



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Paneles solares y luces led como alternativas medioambientales para la reducción del consumo energético en Plantas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador

AUTORA:

Aylleene Stephany Ruiz Sobenis

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Mariano Ortiz Dicado, M. Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El propósito investigativo del presente caso de estudio fue examinar las actuales ventajas, desventajas y costos operacionales de los paneles solares y luces led como alternativas técnicas y medioambientales para reducir el consumo energético en Plantas de procesamiento industrial de enlatados y conservas en el Ecuador. Para ello, se hizo una revisión de la literatura mediante fuentes bibliográficas como: libros, artículos, revistas, páginas de mercado libre, páginas de iluminación led, entre otras fuentes que me ayudaron a comprender mejor la viabilidad técnica, económica y ambiental de estas tecnologías renovables desde el inicio hasta el final. Este caso de estudio obtuvo resultados positivos y negativos, pero en realidad se evidenció que obtuvo más beneficios que perjuicios para las distintas industrias del Ecuador. La implementación, adquisición y mantenimiento de paneles solares y luces led es técnicamente factible y viable, puesto que puede generar importantes ahorros en los costos económicos operativos a largo plazo. Además, se comprobó que estas nuevas alternativas tienden a disminuir significativamente los problemas medioambientales asociados a las energías convencionales o tradicionales; como las emisiones de carbono asociadas con el consumo energético de las instalaciones o áreas de la planta industrial, reducción de carbono, reducción del mercurio (metal pesado tóxico), reducción de las energías convencionales, entre otros problemas que reducen estas fuentes de energía. Por ello, se discutieron los desafíos y oportunidades de la adopción de estas nuevas tecnologías en el sector agroindustrial ecuatoriano, resultando en recomendaciones para su adecuada implementación.

Palabras claves

Eficiencia operativa, tecnologías medioambientales, sostenibilidad, huella de carbono.

SUMMARY

The research purpose of this case study was to examine the current advantages, disadvantages and operational costs of solar panels and LED lights as technical and environmental alternatives to reduce energy consumption in industrial canning and preserving processing plants in Ecuador. To do this, a review of the literature was carried out using bibliographic sources such as: books, articles, magazines, free market pages, LED lighting pages, among other sources that helped me better understand the technical, economic and environmental viability of these technologies. renewable from start to finish. This case study obtained positive and negative results, but in reality, it was evident that it obtained more benefits than harm for the different industries in Ecuador. The implementation, acquisition and maintenance of solar panels and LED lights is technically feasible and viable, since it can generate significant savings in long-term operating economic costs. Furthermore, it was proven that these new alternatives tend to significantly reduce the environmental problems associated with conventional or traditional energies; such as carbon emissions associated with the energy consumption of the facilities or areas of the industrial plant, carbon reduction, reduction of mercury (toxic heavy metal), reduction of conventional energies, among other problems that reduce these energy sources. Therefore, the challenges and opportunities of the adoption of these new technologies in the Ecuadorian agroindustrial sector were discussed, resulting in recommendations for their adequate implementation.

Keywords

Operational efficiency, environmental technologies, sustainability, carbon footprint.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE GENERAL	IV
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos del estudio	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Línea de investigación.....	5
2. DESARROLLO.....	6
2.1. Marco conceptual	6
2.1.1. Medioambiente	6
2.1.1.1. Electricidad y combustible en el Ecuador.....	6
2.1.1.2. Sectores demandantes de electricidad y combustible en el Ecuador	7
2.1.2. Productos de enlatados y conservas en el País	7
2.1.2.1. Elaboración	7
2.1.2.2. Funcionamiento de maquinarias a base de electricidad y combustible en el procesamiento de estos alimentos	8
Tabla 1 Funcionamiento de maquinarias a base de electricidad y combustible	9
2.1.2.3. Consumo de electricidad y combustible en el procesamiento de enlatados y conservas	9
2.1.2.4. Exportaciones de enlatados y conservas	10

2.1.2.5. Contaminación ambiental por parte de la electricidad y combustible	11
2.1.3. Energías en el Ecuador	12
2.1.3.1. Energías renovables y no renovables	12
2.1.4. La energía solar.....	12
2.1.4.1. Energía solar y radiación solar	12
2.1.5. Alternativas ecológicas	13
2.1.5.1. ¿Qué son los paneles solares?.....	13
2.1.5.2. Controlador de carga	13
2.1.5.3. Baterías.....	13
2.1.5.4. Inversor	13
2.1.5.5. Tipos de paneles solares	14
2.1.5.6. Panel solar de silicio monocristalino	14
2.1.5.7. Panel solar de silicio policristalino	14
2.1.5.8. Panel solar de capa fina.....	14
2.1.5.9. Panel solar bifaciales	14
2.1.5.10. Panel solar de concentración	14
2.1.5.11. Panel solar orgánico.....	15
2.1.5.12. Características de los paneles solares	15
2.1.5.13. ¿Qué son las luces led?	16
2.1.5.14. Importancia de las luces led en las áreas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador	17
2.1.5.15. Tipos de luces led.....	17
2.1.5.16. Luces led blancas brillantes (Áreas de producción y envasado)	17
2.1.5.17. Luces led de alta eficiencia energética (Áreas de almacenamiento y distribución)	17

2.1.5.18. Luces led de espectro específico (Áreas de inspección de calidad)	18
2.1.5.19. Luces led de diseño higiénico (Áreas de seguridad alimentaria)	18
2.1.5.20. Características de las luminarias led	18
2.1.6. Aplicación de las normas y estándares sobre los paneles solares y luces led	19
2.2. Marco metodológico	20
2.3. Resultados	20
2.3.1. Costos económicos	20
2.3.2. Ventajas y desventajas de la utilización de paneles solares	22
2.3.3. Ventajas y desventajas de la utilización de luces led	23
2.4. Discusión de resultados	24
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
3.1. Conclusiones	26
3.2. Recomendaciones	26
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	28
4.1. Referencias bibliográficas	28
4.2. Anexos	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Funcionamiento de maquinarias a base de electricidad y combustible	9
Tabla 2 Consumo de electricidad y combustible en la elaboración de enlatados y conservas	10
Tabla 3 Características de los paneles solares	16
Tabla 4 Características de las luminarias led	19
Tabla 5 Análisis de costos de adquisición, implementación y mantenimiento de los distintos paneles solares para plantas de procesamiento de enlatados y conservas	20

Tabla 6 Análisis de costos de adquisición, implementación y mantenimiento de los distintos tipos de luces led para plantas de procesamiento de enlatados y conservas	22
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ilustración 1 Electricidad y combustible	36
Ilustración 2 Sectores demandantes de energía	36
Ilustración 3 Energías renovables y no renovables	37
Ilustración 4 Energía solar y radiación.....	37
Ilustración 5 Tipos de paneles solares	38
Ilustración 6 Tipos de luces led	38
Ilustración 7 Aplicación de las normas y estándares sobre los paneles solares y luces led	39
Ilustración 8 Ventajas y desventajas de la utilización de los paneles solares y luces led	39

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

En Ecuador, los paneles solares y las luces led están surgiendo como tecnologías clave para las energías renovables y la eficiencia energética. Los paneles solares, también conocidos como paneles fotovoltaicos, son dispositivos diseñados para capturar energía solar y convertirla en electricidad utilizable. Estos paneles están compuestos por células solares que absorben la luz solar y generan electricidad mediante el efecto fotovoltaico. En un país soleado como Ecuador, los paneles solares ofrecen una importante oportunidad para diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles según Centeno et al., (2023).

