consumo responsable

Del estudio realizado por la Agencia Internacional de la Energía en el sector industrial se desprenden las siguientes conclusiones. Hoy en día el potencial de ahorro energético en el sector de la industria para el 2030 será de aproximadamente 26 exajoules, o el equivalente al consumo anual de electricidad de Estados Unidos y China juntos. La IEA recomienda las siguientes acciones:

- La administración de la eficiencia energética en la industria: Los gobiernos deben estimular medidas de eficiencia y buscar la obligatoriedad de incorporar en la industria normativización de normas de eficiencia tales como las ISO o las IRAM (en el caso de la norma internacional ISO 50001, en el ámbito argentino IRAM la traduce y la adopta como IRAM ISO 50001). Las inversiones para la estimulación de inversiones deben ser incentivadas a partir de beneficios fiscales o exenciones impositivas que permitirían mejorar las ecuaciones económicas de las inversiones en el sector industrial; este tipo de incentivos se replican en el resto de los sectores. También la IEA recomienda que los gobiernos establezcan controles y auditorías periódicas para determinar el avance y las mediciones en términos de eficiencia.
- Realizar recambios de la maquinaria industrial por otras de alta eficiencia: En esta recomendación la IEA aconseja que los gobiernos establezcan los estándares de recambio de sistemas por otros que implanten mejores

parámetros de eficiencia. En este sentido la inserción de estándares como “Minimum Energy Performance Standard” (MEPS) de eficiencia cumple un rol crucial en esta etapa inversión de capital en la industria. Otro de los factores clave en esta recomendación es el etiquetado de eficiencia en cada maquinaria a obtenerse por parte de la industria ya que esta acción será determinante a la hora de conocer el esquema de funcionamiento de la misma.

- El asesoramiento gubernamental a los pequeños y medianos emprendimientos para la adopción de sistemas de eficiencia energética: Esta recomendación incluye la auditoría y asesoramiento sobre los mejores sistemas a implementar en este tipo de emprendimientos.
- La elaboración de políticas complementarias sobre eficiencia para reforzar al sector industrial: Si bien existen sectores en la industria que ya han aplicado medidas para lograr mayor eficiencia en sus consumos energéticos, esta recomendación apunta a que los gobiernos profundicen las políticas públicas sobre el tema. Estas medidas, si bien se han repetido a lo largo del documento, incluyen el acceso universal al financiamiento, la implementación de subsidios e incentivos para que todo el sector industrial enfoque sus perspectivas de inversión cuyo objetivo sea la mejora de los índices de consumo energético.

(International Energy Agency, 2011)

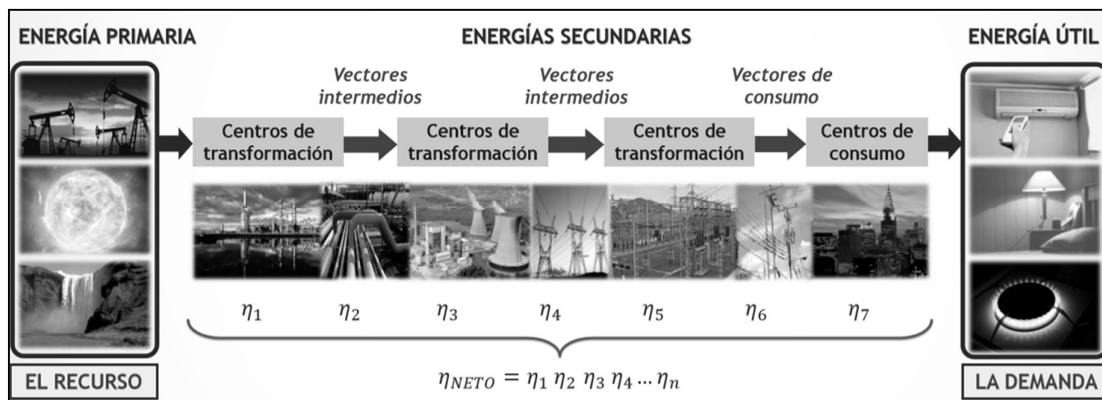
2.5 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1 Energía y Cadena Energética

José Fernández Salgado define que la energía es la capacidad para producir trabajo y la disponibilidad de recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico que determina la utilización de ciertos tipos de energía y la disponibilidad de ese recurso (Fernandez Salgado, 2010). Una de las formas de energía es el calor, necesario para un gran número de aplicaciones como la climatización de locales, preparación de alimentos, secado de productos o la producción y transformación de algunos compuestos químicos. El inicio del uso del calor comenzó en las épocas prehistóricas con el dominio del fuego y se consolidó en el siglo XVII con la invención de las máquinas térmicas. El trabajo se utiliza para una gran variedad de procesos en los que se requiere vencer fuerzas de oposición como levantar una masa en un campo gravitacional, deformar cuerpos, estirar un resorte, bombear líquidos o gases, para transformar materia prima en producto terminado, para el transporte de personas y mercadería y hasta para tocar un instrumento musical. Calor y Trabajo son dos necesidades básicas en cualquier grupo humano y para producirlos, el hombre ha utilizado una gran variedad de recursos energéticos: al comienzo de nuestra era se usaba la combustión de leña para cocinar, la fuerza de animales para el transporte, la fuerza del viento para mover embarcaciones. Con la aparición de las máquinas térmicas, se facilitó la producción industrial de cantidades relativamente grandes de trabajo a partir de la máquina de vapor de tipo combustión externa (leña y carbón). Hacia mediados del siglo XIX se inventaron los primeros motores de combustión interna (principalmente los de gasolina y diésel) y con el tiempo se hicieron cada vez más seguros y confiables, económicos y por lo tanto abundantes. Aparecieron otras máquinas térmicas como turbinas y motores a reacción y así fue como nuestra sociedad se fue haciendo extraordinariamente dependiente de los combustibles fósiles, que son fuentes de energía no renovables. Se define como fuente de energía no renovable a aquella que está almacenada en cantidades inicialmente fijas, en el subsuelo y se va agotando con el paso del tiempo. Las reservas disponibles están sujetas a la factibilidad técnica y económica de su explotación, al descubrimiento de nuevos yacimientos y al ritmo de la extracción y consumo. Las fuentes de energía renovables son aquellas que, administradas en forma adecuada,

puede explotarse ilimitadamente. La principal fuente de energía renovable es el Sol que envía a la Tierra energía radiante (luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta). En la atmósfera, esta energía proveniente del Sol se convierte en una variedad de efectos tales como la energía eólica, la energía de biomasa, la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas. Según el estado de transformación, la energía se puede clasificar en primaria, secundaria y útil. Las primarias son las fuentes de energía en el estado en que se extraen o capturan de la naturaleza, sea en forma directa – energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica – o indirecta, es decir, derivada de un proceso de extracción o recolección – petróleo, carbón mineral, uranio, biomasa -. Las energías secundarias, también llamadas vectores energéticos, son los diferentes productos energéticos no presentes en la naturaleza como tales, producidos a partir de fuentes primarias en los distintos centros de transformación, con la finalidad de hacerlos aptos a los requerimientos de las tecnologías empleadas en los sectores de consumo – electricidad, gas distribuido por redes, naftas, carbón de leña, biocombustibles-. La energía útil es aquella en la forma en que finalmente la consumimos, y es erogada de los artefactos, maquinarias, equipos y vehículos de los diferentes sectores de consumo – iluminación, calor, movimiento-. La integración de estas fuentes de energía forma la cadena energética que será un eje de estudio de esta tesis para lograr la eficiencia energética.

Figura 10: La cadena energética.



Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe. Dirección general de asistencia técnica. Ministerio de producción.

2.5.2 Eficiencia Energética: Conceptos

Es importante destacar algunas definiciones de palabras claves, y algunas diferencias sobre el significado de ciertos términos de uso durante todo el proyecto de investigación:

Eficiencia energética: se relaciona con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en particular, con el fin de desarrollar de manera óptima las tecnologías de productos, procesos y servicios que consumen energía para contribuir a la reducción de su demanda. Estos sistemas y equipos entregan más servicios consumiendo la misma cantidad de energía, o los mismos servicios consumiendo menos energía.

Intensidad energética: se define como la cantidad de energía consumida por actividad o producción entregada por sub-sector y uso final. Generalmente es calculada como la energía consumida dividida por un indicador económico (PBI por ejemplo). La intensidad energética es determinada por varios factores como la estructura económica, el tipo de industria base, el tipo de cambio, el coste de los servicios energéticos, el tamaño del país, el clima y el comportamiento. Los impactos de la eficiencia pueden estar enmascarados debido a variaciones de esos factores no relacionados a la energía, de manera que usar la intensidad energética como una aproximación a la eficiencia energética puede generar resultados erróneos.

Conservación de la energía: se refiere a limitar o reducir el consumo energético mediante cambios en el estilo de vida o el comportamiento (por ejemplo, apagar las luces de un sector que no está siendo ocupado), mientras que la eficiencia energética se refiere a limitar o reducir el consumo energético mediante la utilización de dispositivos más eficientes como bombillas fluorescentes compactas en vez de lámparas incandescentes.

(International Energy Agency, 2015)

2.5.3 Eficiencia en Motores Eléctricos Industriales

Un motor es la parte de cualquier máquina que tiene la función de generar energía mecánica a partir de cualquier otro tipo de energía. Las fuentes de energía de los motores incluyen, entre otras, la energía eléctrica, energía calorífica (casi siempre proveniente de combustibles fósiles). La forma en la que los motores trabajan, en términos generales, es la siguiente: alguna forma de energía entra al sistema del motor y luego la energía entrante propicia el movimiento rotativo de ciertas partes del motor permitiéndoles comunicar el par rotante a las cargas; el movimiento de las partes del motor transmite la energía, ahora transformada en energía mecánica, a las partes de la máquina y las partes de la máquina reciben la energía mecánica y comienzan a moverse para llevar a cabo su función. Una vez que se corta el flujo de energía entrante al motor, este se detiene al igual que la máquina.

Puede estimarse que la participación de los motores eléctricos asíncronos trifásicos en el sector industrial osciló entre el 50 % al 75 % constituyéndose, en el uso final de energía eléctrica más importante en la Argentina totalizando entre 22,96 % (17,11 TWh) y 34,44% (25,66 TWh) del consumo total de electricidad.

La eficiencia de los sistemas de motores depende de varios factores, entre los que se incluyen:

- Eficiencia del Motor.
- Control de la Velocidad y del Par Motor.
- Dimensionamiento Correcto.
- Calidad del Suministro Eléctrico.
- Pérdidas por Distribución.
- Transmisión Mecánica.
- Prácticas de Mantenimiento.
- Eficiencia del Uso Final (Bomba, Ventilador, Compresor, etc.)

Fórmula 1: Eficiencia de un sistema de motores eléctricos.

$$\eta = \frac{P_{SALIDA(ÚTIL)}}{P_{ENTRADA}} = \frac{P_{EJE}}{P_{ELÉCTRICA}} \quad \eta = 1 - \frac{P_{PÉRDIDAS}}{P_{ENTRADA}} \quad P_{EJE} = T \cdot \omega$$

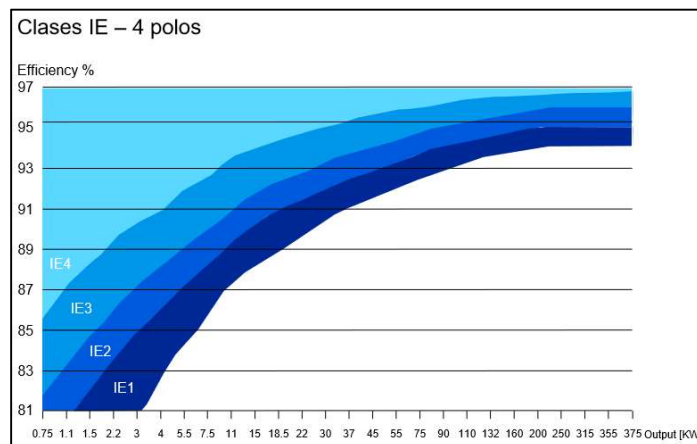
$$\eta_{SISTEMA} = \eta_{VEV} \cdot \eta_{MOTOR} \cdot \eta_{TRANSMISIÓN} \cdot \eta_{USO-FINAL} = \frac{P_{ÚTIL}}{P_{ENTRADA}}$$

Fuente: Curso de capacitación de gestores energéticos en industrias 2017.

Motores de Inducción Energéticamente Eficientes:

- Mayor Eficiencia (2-6% más)
- Pueden reducir costos energéticos y de mantenimiento.
- Más material de mayor calidad, costos de adquisición más caros (25-30%).
- Mayor vida útil (menor temperatura operativa).
- Tiene menor par de arranque (forma de las ranuras del rotor).
- Mayor corriente de arranque.
- Menor deslizamiento.
- Mayor inercia del rotor.

Figura 11: Clases de eficiencia.



Fuente: Norma IEC 60034-30/ IEC 60034-31

Variación de la Eficiencia con la Carga:

El factor de carga tiene gran influencia en la eficiencia del motor. Con factores de carga menores al 50% la eficiencia desciende abruptamente, por lo que no se recomienda trabajar en estas condiciones. La condición óptima de trabajo se

encuentra alrededor del 75% de la potencia nominal. Resulta muy importante que al seleccionar un motor este no se sobredimensione y se contemplen de forma adecuada las condiciones de operación futuras.

Otros factores a atender para mejorar la eficiencia del motor:

- Es recomendable un buen sistema de alimentación que permita un suministro de energía eléctrica seguro y adecuado al motor. Tener en cuenta que la caída de tensión y el desbalanceo fases se encuentren en el menor rango posible, ya afectan la eficiencia.
- Las instalaciones mecánicas también deben estar en óptimas condiciones, ya que una correa de transmisión mal tensada, un anclaje mal hecho o vibraciones excesivas originarán una disminución de la eficiencia del motor.
- Proveer una buena circulación de aire para garantizar que el sistema de ventilación opere en forma adecuada.
- Una mala lubricación afectará el rendimiento del motor y un mantenimiento insuficiente deteriora la eficiencia.
- Se recomienda el uso de motores en períodos continuos en vez de intermitentes.

(Ministerio de Energía y Minería de la República Argentina, 2017)

Figura 12: Normas de motores.

NEMA MG-1 Part 12	IEC 60034-2- 1:2007 <small>(IE4 - Super-premium: IEC/TS 60034-31: 2010 -04)</small>
Super Premium Efficiency	IE4
Premium Efficiency	IE3
High Efficiency	IE2
Standard Efficiency	IE1



Fuente: IEC/EN 60034-30.

La norma IEC/EN 60034-30 cubre la gran mayoría de los motores (por ejemplo estándar, motores para áreas explosivas, marino y con freno):

- 1 Velocidad, 3 fases, 50 y 60 Hz
- 2, 4 o 6-polos
- Potencia en el eje 0.75 a 375[KW]
- Voltaje de operación UN up to 1000[V]
- Operación continua S1 o S3 (intermitente con operaciones periódicas >80%).

En lo que respecta a la eficiencia energética de equipos eléctricos, existe una importante necesidad de mejorar la competitividad del sector industrial argentino para mantenerse en los niveles de productividad que tienen las distintas empresas de la región y del mundo. Para que sea posible alcanzar este objetivo, la eficiencia energética juega un rol central. Por otra parte, se considera a la eficiencia energética como una herramienta especialmente idónea para contribuir a la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Las medidas de eficiencia energética representan más del 30 % de la Contribución Nacional Determinada (CND) de la revisión que presentó Argentina en la COP22 de Marrakech. En particular, el recambio de motores de eficiencia convencional por aquellos de alta eficiencia está alineado con estos compromisos y se encuentra dentro de las medidas de mitigación cuantificadas. (Ing. Andrea Heins. Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética. Ministerio de Energía y Minería de la Nación).

Una característica importante de los motores eléctricos es que el costo operacional suele ser muy superior a su costo de adquisición. Dependiendo del tiempo de funcionamiento, de la potencia y de su rendimiento, un motor puede costar en consumo energético de 25 a 150 veces su valor de compra. Es por eso que tiene sentido apostar a una correcta gestión de los motores en uso en toda instalación industrial, minimizando los costos operativos con un uso eficiente y adecuado de la energía eléctrica. Por lo tanto, la promoción de motores eficientes en la industria aumenta directamente la competitividad del sector. Típicamente, el tiempo de retorno de la inversión en motores eficientes varía de 6 meses a 3 años, lo que justifica económicamente su elección. La diferencia de precio entre un motor

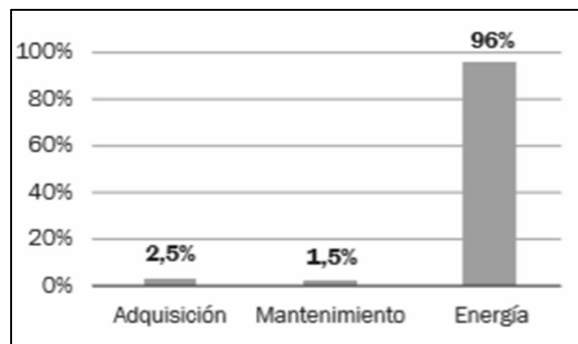
eficiente y uno estándar es de aproximadamente un 20%, pero esta diferencia se recupera en los primeros años de uso si se tienen en cuenta los costos de energía y de mantenimiento.

La eficiencia energética ahorra dinero e incrementa la competitividad. Para lograr el máximo ahorro energético y de costos, es primordial contemplar motores de alta eficiencia en la etapa inicial de todo proyecto.

Más allá de la preservación ambiental y el desarrollo sostenible, un motor de alto rendimiento genera bajas pérdidas de energía, reduce notablemente la elevación de la temperatura y por lo tanto brinda una mayor vida útil en comparación con un motor convencional, gracias a que poseen mayor cantidad de cobre y una mejor disposición y diseño de sus partes internas.

Para lograr el máximo ahorro energético y de costos, es primordial contemplar motores de alta eficiencia en la etapa inicial de todo proyecto.

Figura 13: Representación de los costos de la vida útil de un motor.



Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina.

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, replicada en Argentina como la Norma IRAM 62.405, en la que se definen 4 clases de eficiencia, IE0, IE1 (eficiencia estándar), IE2 (alta eficiencia) e IE3 (eficiencia premium), aplicada para motores de potencias de entre 0,75 y 90

kW. A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

Desde el año 2018, el etiquetado de eficiencia energética de motores es obligatorio para todos aquellos de potencias entre 0,75 y 30kW. Estos deben tener la etiqueta de la Figura 14: Etiqueta de eficiencia energética.

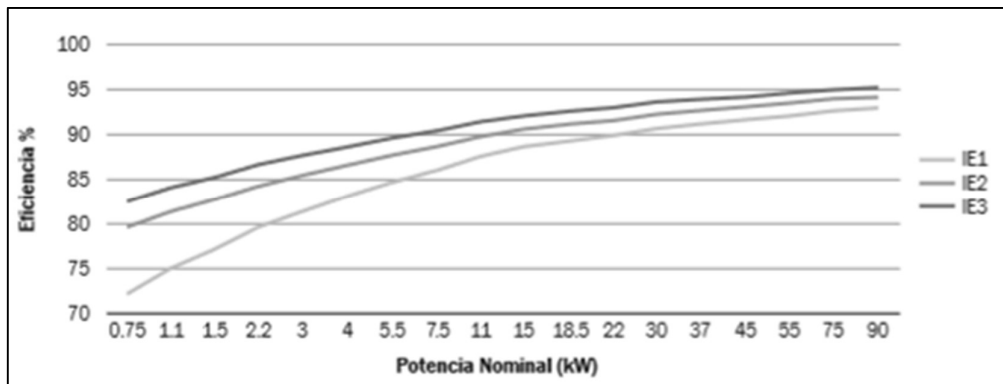
Figura 14: Etiqueta de eficiencia energética.



Fuente: Norma IRAM 62405.

En el gráfico se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

Figura 15: Comparación de Eficiencias mínimos de motores según Norma IRAM 62405.



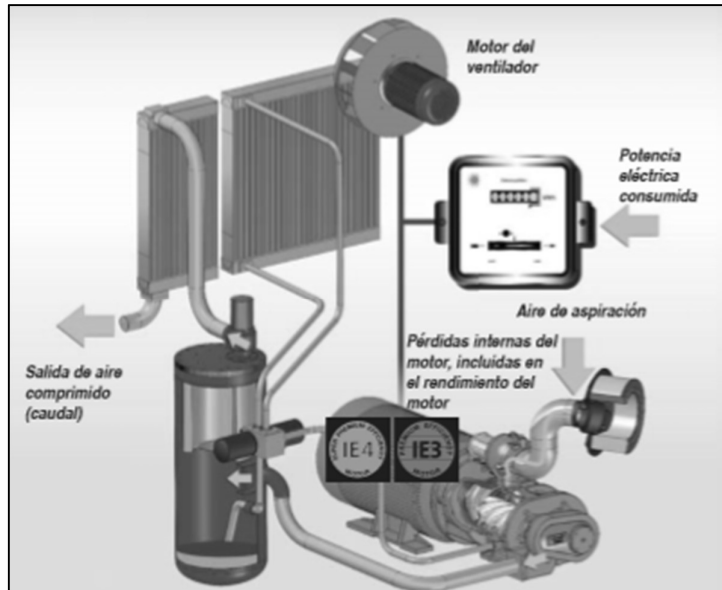
Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina.

2.5.4 Eficiencia en Aire Comprimido

En 1997 se inició en los EE.UU. la clasificación de los motores asíncronos trifásicos con la ley Energy Policy Act (EPACT). Más tarde se inició una clasificación de eficiencia también en Europa. Desde 2010 está vigente el estándar IEC internacional para motores eléctricos. Las clasificaciones y los supuestos legales han propiciado un notable mejoramiento de la eficiencia energética de los motores eléctricos incluidos en las clases Premium. Los motores de eficiencia mejorada ofrecen las siguientes ventajas:

- Bajas temperaturas de trabajo: las pérdidas internas de desempeño del motor provocadas por calentamiento o por rozamientos pueden ascender hasta un 20 % en motores pequeños, y entre un 4 % y un 5 % en motores de 160 kW en adelante. Los motores IE3/ IE4 presentan un calentamiento mucho menor y, por tanto, menos pérdidas térmicas: Un motor convencional registra un calentamiento de aprox. 80 K y conserva una reserva térmica de 20 K funcionando a carga normal con respecto a un aislamiento F, mientras que un motor IE sólo se calienta aprox. 65 K en las mismas condiciones, manteniendo una reserva de 40 K.

Figura 16: Pérdidas en componentes del compresor.



Fuente: Kaeser Compresores.

- Mayor duración: La reducción de la temperatura de trabajo supone una carga térmica menor del motor, de los rodamientos y de la caja de bornes. Como consecuencia, se prolonga la vida útil del motor.
- Un mayor % de aire comprimido con menos consumo de energía: Menos pérdidas de calor se traducen también en un ahorro energético. Algunos fabricantes han ajustado los compresores perfectamente a las posibilidades de los motores IE, logrando aumentar con ello hasta en un 6 % el caudal y en un 5 % la potencia específica. Esto trae como resultado un mejor desempeño, periodos de marcha de los compresores más cortos y menor consumo por metro cúbico de aire comprimido suministrado.

Regulación de los compresores: el correcto ajuste del caudal de los compresores de acuerdo a las oscilaciones del consumo de aire comprimido es lo único que permite evitar las fases de carga parcial, que consumen mucha energía y resultan muy costosas. Es por ello que contar con el controlador adecuado para el compresor juega un papel fundamental.

Los compresores que funcionan con un grado de carga inferior al 50 % están derrochando grandes cantidades de energía. Muchos usuarios, sin embargo, no

son conscientes de ello porque sus compresores disponen de un contador de horas de servicio, pero carecen de un contador de horas de servicio en plena carga. La solución es un sistema de control adaptado a las necesidades: Si se alcanzan niveles de carga de los compresores de un 90 % o más, será posible ahorrar más de un 20 % de energía.

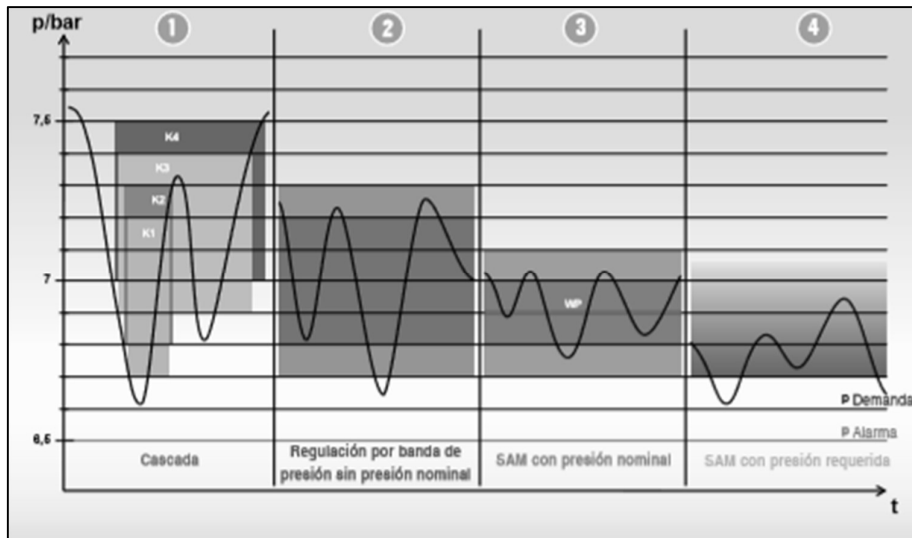
Coordinación óptima de los compresores para ahorrar energía: Las estaciones de aire comprimido se componen por lo general de varios compresores iguales o de tamaños diferentes. Para controlar todos estos equipos es preciso contar con un controlador maestro: El objetivo es adaptar la producción de aire comprimido a las necesidades del cliente, logrando al mismo tiempo la máxima eficiencia energética posible.

La mayoría de los sistemas que se denominan controladores de compresores son reguladores desde el punto de vista de la técnica de regulación. Se dividen en cuatro grupos:

- Control en cascada
- Control por banda de presión sencillo
- Control por banda de presión nominal
- Control por presión requerida

Los últimos dos son los más eficientes desde el punto de vista operativo.

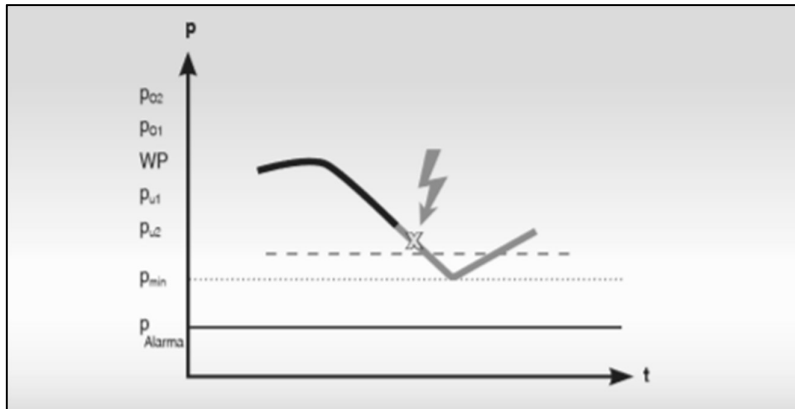
Figura 17: Controladores de compresores.



Fuente: Kaeser Compresores.

- El modo de control por banda de presión con base en la presión nominal (3) representó un gran avance. Su objetivo es mantener una presión nominal reconfigurada, ajustando compresores de diferentes tamaños según el consumo de aire comprimido. La ventaja fundamental de este modo de control opcional radica en la posibilidad de reducir notablemente la presión de trabajo promedio del sistema de aire comprimido, que supone un gran ahorro de energía y costos.
- El modo de control de la presión requerida (4) es actualmente el mejor desde el punto de vista operativo. Con esta modalidad ya no se ajusta el límite mínimo ni máximo de presión, sino la presión de servicio mínima posible, que deberá mantenerse siempre en el punto de medición del sensor de presión. El sistema de control calcula la selección y la forma de conmutación óptima de los compresores teniendo en cuenta todas las pérdidas posibles debidas a subidas de presión, fases de arranque, reacción y operación en vacío, así como por los equipos con velocidad variable. El conocimiento de los tiempos de reacción permite al sistema evitar que se caiga por debajo de la presión requerida mínima posible. Lo más sorprendente es la facilidad con la que el usuario puede regular la presión requerida.

Figura 18: Control de la presión requerida.



Fuente: Kaeser Compresores.

2.5.5 Evaluación de Proyectos de Inversión Energética

El ahorro real de la energía se determina comparando el consumo, o la demanda, antes y después de la implementación de un proyecto de eficiencia energética o de la instalación de una fuente de generación de energía, al tiempo que se realizan los ajustes necesarios según la variación de las condiciones iniciales.

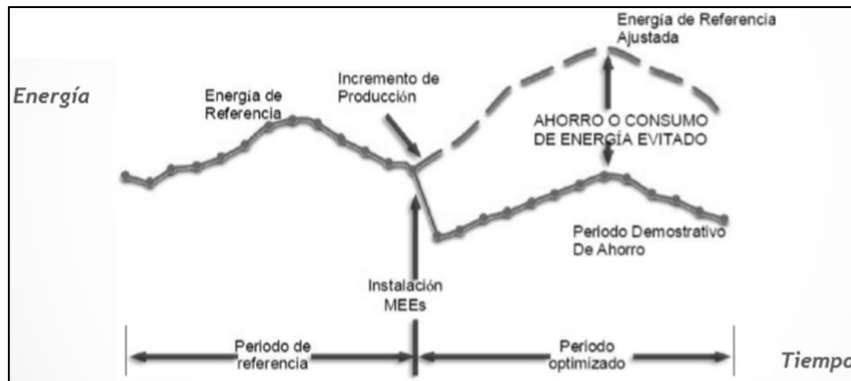
Fórmula 2: Ahorro de energía.

$$\text{Ahorro Energía} = \text{Energía período de referencia} - \text{Energía período demostrativo} \pm \text{Ajustes}$$

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe.

Es necesario separar el efecto que tienen sobre el consumo de energía un proyecto de eficiencia energética o de producción de energía, del efecto que generan otros cambios que se producen de manera simultánea, y que repercuten en los equipos que consumen energía.

Figura 19: Ahorro de energía.



Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe.

El precio unitario de la energía será, en función del tipo de proyecto:

- El precio de mercado de la energía producida (por ejemplo, la electricidad producida por la planta de energía eólica), incrementado por eventuales incentivos.
- El precio unitario del vector energético actualmente utilizado que se sustituye o ahorra.

Por lo tanto tendremos que evaluar las probables tendencias de precios de la energía en sus distintas formas.

Para estimar la variación de los precios de la energía, podemos realizar dos hipótesis:

- El aumento de los precios de la energía es igual a la tasa general de inflación f
- El aumento de los precios de la energía es igual a una tasa anual f' distinta de f

Para determinar la dependencia del VAN a los precios de la energía se definen dos nuevos índices:

- El costo de la energía producida - LCOE (inversiones de producción de energía).
- El costo de la energía ahorrada – LCOAE (inversiones en eficiencia energética).

Ambos índices se pueden definir como: el precio por unidad de energía producida o ahorrada por la instalación al que debo vender (o dejar de comprar), que permite compensar todos los costos de construcción y funcionamiento de la misma, tales que el VAN = 0 al final de la vida útil de la planta o proyecto:

Fórmula 3: Valor actual neto del proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_J^N \frac{CQ_j(1 + f')^j - OM_j}{(1 + R)^j} = 0$$

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe.

En un proyecto de inversión energética se puede determinar:

Fórmula 4: Equilibrio del Valor actual neto.

$$-I_0 - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{(O\&M_k + F_k)}{(1+r)^k} + \sum_{k=1}^n \frac{E_k P_{venta}}{(1+r)^k} = VAN = 0$$

<i>Inversión inicial y en años sucesivos</i>	<i>Operación y mantenimiento + combustibles</i>	<i>Venta de energía o costo evitado por sustitución</i>
--	---	---

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe.

El costo nivelado de la energía (LCOE siglas del término Levelized Cost of Energy) es un parámetro que proporciona el costo por unidad de energía generada, y que puede aplicarse a sistemas fotovoltaicos, eólicos, térmicos, geotérmicos, y a cualquier tipo de fuente de generación de electricidad.

Fórmula 5: Costo nivelado de la energía.

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{k=1}^n \frac{I_k + O\&M_k + F_k}{(1+r)^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{E_k}{(1+r)^k}}$$

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía –Gobierno de Santa Fe.

Siendo:

r: tasa de descuento real.

3. METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

3.1 METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Enfoques metodológicos y técnicas seleccionadas

La empresa objeto de estudio es un caso disponible al que tenemos acceso. “La unidad o caso investigado puede tratarse de un individuo, una pareja, una familia, un objeto (una pirámide como la de Keops, un material radiactivo), un sistema (fiscal, educativo, terapéutico, de capacitación, de trabajo social), una organización (hospital, fábrica, escuela)” (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 164)

Se pretende realizar una investigación mixta aplicando un estudio de caso en el que utilizaremos metodología cualitativa y cuantitativa. Las técnicas a utilizar son: consulta bibliográfica, observaciones, encuestas, experimentaciones y notas de campo.

Se define un sistema de gestión energética mediante indicadores, que permita visualizar los consumos más importantes de la línea de ensamble en estudio.

Se relevaran los siguientes datos: superficie de la línea de ensamble de tractores (m²); emisiones de CO₂ (de la operación de ensamble de tractores y del transporte interno); consumos de gas natural (Nm³) de calor directo; consumos de energía eléctrica (kWh) por iluminación, calor directo, vapor, fuerza motriz.

Se analizará el aprovechamiento de la energía consumida por instalaciones como, calefactores, motores y compresores eficientes. Se medirá la energía consumida por estos equipos y estimaremos mediante cotizaciones su costo y el costo de su instalación.

Se diseñará una propuesta apropiada para la empresa en función de esta gestión de energía, en la que, mediante un monitoreo constante, se logrará definir la viabilidad o no de las propuestas para lograr una mejora en el desempeño energético.

3.1.2 Tipo de estudio

En este proyecto se ponen en manifiesto los conocimientos teóricos y metodológicos desarrollados en el marco teórico, donde se integran datos

confiables, completos y oportunos, por lo que es un estudio descriptivo. Los conocimientos, análisis y conclusiones de este proyecto podrán ser utilizados por otros investigadores, logrando una utilidad más allá de sus límites estrictos.






3.1.3 Elección de la muestra

La muestra seleccionada será una línea de ensamble de tractores de la fábrica, donde se encuentran empleados y gran variedad de equipos eléctricos, máquinas, puentes de izaje, prensas, elevadores hidráulicos, calefacción e iluminación. Además hay circulación de vehículos auto-guiados y auto-elevadores para el transporte de materia prima, producto en proceso y productos terminados.

3.1.4 Cronograma del proyecto

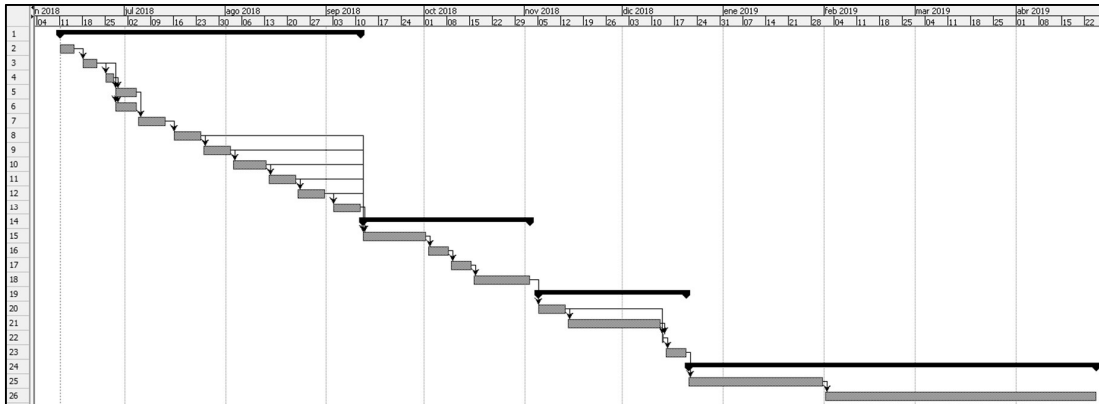
El cronograma del proyecto se confeccionó y planificó en Junio del año 2018. En los resultados y conclusiones se detallarán aquellas tareas realizadas.

Tabla 6: Cronograma del proyecto.

		Nombre	Duración	Inicio	Predecesores
1		Investigación y Desarrollo	67 days	11/06/18 08:00	
2		Lectura y estudio de norma ISO 50001	5 days	11/06/18 08:00	
3		Tormenta de ideas	5 days	18/06/18 08:00	2
4		Espina de pescado	3 days	25/06/18 08:00	3
5		Desarrollo de encuestas	5 days	28/06/18 08:00	3;4
6		Desarrollo de planillas para relevamientos	5 days	28/06/18 08:00	3;4
7		Encuesta a ingenieros	7 days	05/07/18 08:00	5
8		Relevamiento de equipos	7 days	16/07/18 08:00	7
9		Relevamiento de vehiculos	7 days	25/07/18 08:00	8
10		Búsqueda y relevamiento de datos de consumo eléctrico	7 days	03/08/18 08:00	9
11		Búsqueda y relevamiento de datos de consumo de gas	7 days	14/08/18 08:00	10
12		Búsqueda y relevamiento de datos de emisión de CO2	7 days	23/08/18 08:00	11
13		Búsqueda y relevamiento de datos de costo de energía	7 days	03/09/18 08:00	12
14		Análisis y Diseño de Indicadores	38 days	12/09/18 08:00	
15		Realizar análisis de los datos obtenidos en las búsquedas y relevamientos	14 days	12/09/18 08:00	8;9;10;11;12;13
16		Definir los objetivos, metas y planes de acción de la industria	5 days	02/10/18 08:00	15
17		Desarrollo de fórmulas e indicadores según los objetivos definidos	5 days	09/10/18 08:00	16
18		Generación de informes de indicadores	14 days	16/10/18 08:00	17
19		Opciones de inversión	34 days	05/11/18 08:00	
20		Búsqueda de equipos y máquinas más eficientes	7 days	05/11/18 08:00	18
21		Búsqueda de sus especificaciones y sus costos	21 days	14/11/18 08:00	20
22		Realización de matriz de decisión	1 day	13/12/18 08:00	20;21
23		Realizar análisis financiero	5 days	14/12/18 08:00	22
24		Análisis de resultados y toma de decisiones	90 days	21/12/18 08:00	
25		Plan de ejecución	30 days	21/12/18 08:00	23
26		Plan de monitoreo y verificación	60 days	01/02/19 08:00	25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20: Diagrama de Gantt.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

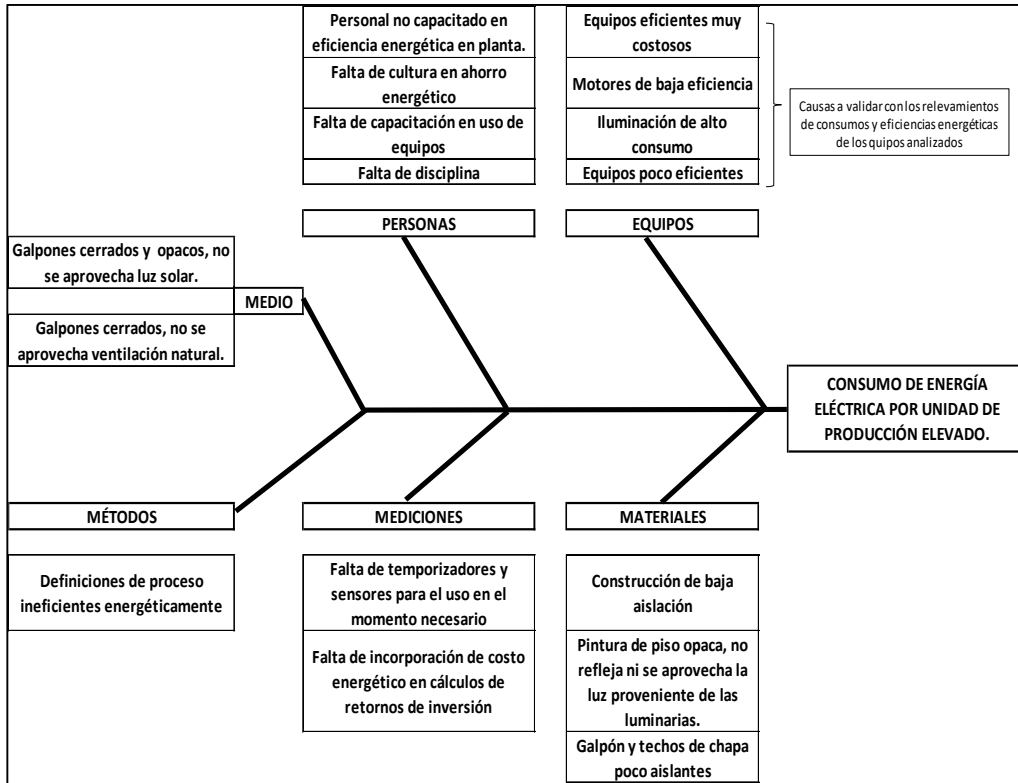
3.2.1 Diagrama de Causa y Efecto

Con diagramas de este tipo se logra relacionar los efectos con sus causas y mediante una combinación de estos con otros métodos de análisis, se logra encontrar la causa raíz de los efectos producidos. Es muy efectivo para estudiar procesos y situaciones y para desarrollar un plan de recolección de datos. El procedimiento de este análisis consiste en:

- Identificar el problema.
- Registrar el resumen del problema.
- Dibujar y marcar las espinas principales.
- Realizar la lluvia de ideas de las causas del problema aplicando el método de “los cinco por qué”
- Verificar que todas las posibles causas hayan sido incluidas en el diagrama.

Para el diagnóstico inicial del desempeño energético en la línea de ensamble de tractores se realizó el siguiente diagrama:

Figura 21: Diagrama de causa efecto.



Fuente: Elaboración propia.