A su vez, las lámparas led son una alternativa eficiente y ecológica a las lámparas tradicionales. Estas luces funcionan haciendo pasar una corriente eléctrica a través de un semiconductor, que efectivamente emite luz. En comparación con las luces incandescentes y fluorescentes compactas, las luces led consumen menos energía, tienen una vida útil más larga y producen menos calor. En un país como Ecuador, donde el consumo eléctrico es alto, el uso de luces puede ayudar a reducir la demanda energética y así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero según Valverde, (2022).

Por tanto, la adopción de paneles solares y luces led no solo beneficia a las Plantas Agroindustriales en términos de sostenibilidad y rentabilidad, sino que también promueve la innovación tecnológica y la competitividad de la industria. En primer lugar, ofrecen una solución sostenible y rentable para satisfacer las necesidades energéticas de estas instalaciones, reduciendo así la dependencia de costosas fuentes de energía no renovables según, Blanco et al., (2020). Además, al aprovechar la energía solar, ayudan a mitigar el cambio climático y reducir la huella de carbono del sector agrícola.

Esta revisión bibliográfica busca analizar los principales problemas en cuanto a los paneles solares y luces led para la reducción del consumo energético en Plantas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador. Mediante esta información se podrá contribuir con conclusiones y recomendaciones para disminuir los problemas asociados con las energías convencionales.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad, el consumo, costo de energía y de electricidad, y el uso de los combustibles derivados de petróleo utilizados para el funcionamiento de las maquinarias industriales, la iluminación de los espacios de trabajo y la movilización de camiones que transportan los alimentos son rubros del costo de producción muy elevados. En términos de porcentaje, se consume 65,7 % en electricidad y 34,3 % en combustible dentro y fuera de la industria según Gobierno del Ecuador, (2022).

El funcionamiento de las maquinarias, la iluminación de las áreas y el transporte de estos alimentos, conllevan a un alto consumo de energía y de combustible, puesto que el uso de energías convencionales como son los combustibles fósiles, la energía eléctrica, entre otras fuentes de energías, pueden resultar en costos operativos y de producción muy onerosos, emitiendo además contaminantes tóxicos al momento de desarrollar estos procesos de elaboración; los contaminantes son emisiones de gases de efecto invernadero, incremento de carbonatos y mercurio ambientales, entre otros problemas, dado como resultado amenazas para la salud del personal que trabaja en los diferentes procesos dentro y fuera de cualquier comercio o planta industrial.

En los últimos tiempos, está probado que las luminarias tradicionales (incandescentes o fluorescentes) en las distintas áreas de trabajo, por ejemplo, en plantas de procesamiento de alimentos, han generado contaminación lumínica con el consecuente perjuicio para trabajadores, la industria y el medio ambiente. Además, estas luminarias tradicionales suelen ser menos eficientes en la conversión de la energía en luz visible en comparación con la acción de las luces Leds. Los medios tradicionales para generar luz convencional como los bombillos de cristal incandescentes y tubos fluorescentes tienen vida útil limitada, generan cantidades significativas de calor y pequeñas cantidades de mercurio volátil (el mercurio es un metal pesado y tóxico). Estas luminarias convencionales pueden producir deslumbramiento o parpadeo visual en las personas, lo que puede ser molesto al momento de trabajar.

Finalmente, otra cuestión importante que debe preocupar a las empresas y las industrias es el costo de comprar, implementar y mantener fuentes de energía no renovables, que pueden causar altos costos económicos, mientras que otras

fuentes de energía renovable son más baratas a largo plazo y ofrecen medidas adicionales. Como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la seguridad energética. Por ello, las energías no renovables suelen tener serios problemas para la industria y el personal encargado.

Prácticamente estos son los problemas más importantes que tienen las plantas de procesamiento de estos alimentos, además de ser consideradas como agentes contaminantes del medio ambiente con el consiguiente desmedro de su imagen empresarial.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de analizar la utilización de los paneles solares y luces led como alternativas comerciales y medioambientales para la reducción del consumo energético en plantas de procesamiento industrial en el Ecuador. Mediante el presente caso de estudio se investigó la problemática planteada y, a través de los objetivos se buscaron posibles soluciones favorecedoras al funcionamiento de las Agroindustrias del País.

Los paneles solares y las luces led ayudarían a disminuir el consumo energético, tanto para el funcionamiento de la maquinaria industrial cuanto para la iluminación de la planta. La utilización de estos recursos alternativos y renovables para la industria pudieran ser la mejor manera de cubrir las necesidades energéticas, disminuir los costos de producción y funcionar amigablemente con el medio ambiente; según investigadores, esto está dando éxito en diferentes países según Bajaña, (2019).

Respecto de los paneles solares según Potes et al., (2020), nos informan que cada panel solar dependiendo de la capacidad voltaica, tiene alrededor de 72 células hasta 144; básicamente, cada célula es capaz de producir entre 10 y 15 voltios; esto significa que, al aumentar el número de células, también aumenta la potencia del panel; lo que, a su vez, evita la emisión de CO₂, contribuyendo al cuidado del medio ambiente, disminuyendo el consumo de energía y abaratando su costo.

Respecto de las luces Leds, son dispositivos semiconductores (diodos) que emiten luz policromática (a diferentes longitudes de onda). El uso de esta tecnología se justifica ya que aporta mayor eficiencia y eficacia en el campo económico y energético de cualquier planta industrial.

La eficiencia energética del uso de lámparas led o luces led, se debe a que los parámetros de funcionamiento de este tipo de iluminación pueden alcanzarse en el rango de 55 lm/W a 99 lm/W. A diferencia de las fuentes de luz tradicionales, los leds producen menos contaminantes, como es el dióxido de carbono (CO₂), y no emiten sustancias tóxicas como el mercurio según Almeida, (2019).