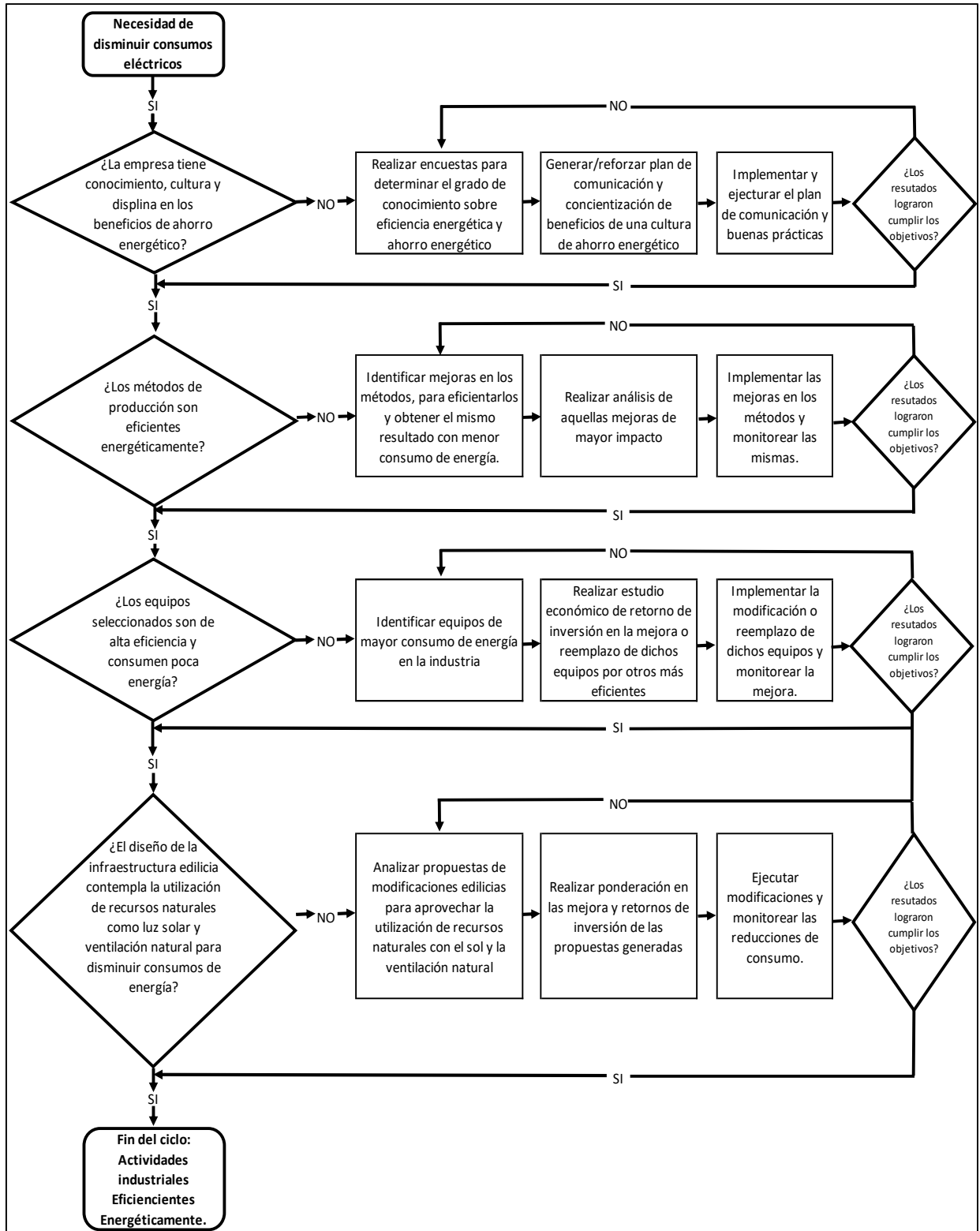
Se analizarán las causas relevadas por el diagrama causa efecto para lograr un criterio de priorización de acciones de acuerdo a criterios establecidos en los objetivos de este proyecto (2.3.2 Objetivos específicos).

3.2.2 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es una representación pictórica de los pasos de un proceso, útil para determinar cómo funciona el proceso de la línea de ensamble para producir un resultado. Es muy útil para visualizar cómo funciona un proceso completo.

Para el estudio de eficiencia energética de la línea de ensamble seleccionada se realizó el siguiente diagrama:

Figura 22: Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración propia.

En diagrama de flujo propuesto para la línea de ensamble de tractore se logra:

- Identificar los propósitos.
- Determinar el nivel de detalle requerido.
- Definir los límites del proceso de gestión energética.
- Utilizar los símbolos apropiados para poder actuar en cada situación.
- Hacer preguntas referidas a cada entrada.
- Documentar.
- Completar hasta conocer todas las salidas.
- Revisar nuevamente para lograr una mejora continua del proceso.

3.2.3 Matriz FODA

Es una herramienta de diagnóstico que permite trabajar con toda la información que sea posible obtener, es de múltiple aplicación y es capaz de proveer información relevante para la toma de decisiones. Se utiliza comúnmente para formulación y análisis de estrategias: planificación estratégica, evaluación de competidores y desarrollo de negocios o productos. El procedimiento de ejecución de esta herramienta de análisis es determinar cuatro cuadrantes y dar respuesta a preguntas básicas encuadradas en análisis internos y externos:

- Análisis interno: Fortalezas y Debilidades.
- Análisis externo: Oportunidades y Amenazas.

En el cuadrante de Fortalezas y Debilidades se analizan:

- Recursos
- Actividades
- Riesgos
- Portafolio

En el cuadrante de Oportunidades y Amenazas se analizan:

- Entorno
- Partes interesadas

La determinación de las estrategias a seleccionar se dividen en:

- Estrategias FO: Uso de Fortalezas para aprovechar Oportunidades.

- Estrategias DO: Vencer Debilidades aprovechando Oportunidades.
- Estrategias FA: Usar Fortalezas para evitar Amenazas.
- Estrategias DA: Reducir al mínimo Debilidades y evitar Amenazas.

Figura 23: Matriz de fortalezas y oportunidades de la gestión energética.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Comunicación interna de eficiencia energética y buenas prácticas de ahorro de energía	Aumento de las tarifas energéticas
Implementación de un sistema de gestión energética en todas las áreas de producción y oficinas	Ausencia de energía proveniente de red externa
Mejoras de métodos para lograr disminuir consumos de energía	Cambios de legislación y económicos
Inversión en equipos de mayor eficiencia energética	Crecimiento de la competencia
Disponibilidad de dotar de RRHH a un área técnica que gestione la energía	Obligatoriedad del cumplimiento de la ley 27.424 para grandes consumidores
Inversión en materiales aislantes para disminuir consumos en climatización	Modificaciones a la ley 27.191
Modificaciones en diseño de estructuras para aprovechar recursos naturales y disminuir consumos de energía	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Gran infraestructura	Ausencia de información de consumos energéticos
Capacidad de inversión	Ausencia de conciencia de eficiencia energética en la selección de nuevos equipos y métodos
Posicionamiento de la marca	Construcciones antiguas de las instalaciones de fábrica
	Equipos antiguos y poco eficientes
	Planes de mantenimiento que no contemplan planes preventivos para el aumento de eficiencia energética de equipos

Fuente: Elaboración propia.

La estrategia seleccionada en este proyecto es el de uso de fortalezas para aprovechar oportunidades (FO). La gran infraestructura que posee la empresa y su gran capacidad de inversión y posicionamiento de la marca son factores que propician la implementación completa de un sistema de gestión energética que logre abarcar desde la adopción de una política y una cultura energética en todas las personas involucradas en la línea de ensamble, como así también la implementación de mejoras en métodos de procesos y de operación de equipos de altos consumos energéticos.

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

3.3.1 Técnicas seleccionadas de recolección de datos

De acuerdo a la definición de Ketele y Roegier (1993) la recolección de datos es “el proceso organizado que se efectúa para obtener información a partir de fuentes múltiples, con el propósito de pasar de un nivel de conocimiento o de representación de una situación dada a otro nivel de conocimiento o representación de la misma situación, en el marco de una acción deliberada, cuyos objetivos han sido claramente definidos y que proporciona garantías suficientes de validez”.

En el marco de un proceso de investigación, la recolección de datos es fundamental; por tanto se han tenido en cuenta una serie de recomendaciones en cuanto a la recolección de datos para este proyecto:

- Es sistemática y organizada.
- Responde a propósitos claramente explicitados.
- Provee datos confiables y válidos.

Las técnicas seleccionadas para este proyecto de tesis son la encuesta y la observación.

3.3.2 Diseño y validación de los instrumentos

Se utiliza una encuesta para determinar el impacto humano en el diagrama de causa efecto (3.2.1 Diagrama de Causa y Efecto). Se selecciona una encuesta, según su forma de interrogar, combinada (semi-estructurada). El tipo de muestreo es simple al azar y el tamaño de la muestra es de 35 personas de una población de 210 empleados. Las respuestas proceden directamente del personal de las instalaciones operativas: ingenieros, supervisores, técnicos, administrativos. A tal fin, se elaboró una encuesta web que comprendió la recopilación de datos sobre conocimientos de conceptos de eficiencia energética, impacto energético mundial, existencia de política energética e indicadores en la empresa, existencia de sistemas e indicadores de eficiencia. El diseño de la encuesta se encuentra especificado en el anexo 6.1 Encuesta.

Para la observación de consumos energéticos de equipos de la línea de ensamble en estudio se utilizarán cuadros en formato Excel para realizar el relevamiento

según anexo 6.2 Cuadros de relevamientos. Los objetivos de la observación son determinar los consumos energéticos anuales de los equipos que consumen energía en la línea de ensamble en estudio. Se observan los registros de potencia (KW), horas en servicio al año (h), factor de carga y rendimiento neto. Además también se registran los costos de la energía por cada unidad de KWh y por cada unidad de Nm³ según se detalla en el anexo 6.2 Cuadros de relevamientos. Es una observación no participante, con registros de notas de campo completas.

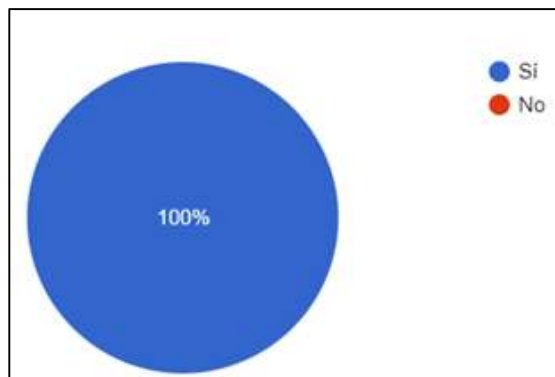
3.3.3 Resultados de los relevamientos

Esta presentación de resultados pretende expresar en forma clara y precisa los datos recogidos y la interpretación acerca de los mismos. En investigaciones cuantitativas es necesario describir los hallazgos por medio de tablas y gráficos, y que en investigaciones cualitativas, la presentación de los resultados es, por lo general, de forma narrativa. A partir de la “base de datos” que se expone a continuación, se realiza a posteriori un análisis conceptual. En la discusión se presentan los principios, relaciones y generalizaciones en base a lo que los resultados indican; señalando las excepciones y los aspectos no resueltos; estableciendo una relación entre los resultados propios y los encontrados en otras investigaciones; señalando consecuencias teóricas del trabajo y sus posibles aplicaciones prácticas. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014, pag. 110).

A continuación se exponen los resultados de la encuesta realizada a treinta y cinco personas y del relevamiento de consumos energéticos del sector en estudio.

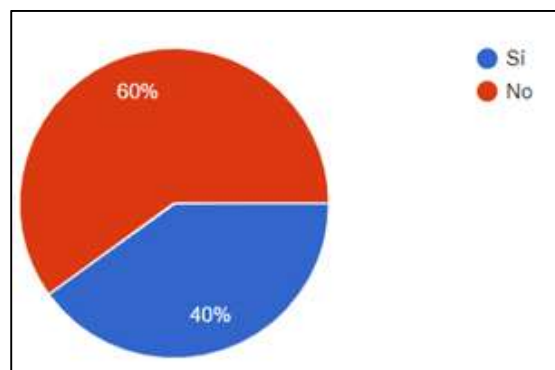
A) Encuesta de conocimientos de ahorro y eficiencia energética en la industria en estudio:

Figura 24: Relevancia en cuestiones de eficiencia energética



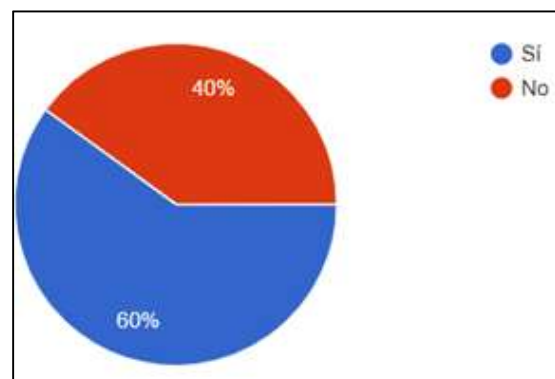
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Conocimiento sobre la duplicación del consumo energético mundial en los últimos 35 años.



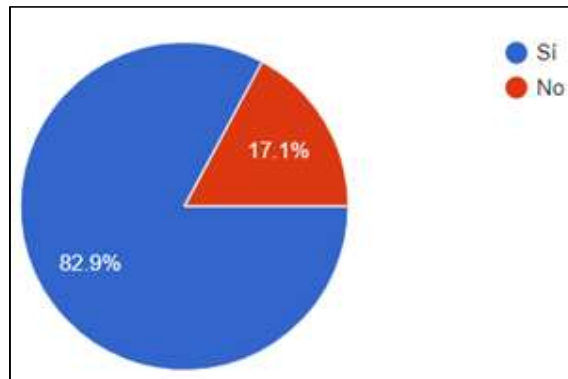
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Argentina como ejemplo sudamericano en eficiencia energética industrial.



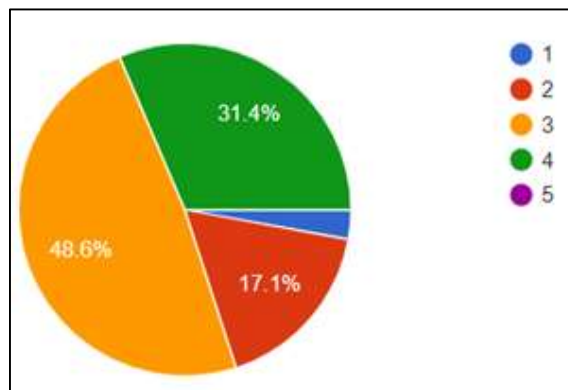
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: Importancia de la eficiencia energética en industrias para salir de la crisis energética.



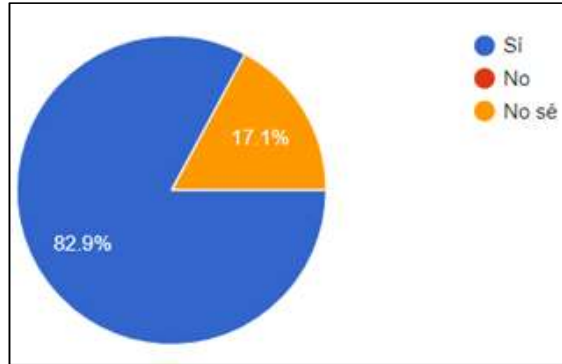
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28: Nivel de conocimiento en temas de eficiencia energética de 1 (más bajo) a 5 (más alto).



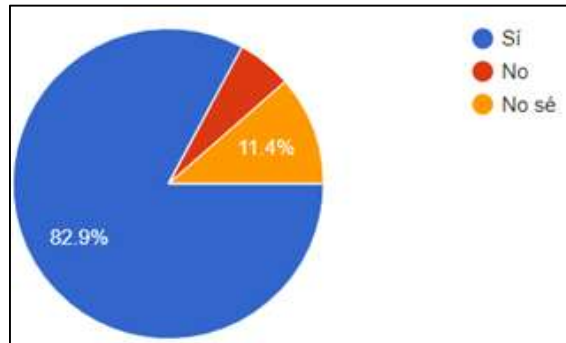
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29: Existencia de una política energética en la empresa.



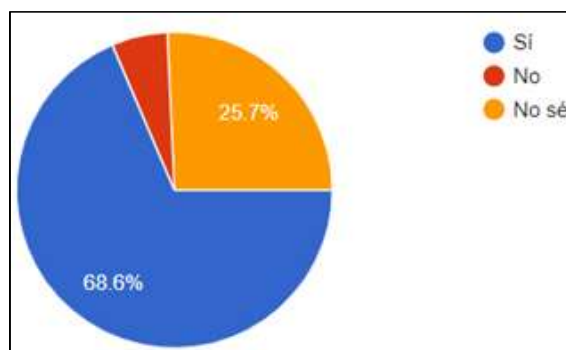
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Conocimiento de áreas de la empresa que desarrollan temas de eficiencia energética.



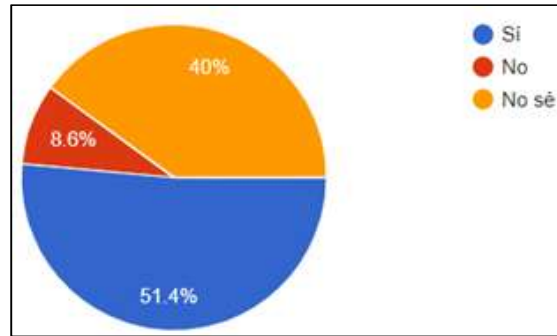
Fuente: Elaboración propia.

Figura 31: Conocimiento de una planificación energética en la empresa.



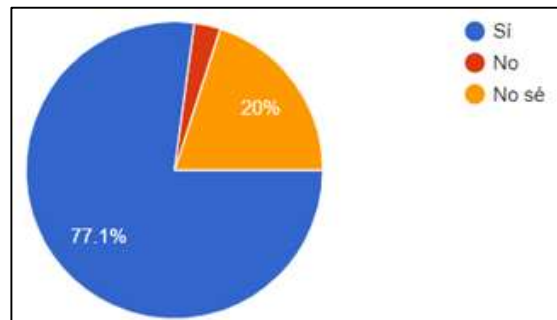
Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Presencia de un Sistema de Gestión de la energía en la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33: Adopción de medidas de eficiencia energética en la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

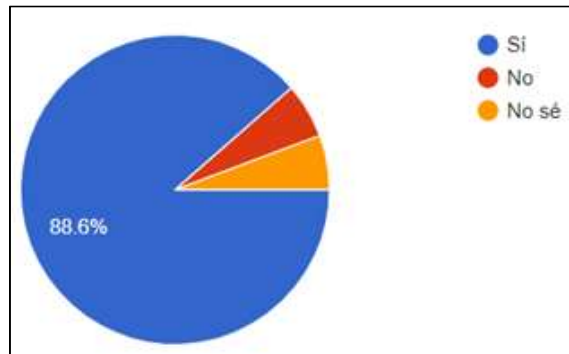
Tabla 7: Acciones de eficiencia energética llevadas a cabo en la empresa en los últimos cuatro años.

- Cambio a luces led.
- Respaldo en archivos electrónicos evitando el uso de impresoras (bajamos el consumo de energía en impresión de informes).
- Cambio de Luminarias.
- Implementación de iluminación LED.
- Colocar lámpara de bajo consumo, colocar encendido y/o apagado automático de luces, uso de generadores, etc.
- Recambio de luminaria led, automatismos, reducción de consumo de aire comprimido, reducción consumo de gas en lavadoras, etc.
- Luminaria led automatizada.
- Luces led, luces apagado automático.

- Instalación de luminaria led en todas las naves industriales. Apagado automático de luminaria en todas las áreas de la empresa en horarios no laborables. Definición y cumplimiento de objetivos de ahorro de energía. Comunicación de los objetivos clara dentro de la empresa.
- Iluminación led.
- Programa de reducción de consumo energético, reemplazo de luminarias, sectorización de iluminación c/apagado automático, etc.
- Reemplazo de luminarias de lámparas de bajo consumo, por equipos led. Implementación de sistemas de control de encendido de luces en interior de naves. Instalación de fotocélulas para luces exteriores. Detector de movimiento para encendido de luces en baños. Disminución de exceso de presión en la línea de aire comprimido para reducir el consumo del compresor.
- Cambio de luminaria por luces led.
- Iluminaria LED. Automatización de iluminación de oficinas y edificios productivos. Instalación de pulsadores para grifos de agua, en vez de llaves de paso normales. Concientización a sus empleados.
- Cambio de luminarias LED.
- Reemplazo de las luminarias por equipos led (con posibilidad de sistema de gestión)- sistema de encendido y apagado de luces.
- Temperatura óptima de los aires acondicionados para invierno y verano.
- Implementación de programa de recambio de luminarias led. Utilización de paneles translucidos para aumentar iluminación natural. Utilización de controles horarios para control encendido/apagado iluminación (horario almuerzo/fin de turnos/fines de semana/etc.)
- Recambio de luminaria a led. Temporizadores de luz.
- Automación, concientización.
- Remplazo de tubos fluorescentes por iluminación LED.
- Recambio de luminaria por tecnologías led y de bajo consumo, mantenimiento de infraestructura, automatización de des energización.
- Campaña de manejo de residuos, uso de energía y agua.
- Iluminación LED con sensores de presencia en planta.

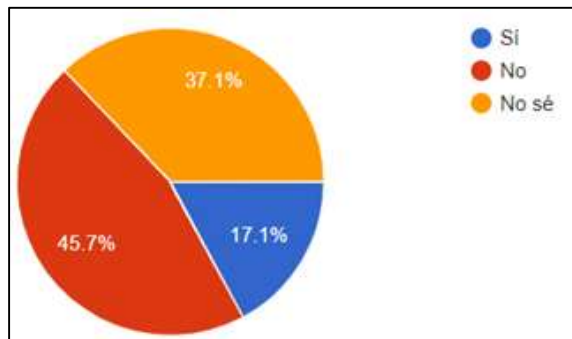
- Incorporación de luminarias led, reducción de consumo de gas mediante utilización de tubos radiantes, sistemas automáticos de control de iluminación, etc.
- Cambio de luminarias.

Figura 34: Presencia de indicadores y/o metas asociadas a energía en la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35: Conocimiento de la existencia de un encargado exclusivo en temas de eficiencia energética en la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Aportes esperados de un programa de capacitación y comunicación de temas en eficiencia energética y ahorro energético.

- Ahorro económico.
- Disminuir el costo de la energía consumida, ser socialmente responsables, contribuir al desarrollo sostenible.