El lumen/vatio (lm/W), es una medida de la eficiencia luminosa; para el presente caso, se refiere a los lúmenes por vatio de energía producida y consumida. Nos indica cuanta luz produce una fuente de luz en relación con la cantidad de energía que consume. Cuanto más alto sea el valor de lm/W de una fuente de luz, menos energía consumirá para producir la misma cantidad de luz, esto puede resultar en importantes ahorros de energía y potencia a largo plazo.

Se considera que el uso de fuentes energéticas convencionales a partir de petróleo, carbono y gas en plantas industriales de alimentos, generan impactos negativos al medioambiente según Hernández F. P., (2022). Entonces, la temática planteada para la presente investigación es oportuna ya que la mayoría de las opiniones son favorables para el uso de fuentes y mecanismos alternativos para generar energía y electricidad como son los paneles solares y las luces led.

1.4. Objetivos del estudio

1.4.1. Objetivo general

Analizar el uso de paneles solares y luces led como alternativas medioambientales para la reducción del consumo energético en Plantas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer los costos económicos de adquisición, implementación y mantenimiento de los paneles solares y luces led para reducir el consumo energético en Plantas de procesamiento de enlatados y conservas.

- Detallar las ventajas y desventajas a consecuencia de la utilización de estas alternativas medioambientales energéticas.

1.5. Línea de investigación

El presente caso de estudio se enmarca en el dominio de los recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología; esto corresponde a la línea de Desarrollo Agropecuario, Agroindustrial, Sostenible y sustentable; y, en la sub línea de Procesos Agroindustriales. A través de esta investigación se estudiaron los beneficios, efectos, ventajas, desventajas técnicas y demás propiedades de los paneles solares, luces led y su utilización como alternativas medioambientales para la reducción del consumo energético en Plantas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Medioambiente

2.1.1.1. Electricidad y combustible en el Ecuador

Según Zamora, (2022), menciona que, en el Ecuador, la electricidad y los combustibles juegan un papel clave en la economía y la vida diaria de las personas. La energía se caracteriza por tener diversidad de fuentes, la más importante es la energía hidroeléctrica, seguida de los combustibles fósiles como el carbón, petróleo crudo, gas natural, entre otros. A pesar de contar con abundantes recursos naturales para la producción de energía, el País se enfrenta a desafíos en infraestructura y eficiencia de distribución lo que generalmente provoca interrupciones importantes en el servicio.

En cuanto a los combustibles, el Ecuador es un productor y exportador de petróleo y el petróleo ha sido durante mucho tiempo la principal fuente de ingresos nacionales. Sin embargo, las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo afectan significativamente las cuentas y la economía nacional según Escribano, (2019).

El País está tomando distintas medidas, unas muy drásticas, para diversificar su combinación energética, reducir la dependencia de combustibles fósiles y poder promover distintas energías renovables, y así mejorar con el tiempo la eficiencia energética como parte del desarrollo sostenible según Gutierrez, (2020).

Es evidente que la oferta y el consumo de energía y combustible en el Ecuador cambian constantemente, incluyendo el tipo de energía necesaria, como se utilizan estas y las fuentes de provisión. Los cambios se dan como resultado del apareamiento de nuevas tecnologías, el crecimiento económico y el cambio estructura y comprensión de los ciudadanos del impacto del consumo de energía en la economía y el medio ambiente.

2.1.1.2. Sectores demandantes de electricidad y combustible en el Ecuador

El uso de la energía se divide principalmente en dos formas: la generación de electricidad y la producción-consumo de combustible para la movilidad.

Según Díaz et al., (2022), mencionan que, el sector transporte es el mayor consumidor de energía, con un coste medio de 41,9 millones de BEP en los últimos seis años, seguido de la industria con una demanda media de 16,6 millones de BEP durante el mismo periodo; y, por último, la tercera mayor demanda energética del país proviene del sector residencial, con un valor promedio de 12,3 millones de BEP para la electricidad. Estas industrias crean contaminantes nocivos que impactan el medio ambiente y afectan negativamente al cambio climático.

Un barril de petróleo equivalente (BEP), es una unidad de energía que se libera cuando se queman uno o más barriles en diversas regiones del Ecuador. Para el transporte, se utiliza para comparar el consumo energético de diferentes combustibles como el diésel, la gasolina, gas natural y otros. Es importante evaluar la eficiencia de los distintos vehículos, camiones, y luego tomar decisiones en materia de política energética y de transportes según Salazar et al., (2023).

En la industria los BEP se utiliza para calcular y poder comprar el consumo de energía de diversas fuentes, como carbón, gas natural, electricidad, etc., para el funcionamiento de las distintas máquinas y vehículos, permitiendo evaluar y optimizar el consumo energético. Y en la parte residencial, los contenedores se utilizan para poder calcular el valor de energía consumida en los hogares, comparar los costos y el rendimiento de diferentes tipos de electrodomésticos, lo que ayuda con una planificación energética eficiente y una política de reducción de emisiones.

2.1.2. Productos de enlatados y conservas en el País

2.1.2.1. Elaboración

Según Díaz et al., (2020), mencionan que, el procesamiento de alimentos enlatados y conservas en el Ecuador es una parte importante en la industria alimentaria del País, porque nos permite conservar y utilizar a largo plazo la producción primaria vegetal y animal procesada y facilitar su distribución y consumo. El proceso general que generalmente se sigue para transformar o procesar alimentos son los siguientes:

- Preparación de los alimentos. _ Limpieza, pelado y corte de los distintos alimentos.
- Envasado. _ Estos tipos de alimentos se colocan en frascos, latas u otros recipientes adecuados. Hay que tener en cuenta que estos materiales deben estar limpios y esterilizados.
- Adición de líquido y otros condimentos. _ Dependiendo del tipo de alimento y la receta, se pueden añadir distintos líquidos y condimentos para así mejorar el producto.
- Sellado. _ Los alimentos se sellan herméticamente para evitar cualquier tipo de microorganismo que quiera ingresar.
- Esterilización. _ Los frascos o latas se esterilizan con calor para matar los microorganismos restantes y garantizar una conservación a largo plazo.
- Enfriamiento y etiquetado. _ Los frascos y latas se enfrían y etiquetan con la información del producto respectivo.

Por lo general, depende del alimento y la industria para que haya procesos un poco diferentes, como, por ejemplo, en los alimentos de enlatado de pescado, conservas de frutas y vegetales, entre otros.

2.1.2.2. Funcionamiento de maquinarias a base de electricidad y combustible en el procesamiento de estos alimentos

Según Ulloa et al., (2023), mencionan que, los equipos eléctricos y de combustible desempeñan un papel importante en la industria alimentaria al automatizar tareas repetitivas, acelerar la producción y garantizar una calidad constante del producto final.