- Conciencia.
- Conocimiento a nivel micro, a emplear en el día a día.
- Concientización.
- Conocimiento en el mismo, Concientización y herramientas para eficientizar la energía.
- No sé.
- Al menos consejos básicos para hacer más eficiente el manejo de la Energía Eléctrica.
- Conocimiento y herramientas que nos ayuden a cada uno de nosotros como individuos a aportar en reducir el consumo diario pero también que sean realistas en dónde está el mayor impacto que es en las industrias y en el consumo. Muchas veces no se estudian los procesos completos de los ítems que consumimos y se espera que reduzca el consumo de energía, pero para saber si realmente tiene un impacto positivo en eficiencia energética hay que estudiar el proceso integral desde la extracción de cada materia prima para lograrlo hasta su consumo final. Las evaluaciones muchas veces son incompletas y la ignorancia en esto genera más consumo en lugar de reducirlo.
- Ejemplos concretos de cómo establecer una línea base del consumo de energía y de cómo medir consumo normalizado.
- Ejemplos concretos.
- En primer lugar poder tomar acciones directas del día a día como ser: apagar monitores al terminar turno laboral, apagar iluminación en naves de producción al finalizar la misma y reacondicionar el sistema de refrigeración y calefacción ya que a la fecha se utilizan de mala manera debido a que no están en condiciones ni utilizan la última tecnología en ahorro energético.
- Una parte teórica con los fundamentos y otra parte de buenas prácticas y ejemplos con alto impacto.
- Concientización de todos los empleados. Colaboración en la implementación de las acciones definidas. Atracción de nuevas ideas/oportunidades que puedan surgir de los empleados.
- Capacitación en nuevas tecnologías.
- Toma de conciencia.

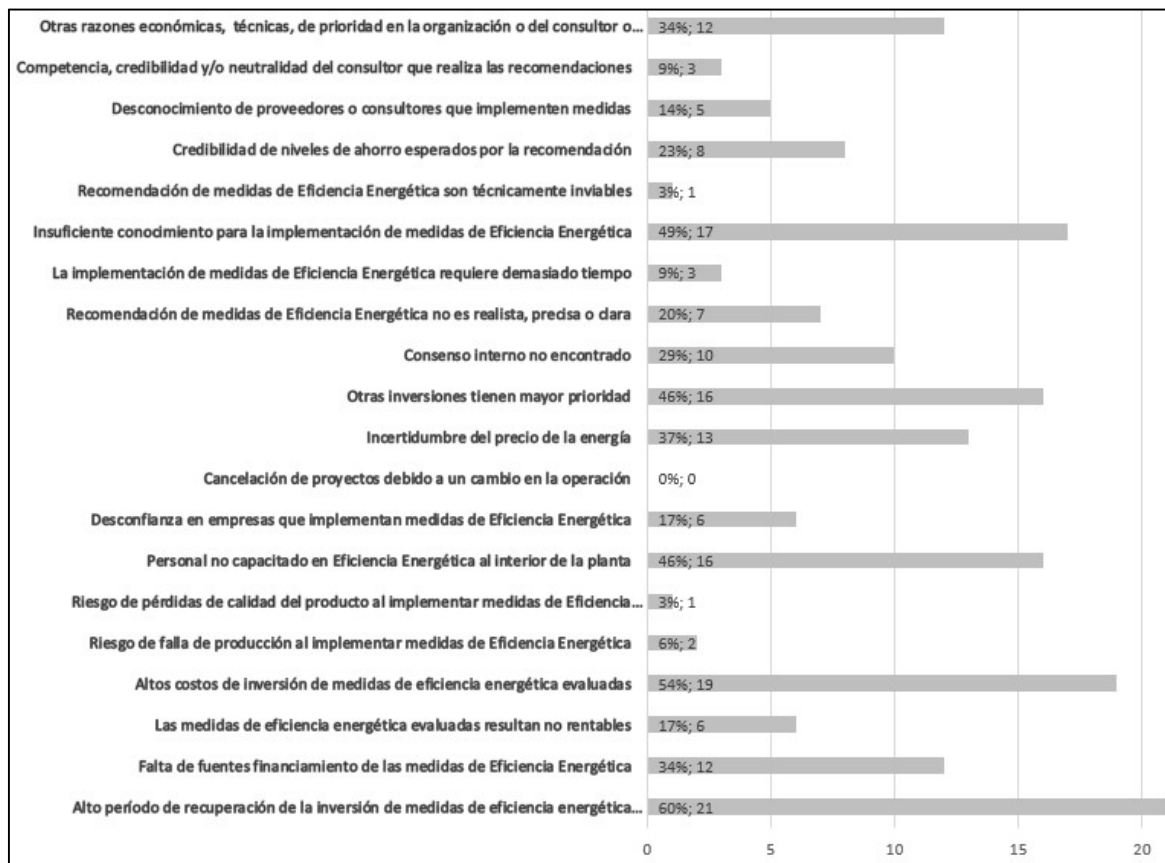
- Concientización, herramientas para evaluar implementarlas en uso doméstico e industrial.
- Difundir nuevas formas de reducir la energía, generando multiplicadores que colaboren en implementación de nuevos proyectos.
- Que muestre ejemplos de aplicaciones generales para que sea fácil y sencillo replicarlos.
- Concientización y cambio de cultura.
- Concientización y herramientas para que las personas puedan llevar a cabo proyectos de eficiencia energética, dentro de la empresa y en sus propios hogares.
- Concientización, cambios de costumbres.
- Mayor conciencia.
- Conciencia y educación.
- Poder implementar lo aprendido y en consecuencia un menor consumo energético.
- Conocimientos y compromiso.
- Mayor conciencia de la gente.
- Concientización.
- Compromiso para atacar la parte de comportamiento.
- Concientización sobre el tema y aporte de ideas.
- Conocimientos básicos acerca de los consumos, las pérdidas frecuentes que puedan servir como disparador de ideas para mejorar la eficiencia en el consumo.
- Información al público en general para ir generando un cambio en la manera de pensar de la gente respecto al uso de la energía.
- Mejorar el conocimiento y ponernos al tanto de tecnologías que contribuyan a la reducción de consumos energéticos.
- No tengo idea.
- Que ayude a generar conciencia.

Tabla 9: Interlocutores y soportes necesarios para implantar mejoras en el ámbito de trabajo de la empresa.

- Un asesor en la materia.
- Asesoramiento de especialistas siempre que el costo del asesoramiento se justifique económicamente con la potencial disminución de costos energéticos.
- Profesionales dedicados al tema.
- Encargado de medio ambiente.
- Objetivos claros y recursos económicos
- Capacitación y herramientas.
- No sé.
- Capacitaciones y un plan integrado.
- En una empresa multinacional se espera que uno de los pilares, junto con seguridad, sea el cuidado del medio ambiente y la reducción del consumo energético. Tiene que formar parte de la misión de la empresa para que verdaderamente te den los recursos para mejorar el ámbito de trabajo.
- Comunicación de gerentes hacia piso de planta.
- En cuanto a este tipo de mejoras que requieren en primer lugar un cambio cultural se necesita que la gerencia y los mandos medios bajen a todos sus sectores estos conceptos. En cuanto a las inversiones para reacondicionamiento de equipos e instalaciones, se requiere de la alta gerencia para evaluar y luego aprobar los pliegos de inversión.
- En parte ya lo tenemos y aplicamos: capacitación, política de energía y presupuesto.
- Necesitaría el apoyo de Ingeniería de Planta y Medio ambiente para impulsar los cambios.
- Especialistas en el campo.
- Medio ambiente debería liderar.
- Un responsable y promotor de las mismas, que analice impacto medioambiental y financiero.
- Primero que nada necesitaría tiempo y segundo soporte económico para la implementación de los proyectos.
- Un proyecto que dispare la asignación de recursos para poder llevarlo a cabo y que se genera la prioridad para tratarlo.
- Área especializada en este tema.

- Soporte técnico y económico.
- Métricas, presupuesto y tiempo para aplicarlo.
- Se necesitaría un proyecto dedicado a ese tema.
- Ya existen áreas encargadas tanto a nivel local como global.
- Un control mensual sobre las acciones que permitan obtener esas mejoras.
- Tener en el equipo un multiplicador.
- Soporte de ingeniería y la existencia de un coordinador de Eficiencia Energética.
- Conocer nuevas tecnologías y un soporte para nuevas ideas.
- Ingeniería de planta.
- Creo que el trabajo que se realiza en mi ámbito de trabajo es muy bueno.
- Mayor conocimiento.
- No tengo idea.
- Un sitio donde aportar sugerencias.

Figura 36: Barreras que impiden inversión en proyectos de eficiencia energética.



Fuente: Elaboración propia.

B) Medición energética de equipos.

Las mediciones energéticas del sector analizado se determinan en base a un medidor de fábrica utilizado por la Empresa Provincial de la Energía y a una proporción de consumo estimada por Ingeniería de planta para el sector agrícola (40% del consumo de energía se aplica al sector agrícola y dentro de ese total, 20% del consumo se aplica a la línea de tractores estudiada). En el mes de marzo 2019, en el sector de fábrica de maquinaria agrícola se encuentran los siguientes procesos productivos que consumen energía:

Tabla 10: Procesos

Descripción del proceso o los procesos			
Línea de ensamble de Tractores. Utilización de compresor, prensas, puentes de izaje, torquadoras electrónicas, plataformas hidráulicas, iluminación y tubos radiantes.			
Variables principales			
	Breve descripción de usos de la energía	Consumo año base	Unidad
Energía eléctrica	Fuerza Motriz, Iluminación, Transporte Interno	598948,96	kWh
Gas natural	Calor directo	94068	Nm ³

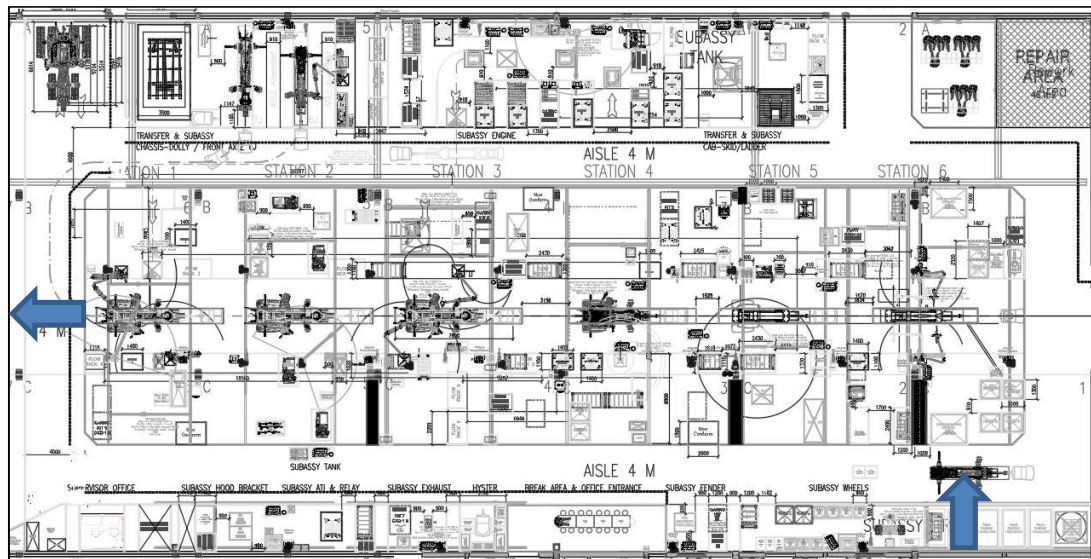
Fuente: Facturación de energía eléctrica y gas del sector industrial.

Estos consumos de año base se reparten entre cuatro procesos de ensamble principales:

- Línea de ensamble de tractores utilitarios
- Línea de ensamble de cosechadoras
- Línea de ensamble de plataformas de corte
- Línea de ensamble de tractores medianos y grandes

En el Gráfico 1 se visualiza la vista de planta correspondiente a la línea de ensamble en estudio cuya área es: 2520 metros cuadrados (36m por 70m).

Figura 37: Vista de planta.



Fuente: Ingeniería de Planta de la empresa.

En esta línea de ensamble de tractores, se pueden encontrar los siguientes equipos de mayor consumo energía para la producción:

Tabla 11: Inventario General: Equipos principales

Energía eléctrica		Unidad	kWh
Equipos principales	Uso	Potencia nominal total [kW]	Cantidad
COMPRESOR	AIRE COMPRIMIDO PARA HERRAMIENTAS	150	1
LUMINARIAS	ILUMINACIÓN	0,0541	36
PUENTE 5 TON	IZAJE	6	2
PUENTE 2 TON	IZAJE	4	3
PUENTE 1 TON	IZAJE	1,4	4
PLATAFORMA ELEVADORA DE TRACTORES	ELEVADOR	8	1
SERVO PRENSA 10 TON	PRENSA	6	1
CARGADOR DE BATERÍAS	CARGADOR	0,03	8
SOLDADORA	SOLDADURAS	80	1
LLENADO DE FLUIDOS	CARGA DE FLUIDOS	2,1	1
Gas natural		Unidad	Nm ³
Equipos principales	Uso	Potencia nominal total [Nm ³ /h]	Cantidad
TUBOS RADIANTES	CALEFACCIÓN	3,6	21

Fuente: Elaboración propia en base a catálogos de los equipos.

Al realizar un estudio en profundidad de los factores de utilización anual, se determinan los consumos estimados anuales teniendo en cuenta la cantidad, el factor de carga, las horas de servicio en el año y sus rendimientos:

Tabla 12: Consumos energéticos.

Energía eléctrica					Unidad		kWh	
Equipos principales	Potencia nominal total [kW]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [kWh/año]	Energía útil consumida [kWh/año]
COMPRESOR	150	1	Fuerza Motriz (general)	0,33	8400	0,75	415800	311850
LUMINARIAS	0,16	36	Iluminación	0,95	4400	0,95	24076,8	22872,96
PUENTE 5 TON	6	2	Fuerza Motriz (general)	0,88	260	0,9	2745,6	2471,04
PUENTE 2 TON	4	3	Fuerza Motriz (general)	0,77	260	0,9	2402,4	2162,16
PUENTE 1 TON	1,4	4	Fuerza Motriz (general)	0,81	260	0,9	1179,36	1061,424
PLATAFORMA ELEVADORA DE TRACTORES	8	1	Fuerza Motriz (general)	0,53	260	0,7	1102,4	771,68
SERVO PRENSA 10 TON	6	1	Fuerza Motriz (general)	0,6	130	0,7	468	327,6
CARGADOR DE BATERÍAS	0,03	8	Transporte Interno	0,83	260	0,9	51,792	46,6128
SOLDADORA	80	1	Otros Usos	0,23	130	0,3	2392	717,6
LLENADO DE FLUIDOS	2,1	1	Otros Usos	0,7	650	0,8	955,5	764,4
Gas natural					Unidad		Nm3	
Equipos principales	Potencia nominal total [Nm ³ /h]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [Nm ³ /año]	Energía útil consumida [Nm ³ /año]
TUBOS RADIANTES	3,6	21	Calor Directo	1	1040	0,8	78624	62899,2

Fuente: Elaboración propia en base a fichas técnicas de equipos.

Se realiza un relevamiento de los costos energéticos de facturación de servicios en el predio industrial durante los meses comprendidos en el último año y se logra confeccionar la siguiente tabla:

Tabla 13: Costos energéticos.

Energía eléctrica			
Tipo de consumidor de energía eléctrica	GRANDES	Unidad	KWh
Consumo de energía eléctrica en año base	598948,96	Costo total anual [\$]	2270016,6
Costo unitario de energía eléctrica [\$/KWh]	3,79		
Costo marginal de energía eléctrica	1891,680465		
Costo total anual [\$]	2270016,558		
% sobre los costos energéticos totales	87%		
Gas natural			
Tipo de consumidor de gas natural	GRANDES	Unidad	Nm ³
Consumo de gas natural en año base [Nm ³ /año]	94068	Costo total anual [\$]	351814,32
Costo unitario de gas natural [\$/Nm ³]	3,74		
Costo marginal de gas natural	293,1786		
Costo total anual [\$]	351814,32		
% sobre los costos energéticos totales	13%		

Fuente: Facturación de energía eléctrica y gas del sector industrial.

3.3.4 Interpretación de los relevamientos

A) Encuesta de conocimientos de ahorro y eficiencia energética en la industria en estudio:

La totalidad de los encuestados consideran que cuestiones de eficiencia energética son relevantes. Sin embargo, 60% desconoce que en los últimos 35 años se duplicó el consumo energético mundial. Existe una oportunidad para dar a conocer datos e información de consumos para tomar conciencia de la importancia en tomar medidas para lograr eficiencia energética en industrias, hogares y en la vida diaria. Un 60% de los encuestados creen que Argentina puede ser ejemplo sudamericano en el campo de la eficiencia energética en industrias. Un 82.9% considera que la eficiencia energética en industrias es fundamental para ayudar a la Argentina a salir de la situación de crisis energética. Existe un conocimiento general medio a alto sobre temas de eficiencia energética. Un 82,9% declara que existe una política energética y que algún área de la empresa desarrolla temas de eficiencia energética. Sin embargo, sólo el 68.6% responde que existe una planificación estratégica y un 40% dice que la empresa no cuenta con un Sistema de Gestión Energética (el 51.4% dice que la empresa si tiene un SGE). La realidad es que la empresa no posee ningún sistema de gestión energética como la norma ISO 50.001, y se confunde con las acciones tomadas por el departamento de medio ambiente como el reemplazo de la iluminación por LED, dejando en evidencia la falta de comunicación e información clara. Un 77,1% declara que la empresa adopta medidas de eficiencia energética y gran parte de las respuestas son medidas relacionadas al reemplazo de luminarias por las de tipo LED. Un 88,6% responde que existen indicadores y/o metas relacionadas a la eficiencia energética y 82.9% no sabe o declara que no existe un encargado exclusivo en la empresa en temas de eficiencia energética. Se espera que un programa de capacitación y comunicación sobre temas de eficiencia energética aporte: ahorro económico, disminución del consumo de la energía, contribución al desarrollo sostenible, concientización, nuevos conocimientos y herramientas para lograr ser eficientes energéticamente. Los interlocutores y soporte necesarios para implantar mejoras

en el ámbito de trabajo son: asesores expertos, recursos económicos, capacitaciones, plan integrado, políticas de eficiencia energética sean parte de la misión de la empresa, comunicación desde gerentes hacia niveles inferiores, mayor evaluación de inversiones de eficiencia energética, tiempo, sitio donde aportar sugerencias. Para finalizar, las respuestas de los encuestados sobre las principales barreras que impiden la inversión en proyectos de eficiencia energética son: los altos períodos de recuperación, los altos costos de inversión, el insuficiente conocimiento para la implementación, personal no capacitado en eficiencia energética en el interior de la planta, y otras inversiones que tienen mayor prioridad.

La empresa en estudio no posee una política energética según la norma ISO 50001, aunque si ha realizado algunas acciones desde el departamento de Medio Ambiente para disminuir los consumos y mejorar los desempeños energéticos de algunos sectores. Una política que esté contenida en la misión de la empresa y que sea comunicada con compromiso, desde los puestos gerenciales hacia las demás áreas deberá ser un eje fundamental para el éxito de un Sistema de Gestión Energética.

Un programa de capacitación y comunicación sobre temas de eficiencia energética podrá tener un gran impacto en todos los involucrados y todas las áreas de la empresa para lograr tomar conciencia del impacto diario de las acciones en los consumos energéticos y disminuir consumos innecesarios y gastos en energía mediante herramientas y acciones que logren mejorar la situación energética en cada ambiente de trabajo.

Una persona o departamento exclusivo que gestione y comunique las políticas, las capacitaciones y las acciones y los proyectos de eficiencia energética será otras de las decisiones claves para el éxito del Sistema de Gestión Energética.

Muchos de los encuestados responden que las principales barreras son altos costos y altos períodos de recuperación de inversiones en eficiencia energética, o que existen otras inversiones de mayor prioridad. Un análisis profundo desarrollado en este proyecto tesis de investigación nos dará resultados sobre si estas barreras son reales o no en la línea de ensamble en estudio.

B) Medición energética de equipos.

Con fundamento en el principio de Pareto (fenómeno estadístico por el que en cualquier población que contribuye a un efecto común, es una proporción pequeña la que contribuye a la mayor parte del efecto) y con los resultados de los relevamientos de consumo energético que se observan en la Tabla 12: Consumos energéticos., se seleccionan para su estudio los 3 de mayor consumo energético anual en la línea de ensamble de tractores:

- Compresor.
- Tubos de descarga para iluminación.
- Puentes de izaje.

Estos análisis fueron la base para poder desarrollar propuestas de inversión en mejoras para disminuir consumos en la línea de ensamble de tractores en estudio.

4. DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

El esquema básico de la planificación de la gestión energética se fundamenta en el estudio de los usos y consumos de energía, la identificación de las fuentes de energía y de las variables que afectan al uso de la energía, según la norma ISO 50001. Requiere una revisión energética en el que el análisis de los usos y consumos de energía nos identifique las áreas de uso y consumos significativos de energía y nos permita proponer oportunidades para la mejora de la eficiencia energética. Con esta revisión se establecerá la línea de base que se define como una referencia cuantitativa que sirve para la comparación del rendimiento energético; se fijaran indicadores de rendimiento energético en los que se relacione consumo energético con otra variable de referencia, por ejemplo, KWh/tractor. Finalmente se aprobarán unos objetivos de mejora y unos planes de acción para llegar a alcanzarlos. (International Organization for Standardization, 2011)

4.1 POLÍTICA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Según la norma, para un desarrollo sostenible de una política energética, es recomendable aplicar las siguientes sugerencias:

La política energética debe establecer el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en el desempeño energético. La alta dirección debe definir la política energética y asegurar que:

- a) sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de la organización;
- b) incluya un compromiso de mejora continua del desempeño energético;
- c) incluya un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas;
- d) incluya un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética;
- e) proporcione el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos energéticos y las metas energéticas;
- f) apoye la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético;

- g) se documente y se comunique a todos los niveles de la organización;
- h) se revise regularmente y se actualiza si es necesario.

(International Organization for Standardization, 2011)

Se propone desarrollar la siguiente política energética que será parte de la misión de la industria y su redacción será:

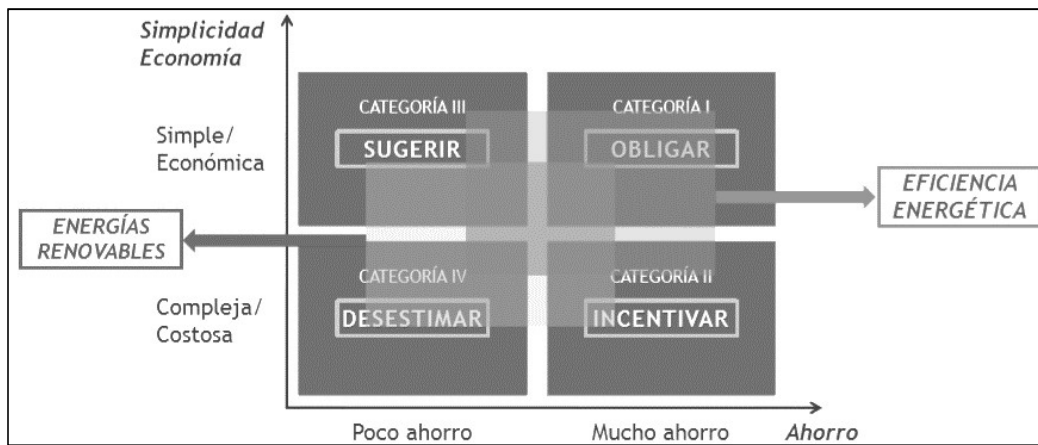
“Estamos comprometidos a lograr mayor Responsabilidad Social y Medio Ambiental en nuestros procesos productivos y nuestras cadenas de suministro. Vamos a hacer esto logrando mejorar el desempeño energético en cada sector. Esto se logrará al mismo tiempo manteniendo la rentabilidad y reduciendo costos. Es por ello por lo que La Dirección General ha decidido implantar en la compañía un sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001, elaborando un canal de comunicación, indicadores y objetivos con el compromiso de cumplir con los requisitos aplicables con el fin de conseguir la mejora continua del sistema de gestión de energía.”

4.2 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

4.2.1 Plan de Comunicación, Ahorro, Indicadores e Informes

En el presente proyecto se busca proponer acciones que encuadren dentro de la categoría de mayor simplicidad económica y de mayor ahorro de acuerdo a la categorización de políticas públicas.

Figura 38: Medidas de eficiencia energética



Fuente: Categorización de políticas públicas.

Se planifica una difusión de datos e indicadores que sumen al compromiso de las personas para lograr eficiencia energética y aportar para el desarrollo sostenible dentro de la industria.

El buen diseño de las ilustraciones y los mensajes puede constituir un vector poderoso para atraer la atención tanto a gerentes como a todo el personal sobre los beneficios de la eficiencia.

Es importante que los mensajes sean cortos pero claros. Un ejemplo de cómo dar un correcto mensaje se puede ver en el siguiente ejemplo:

- El consumo para aire acondicionado ha disminuido en el 2018.
- El consumo para aire acondicionado en el sector de oficinas de la línea de tractores se redujo un 5% en el año 2018. En parte, esto se debió al invierno menos intenso, con un 4% de grados por día de calefacción menor que en el año anterior.

Ambos ejemplos ilustran la necesidad de mensajes cortos, pero el primero es impreciso. Sin dejar de ser corto, el segundo menciona el sector, la magnitud de la disminución y una explicación de la correcta diferenciación.

Como plan de capacitación en ahorro energética se contemplará la realización de cursos audiovisuales y cursos presenciales para compartir conocimientos sobre conceptos y definiciones, el sistema de gestión energética, sus indicadores y brindar herramientas que permitan tener en cuenta el ahorro energético en la selección de proyectos de inversión que involucren nuevos o mejoras en equipos o sistemas que consuman energía.

Los indicadores que se registrarán para los informes de la línea de ensamble en estudio son:

- 1) Consumo útil de la electricidad de los equipos relevados en KWh/año
- 2) Consumo útil de calefacción de los equipos relevados en Nm³/año
- 3) Consumo total de energía dentro de la Industria de Maquinarias Agrícolas en KWh/año
- 4) Costo de la energía eléctrica en \$ por KWh

5) Costo de gas en \$ por Nm³

A partir de estos datos básicos, se confeccionaran informes con tablas y gráficos donde se observarán las metas anuales y/o mensuales y la evolución tanto de los consumos energéticos como de los ahorros económicos de los equipos de mayor consumo y del sector en estudio. Si bien en el presente proyecto se puede considerar que la producción se mantiene, sería necesario realizar un estudio para poder agrupar las familias de productos y decir que comparar consumos relativizados a la producción es equivalente a comparar los consumos absolutos, pues la producción se presupone, que es homogénea en el tiempo. Además se podrán agregar observaciones sobre los proyectos de mejora propuestos para lograr alcanzar y superar las metas propuestas. (Secretaría de Estado de la Energía - Gobierno de Santa Fe, s.f.)

Se define como indicador principal para el sistema de gestión lograr una reducción anual del 20% en el ahorro energético del vector energético de mayor consumo sobre el consumo total de fábrica.

4.2.2 Análisis de Mejora 1

En la mejora 1 se propone una reducción de consumo del sistema de compresión de aire analizando y disminuyendo la presión de trabajo. El compresor es el equipo de mayor consumo energético en la línea de ensamble en estudio:

Tabla 14: Equipo de mayor consumo energético.

Energía eléctrica					Unidad		kWh	
Equipos principales	Potencia nominal total [kW]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [kWh/año]	Energía útil consumida [kWh/año]
COMPRESOR	150	1	Fuerza Motriz	0,33	8400	0,75	415800	311850

Fuente: Elaboración propia.

En la distribución del aire comprimido, intervienen varios elementos y equipos, que generan pérdidas de carga en el fluido; las que serán mayores a medida que aumenten las longitudes de las conducciones y, por otra parte, se tiene la variación de caudales que se producen por los consumos intermitentes. Estas condiciones requieren, una adaptación del valor de presión del fluido, al ingreso de un determinado instrumento o herramental, para que éste se mantenga constante en

el tiempo garantizando así la operatividad esperada. Por tal motivo, es necesario que en la entrada de cada equipo se instale un regulador de presión; los cuales permiten bajar y nunca subir la presión del fluido que por ellos circula. Reduciendo y controlando adecuadamente la presión en el sistema se pueden obtener ahorros importantes en el consumo de energía, aunque no se cambie la presión de descarga, ya que ello reduce el consumo de aire en los equipos y disminuye las fugas. El efecto combinado de reducir la presión de descarga de los compresores y la demanda de aire comprimido al disminuir y controlar adecuadamente la presión del sistema puede significar ahorros de energía superiores al 10% en muchos sistemas industriales. Como regla práctica se puede tener que por cada 0,14 bares de incremento en la presión de operación se incrementa el consumo de energía en aproximadamente un 1%. (Kaeser compresores de Argentina SRL).

En la siguiente propuesta se analizarán los requerimientos de presión por cada equipo neumático de uso final en la línea de ensamble, para poder determinar la presión mínima que se debe determinar en el compresor para cumplir con las necesidades. Las herramientas neumáticas utilizadas en la línea de ensamble de tractores corresponden a herramientas de torque marca Uryu donde según los datos técnicos la presión de aire recomendada es de 6 bares:

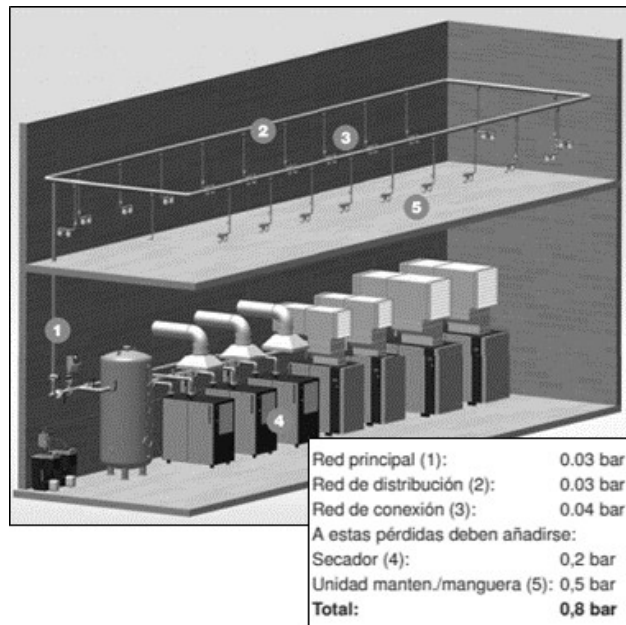
Tabla 15: Datos técnicos de herramientas neumáticas.

DATOS TÉCNICOS											
Modelo	Capacidad mm	Par de apriete		Velocidad de giro		Longitud mm	Peso (sin enchufe) kg	Distancia al centro mm	Boca hexagonal mm	Consumo de aire m ³ /min	
		0.5MPa	0.6Mpa	0.5MPa	0.6MPa						
		Nm	Nm	0.5MPa	0.6MPa						
UAT40	5	4.5-8.0	4.5-8.0	3600	3800	162	0.92	24.5	9.5	0.25	
UAT50	6-8	-	7.0-15.5	4400	4600	162	0.92	24.5	9.5	0.30	
UAT60	8	-	15.0-32.0	6300	6700	174	0.95	24.5	9.5	0.35	
UAT70	8-10	-	30.0-55.0	5700	6000	180	1.05	25.5	9.5	0.40	
UAT80	10-12	-	45.0-63.0	5300	5600	186	1.25	28.0	9.5	0.48	
UAT90	10-12	-	50.0-85.0	5400	5700	192	1.45	29.0	12.7	0.53	
UAT100	12	-	70.0-130.0	4900	5200	199	1.70	31.5	12.7	0.55	

Fuente: Uryu Seisaku, Ltd.

Se debe tener en cuenta las pérdidas de cargas originadas por componentes del sistema:

Figura 39: Pérdidas de carga por componentes del sistema.

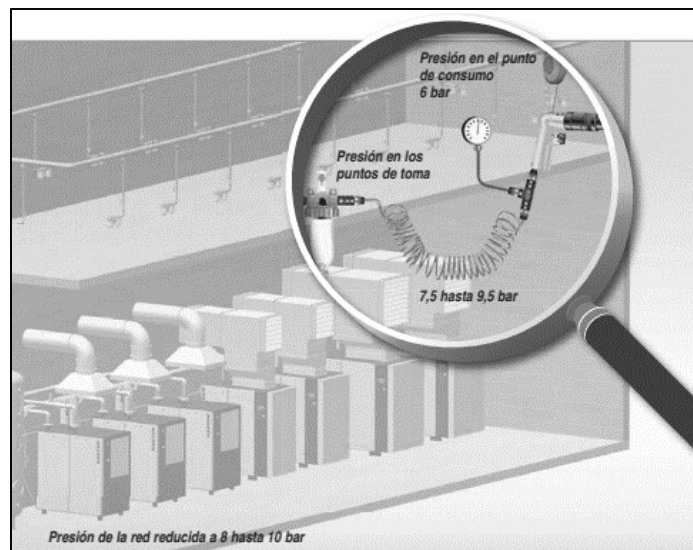


Fuente: Kaeser compresores de Argentina SRL.

Según los registros existentes del uso actual del compresor se pueden verificar los siguientes datos en el período 10.06.17 al 10.11.17 (5 meses):

1. Presión de seteo definida en el compresor: **8,1 bares**

Figura 40: Diferente presiones en componentes del sistema.



Fuente: Kaeser compresores de Argentina SRL.

Comprimir a presión excesiva para luego reducir la presión en el punto de consumo es un gasto innecesario de energía.

2. Datos de consumo de aire y de energía por el compresor en dicho período:

a. Día 10.06.17:

i. Energía acumulada consumida total: 3091037 KWh

ii. Caudal total: 25529910 m³

b. Día 10.11.17:

i. Energía acumulada consumida total: 3323931 KWh

ii. Caudal total: 27475000 m³

3. Consumo promedio en los 5 meses de período:

$$(3323931-3091037) / (27475000-25529910) = \mathbf{0,12 \text{ KWh/m}^3}$$

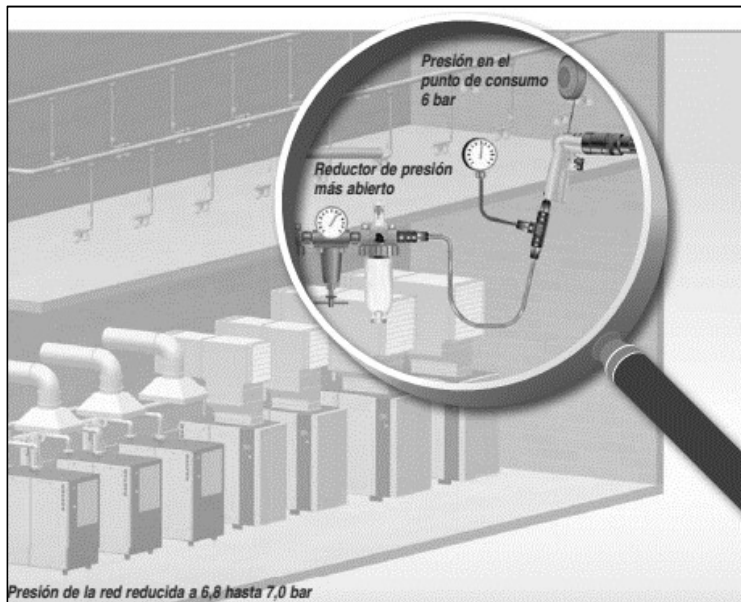
Consumo de energía en el período:

$$(3323931-3091037) = \mathbf{232894 \text{ KWh}}$$

Fuente: 6.3 Tablas de relevamientos

Propuesta 1 de mejora en compresor:

Figura 41: Presiones de red reducidas.



Fuente: Kaeser compresores de Argentina SRL.

Reduciendo la presión del sistema, abriendo más los reductores de presión e intercambiando mangueras espiraladas por mangueras de aire rectas se logra reducir el consumo de energía innecesario.

Se propone al equipo de Ingeniería de Mantenimiento dicho cambio en Febrero del año 2018 y se plantea un cálculo de consumo energético de un nuevo período.

Se asumen las siguientes hipótesis que van más allá de los alcances de la investigación e información proporcionada por la empresa en estudio:

- La reducción de presión por pérdidas de carga desde la red hasta el punto de uso es de 0,8 bares.
- En el período comprendido entre Junio 2017 y Julio 2018 la producción de la línea de tractores se mantuvo sin variaciones productivas significativas al estudio realizado.
- Se asume una linealidad en los consumos, extrapolando y comparando consumos hipotéticos entre dos períodos distintos, a fin de estimar una mejora en caso de haber realizados los cambios propuestos.

Tabla 16: Presupuesto de inversión en mejora 1 del compresor.

Presupuesto de intercambio de mangueras espiraladas por mangueras rectas:		
Técnico de Seguridad	250	U\$s
Alquiler plataforma elevadora	450	U\$s
Mano de obra	1000	U\$s
Materiales	800	U\$s
Total sin IVA	2500	U\$s

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de MELTEC.

Luego de realizar los cambios propuestos, se pueden verificar los siguientes datos en el período 10.02.18 al 10.07.18 (5 meses):

Tabla 17: Consumos del compresor en el período 10.02.18 al 10.07.18.

Fecha	Hora lectura	Consumo (KWh)	Caudal Total (M3)
10/2/18	20:00:00	3464809	28671120
6/4/18	14:54:00	3562372	29530207
11/5/18	17:15:00	3624995	30074630
12/5/18	17:25:00	3627219	30094204
13/5/18	12:30:00	3628945	30109250
15/5/18	18:00:00	3631870	30133797
16/5/18	17:30:00	3634105	30153640
17/5/18	17:00:00	3636418	30174145
18/5/18	19:10:00	3639005	30197420
19/5/18	17:00:00	3641120	30214200
22/5/18	17:00:00	3645498	30252800
23/5/18	17:00:00	3647855	30273800
10/6/18	14:00:00	3679215	30548280
10/7/18	18:00:00	3732816,5	31017570

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se leen del medidor interno que tiene el compresor. El consumo y caudal de cada período es la resta los dos valores registrados por el medidor.

1. Presión de seteo definida en el compresor: **6,8 bares**
2. Datos de consumo de aire y de energía por el compresor en dicho período:
 - a. Día 10.02.18:
 - i. Energía consumida total: 3464809 KWh
 - ii. Caudal total: 28671120 m3
 - b. Día 10.07.18:
 - i. Energía consumida total: 3732816 KWh
 - ii. Caudal total: 31017570 m3
3. Consumo promedio en los 5 meses de período:
$$(3732816-3464809) / (31017570-28671120) = \mathbf{0,114 \text{ KWh/m}^3}$$

El consumo promedio de KWh por m3 descendió un 4,6%.

Si el consumo de m3 hubiera sido igual que el 1er período (27475000-25529910) m3, el consumo total de energía hubiera sido:

$$0.114 * (27475000-25529910) = 222164,85 \text{ KWh}$$

Con un ahorro energético de: 10729,15 KWh en 5 meses.

En un año el ahorro energético se estima en: $10729,15 \times 12/5 = 25749,96$ KWh

Se realiza el cálculo económico financiero de la mejora propuesta con la herramienta de cálculo diseñada:

Tabla 18: Ahorro energético de mejora 1.

Mejora N°	1					Propuesta de mejora de reducción de consumo del sistema de compresión de aire					
Vector energético involucrado	Energía eléctrica					Unidad		KWh			
Uso involucrado	Fuerza Motriz (general)										
Descripción	Propuesta de mejora de reducción de consumo del sistema de compresión de aire reemplazando mangueras espiraladas por rectas y bajando la presión de seteo del compresor										
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		2500		Ahorro energético	Ahorro anual del vector		25750			
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. diferida		Inversión		Unidad		KWh			
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión		% de ahorro energético sobre el vector energético		5,7%			
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión							
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión							
	Año asociado a la inv. diferida		Inversión								
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras		Fijo		Ahorro anual de energía primaria		84975			
		Variable		0		Unidad		TEP			
		Con mejoras		Fijo							
		Variable		0							
	Diferencia		0								
	Horizonte [años]		1			% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica		5,7%			
	Ahorro económico [USD/año]		3903,7								
Tasa de descuento real en USD		0,05									
LCOE [USD/unidad de energía]		0,10									
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,03									
Período recuperación simple de inversión [meses]		3,93									
TIR		0,56									

Fuente: Elaboración propia.

Con una reducción de seteo de presión del compresor y reemplazo de mangueras de aire por otras de menor pérdida de carga se logrará ahorrar:

- 25749,96 KWh por año de consumo de energía.
- U\$S 2637,62 por año.

4.2.3 Análisis de Mejora 2

En la mejora 2 se propone reducir el consumo del sistema de compresión de aire reemplazando el motor eléctrico IE1 por IE4.

Tabla 19: Presupuesto de inversión en reemplazo de motores eléctricos.

Presupuesto de intercambio de motor IE1 por IE4		
Tecnico de Seguridad	1000	U\$s
Mano de obra	2500	U\$s
Motor	4600	U\$s
Total sin IVA	8100	U\$s

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de MELTEC

Tabla 20: Ahorro de energía anual por reemplazo de motores eléctricos.

Potencia motor eléctrico compresor (P)	150	KW
Eficiencia IE1 (E1)	93,8	%
Eficiencia IE4 (E2)	96	%
Factor de Carga (Fc)	0.33	
Potencia Consumida 1 (P.Fc/E1) = PC1	159,91	KW
Potencia Consumida 2 (P.Fc/E2) = PC2	156,25	KW
Horas de trabajo por año del compresor (N)	8400	horas
Ahorro de energía (PC1 - PC2) x N(horas)	10158,58	KWh/año

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Ahorro energético por mejora 2.

Mejora N° 2		Propuesta de mejora de reducción de consumo en motor eléctrico de compresor								
Vector energético involucrado	Energía eléctrica				Unidad	KWh				
Uso involucrado	Fuerza Motriz (general)									
Descripción	Propuesta de mejora de reducción de consumo en motores eléctricos en compresor: intercambio motor eléctrico IE1 por motor eficiente IE4									
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		8100		Ahorro energético	Ahorro anual del vector	10158			
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. diferida		Inversión [USD]		Unidad	KWh			
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión [USD]		% de ahorro energético sobre el vector energético	2,3%			
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión [USD]						
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión [USD]						
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras	Fijo	0		Ahorro anual de energía primaria	33521,4			
			Variable	0						
		Con mejoras	Fijo	0				Unidad	TEP	
			Variable	0				% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica	2,3%	
	Diferencia		0							
	Horizonte [años]		10							
	Ahorro económico [USD/año]		1539,9528							
	Tasa de descuento real en USD		0,05							
	LCOE [USD/unidad de energía]		0,10							
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,03								
Período recuperación simple de inversión [años]		6,26								
TIR		0,14								

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Análisis de Mejora 3

En mejora 3 se propone una reducción de horas de trabajo del compresor. Las líneas de producción de la fábrica están en funcionamiento sólo un turno (de 7:30 hs a 16hs). El compresor quedaba funcionando las 24 horas, manteniendo la presión en la red sin necesidad productiva, deteniéndose sólo el día Domingo.

Tabla 22: Esquema de trabajo del compresor.

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Compresor	Horas							
En uso	145							
Detenido	23							
		0	0	0	0	0	0	23

Fuente: Ingeniería de mantenimiento de la empresa en estudio.

El consumo promedio por pérdidas de aire (fugas de aire y continua alimentación neumática en dispositivos) en horarios donde no hay producción es:

4,1 m³/min (Ver anexo 6.3 Tablas de relevamientos)

Tabla 23: Esquema de trabajo propuesto para el compresor.

		Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Compresor	Horas							
En uso	60							
Detenido	108							

Fuente: Elaboración propia.