Además de la eficiencia, este equipo también ayuda a mejorar la seguridad alimentaria al reducir el riesgo de contaminación cruzada y garantizar una manipulación higiénica de los alimentos durante todo el proceso de producción.

En definitiva, las máquinas eléctricas y de combustible son esenciales en la industria alimentaria porque ayudan a aumentar la productividad, mejorar la calidad y seguridad de los productos y permiten a las empresas adaptarse más eficazmente a la demanda del mercado. Las maquinarias más importantes en el procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador, que funcionan mediante electricidad y combustible son los siguientes:

Tabla 1 Funcionamiento de maquinarias a base de electricidad y combustible

Maquinarias que funcionan con electricidad	Maquinarias que funcionan con combustible
<p>Lavadoras y desinfectadoras: este tipo de maquinarias se utilizan a menudo para poder lavar y clasificar las distintas frutas, verduras y otros tipos de alimentos antes de enlatarlos. Funcionan mediante motores eléctricos que ayudan a impulsar los mecanismos de lavado y clasificación.</p>	<p>Calderas: se utilizan para generar vapor, que a su vez puede utilizarse en diversas etapas del enlatado y conservación, como la esterilización de estos alimentos. Diversas calderas funcionan con combustible como, por ejemplo, el gas natural, diésel e incluso la biomasa.</p>
<p>Líneas automáticas de enlatado: este tipo de equipo se encarga de empaquetar los distintos productos alimenticios procesadores en recipientes de vidrio (frascos) y sellarlos para su adecuada conservación. Estas líneas automáticas funcionan con electricidad.</p>	<p>Hornos de cocción: por lo general, funcionan mediante distintos tipos de combustibles. Se utilizan para esterilizar los distintos tipos de alimentos antes de enlatarlos y llevarlos a las cajas.</p>
<p>Autoclaves o esterilización: se trata de un dispositivo que se utiliza para poder esterilizar productos enlatados, con el propósito de matar microorganismos y garantizar una conservación. Suelen funcionar con un sistema eléctrico para controlar con precisión la temperatura y la presión durante el proceso.</p>	<p>Autoclaves: esta maquinaria no solamente funciona con electricidad, sino que también con combustible. Por lo general es alimentada por combustible como gas natural y diésel.</p>

2.1.2.3. Consumo de electricidad y combustible en el procesamiento de enlatados y conservas

Según Benavidez, (2022), menciona que, los alimentos enlatados y conservas requieren importantes costos de energía y combustible, principalmente cuando en el proceso hay adición de líquidos y otros condimentos y en el enfriamiento y sellado.

Tabla 2 Consumo de electricidad y combustible en la elaboración de enlatados y conservas

Referencia	Electricidad (KWh/día)	Combustible (BEP)	Energía total
Preparación de los alimentos (Limpieza y corte)	1645 KWh/día	125 BEP	1,770
Envasado	557 KWh/día	25 BEP	582
Adición de líquido y otros condimentos	810 KWh/día	710 BEP	1,520
Sellado	610 KWh/día	355 BEP	926
Esterilización	720 KWh/día	501 BEP	1,221
Enfriamiento y sellado	443 KWh/día	360 BEP	803

Para estos procesos las distintas maquinarias requieren un equilibrio de eficiencia energética y seguridad, priorizando métodos que minimicen los residuos y maximicen la productividad.

2.1.2.4. Exportaciones de enlatados y conservas

- Atún enlatado. _ El atún es uno de los productos más comunes en el Ecuador, tanto para el sector residencial en cuanto a consumo como para las exportaciones o ventas al exterior. En los últimos años, las exportaciones del Ecuador hacia los EE.UU. de atún enlatado alcanzaron los 156 millones de dólares, a lo que se suma la venta de lomos de atún fresco y otros derivados totalizando 163,6 millones de dólares según Cifuentes et al., (2022).
- Frutas en conserva. _Se laboran conservas de frutas como el durazno, piña, mangos y ciruelas en almíbar. En el año 2021, las exportaciones de frutas y hortalizas en conserva de Ecuador ascendieron a 229 millones de dólares, el mayor volumen de exportación en tres años y representaron el 1,3% del total de exportaciones según Figueroa, (2021).

- Vegetales enlatados. _Vegetales como maíz, guisantes espárragos, palmito, entre otros, se exportan desde Ecuador. En el año 2023, las exportaciones de vegetales enlatados desde Ecuador ascendieron a 125 millones de dólares, contribuyendo uno de los productos con mayor exportación según Vindas et al., (2022).
- Salsas y condimentos en frascos. _ Salsas como salsa de tomate, ají o salsa de maní, también se exportan desde Ecuador. En el año 2021 al 2023 se exportaron salsas y especias por valor de 7,27 millones de dólares, lo que lo convierte en el 77° exportador de salsas y especias del mundo según Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, (2022).

2.1.2.5. Contaminación ambiental por parte de la electricidad y combustible

La contaminación generada por la generación de electricidad y la utilización de combustible, tanto dentro como fuera de las plantas industriales pueden tener una serie de impactos negativos en el medio ambiente según Martínez et al., (2020).

- Respecto a la electricidad, hay maquinarias que trabajan mediante el uso de la electricidad y áreas de trabajo que necesitan mucha iluminación para sus actividades diurnas y nocturnas. Con el pasar del tiempo la tecnología va cambiando drásticamente, aumentando la demanda de energía lo que causa el aumento del CO₂ y otros distintos contaminantes tóxicos. Las luminarias tradicionales tienen componentes nocivos que son un gran peligro para el medioambiente si no se eliminan con tiempo en base a energías renovables.
- Respecto del combustible, las plantas industriales pueden utilizar éstos dentro y fuera de la industria, ya sea para el funcionamiento de la maquinaria o la movilidad de camiones que transportan estos alimentos. La combustión de estos combustibles puede liberar CO₂, NO_x, SO_x, partículas finas y compuestos volátiles (COV), contribuyendo así la contaminación del aire.
- En cuanto a los impactos locales, las emisiones de gases de efecto invernadero, como consecuencia de quemar combustibles fósiles, y la iluminación de las áreas de trabajo cuyos medios liberan también partículas contaminantes, todo ello tiene impactos negativos en la calidad del aire, el suelo y las vertientes que reciben aguas desechadas del proceso industrial.

2.1.3. Energías en el Ecuador

2.1.3.1. Energías renovables y no renovables

Según Hernández et al., (2022), mencionan que, las fuentes de energías renovables son fuentes que pueden reponerse de forma natural en cortos periodos de tiempo y, por lo tanto, prácticamente se agotan en el tiempo.

Existen distintas fuentes de energías renovables, como son la energía solar (por ejemplo, los paneles solares), energía eólica, energía hídrica, biomasa, biogás, geotérmica, mareomotriz, entre otras fuentes, que pueden ser implementadas en plantas para el procesamiento de enlatados y conservas, para reducir también el alto consumo y costo energético que causan estos procesos según Cervantes, (2021).