Con este nuevo esquema, las horas de detención por semana aumentarían de 23 a 108 con lo que los minutos de operación reducidos por semana serían:

$$(108-23)*60 = 5100 \text{ minutos.}$$

Al no haber equipos que consuman aire durante ese período, por no haber producción programada, se considera que el consumo del compresor en ese tiempo son la pérdidas calculadas en el horario entre las 16.30 y las 6.00 hs. Logrando programar el compresor para que esté apagado en el horario donde no hay producción, se calcula el ahorro energético:

Tabla 24: Ahorro energético en consumos del compresor.

Perdidas promedio período	4,1	m ³ /min
Minutos de operación reducidos	5100	min/sem
Consumo de aire ahorrado por año	1087320	m ³ /año
Consumo promedio por cada m ³	0,11973431	KWh/m ³
Ahorro energético	130189,5	Kwh/año

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que para poder realizar esta tarea, se deberá invertir en un equipo temporizador conectado en serie al compresor para que ponga en marcha el mismo a las 6:30 horas y lo apague a las 16:30 horas

Tabla 25: Inversión para implementar la mejora 3.

Presupuesto de cambio de esquema de trabajo de compresor		
Equipo temporizador en serie	150	U\$s
Mano de obra	80	U\$s
Total anual	230	U\$s

Fuente: Elaboración propia.

Con un horizonte temporal de la inversión de 1 año, podemos considerar como inversión inicial el costo anual del técnico de mantenimiento:

Tabla 26: Ahorro energético de mejora 3.

Mejora N°	3					Propuesta de mejora mediante reducción de horas de trabajo del compresor					
Vector energético involucrado	Energía eléctrica				Unidad	KWh					
Uso involucrado	Fuerza Motriz (general)										
Descripción	Propuesta de mejora mediante reducción de horas de trabajo del compresor de acuerdo a los esquemas de trabajos del sector productivo.										
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		630		Ahorro energético	Ahorro anual del vector	130189,5				
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. Diferida		Inversión [USD]		Unidad	KWh				
		Año asociado a la inv. Diferida		Inversión [USD]		% de ahorro energético sobre el vector energético	29,1%				
		Año asociado a la inv. Diferida		Inversión [USD]							
		Año asociado a la inv. diferida		Inversión [USD]							
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras	Fijo	0		Ahorro anual de energía primaria	429625,35				
			Variable	0							
		Con mejoras	Fijo	0			Unidad	TEP			
			Variable	0			% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica	29,1%			
	Diferencia		0								
	Horizonte [años]		1								
	Ahorro económico [USD/año]		19736,7282								
	Tasa de descuento real en USD		0,05								
	LCOE [USD/unidad de energía]		0,01								
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,00									
Periodo recuperación simple de inversión [meses]		0,40									
TIR		30,33									

Fuente: elaboración propia.

4.2.5 Análisis de Mejora 4

En la mejora 4 se propone una reducción de consumo de iluminación de la nave industrial. La iluminación representa cerca del 5% de la factura de electricidad en

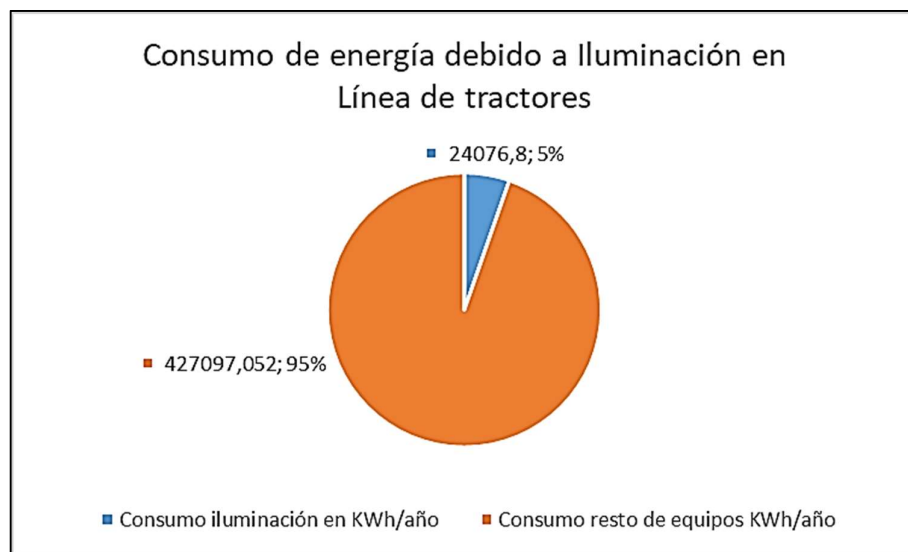
el sector en estudio y genera una repercusión en el costo energético que debe tenerse en cuenta.

Tabla 27: Consumos energéticos de los equipos principales.

Energía eléctrica					Unidad		kWh	
Equipos principales	Potencia nominal total [kW]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [kWh/año]	Energía útil consumida [kWh/año]
LUMINARIAS	0,16	36	Iluminación	0,95	4400	0,95	24076,8	22872,96

Fuente: Elaboración propia.

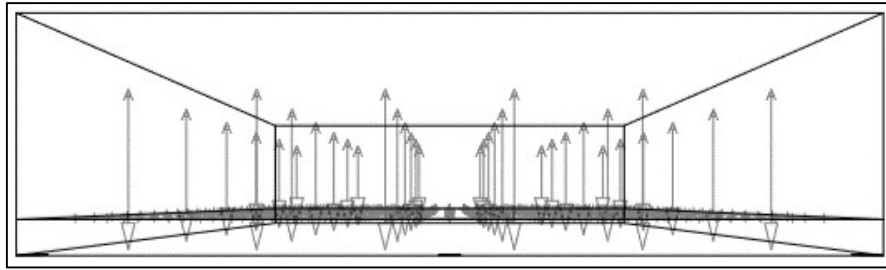
Figura 42: Consumo energético en iluminación en la línea de tractores.



Fuente: Elaboración propia.

Una de las oportunidades de disminución de consumo energético se da en la iluminación de la nave industrial de la línea de ensamble de tractores. Se realiza un análisis de iluminación de la línea de ensamble para determinar si la iluminación excede lo mínimo requerido según el anexo IV Decreto 351/79.

Figura 43: Vista en tres dimensiones de la nave.



Fuente: Philips Lighting Argentina.

Figura 44: Resultado del informe.

Sumario del local						
Dimensiones del local			Superficie		Reflectancia	
Ancho	24.00	m	Techo		0.50	
Longitud	36.00	m	Pared izquierda		0.30	
Alto	6.70	m	Pared derecha		0.30	
Altura del plano de trabajo	1.00	m	Pared frontal		0.30	
			Pared posterior		0.30	
			Suelo		0.10	
Posición del local (Frontal inferior izquierda)						
X	0.00	m				
Y	0.00	m				
Luminancia total de la superficie del local (cd/m²)						
	Techo	Izquierda	Derecha	Frontal	Posterior	Suelo
	8.5	13.4	13.4	11.5	11.5	19.4
Índice Deslumbramiento Unificado (CIE): Indefinido						
El factor de mantenimiento general usado para este proyecto es 0.80.						
Luminarias del proyecto						
Código	Cdad.	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Pot. (W)	Flujo (lm)	
A	36	20000 LM NW WB X	1 * LED	159.0	1 * 19852	
Potencia total instalada: 5.72 (kW)						
Número de luminarias por disposición:						
Disposición	Código luminarias	Potencia (kW)				
Grupo local	A	5.72				
	36					
Resultados del cálculo						
Cálculos de (l)luminancia:						
Cálculo	Tipo	Unidad	Med Mín/Med	Mín/Máx	Result.	
Rejilla	Iluminancia en la superficie	lux	625	0.70 0.61	Directo	

Fuente: Philips Lighting Argentina.

Figura 45: Características de las luminarias.

Input Frequency	50 to 60 Hz	Power consumption tolerance	+/-10%
Power Factor (Nom)	0.9		
Controls and Dimming		Over Time Performance (IEC Compliant)	
Dimmable	Yes	Median useful life L70B50	70000 h
Mechanical and Housing		Application Conditions	
Housing Material	Metal/Plastic	Ambient temperature range	-20 to +40 °C
Optic material	Potymethyl methacrylate	Average ambient temperature	35 °C
Gear tray material	Steel	Maximum dim level	1% (depends on dimmer, ELV)
Approval and Application		Product Data	
Ingress protection code	IP20 [Finger-protected]	Full product code	911401523321
Mech. impact protection code	IK03 [0.3 J]	Order product name	BY550P LED200/NW PSD WB
		Order code	911401523321
Initial Performance (IEC Compliant)		Numerator - Quantity Per Pack	1
Luminous flux tolerance	+/-7.5%	Numerator - Packs per outer box	1
Init. Corr. Color Temperature	4000 K	Material Nr. (12NC)	911401523321
Init. Color Rendering Index	>85	Net Weight (Piece)	6.300 kg
Initial chromaticity	-		
Initial input power	160 W		

Fuente: Philips Lighting.

Se realizaron mediciones de iluminación en todas las estaciones y subestaciones del sector de línea de ensamble de tractores en estudio. La empresa contratada fue HSE Ingeniería.

El informe y los equipos utilizados están en el Anexo: 6.5 Informe de iluminación.

Tabla 28: Resultado de las mediciones.

Medición de iluminación						
Solicitó:		Machain Ezequiel				
Sector:		Tractores		Equipo de medición:		Lutron
Sector/Puesto	Tipo de Iluminación: Natural/Artificial/ Mixta	Tipo de fuente: Luminaria incandescente/ descarga/ mixta/LED	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media) / 2	Valor Medido [lux]	Valor requerido [lux] según anexo IV Dec. 351/79
Estación 1	Mixta	Descarga	General	310 > = 206	411	100 a 300
Estación 2	Mixta	Descarga	General	354 > = 407	407	100 a 300
Estación 3	Mixta	Descarga	General	405 > = 248	496	100 a 300
Estación 4	Mixta	Descarga	General	302 > = 161	321	100 a 300
Estación 5	Mixta	Descarga	General	411 > = 244	487	100 a 300
Estación 6	Mixta	Descarga	General	240 > = 184	367	100 a 300
Estación 7	Mixta	Descarga	General	303 > = 189	377	100 a 300
Estación 8	Mixta	Descarga	General	289 > = 182	363	100 a 300
Estación 9	Mixta	Descarga	General	337 > = 239	478	100 a 300
Subconjunto 1	Mixta	Descarga	General	552 > = 314	627	100 a 300
Subconjunto 2	Mixta	Descarga	General	364 > = 258	515	101 a 300
Subconjunto 3	Mixta	Descarga	General	621 > = 400	800	102 a 300
Subconjunto 4	Mixta	Descarga	General	322 > = 257	514	103 a 300
Subconjunto 5	Mixta	Descarga	General	602 > = 359	717	104 a 300
Subconjunto 6	Mixta	Descarga	General	623 > = 373	746	105 a 300
Subconjunto 7	Mixta	Descarga	General	513 > = 381	762	106 a 300
Subconjunto 8	Mixta	Descarga	General	621 > = 427	853	107 a 300

Fuente: HSE Ingeniería.

Debido al anexo IV Decreto 351/79 el valor requerido es entre 100 y 300 Lux en cada puesto, la iluminación de los puestos está sobredimensionada. Logrando ajustar la iluminación promedio de los puestos a 300 Lux, se logrará disminuir el consumo energético excesivo en los puestos de trabajo:

Tabla 29: Ahorro energético por reducción de luminarias.

Análisis de reducción de luminarias:		Energía consumida	
Cantidad actual de tubos:	36	24076,8	Kwh/año
Valor medio (lux):	543,58		
Valor medio máximo por ley (lux)	300		
Cantidad propuesta de tubos:	19,8682807		
Cantidad propuesta de tubos (Redondeo):	20	13376	Kwh/año
Ahorro energético:	10700,8	10700,8	Kwh/año

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta es la de retirar 16 luminarias logrando brindar una iluminación adecuada según la ley en cada puesto de trabajo y eliminando los excesos de la misma (las luminarias se entregarán al departamento de mantenimiento para cambios futuros). Se formula un presupuesto de inversión para esta propuesta:

Tabla 30: Presupuesto para implementar mejora de reducción de luminarias.

Presupuesto de Eliminación y reubicación de equipos existentes:		
Tecnico de Seguridad	250	U\$s
Alquiler plataforma elevadora	450	U\$s
Mano de obra	1000	U\$s
Total sin IVA	1700	U\$s

Fuente: Presupuesto de Meltec de Marcos Pastori.

Se realiza el cálculo económico financiero de la mejora propuesta con la herramienta de cálculo diseñada:

Tabla 31: Ahorro energético por mejora 4.

Mejora N° 4		Propuesta de mejora de reducción de consumo de iluminación de la nave industrial					
Vector energético involucrado	Energía eléctrica			Unidad	KWh		
Uso involucrado	Iluminación						
Descripción	Propuesta de mejora de reducción de consumo de iluminación de la nave industria eliminando equipos excedentes de acuerdo a la normativa vigente.						
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		1700	Ahorro energético	Ahorro anual del vector	10700,8	
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. Diferida			0	Unidad	KWh
		Año asociado a la inv. Diferida			0	% de ahorro energético sobre el vector energético	2,4%
		Año asociado a la inv. Diferida			0		
		Año asociado a la inv. Diferida			0		
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras	Fijo		0	Ahorro anual de energía primaria	35312,64
			Variable		0		
		Con mejoras	Fijo		0	Unidad	TEP
			Variable		0		
	Diferencia		0		% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica	2,4%	
	Horizonte [años]		2				
	Ahorro económico [USD/año]		1622,24128				
	Tasa de descuento real en USD		0,05				
LCOE [USD/unidad de energía]		0,09					
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,03					
Período recuperación simple de inversión [meses]		13,26					
TIR		0,56					

Mejora N° 4		Propuesta de mejora de reducción de consumo de iluminación de la nave industrial					
Vector energético involucrado	Energía eléctrica			Unidad	KWh		
Uso involucrado	Iluminación						
Descripción	Propuesta de mejora de reducción de consumo de iluminación de la nave industria eliminando equipos excedentes de acuerdo a la normativa vigente.						
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		1700	Ahorro energético	Ahorro anual del vector	10700,8	
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. Diferida			0	Unidad	KWh
		Año asociado a la inv. Diferida			0	% de ahorro energético sobre el vector energético	2,4%
		Año asociado a la inv. Diferida			0		
		Año asociado a la inv. Diferida			0		
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras	Fijo		0	Ahorro anual de energía primaria	35312,64
			Variable		0		
		Con mejoras	Fijo		0	Unidad	TEP
			Variable		0		
	Diferencia		0		% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica	2,4%	
	Horizonte [años]		2				
	Ahorro económico [USD/año]		1096,108973				
	Tasa de descuento real en USD		0,05				
LCOE [USD/unidad de energía]		0,09					
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,03					
Período recuperación simple de inversión [meses]		19,92					
TIR		0,19					

Fuente: Elaboración propia.

Con una reducción de las luminarias excedentes de acuerdo a lo solicitado por la norma vigente se logrará ahorrar:

- 10700,8 KWh por año de consumo de energía.

4.2.6 Análisis de Mejora 5

En la mejora 5 se propone una reducción de consumo en motores eléctricos de equipos de izaje.

Tabla 32: Consumos energéticos en motores eléctricos.

Equipos principales	Potencia nominal total [kW]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [kWh/año]	Energía útil consumida [kWh/año]
PUENTE 5 TON	6	2	<i>Fuerza Motriz</i>	0,88	260	0,9	2745,6	2471,04
PUENTE 2 TON	4	3	<i>Fuerza Motriz</i>	0,77	260	0,9	2402,4	2162,16
PUENTE 1 TON	1,4	4	<i>Fuerza Motriz</i>	0,81	260	0,9	1179,36	1061,424

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Ahorro energético anual por motor de dispositivos de izaje.

Ubicación	N° SAP	Capacidad en Kgs	Marca	Modelo	Altura de montaje M	Potencia al elevar kW	Polos	Uso anual (Hs/año)	Eficiencia actual (IE1) %	Eficiencia IE4v%	PC1	PC2	Ahorro energético anual (KWh)
8730,00	8682	5000	DEMAG	EK DR-Com 5-5 4/1-6 Z-4,5/0,8	5	5,3	6	260	83,1	90,2	6,38	5,88	130,53
8710,10	8704	5000	DEMAG	EK DR-Com 5-5 4/1-6 Z-4,5/0,8	6	5,3	6	260	83,1	90,2	6,38	5,88	130,53
8730,00	8681	2000	DEMAG	EK DR-Com 3-2 4/1-6 Z-4,5/0,8	5	3,4	6	260	81,4	89,5	4,18	3,80	98,29
8740,00	8683	2000	DEMAG	DC-Pro 10-2000 2/1 HS V6/1.5 380-415/50	5	2,3	6	260	77,7	87,1	2,96	2,64	83,06
Reparaciones	8837	2000	DEMAG	DC-Pro 10-2000 2/1 HS V6/1.5 380-415/50	6	2,3	6	260	77,7	87,1	2,96	2,64	83,06
8710,00	8679	1000	DEMAG	DC-Pro 10-1000 1/1 HS V6/1.5 380-415/50	5	1,1	6	260	72,9	84,1	1,51	1,31	52,25
8720,00	8680	1000	DEMAG	DC-Pro 10-1000 1/1 HS V6/1.5 380-415/50	5	1,1	6	260	72,9	84,1	1,51	1,31	52,25
8760,00	8685	1000	DEMAG	DC-Pro 10-1000 1/1 HS V6/1.5 380-415/50	5	1,1	6	260	72,9	84,1	1,51	1,31	52,25
8760,10	8687	1000	DEMAG	DC-Pro 10-1000 1/1 HS V6/1.5 380-415/50	5	1,1	6	260	72,9	84,1	1,51	1,31	52,25
Ahorro total anual (KWh)												734,45	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Presupuesto de inversión en reemplazo de motores eléctricos.

Presupuesto de intercambio de motores IE1 por IE4	
Tecnico de Seguridad	1250 U\$s
Alquiler plataforma elevadora	2250 U\$s
Mano de obra	5000 U\$s
Motores y materiales	5400 U\$s
Total sin IVA	13900 U\$s

Fuente: Elaboración propia en base a Meltec.

Tabla 35: Ahorro energético en mejora 5.

Mejora N° 5		Propuesta de mejora de reducción de consumo en motores eléctricos de equipos de izaje.					
Vector energético involucrado	Energía eléctrica			Unidad	KWh		
Uso involucrado	Fuerza Motriz (general)						
Descripción	Propuesta de mejora de reducción de consumo en motores eléctricos de equipos de izaje intercambio motores eléctricos IE1 por motores eficientes IE4						
Datos económicos y financieros	Inversión inicial estimada [USD]		13900	Ahorro energético	Ahorro anual del vector	734,45	
	Otras inversiones diferidas en el tiempo [USD]	Año asociado a la inv. diferida			Inversión [USD]	Unidad	KWh
		Año asociado a la inv. diferida			Inversión [USD]	% de ahorro energético sobre el vector energético	0,2%
		Año asociado a la inv. diferida			Inversión [USD]		
		Año asociado a la inv. diferida			Inversión [USD]		
	Costo de operación y mantenimiento anual [USD/año]	Sin mejoras	Fijo		0	Ahorro anual de energía primaria	2423,685
			Variable		0		
		Con mejoras	Fijo		0		
			Variable		0		
	Diferencia		0		Unidad	TEP	
	Horizonte [años]		20		% de ahorro energético sobre el consumo total de la fábrica	0,2%	
	Ahorro económico [USD/año]		75,2315				
	Tasa de descuento real en USD		0,05				
LCOE [USD/unidad de energía]		1,52					
LCOE [USD/unidad de energía primaria]		0,46					
Período recuperación simple de inversión [meses]							
TIR		-0,16					

Fuente: Elaboración propia.

Al ser estos motores de pocas horas de uso anual y la inversión inicial estimada de gran valor, presenta una tasa de retorno negativa, esta propuesta no es viable económicamente aún con un horizonte de inversión de 20 años.

4.3 APLICACIÓN Y OPERACIÓN

4.3.1 Plan de Comunicación

La encuesta brinda información para considerar la realización de un programa de capacitación y comunicación sobre temas de eficiencia energética. El objetivo de este programa es tomar conciencia del impacto diario de nuestras acciones en los consumos energéticos y disminuir consumos innecesarios y gastos en energía mediante herramientas mediante acciones que logren mejorar el desempeño energético en cada ambiente de trabajo.

El grupo objetivo para el presente proyecto será todo el equipo de personas con tareas en la línea de ensamble de tractores (operarios, ingenieros, contratistas). Se propone:

1) La utilización de herramientas como folletos digitales distribuidos a través de e-mails, en monitores de cada sector de la empresa, videos que contengan:

A) Información clave de la evolución de datos energéticos mundiales para la creación de conciencia y sensibilización sobre temas relacionados a la eficiencia energética. Esta información se puede compartir tanto en reuniones o en encuestas con preguntas. Un ejemplo de esto pueden ser preguntas como:

- ¿Sabías que el consumo energético mundial se duplicó en los últimos 35 años?
- ¿Sabías que el mundo consumirá un 30% más de energía para el año 2040?
- ¿Sabías que las emisiones de dióxido de carbono (CO2) ligadas a la energía crecerán un 0,4% anual de aquí a 2040?
- ¿Sabías que las muertes prematuras derivadas de la contaminación producida por el uso de combustibles fósiles crecerán un 40% para el año 2040?