Mientras tanto, las fuentes de energía no renovables incluyen fuentes de energía que no siempre están disponibles en la naturaleza en cantidades grandes o limitadas y no pueden ser renovables en el corto plazo. Estas energías se agotan con el tiempo y la utilización de esto tiene un gran impacto negativo en el medioambiente. Los distintos tipos de energía no renovables son: gas natural, petróleo, entre otros según Jaramillo et al., (2022).

2.1.4. La energía solar

2.1.4.1. Energía solar y radiación solar

Según Calderón, (2021), menciona que, la energía solar implica capturar y utilizar la radiación solar para generar energía y electricidad. Este proceso puede darse a través del uso de paneles solares fotovoltaicos que convierten la luz solar en energía y electricidad. En un País como Ecuador, que ocupa una posición geográfica privilegiada, por estar ubicado en la línea ecuatorial, la energía es abundante y tiene un potencial importante para poder disminuir la dependencia de los distintos combustibles según Montes et al., (2022).

Esta tecnología tiene distintas ventajas y desventajas como, por ejemplo, la inconsistencia de generación energética que puede variar según la geografía, el clima y la hora del día, lo que puede dificultar la adecuada funcionalidad de la industria; en cambio, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, entre

otras según Quispe et al., (2022). Esta tecnología solar atraviesa distintos problemas de eficiencia y almacenamiento, lo que podría afectar su viabilidad técnica y económica.

2.1.5. Alternativas ecológicas

2.1.5.1. ¿Qué son los paneles solares?

En un contexto más concreto, los paneles solares son considerados como una fuente de energía limpia y renovable, ya que su fuente principal es el sol, una salida inagotable que no provoca contaminación. Es importante destacar que, en opinión de profesionales los paneles solares tienen un gran potencial y pueden contribuir significativamente a la transición energética justa, sin aumentar el calentamiento global porque no produce gases de efecto invernadero ni subproductos nocivos para el medio ambiente según Yajamín et al., (2023).

2.1.5.2. Controlador de carga

Los controladores de carga son equipos que regulan la corriente que va de los paneles solares al grupo de baterías para que éstas no se sobrecarguen durante el día y que la corriente no fluya en dirección a los paneles y se drene a los transmisores de energía según Bustos et al., (2022).

2.1.5.3. Baterías

La principal función de la batería es almacenar la energía generada por los paneles, se puede utilizar por la noche o en días con poca luz solar, es decir para almacenar el exceso de energía que produce el sistema solar según Pilatasig et al., (2021).

2.1.5.4. Inversor

El propósito del inversor es convertir la energía generada por los paneles solares (corriente continua) en electricidad y luego en corriente alterna para su uso en dispositivos electrónicos; es decir, cuando el panel recibe energía solar y electrones, la reacción produce corriente continua, y ésta se debe convertir en corriente alterna que es lo realizado por los inversores según Gruezo et al., (2022).

2.1.5.5. Tipos de paneles solares

2.1.5.6. Panel solar de silicio monocristalino

Es un dispositivo transformador de energía que convierte la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Funcionan capturando energía de fotones solares y generando electricidad liberando electrones en materiales semiconductores según Iturralde et al., (2022).

2.1.5.7. Panel solar de silicio policristalino

Según Benavides et al., (2022) mencionan que, este panel está hecho de distintos cristales de silicio fundido lo que le da su distintivo aspecto granuloso. Al momento que la luz del sol incide sobre las células fotovoltaicas del panel, los fotones liberan electrones del material semiconductor creando la corriente eléctrica. Este tipo de energía se puede utilizar directamente para alimentar equipos utilizados en enlatados y conservación como sistemas de esterilización, equipos de envasado y refrigeración, etc.

2.1.5.8. Panel solar de capa fina

Los paneles solares de película delgada son una tecnología fotovoltaica que utiliza materiales delgados y flexibles para convertir la luz solar en electricidad, y así reducir el consumo de energía, reducir los contaminantes ambientales y demás efectos que conlleva el procesamiento de elaboración de alimentos según Núñez et al., (2021).

2.1.5.9. Panel solar bifaciales

Al aprovechar la energía solar a través de paneles bifaciales, las empresas conservadoras y enlatados pueden reducir significativamente los costos operativos a largo plazo y sin ningún problema. La implementación de esta alternativa ofrece una solución sostenible y económicamente viable para poder disminuir los costos y mejorar la eficiencia operativa según Padrón et al., (2020).

2.1.5.10. Panel solar de concentración

Estos paneles de concentración son una tecnología de energía solar en un determinado punto pequeño, en el cual, está ubicado un receptor térmico. Este receptor absorbe la energía solar concentrada y la utiliza para poder calentar

un fluido como agua o sales fundidas. El calor generado por dicho receptor se utiliza después para generar vapor que impulsa a una turbina conectada a un generador, y así poder tener electricidad para plantas industriales según Angulo et al., (2020).

2.1.5.11. Panel solar orgánico

Estos paneles están hechos de materiales como, por ejemplo, el silicio. Los paneles orgánicos por lo general utilizan polímeros orgánicos o ciertas moléculas orgánicas para obtener luz solar y así generar electricidad. Se implementan en la infraestructura de la planta para proporcionar energía renovable y así poder reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales según Morales et al., (2021).

Reiterando, los distintos tipos de paneles solares se diferencian por la tecnología utilizada para convertir la energía solar en electricidad; la cantidad de energía que pueden proporcionar estos paneles dependen de varias razones, como la ubicación geográfica, la orientación del panel, su inclinación, la eficiencia energética y las distintas condiciones climáticas locales. A menudo estos paneles se fabrican en industrias especializadas que están ubicadas en China, Estados Unidos y Países Europeos como Alemania, España que se encuentran entre los mayores productores de paneles a nivel mundial según Villarreal et al., (2022).

2.1.5.12. Características de los paneles solares

Los paneles solares son dispositivos diseñados para capturar energía solar y convertirla en electricidad utilizable. Se componen principalmente de células fotovoltaicas que contienen materiales semiconductores como el silicio, que son capaces de generar electricidad cuando se exponen a la luz solar.

Las características clave de los paneles solares incluyen su eficiencia, que determina cuánta energía solar pueden convertir en electricidad; su durabilidad, es decir, su capacidad para soportar condiciones climáticas desfavorables y mantener parámetros constantes en el tiempo; así como su tamaño y diseño, lo que incide en sus capacidades de instalación y en la cantidad de energía que pueden generar en un espacio determinado.

Además, factores como la garantía del fabricante, las capacidades nominales y la tecnología de instalación también son factores importantes a la hora de elegir paneles solares para un sistema de energía solar.

Se mencionan las características fundamentales que tienen los paneles solares para poder implementarlos, y así reducir el consumo de energía y los problemas de cualquier planta industrial según Novoa et al., (2021).

Tabla 3 Características de los paneles solares

Tipo de paneles solares	Potencia W	Vida útil
Panel solar de silicio monocristalino	550 W	25-30 años
Panel solar de silicio policristalino	455 W	25-30 años
Panel solar de capa fina	400 W	25-30 años
Panel solar bifaciales	350	25-30 años
Panel solar de concentración	340 W	25-30 años
Panel solar orgánico	200 W	25-30 años

2.1.5.13. ¿Qué son las luces led?

Según Teneda et al., (2022), mencionan que, la luz es una materia prima indispensable en la industria de alimentos, ya que ayuda a iluminar áreas importantes del trabajo como el espacio de procesamiento de alimentos, el almacenamiento, el control de calidad, entre otras áreas técnicas y administrativas. La iluminación adecuada en el entorno adecuado puede mejorar la concentración, eliminar fallas y mejorar el rendimiento de los trabajadores.

Las luces led se perfilan como una excelente opción para la luminiscencia de las industrias, por lo que es una salida medioambiental frente a la creciente preocupación por los altos niveles de contaminación que han provocado las corrientes luminosas tradicionales de las industrias.

2.1.5.14. Importancia de las luces led en las áreas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador

Los sistemas de iluminación basados en leds son hasta un 80% más eficientes que las fuentes de luz convencionales. La tecnología led ha demostrado ser muy eficiente energéticamente en comparación con las fuentes de luz tradicionales. Del mismo modo, reduce permanentemente el precio de la adquisición de las luces y así permite recuperar la inversión inicial en un plazo de tiempo razonable. Se espera que la iluminación led para plantas procesadoras de alimentos reduzca el consumo de energía en un 20% para los últimos 5 años y hasta un 45% para 2030 según García et al., (2022).

2.1.5.15. Tipos de luces led

2.1.5.16. Luces led blancas brillantes (Áreas de producción y envasado)

Este tipo de iluminación asegura un ambiente controlado y cómodo, mejorando la eficiencia y optimizando los procesos productivos en entornos industriales. Además, su rendimiento energético y durabilidad hacen de estas luces sean una opción sostenible y rentable para el procesamiento de alimentos. La luz blanca también resalta el color del producto en las áreas de procesamiento, facilitando la inspección visual y asegurando la inspección de calidad del producto final según LEDSysecure, (2022).

2.1.5.17. Luces led de alta eficiencia energética (Áreas de almacenamiento y distribución)

Las luces led de alta eficiencia energética proporcionan una iluminación precisa y uniforme, por ejemplo, para el área de elaboración de conservas optimizando las condiciones para el procesamiento y la inspección del producto final. Además, al generar pequeñas cantidades de calor, ayudan a mantener temperaturas adecuadas en el lugar de trabajo, lo cual es importante para la calidad y seguridad de estos alimentos según Arias et al., (2023).

2.1.5.18. Luces led de espectro específico (Áreas de inspección de calidad)

Su baja utilización de energía y larga vida útil las convierten en una opción factible para plantas de procesamiento de enlatados y conservas, pues reducen los costos de operación y mantenimiento a largo plazo. Su diseño compacto y su capacidad para adaptarse a una variedad de configuraciones de iluminación los hacen ideales para su uso en áreas de Industrias según García et al., (2023).

2.1.5.19. Luces led de diseño higiénico (Áreas de seguridad alimentaria)

Las luces led de diseño higiénico son innovadoras ya que ayudan a mejorar poco a poco la higiene y seguridad alimentaria en las distintas plantas industriales de conservas y enlatados en el País. Estas luminarias ayudan a eliminar los microorganismos como bacterias, virus y hongos. En general, el uso de iluminación led en áreas de procesamiento de enlatados y conservas proporciona importantes beneficios en términos de eficiencia energética, durabilidad y calidad de iluminación. Estos sistemas también garantizan seguridad, economía y productividad para la iluminación residencial, y como queda dicho, en el sector industrial según Guzmán, (2023).

2.1.5.20. Características de las luminarias led

Las luces led o led son una forma de iluminación versátil y muy eficiente que ha revolucionado el mundo de la iluminación. Una de sus características más destacables es su eficiencia energética, ya que los leds pueden convertir la mayor parte de la energía que utilizan en luz, en lugar de generar calor como las fuentes de luz tradicionales. Además, las bombillas led duran mucho más que las bombillas incandescentes y fluorescentes, lo que las hace ideales para aplicaciones comerciales, industriales y domésticas.

Otra característica importante es su tamaño compacto y su capacidad de emitir luz en una variedad de colores y tonalidades, lo que le permite crear una iluminación personal y creativa en una variedad de espacios. Además, los leds son resistentes a las vibraciones, no contienen mercurio ni otros materiales tóxicos y se encienden instantáneamente, lo que los convierte en una opción segura y conveniente para muchas aplicaciones de iluminación.

Según García et al., (2020), mencionan que, las características fundamentales que tienen las luces led aprovechables para su implementación industrial y doméstica, y para reducir los problemas medioambientales son los siguientes:

Tabla 4 Características de las luminarias led

Tipo de luminaria led	Flujo luminoso lm	lm/W	Horas útiles
Luces led blancas brillantes	3100 lm	58 lm/W	5000
Luces led de alta eficiencia energética	4000 lm	110 lm/W	5000
Luces led de espectro específico	2450 lm	67 lm/W	5000
Luces led de bajo perfil y diseño higiénico	2663 lm	93 lm/W	5000

2.1.6. Aplicación de las normas y estándares sobre los paneles solares y luces led

Según Montece, (2020), menciona que, las normas y reglamentos para el uso de paneles solares y luces led en plantas de procesamiento de enlatados y conservas varían según la ubicación geográfica y las respectivas regulaciones específicas de los sectores geográficos del País. Por lo consiguiente, existen distintas normas y estándares como los que se citan a continuación:

- Norma ISO 9001: Se trata de garantizar la calidad de los distintos materiales que utilizan para realizar los paneles solares.

- Norma ISO 14001: Esta norma es muy poderosa para garantizar la calidad de los materiales de estas alternativas, no solamente de los paneles solares y así poder tener buenos impactos en el medio ambiente.
- Estándar IEC 61730: Es una norma internacional o estándar para la seguridad de los paneles solares en plantas de procesamiento de alimentos.
- La Norma 29 CFR. 1910.307: Esta norma establece los requisitos de seguridad eléctrica para los lugares de trabajo. Esta norma tiene como propósito garantizar la seguridad de los trabajadores al especificar estándares para la adquisición, implementación y mantenimiento.
- EN 12464-1: Garantiza que las áreas de procesamiento de estos alimentos tengan una buena iluminación.
- IEC 62471: Es específica para la buena seguridad y disposición de lámparas y equipos de iluminación. Al cumplir con este estándar los fabricantes pueden estar confiados de sus productos para la industria de alimentos.