Fuente: (DNV GL, 2015)

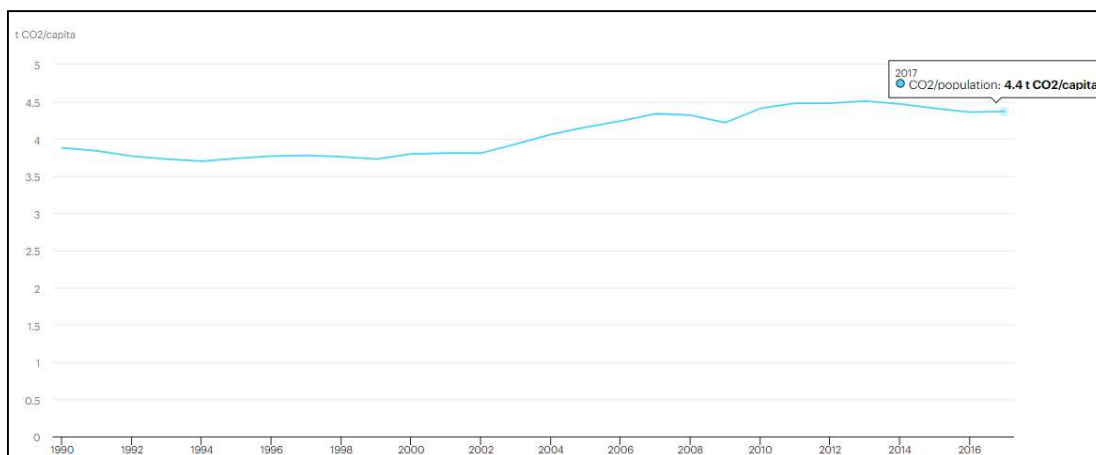
- ¿Sabías que en Argentina en el sector energético emite más del doble de CO2 per cápita que cualquiera de los países del Mercosur?

Tabla 36: Emisiones de CO2 del sector energético en 2017.

	Emisiones CO2 per cápita
Argentina	4,1
Brasil	2
Bolivia	2
Uruguay	1,7
Colombia	1,5
Paraguay	1,1
América Latina	2,2
Todo el mundo	4,4

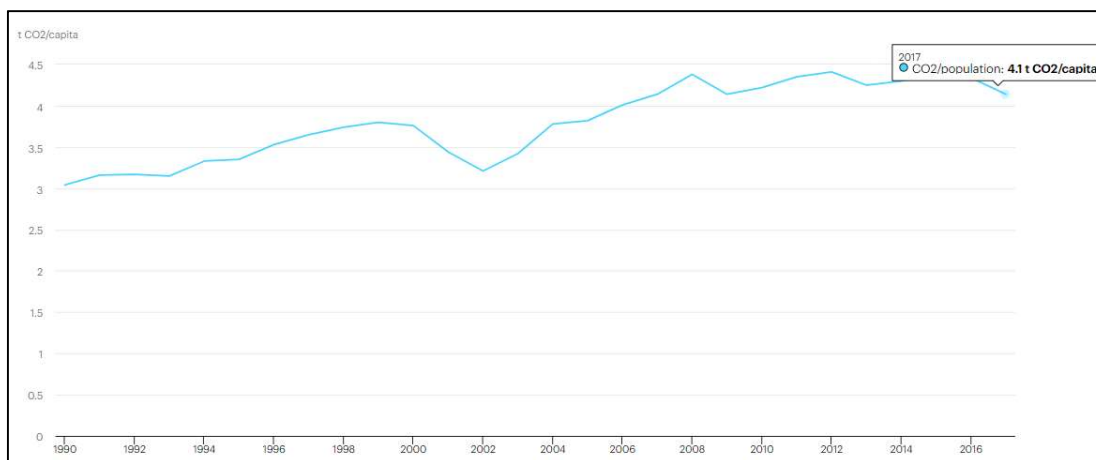
Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

Figura 46: Emisiones de CO2 del sector energético mundial entre 1990 y 2017.



Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

Figura 47: Emisiones de CO2 del sector energético en Argentina entre 1990 y 2017.



Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

B) Información clave de consejos y nociones básicas sobre medidas a aplicar en el día a día en los hogares de cada uno y en la industria para tener en cuenta en la selección de proyectos de inversión que involucren nuevos o mejoras en equipos o sistemas que consuman energía:

- Aprovechar la luz natural: la luz natural se caracteriza porque reproduce muy bien los colores con lo que se evita la fatiga visual y contribuye a la

comodidad en el trabajo. No es conveniente la luz diurna como única fuente luminosa para los puestos de trabajo, ya que está sujeta a fuertes variaciones. Es preciso un alumbrado artificial complementario, pensando siempre en el confort. No olvidar que la eficiencia energética en una instalación de alumbrado no tiene que afectar a las prestaciones visuales exigidas y al confort de trabajo.

- Apagar las luces cuando no se necesitan.
- Apagar los equipos. Establecer procedimientos que aseguren el apagado de la maquinaria cuando no se trabaje con ellas. Señalizar los lugares estratégicos indicando los equipos que deben quedar apagados.

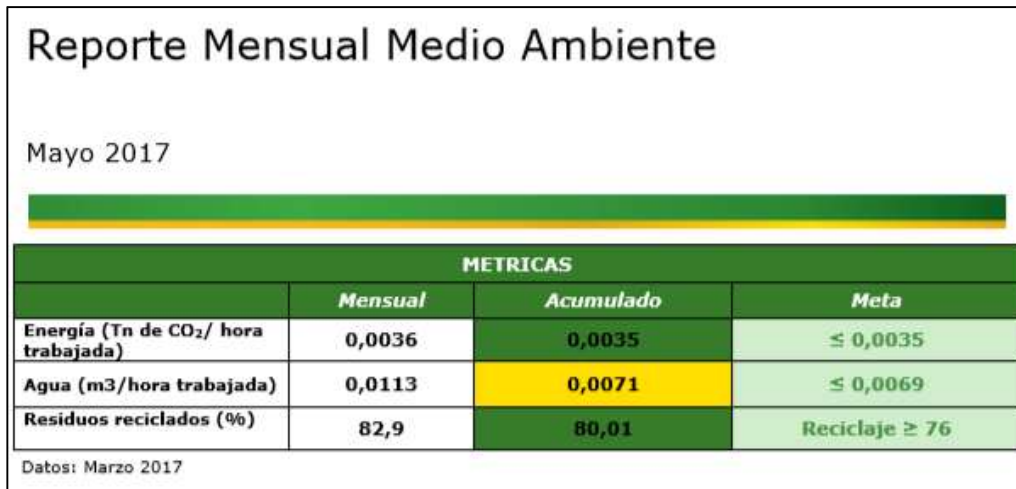
Figura 48: Ejemplo de Folleto con recomendaciones claves.



Fuente: Departamento de Medio Ambiente de empresa en estudio.

C) Difusión de datos e indicadores que sumen al compromiso de las personas para lograr eficiencia energética y aportar para el desarrollo sostenible dentro de la industria.

Figura 49: Ejemplo de reporte mensual de indicadores de Medio Ambiente.



Fuente: Informe del Departamento de Medio Ambiente de la Empresa.

4.3.2 Plan de Ahorro y Eficiencia

Existe una gran cantidad de sugerencias para lograr una cultura y de ahorro y mejora en los desempeños energéticos de cada sector.

Identificando los equipos de mayor consumo en el sector estudiado, se seleccionan soluciones y sugerencias compatibles que lograrían mejorar el desempeño energético en: la distribución y generación de aire comprimido, el uso de motores eléctricos, y en la iluminación del sector analizado.

DISTRIBUCIÓN Y GENERACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.

- **COSTO DE LA PRODUCCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO:** es importante comunicar a los operarios y técnicos la repercusión económica que tiene como consecuencia el uso excesivo de la producción del aire comprimido.
- **MANTENER LA PRESIÓN DE GENERACIÓN AL MÍNIMO ACEPTABLE:** comprobar la presión mínima que asegure el trabajo de los equipos, teniendo en cuenta las pérdidas de presión que se producen en la red.
- **VERIFICAR QUE LAS PISTOLAS NEUMÁTICAS ESTÁN REGULADAS A LA PRESIÓN ESPECÍFICA:** evitar además el uso de las pistolas de aire para limpieza, ya que las mismas tienen un desempeño energético muy bajo.

- GENERAR UN SISTEMA EFECTIVO PARA DETECTAR LAS FUGAS Y REPARARLAS LO ANTES POSIBLE: las pruebas periódicas reglamentarias de los recipientes a presión son un seguro anti-fugas.
- ASEGURAR UN CORRECTO MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO: controlar los filtros de aire, mantenerlos limpios; comprobar el adecuado funcionamiento de los purgadores de agua.
- COMPROBAR QUE NO SE ARRANQUEN LOS COMPRESORES ANTES DE QUE HAYA NECESIDAD DE AIRE: esta es una de las soluciones propuestas por el 4.2.4 Análisis de Mejora 3.
- LIMPIAR Y REEMPLAZAR LOS FILTROS SUCIOS: establecer un sistema de mantenimiento que incluya la revisión de estos filtros y mantenerlos limpios.
- INSTALAR SECADORES EFICIENTES EN LAS REDES PARA EVITAR LAS PURGAS.
- INTRODUCIR VARIADORES DE FRECUENCIA EN LOS COMPRESORES.
- CONSIDERAR ALTERNATIVAS ELÉCTRICAS A LAS HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS: en algunos casos las herramientas eléctricas permiten un ahorro de costes operativos de hasta el 60%.
- ANALIZAR LA POSIBILIDAD DE ZONIFICAR EL AIRE COMPRIMIDO por horarios de demanda, por niveles de presión diferentes o por grandes demandas puntuales, ya que trabajar a presiones escalonadas reduce el consumo de energía.
- UTILIZAR EL CALOR SOBRENTE DE LA REFRIGERACIÓN DE LOS COMPRESORES, reutilizar el aire caliente.

AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES ELÉCTRICOS.

Conseguir una elevada eficiencia en motores eléctricos supone unos ahorros importantes tanto energéticos como económicos. Para mejorar el desempeño energético de los motores se debe estudiar la potencia nominal a la que trabajan para establecer si se pueden sustituir por otros de menor potencia.

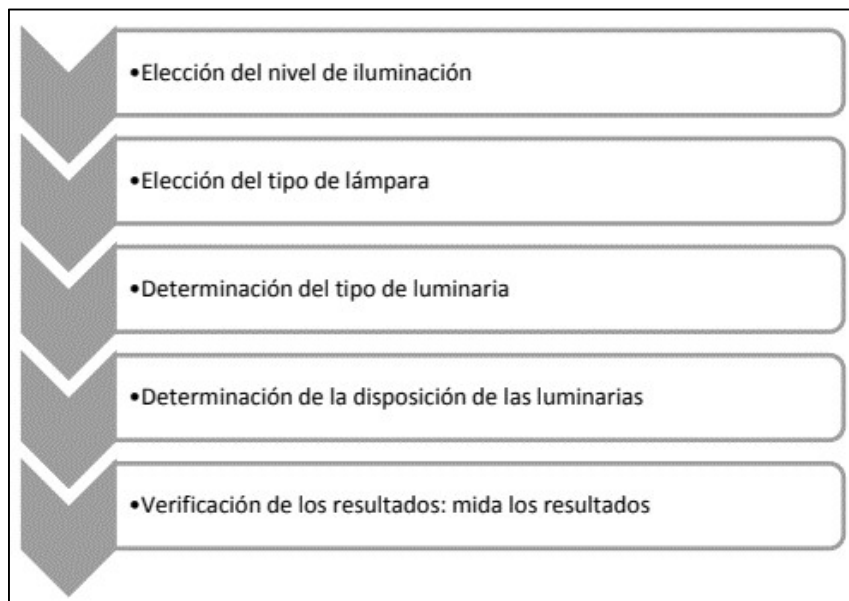
- ELEGIR CORRECTAMENTE LA POTENCIA DE LOS MOTORES. El rendimiento máximo se obtiene cuando se opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal.
- DESCUBRIR LOS MOTORES DE ALTA EFICIENCIA: Son motores que transforman prácticamente toda la energía eléctrica que consumen en energía mecánica. Durante su vida útil consumen menos electricidad a una carga dada, son más fiables y tienen menos pérdidas que un motor normal. Esta sugerencia está analizada en 4.2.3 Análisis de Mejora 2.
- UTILIZAR VARIADORES DE VELOCIDAD AJUSTABLES: representan un importante ahorro eléctrico y menores necesidades de refrigeración en las salas que albergan los motores. Mejoran la flexibilidad de la producción, porque integran numerosas funciones como aceleraciones y deceleraciones programables, frenadas directas o por rampa. Seleccionar adecuadamente la velocidad del motor. Si la carga lo permite, se prefieren motores de alta velocidad, son más eficientes y trabajan con un mejor factor de potencia.
- CORREGIR LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS ALIMENTADORES. Una tensión reducida en los terminales del motor, genera un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten una caída de tensión del 5%. Para ello utilizar conductores correctamente dimensionados.
- EVITAR EL ARRANQUE Y LA OPERACIÓN SIMULTÁNEA DE MOTORES, sobre todo los de mediana y gran capacidad, para disminuir el valor máximo de la demanda.
- VERIFICAR PERIÓDICAMENTE LA ALINEACIÓN DEL MOTOR CON LA CARGA IMPULSADA. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.
- OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN: es importante en la selección del sistema de transmisión conocer las características de cada sistema para adecuarlo a las necesidades específicas.
- INSTALAR EQUIPOS DE CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL ACEITE DE LUBRICACIÓN de cojinetes de motores de gran capacidad a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.

MEJORAS EN EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE LA ILUMINACIÓN

Existen gran cantidad de herramientas y sugerencias para mejorar el desempeño energético aplicado de la iluminación. Ejemplos de estas herramientas se detallan a continuación:

- **INSTALAR REGULADORES DE INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN E INTERRUPTORES DE PRESENCIA:** la domótica puede ser una herramienta que facilite el ahorro de energía.
- **PLANIFICAR LA ILUMINACIÓN SEGÚN LAS SIGUIENTES ETAPAS:**

Figura 50: Etapas de selección de iluminación.



Fuente: Optimagrid.

- **DETERMINAR EL NIVEL DE ILUMINACIÓN SEGÚN LAS TAREAS:**

Tabla 37: Nivel de iluminación según tareas.

Tareas	Lux
Áreas trabajo en general	300
Áreas trabajo intermedio	500
Áreas trabajo fino	1000
Trabajos ultraprecisión	1500
Áreas de circulación	100
Baños y servicios	100
Diseño técnico	750
Oficinas	500
Procesos automáticos	200
Almacenes	200
Archivo	200
Reparación, inspección	500

Fuente: Optimagrid.

- **SELECCIONAR EL TIPO DE LÁMPARA:** Al elegir el tipo de lámpara es necesario conocer las características de cada una de ellas. Es importante seleccionar la lámpara que más se acerque a las exigencias, la más rentable y la que consuma menos. En la siguiente tabla se especifican los detalles de las más importantes:

Tabla 38: Especificaciones según tipo de lámpara.

Tipo de Lámpara	Eficacia (Lm / W)	Vida Útil (horas)	Reproducción cromática Ra	Gama Potencias(W)
Incandescente Estándar	10-17	1000	100	15-2000
Halógena	16-25	2000	100	20-2000
Fluorescente	40-104	8000-12000	60-95	6-65
Fluorescente Compacta	50-87	6000-10000	80	5-200
Vapor Sodio Alta presión	80-120	8000-16000	20	33-1000
Vapor Sodio Baja presión	100-200	10000	0	18-180
Vapor de Mercurio	36-60	12000-16000	45	50-400
Vapor Mercurio con Halogenuros	58-88	5000-9000	70-95	70-3500
Inducción	65-72	60000	80	55-85
Led	70-100	50000-90000	60-80	3-100

Fuente: Optimagrid.

El nivel de iluminación se mide con luxómetros. Esta sugerencia y la anterior fueron analizadas en el 4.2.5 Análisis de Mejora 4.

- **MANTENIMIENTO:** Limpiar con frecuencia las luminarias y cuidar las instalaciones. La eficacia de una lámpara disminuye con las horas de utilización. Incluir estas acciones en el plan de mantenimiento preventivo.
- **CULTURA DE AHORRO:** Implantar una cultura de la eficiencia energética en su empresa mediante formación e información a los trabajadores. Favorecer el acceso a documentación técnica sobre ahorro de energía.
- **ZONIFICACIÓN Y HORARIOS:** el alumbrado debe estar suficientemente zonificado, de forma que las instalaciones estén divididas en zonas (interruptores) de forma razonable por funcionamientos afines: horarios, ocupación y aportación de luz natural para no incurrir en gastos extras de iluminación, al evitar alumbrar zonas desocupadas, o superar o no llegar a las necesidades reales de iluminación.
- **ILUMINACIÓN LOCALIZADA:** Una lámpara junto a un puesto de trabajo permite poder prescindir, en algunos casos, de la iluminación general y puede facilitar que se cumplan las exigencias de cantidad de luz para tareas concretas.

4.3.3 Proyectos de Eficiencia Energética.

De acuerdo a los análisis detallados de cada mejora propuesta se elabora el siguiente resumen para poder visualizar los datos claves de los beneficios de cada una y así poder ponderar las mismas.

Tabla 39: Resumen de las mejoras seleccionadas.

Resumen ejecutivo de las mejoras											
Nombre Mejora	Mejora N°	Vector energético	Uso	Consumo		Unidad	Inversión inicial estimada [USD]	LCOE [USD/ unidad de energía]	LCOE [USD/u. de energía primaria]	TIR	Período recup. simple de la inversión [meses]
				Antes	Después						
Propuesta de mejora de reducción de consumo del sistema de compresión de aire	1	Energía eléctrica	Fuerza Motriz (general)	423698	397947,76	KWh	2500	0,1019417	0,0308914	0,5615	3,93073238
Propuesta de mejora de reducción de consumo en motor eléctrico de compresor	2	Energía eléctrica	Fuerza Motriz (general)	423698	413539,76	KWh	8100	0,1032671	0,0312931	0,1379	75,1104136
Propuesta de mejora mediante reducción de horas de trabajo del compresor	3	Energía eléctrica	Fuerza Motriz (general)	423698	293508,26	KWh	630	0,0050811	0,0015397	30,328	0,40219432
Propuesta de mejora de reducción de consumo de iluminación de la nave industrial	4	Energía eléctrica	Iluminación	24076,8	13376	KWh	1700	0,0854392	0,0258907	0,5643	13,2641522
Propuesta de mejora de reducción de consumo en motores eléctricos de equipos de izaje.	5	Energía eléctrica	Fuerza Motriz (general)	423698	422963,31	KWh	13900	1,5186493	0,4601968	-0,134	

Fuente: Elaboración propia.

Las mejoras seleccionadas para su aplicación y operación son las de mayor Tasa Interna de Retorno: la N° 3, la N°1, la N°4 a ejecutar en ese orden de ponderación. La N°2, por su TIR baja y su alto período de recupero, no sería una prioridad.

La propuesta N°5 da como resultado una TIR negativa, por lo que se descarta dicha inversión.

En el caso de implementar estas tres mejoras en el mismo año, se logrará en el primer año un ahorro energético de 186.723 KWh que representa un 31.17% en el vector energético de mayor consumo sobre el consumo total de fábrica, cumpliendo con desempeño la métrica definida.

De acuerdo al factor de emisión definido en la Tabla 5: Factores de emisión. Se determinan los KgCO₂eq de reducción de GEI: 186.723 KWh ahorrados en la aplicación de las 3 mejoras propuestas equivalen a 90.859 KgCO₂eq que se dejan de emitir a la atmósfera.

4.4 VERIFICACIÓN Y MEJORA CONTINUA



La verificación se deberá realizar mediante indicadores que puedan medir mensualmente los porcentajes de mejora en el desempeño energético para monitorear los avances y así lograr cumplir con la meta anual propuesta (20% de reducción del consumo eléctrico en KWh del consumo acumulado en el año anterior, para mejorar el desempeño energético del sector). Para lograr esto, se agregaran estas métricas en los objetivos anuales del equipo de Ingeniería de Manufactura de la fábrica, que será el indicado para ejecutar las acciones correspondientes.

Una vez finalizado el año, se revisaran los resultados y en caso de no alcanzar los objetivos, se evaluarán los motivos de incumplimiento y se analizarán las nuevas metas para el año siguiente. De esa forma se continuarán con las propuestas y mejoras continuas para alcanzar la nueva meta anual.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Las tareas finalizadas del cronograma planificado son las siguientes:

Tabla 40: Cronograma de tareas finalizadas.

		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores
1		Investigación y Desarrollo	67 days	11/06/18 08:00	11/09/18 17:00	
2		Lectura y estudio de norma ISO 50001	5 days	11/06/18 08:00	15/06/18 17:00	
3		Tormenta de ideas	5 days	18/06/18 08:00	22/06/18 17:00	2
4		Espina de pescado	3 days	25/06/18 08:00	27/06/18 17:00	3
5		Desarrollo de encuestas	5 days	28/06/18 08:00	04/07/18 17:00	3;4
6		Desarrollo de planillas para relevamientos	5 days	28/06/18 08:00	04/07/18 17:00	3;4
7		Encuesta a ingenieros	7 days	05/07/18 08:00	13/07/18 17:00	5
8		Relevamiento de equipos	7 days	16/07/18 08:00	24/07/18 17:00	7
9		Relevamiento de vehiculos	7 days	25/07/18 08:00	02/08/18 17:00	8
10		Búsqueda y relevamiento de datos de consumo eléctrico	7 days	03/08/18 08:00	13/08/18 17:00	9
11		Búsqueda y relevamiento de datos de consumo de gas	7 days	14/08/18 08:00	22/08/18 17:00	10
12		Búsqueda y relevamiento de datos de emisión de CO2	7 days	23/08/18 08:00	31/08/18 17:00	11
13		Búsqueda y relevamiento de datos de costo de energía	7 days	03/09/18 08:00	11/09/18 17:00	12
14		Análisis y Diseño de Indicadores	38 days	12/09/18 08:00	02/11/18 17:00	
15		Realizar análisis de los datos obtenidos en las búsquedas y relevamientos	14 days	12/09/18 08:00	01/10/18 17:00	8;9;10;11;12;13
16		Definir los objetivos, metas y planes de acción de la industria	5 days	02/10/18 08:00	08/10/18 17:00	15
17		Desarrollo de fórmulas e indicadores según los objetivos definidos	5 days	09/10/18 08:00	15/10/18 17:00	16
18		Generación de informes de indicadores	14 days	16/10/18 08:00	02/11/18 17:00	17
19		Opciones de inversión	34 days	05/11/18 08:00	20/12/18 17:00	
20		Búsqueda de equipos y máquinas más eficientes	7 days	05/11/18 08:00	13/11/18 17:00	18
21		Búsqueda de sus especificaciones y sus costos	21 days	14/11/18 08:00	12/12/18 17:00	20
22		Realización de matriz de decisión	1 day	13/12/18 08:00		20;21
23		Realizar análisis financiero	5 days	14/12/18 08:00	20/12/18 17:00	22
24		Análisis de resultados y toma de decisiones	90 days	21/12/18 08:00	25/04/19 17:00	
25		Plan de ejecución	30 days	21/12/18 08:00		23
26		Plan de monitoreo y verificación	60 days	01/02/19 08:00		25

Fuente: Elaboración propia.

Las tareas 22, 25 y 26 quedan pendientes a desarrollar por la industria seleccionada para implementarlas, de acuerdo a los resultados obtenidos, detallados a continuación.

Los resultados de la planificación energética en el desarrollo de un Sistema de Gestión Energética de una línea de ensamble de tractores y la aplicación y operación de la misma podrían generar un ahorro energético anual de aproximadamente 31.9% en el vector energético de mayor consumo sobre el consumo total de fábrica en el primer año. En KWh, las acciones propuestas generan un ahorro de 186.723 KWh que equivalen a 90.859 KgCO₂eq que se dejan de emitir a la atmósfera. En los años siguientes, se deberán analizar y proponer

otras acciones para continuar mejorando el desempeño energético basando en el ciclo de mejora continua propuesto en la norma ISO 50001.

De todo lo hasta aquí expuesto, se deriva que la línea de ensamble analizada - correspondiente a una industria de fabricación de maquinaria agrícola- tiene una estimable oportunidad de mejorar su desempeño energético. Ello, a través de la implementación de un sistema de gestión de la energía que le permita optimizar el aprovechamiento de la misma y disminuir el impacto ambiental y la emisión de gases de efecto invernadero.

El éxito del sistema de gestión que se propone nace en la definición, incorporación y comunicación de la política energética en los diferentes estratos de la organización. Las primeras acciones para que la política en cuestión sea aprehendida por los sujetos destinatarios de aquélla tienen por objetivo la generación de una cultura y disciplina en la trascendencia del ahorro energético y sus beneficios. Alcanzar este propósito será vital no sólo para el sector o empresa en estudio, sino también para el consumo doméstico y su impacto regional y mundial, al tiempo que constituye un pilar fundamental para el progreso hacia las siguientes acciones.

Así, la realización de un correcto análisis de los consumos energéticos del sector que aquí interesa y los resultados de aquél brindarán información sustancial para ponderar los procesos de mayor consumo y establecer un orden de prioridad para su estudio, proponer mejoras en su utilización, métodos de operación o componentes.

Las mejoras referidas en los proyectos propuestos, deben ser seleccionadas previo análisis y estudio de su retorno, beneficios e impacto a efectos de tomar la decisión de ejecutarlas o no. Consecuentemente con lo anterior, los progresos propuestos conducen a concluir que, dejando a salvo una única excepción, todos conllevan un gran impacto positivo en el negocio siendo, además, de sencilla implementación y escasa inversión.

Ejecutar de forma eficaz todas estas acciones con el orden propuesto en una primera etapa y lograr monitorear los resultados, conducirá al descubrimiento y generación de nuevas propuestas completando el proceso de mejora continua del

sistema de gestión energética con el consecuente logro de los objetivos de esta tesis.


En consecuencia de todo lo expuesto se afirma la hipótesis definida en donde la implementación de un sistema de gestión de eficiencia energética en una línea de ensamble de tractores mediante diversas acciones (políticas de concientización, uso de indicadores de eficiencia energética (reducción de 20% en el 1er año de consumos eléctricos del sector medidos Kwh), proyectos de iluminación de bajo consumo, utilización de temporizadores en equipos, compresores y motores eléctricos eficientes) genera beneficios económicos y ambientales significativos.

6. ANEXOS

6.1 ENCUESTA

Encuesta de Eficiencia Energética
* Required

1.
Email address *



2.
¿Crees que las cuestiones de eficiencia energética son relevantes? *
Mark only one oval.

Sí
 No

3.
¿Sabías que el consumo energético mundial se duplicó en los últimos 35 años? *
Mark only one oval.

Sí
 No

4.
¿Crees que Argentina puede ser un ejemplo sudamericano en el campo de la eficiencia energética en industrias? *
Mark only one oval.

Sí
 No

5.

¿Crees que la eficiencia energética en industrias es una herramienta fundamental para ayudar a salir de la situación de crisis energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No

6.

A tu juicio, ¿Cuál es su nivel de conocimiento en cuanto a temas de eficiencia energética? Donde 1 es que no conoces el tema y 5 es que conoces ampliamente el tema. *

Mark only one oval.

- 1
 2
 3
 4
 5

7.

¿Tiene la empresa una política energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

8.

¿Algún área de la empresa desarrolla temas de eficiencia energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

9.

¿Cuenta la empresa con una planificación energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

10.

¿Cuenta la empresa con un Sistema de Gestión de la Energía? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

11.

¿La empresa adopta medidas para la eficiencia energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

12.

Si la respuesta anterior es sí, ¿qué acciones de eficiencia energética se han llevado a cabo en la empresa en los últimos 4 años?

13.

¿Tiene la empresa indicadores y/o metas asociadas a energía? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

14.

¿Cuenta la empresa con un encargado exclusivo en temas de eficiencia energética? *

Mark only one oval.

- Sí
 No
 Lo desconozco

15.

¿Qué esperas que aporte un programa de capacitación y comunicación de temas en Eficiencia y Ahorro Energético? *

16.

¿Qué interlocutores y soporte necesitarías para implantar mejoras en tu ámbito de trabajo? *

17.

Según tu opinión, ¿cuáles de las siguientes barreras dificultan o impiden la realización de proyectos de eficiencia energética? Identifique las 5 más relevantes *

Check all that apply.

- Alto período de recuperación de la inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas
- Falta de fuentes financiamiento de las medidas de Eficiencia Energética
- Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables
- Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas
- Riesgo de falla de producción al implementar medidas de Eficiencia Energética
- Riesgo de pérdidas de calidad del producto al implementar medidas de Eficiencia Energética
- Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta
- Desconfianza en empresas que implementan medidas de Eficiencia Energética
- Cancelación de proyectos debido a un cambio en la operación
- Incertidumbre del precio de la energía
- Otras inversiones tienen mayor prioridad
- Consenso interno no encontrado
- Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara
- La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo
- Insuficiente conocimiento para la implementación de medidas de Eficiencia Energética
- Recomendación de medidas de Eficiencia Energética son técnicamente inviables
- Credibilidad de niveles de ahorro esperados por la recomendación
- Desconocimiento de proveedores o consultores que implementen medidas
- Competencia, credibilidad y/o neutralidad del consultor que realiza las recomendaciones
- Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización o del consultor o proveedor de eficiencia energética

6.2 CUADROS DE RELEVAMIENTOS

Tabla: Procesos			
Descripción del proceso o los procesos			
Variables principales			
	Breve descripción de usos de la energía	Consumo año base	Unidad
Energía eléctrica			kWh
Gas natural			m ³

Importante: Detallar equipos más importantes			
Tabla: Inventario general - Preliminar			
Energía eléctrica		Unidad	kWh
Equipos principales	Uso	Potencia nominal total [kW]	Cantidad
Gas natural		Unidad	m ³
Equipos principales	Uso	Potencia nominal total [m ³ /h]	Cantidad

Tabla: Consumo energético	
Energía eléctrica	
Tipo de consumidor de energía eléctrica	
Consumo de energía eléctrica en año base	
Costo unitario de energía eléctrica [\$/kWh]	
Costo marginal de energía eléctrica	
Costo total anual [\$]	
% sobre los costos energéticos totales	
Gas natural	
Tipo de consumidor de gas natural	
Consumo de gas natural en año base [Nm ³ /año]	
Costo unitario de gas natural [\$/m ³]	
Costo marginal de gas natural	
Costo total anual [\$]	
% sobre los costos energéticos totales	

Tabla: Inventario general								
Energía eléctrica					Unidad		kWh	
Equipos principales	Potencia nominal total [kW]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [kWh/año]	Energía útil consumida [kWh/año]
(*) Para el consumo total, tener en cuenta la carga de los equipos además de las horas en servicio.								
Gas natural					Unidad		m ³	
Equipos principales	Potencia nominal total [Nm ³ /h]	Cantidad	Uso de los equipos	Factor de carga	Horas en servicio / año	Rendimiento neto	Energía secundaria total consumida [Nm ³ /año]	Energía útil consumida [Nm ³ /año]

6.3 TABLAS DE RELEVAMIENTOS

Consumos del compresor. Ingeniería de Mantenimiento de la fábrica.

Fecha	Hora lectura	Consumo (KWh)	Caudal Total (M3)	Pérdidas 16:30 a 6:30 M3/min	Consumos 6:30 a 16:30 M3/min
10/6/17	17:15:00	3091037	25529910	3,6	8,3
13/6/17	17:15:00	3093395	25549470	4,1	9,5
14/6/17	17:15:00	3095376	25566515	3,6	8,3
15/6/17	17:15:00	3097300	25582850	3,4	7,9
16/6/17	17:15:00	3099145	25598360	3,2	7,5
21/6/17	17:15:00	3103380	25631970	7,0	16,3
22/6/17	17:15:00	3105305	25648250	3,4	7,9
23/6/17	17:15:00	3107254	25664745	3,4	8,0
24/6/17	17:15:00	3109155	25680830	3,4	7,8
25/6/17	11:45:00	3110028	25687700	1,4	3,3
27/6/17	17:15:00	3111435	25699142	2,4	5,6
28/6/17	17:15:00	3113453	25716223	3,6	8,3
29/6/17	17:15:00	3115476	25733430	3,6	8,4
30/6/17	17:15:00	3117493	25750540	3,6	8,3
1/7/17	17:15:00	3119555	25768040	3,6	8,5
2/7/17	0:05:00	3120176	25773345	1,1	2,6
4/7/17	19:35:00	3122238	25790500	3,6	8,3
5/7/17	17:00:00	3124036	25805695	3,2	7,4
6/7/17	17:00:00	3126093	25823265	3,7	8,5
24/8/17	17:00:00	3202093	26460980	6,1	14,2
2/9/17	18:00:00	3215441	26570282	8,5	19,9
6/9/17	20:00:00	3219419	26601930	6,6	15,4
8/9/17	20:00:00	3222865	26630080	5,9	13,7
12/9/17	16:45:00	3228067	26671935	8,7	20,3
13/9/17	0:45:00	3228793	26677975	1,3	2,9
14/9/17	0:45:00	3230795	26694910	3,5	8,2
15/9/17	0:45:00	3232852	26712360	3,6	8,5
16/9/17	0:45:00	3234840	26729220	3,5	8,2
30/9/17	18:00:00	3259100	26930778	6,5	15,1
1/10/17	0:00:00	3259624	26934970	0,9	2,0
3/10/17	16:30:00	3262685	26958940	5,0	11,7
11/10/17	16:30:00	3274750	27059450	9,9	23,1
12/10/17	16:30:00	3276862	27077560	3,8	8,8
18/10/17	7:30:00	3285465	27149740	3,5	8,1
3/11/17	17:00:00	3313510	27386790	3,4	8,0
10/11/17	0:00:00	3323931	27475000	3,8	8,8
Total Período / Promedio pérdidas y consumos	5 meses	232894	1945090	4,1	9,7

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento de empresa en estudio.

6.4 FACTURACIÓN ENERGÉTICA

Facturas y consumos del período 04/2018 al 03/2019.

PERIODO	KWh	Costo (\$)
abr-18	631688	\$ 492.275,00
may-18	388028	\$ 355.019,40
jun-18	460722	\$ 428.667,00
jul-18	553134	\$ 502.879,05
ago-18	539877	\$ 588.063,59
sep-18	635517	\$ 600.679,00
oct-18	600117	\$ 649.393,46
nov-18	612166	\$ 763.330,29
dic-18	607955	\$ 765.518,00
ene-19	637891	\$ 850.590,32
feb-19	594409	\$ 747.783,89
mar-19	589974	\$ 742.663,00
TOTAL	6851478	\$ 7.486.862,00

Fuente: Ingeniería de Planta.

6.5 INFORME DE ILUMINACIÓN

MONITOREO LABORAL

INFORME DE EVALUACION

ILUMINACIÓN EN AMBIENTE
LABORAL



GRANADERO BAIGORRIA

MARCO LEGAL APLICABLE

- **Res. 84/2012:** Protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral – Anexo: instructivo para completar el protocolo para medición de iluminación en ambiente laboral.
- **Decreto 351/1979** Reglamentario de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587.

Capítulo 12: Iluminación y Color

- La iluminación en los lugares de trabajo deberán cumplimentar o siguiente:
- La composición espectral de la luz deberá ser adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesario.
- El efecto estroboscópico será evitado.
- La iluminación será adecuada a la tarea a efectuar, teniendo en cuenta el mínimo tamaño a percibir, la reflexión de los elementos, el contraste y el movimiento.
- Las fuentes de iluminación no deberán producir deslumbramiento, directo o reflejado, para lo que se distribuirán y orientarán convenientemente las luminarias y superficies reflectantes existentes en el local.
- La uniformidad de la iluminación, así como las sombras y contrastes, serán adecuados a la tarea que se realice.

EQUIPOS UTILIZADOS

	<p>Marca: TES</p> <p>Modelo: 1330</p> <p>N° Serie: 95057956</p> <p>Última calibración: 03/02/2015</p> <p>Próxima calibración: 03/02/2016</p> <p><i>Certificado de calibración adjunto.</i></p>
---	---

CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE LA MEDICION

Temperatura media: 22 °C
Humedad relativa: 88 %
Condición: Nublado

Punto de medición	SECTOR	PUESTO	Tipo de Iluminación: Natural/ Artificial/ Mixta	Tipo de fuente: Luminaria incandescente/ descarga/ mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media) / 2	Valor Medido [lux]	Valor requerido [lux] Según Anexo IV Dec. 351/79
229	Tractores y cosechadoras	Operación 8000.00	Mixta	Descarga	General	310 ≥ 206	411	100 a 300
230	Tractores y cosechadoras	Operación 8010.00	Mixta	Descarga	General	354 ≥ 204	407	100 a 300
231	Tractores y cosechadoras	Operación 8020.00	Mixta	Descarga	General	405 ≥ 248	496	100 a 300
		Al momento de la medición se encontraron 2 (dos) luminarias quemadas						
232	Tractores y cosechadoras	Operación 8030.00	Mixta	Descarga	General	302 ≥ 161	321	100 a 300
		Al momento de la medición se encontraron 2 (dos) luminarias quemadas						
233	Tractores y cosechadoras	Operación 8040.00	Mixta	Descarga	General	411 ≥ 244	487	100 a 300
234	Tractores y cosechadoras	Operación 8050.00	Mixta	Descarga	General	240 ≥ 184	367	100 a 300
235	Tractores y cosechadoras	Operación 8060.00	Mixta	Descarga	General	303 ≥ 189	377	100 a 300
236	Tractores y cosechadoras	Operación 8070.00	Mixta	Descarga	General	289 ≥ 182	363	100 a 300
237	Tractores y cosechadoras	Operación 8080.00	Mixta	Descarga	General	337 ≥ 239	478	100 a 300
238	Tractores y cosechadoras	CPU preinscripción	Mixta	Descarga	General	271 ≥ 155	310	300 a 750
239	Tractores y cosechadoras	CPU operario 8150	Mixta	Descarga	General	288 ≥ 160	320	300 a 750
240	Tractores y cosechadoras	Reparaciones	Mixta	Descarga	General	300 ≥ 198	395	100 a 300
241	Tractores y cosechadoras	Banco de trabajo-Reparaciones 1	Mixta	Descarga	Mixta	822 ≥ 519	1038	300 a 750
242	Tractores y cosechadoras	CPU reparaciones	Mixta	Descarga	General	288 ≥ 174	348	300 a 750
243	Tractores y cosechadoras	Banco de trabajo-Reparaciones 2	Mixta	Descarga	General	413 ≥ 293	586	300 a 750
244	Tractores y cosechadoras	Operario 8070-10	Mixta	Descarga	General	621 ≥ 427	853	100 a 300
245	Tractores y cosechadoras	Operario 8060-10	Mixta	Descarga	General	513 ≥ 381	762	100 a 300
246	Tractores y cosechadoras	Operario 8050-10	Mixta	Descarga	General	623 ≥ 373	746	100 a 300
247	Tractores y cosechadoras	Operario 8040-10	Mixta	Descarga	General	602 ≥ 369	717	100 a 300
248	Tractores y cosechadoras	Operario 8030-10	Mixta	Descarga	General	322 ≥ 257	514	100 a 300
		Al momento de la medición se encontraron 2 (dos) luminarias quemadas						
249	Tractores y cosechadoras	Operario 8020-10	Mixta	Descarga	General	621 ≥ 400	800	100 a 300
250	Tractores y cosechadoras	Operario 8010-10	Mixta	Descarga	General	364 ≥ 258	515	100 a 300
		Al momento de la medición se encontraron 4 (cuatro) luminarias quemadas						
251	Tractores y cosechadoras	Operario 8000-10	Mixta	Descarga	General	552 ≥ 314	627	100 a 300

Fuente: HSE Ingeniería.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Internacional de Energía. (2010). *Perspectivas de tecnologías energéticas*.

Ander-Egg. (2003). *Introducción a las técnicas de la investigación*.

Bogdan, T. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós Studio.

Cabezas, A. M. (Octubre de 2012). *Eficiencia energética a través de utilización de pozos canadienses*. Barcekiaba.

Chetty, S. (Octubre-Diciembre de 1996). The case study method for research in small – and medium-sized firms. *International small business journal*, 5, -.

Declaración final de la cúpula G-8. (2007). Alemania.

Dexma Energy Managment. (2016). *Guía Completa sobre la Norma ISO 50001 para empresas*. Barcelona.

Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático Provincia de Buenos Aires. (2018). *Manual de Aplicación de la Huella de Carbono*. Obtenido de www.gba.gob.ar

DNV GL. (2015). *Energy Efficiency*. Obtenido de <https://www.dnvgl.com.ar/about/index.html>

Ellis. (2007). Obtenido de <https://publications.iadb.org>

Fernandez Salgado, J. M. (2010). *Compendio de energía Solar: Fotovoltaica, Térmica y Termoeléctrica*. Madrid: AMV Ediciones Mudi-Prensa.

Gaarder, J. (2003). *La joven de las naranjas*. Madrid: Siruela.

GRI Standards. (2006). *GRI 302: Energía*. Amsterdam: Stichting Global Reporting Initiative.

Guber, R. (2001). *La etnografía*. Bogotá: Norma.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill Education.

- Indexmundi. (2017). Obtenido de <http://bit.ly/2IJP5lg>
- Instituto Argentino del Petróleo y el Gas. ((s. f.)). *ENARGAS*. Recuperado el 24 de 07 de 2015, de <http://www.iapg.org.ar/estadisticasnew/consumogaspais.htm>
- International Energy Agency. (2011). *25 Energy Efficiency Recommendations*. Paris: IEA Publications.
- International Energy Agency. (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética. Bases esenciales para el establecimiento de políticas*. Paris: IEA Publications. Obtenido de <https://www.iea.org>
- International Energy Agency. (2016). <https://webstore.iea.org>. Obtenido de <http://bit.ly/2LieZEU>
- International Energy Agency. (2017). *Energy Efficiency*. Paris: IEA Publications. Obtenido de <https://www.iea.org>
- International Energy Agency. (2017). *Energy Technology Perspectives*. Paris: IEA Publications.
- International Energy Agency. (2017). *Renewables*. Paris: IEA Publications.
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO 50001*.
- ISO. (2017). *Survey of certifications to management system standards*. Obtenido de <https://isotc.iso.org>
- Kaeser compresores de Argentina SRL. (s.f.). Obtenido de www.kaeser.com
- Kaplan, R. y. (2000). *El Cuadro de Mando Integral*.
- Lambertucci, M. (2006). *Balanced Scorecard o cuadro de mando: Una herramienta de gestión que alinea los resultados con la estrategia*.
- Marcela, C. (2014). *Tablero de Comando*.
- Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina. (2016). *Balance Energético Nacional*. Buenos Aires.

- Ministerio de Energía y Minería de la República Argentina. (2017). *Guía de para Eficiencia Energética de Motores Eléctricos*. INTI Energía.
- Optima Grid. (2017). *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/optimagrid.aspx>
- Philips Lighting Argentina. (2016). *Niveles de iluminación*. CABA.
- Robbins, S. y. (2000). *Administración*. Pearson.
- Roegier, K. (1993). *Metodología para la recogida de información*. La Muralla S.A.
- Secretaría de Estado de la Energía - Gobierno de Santa Fe. (s.f.). *Eficiencia Energética*. Obtenido de <https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/view/full/202798>
- Thompson, A. y. (2003). *Administración estratégica*. McGrawHill.
- Universidad P. Medellín. (s.f.). *Eficiencia energética y la respuesta de la demanda industrial en Colombia*. Medellín.
- Uryu Seisaku, Ltd. (s.f.). *Uryu Power Tools General Catalog*. Obtenido de [http : //www.uryu.co.jp](http://www.uryu.co.jp)
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future - Brundtland Report*. Oxford University Press.