2.2. Marco metodológico

Para realizar el presente caso de estudio, se recopiló información básica y especializada sobre las distintas energías, combustibles y luces led; se indagó el contenido de artículos científicos, revistas, libros y sitios web registrados en publicaciones influyentes como: Scielo, Latindex, Scopus, Dialnet, entre otras fuentes de información relacionadas con el tema de investigado.

2.3. Resultados

2.3.1. Costos económicos

Analizar los costos de adquisición, implementación y mantenimiento de varios paneles solares y luces led para conserveras y plantas de conservas es esencial para evaluar la viabilidad económica y ambiental del despliegue de energía solar en esta industria.

Este análisis incluye calcular no sólo el coste inicial de compra e instalación de paneles fotovoltaicos sino también los costes asociados a la integración del sistema de almacenamiento de energía, la infraestructura necesaria para su despliegue y los costes de mantenimiento a largo plazo.

Además, es importante evaluar el desempeño y eficiencia de cada tecnología dentro del contexto específico de la planta de tratamiento, tomando en cuenta factores como la cantidad de luz solar disponible, los patrones de consumo de energía, la cantidad de iluminación y la demanda.

Tabla 5 Análisis de costos de adquisición, implementación y mantenimiento de los distintos paneles solares para plantas de procesamiento de enlatados y conservas

Tipos de paneles solares	Cantidad	Costo de adquisición	Costo de Implementación	Costo de mantenimiento	Costos acumulados
Panel solar de silicio monocristalino 550 W	1	\$700,00	\$150,00	\$63,00	\$913,00
Panel solar de silicio policristalino 455 W	1	\$650,30	\$145,00	\$56,30	\$851,6
Panel solar de capa fina 400 W	1	\$600,25	\$135,00	\$55,35	\$790,6
Panel solar bifaciales 350 W	1	\$540,20	\$120,00	\$45,20	\$705,4
Panel solar de concentración 340 W	1	\$450,10	\$123,00	\$30,00	\$603,1
Panel solar orgánico 200 W	1	\$220,50	\$125,00	\$25,00	\$370,5

Tabla 6 Análisis de costos de adquisición, implementación y mantenimiento de los distintos tipos de luces led para plantas de procesamiento de enlatados y conservas

Tipos de luces led	Cantidad	Costo de adquisición	Costo de Implementación	Costo de mantenimiento	Costos acumulados
Luces led blancas brillantes 58 lm/W	1	\$89,99	\$30,00	\$15,00	\$134,99
Luces led de alta eficiencia energética 110 lm/W	1	\$110,00	\$55,30	\$25,40	\$190,7
Luces led de espectro específico 67 lm/W	1	\$95,30	\$35,50	\$18,30	\$149,1
Luces led de bajo perfil y diseño higiénico 93 lm/W	1	\$100,00	\$46,20	\$25,00	\$171,2

2.3.2. Ventajas y desventajas de la utilización de paneles solares

Según Gómez, (2021), menciona que, los paneles solares podrían ser una opción muy interesante para las plantas de enlatados y conservas en el Ecuador, aunque existen algunas ventajas y desventajas específicas que deben considerarse para esta opción.

Ventajas

- Reducción de costos operativos. - Los paneles solares pueden proporcionar energía a bajo costo, lo que hace bien a la economía de la industria.
- Sostenibilidad ambiental. -Lo que significa reducir la dependencia de fuentes de energías no renovables.
- Reducción de gases de efecto invernadero. -Reducir los problemas medioambientales que causan daño además a la planta, al sector y al personal trabajador.
- Independencia energética. - O sea, ya no depender de otras fuentes convencionales de generación de energía.
- Incentivos fiscales y financiamiento. -En algunos casos, incluido Ecuador, existen incentivos y estímulos económicos gubernamentales para las industrias que realicen la instalación de paneles solares fotovoltaicos.

Desventajas:

- Costo inicial elevado. - La inversión de los paneles solares puede significar un costo de adquisición, implementación y mantenimiento muy oneroso.
- Dependencia de condiciones climáticas. - Importante destacar que la cantidad de esta clase de energía renovable para las industrias de alimentos, depende de las condiciones climáticas.
- Necesidad de espacio. - Estas alternativas energéticas requieren amplios espacios para su instalación, lo que puede ser un gran desafío en distintas áreas de trabajo.
- Además, requiere un mantenimiento permanente y especializado.

2.3.3. Ventajas y desventajas de la utilización de luces led

Según Mendieta, (2022), menciona que, las luces led podrían ser una opción factible para las plantas industriales de enlatados y conservas en el Ecuador, aunque hay que tomar en cuenta ventajas y desventajas específicas que pueden ser las siguientes:

Ventajas

- Eficiencia energética. - Las luces led tienen alta eficiencia de iluminación a bajo costo lo que significa ahorro económico.

- Vida útil prolongada. - Esto es resultado de la eficiencia técnica, pues la duración de estas luces es mayor que las luces convencionales.
- Menor generación de calor. - Las luces led casi no irradian calor.
- Escaso mantenimiento técnico. - Estas luces casi no demandan mantenimiento en comparación a otras luminarias convencionales.

Desventajas

- Costo económico inicial alto. - Aunque actualmente los costos económicos de estas luminarias han disminuido, aún pueden tener costos elevados, dependiendo de muchos factores.
- Sensibilidad al calor. - Aunque la iluminación led genere menos calor en comparación a otras formas de iluminación, aún puede ser sensible a la iluminación y generación de calor extremo.
- Posible interferencia electromagnética. - Algún tipo de luces led puede generar interferencia electromagnética, lo que podría afectar a equipos sensibles.

2.4. Discusión de resultados

Los resultados del presente estudio develan hallazgos por el uso de paneles solares y luces led como alternativas para la reducción del consumo energético en plantas de procesamiento de enlatados y conservas en el Ecuador lo que podría impactar favorablemente en la sostenibilidad y eficiencia del sector Agroindustrial. A continuación, se discuten estos hallazgos.

- Viabilidad técnica y económica de los paneles solares y luces led

El marco conceptual confirma la viabilidad técnica de la adquisición, implementación y mantenimiento de los paneles solares y luces led. La lectura conceptual sugiere que la mayoría de las plantas industriales procesadoras de alimentos deberían asumir estas alternativas porque en Ecuador la radiación solar es abundante y no tiene costo económico.

Aunque la inversión inicial para implementar estas alternativas fuese onerosa se justifica por los beneficios a largo plazo en términos de ahorro energético y ganancia económica. Esta afirmación sugiere la adopción de paneles solares y luces led como alternativa viable para reducir la dependencia de fuentes

de energía no renovables, mejorar la sostenibilidad energética y la economía de las plantas industriales de procesamiento alimenticio.

- **Ventajas y desventajas de los paneles solares y luces led**

Respecto de las ventajas y posibles desventajas, la literatura citada y los ejemplos encontrados confirman que existen más beneficios que perjuicios; así, por ejemplo, los paneles solares y las luces led tienen confirmada la alta eficiencia en el consumo energético, lo que ayuda al ahorro, también tienen una vida útil prolongada, reducen los gases de efecto invernadero, entre otros beneficios.

- **Impacto ambiental positivo de estas alternativas medioambientales**

Respecto del impacto ambiental, la literatura y los ejemplos citados en este documento confirman que los paneles solares y luces led propician la reducción significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero y disminución de la huella de carbono asociadas con el consumo energético. Esto demuestra también que el potencial de estas tecnologías alternativas contribuye a la mitigación del cambio climático y promoción de buenas prácticas sostenibles al sector agroindustrial.

- **Desafíos y oportunidades**

A pesar de los beneficios evidentes y la viabilidad técnica económica de estas alternativas, se identifican desafíos potenciales en la instalación de paneles solares y utilización de luces led, como son: la necesidad de una inversión económica inicial alta, la disponibilidad o no de financiamiento y tener o no mano de obra calificada.

Conforme a las políticas de los Ministerios de Energía y Electricidad de Ecuador, estos desafíos pueden ser mitigados con apoyo gubernamental, con crédito, con incentivos fiscales y programas de capacitación tecnológica en SECAP. Además, la adopción de tecnologías alternativas y amigables con el medio ambiente pueden abrir nuevas oportunidades de mercado y mejorar la imagen corporativa de las empresas agroindustriales de Ecuador.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

En base a la investigación realizada, los resultados obtenidos y su relación con los objetivos planteados en el presente caso de estudio, se puede concluir que tanto la adquisición, montaje y mantenimiento de paneles solares y luces led son opciones técnicamente viables para sustituir sistemas energéticos y de iluminación tradicionales, y reducir los costos económicos de estos equipos.

Aunque al principio se requiere una inversión económica considerable, en términos de ahorro económico a mediano plazo, costos operativos y retorno de la inversión económica, justifican su implementación. Se evidencia que instalar estos equipos también ayuda a disminuir los problemas medioambientales asociados a las energías convencionales. El bajo costo económico por mantenimiento es otra razón para que las plantas industriales ecuatorianas opten por estas nuevas alternativas energéticas e iluminación.

3.2. Recomendaciones

En base a los resultados y las conclusiones de este caso de estudio sobre el uso de paneles solares y luces led, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Implementación gradual

Se recomienda que las empresas agroindustriales consideren la implementación gradual de estas nuevas tecnologías energéticas, pudiendo iniciar con proyectos piloto en áreas específicas de las instalaciones industriales; esto permitirá evaluar el desempeño de los equipos y los beneficios de las tecnologías, antes de una implementación a gran escala.

- Análisis de viabilidad individual

Cada planta de procesamiento industrial debe llevar a cabo un análisis de desempeño individual para determinar la idoneidad de la instalación de los paneles solares y luces led; esto incluye considerar factores como la disponibilidad de espacio, cantidad de solar, patrones de consumo energético y los costos financieros asociados.

- **Evaluación de incentivos y financiamiento**

Se recomienda que las empresas exploren opciones de financiamiento disponibles, como préstamos blandos, subsidios gubernamentales y programas de incentivos fiscales para proyectos de eficiencia energética; lo que puede incluir la posibilidad de asociarse con instituciones financieras u ONG favorecedoras de la protección ambiental que también premian económicamente la disminución de la huella de carbono utilizando tecnologías amigables con el ecosistema.

- **Sistema continuo**

Se debe establecer un sistema continuo de monitoreo y evaluación para monitorear el desempeño de las tecnologías recientemente introducidas y hacer los ajustes necesarios. Este proceso nos permitirá identificar las distintas oportunidades de mejora y aumentar los diferentes beneficios económicos y medioambientales de nuestras inversiones futuras.

- **Participación en programas de certificación**

Para poder demostrar el compromiso con la sostenibilidad, las empresas industriales pueden considerar la participación en programas de certificación medioambiental reconocidos internacionalmente, como las ISO 14001, ISO 9001, Estándar IEC 61730, entre otras normas asociadas. Esto no solo mejora la reputación corporativa industrial, sino que también abre nuevas oportunidades de mercado y relaciones con clientes y socios comerciales.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

- Almeida, H. V. (2019). Análisis de los Beneficios Económicos y Sociales para la Implementación de Iluminación LED en el Alumbrado Público. *INSTA Magazine I+D.*, 5-7. Obtenido de <http://revista.redinsta.com/index.php/instamagazine/article/view/11>
- Angulo, J., Calsi, B., Alfaro, E., Conde, L., Muñoz, E., Grieseler, R., & Guerra, J. (2020). Estudio del efecto del polvo y estimación de la potencia nominal en un string fotovoltaico. *Tecnia-Scielo*, 30(1), 5-7. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132020000100027
- Arias, F., & Freire, A. (2023). Study of Energy Performance Indicators (EnPI) of a Basic Hospital in. *Revista Técnica energía-Scielo*, 0(20), 8-10. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922023000200033
- Bajaña, C. P. (2019). Guía detallada: Energía. *Travelif estay better*, 5-12. Obtenido de <https://travelifestaybetter.com/wp-content/uploads/2019/02/17-ES-Detailed-Guide-Energy.pdf>
- Benavides, J., Díaz, R., Roig, A., & Vaillant, L. (2022). Electroluminiscencia de módulos de silicio policristalino. *Ingeniería Energética-Scielo*, 43(2), 11-20. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012022000200060
- Benavidez, C. (2022). Revisión sobre las tecnologías emergentes no térmicas para el procesamiento de alimentos. *Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25(0), 3-14. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v25/1405-888X-tip-25-e459.pdf>
- Blanco, E. E., Solano, E. F., & Jaimes, J. B. (10 de 02 de 2020). Estudio para la generación de energía por un sistema con paneles solares y baterías. *Revista Ingenio*, 1(17), 9-14. Obtenido de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2392>

- Bustos, L., Sepúlveda, S., Guevara, D., & Medina, B. (2022). MPPT Charge Controller with State of Charge Estimation Method based on Ampere-Hour Counting and Open Circuit Voltage. *Ingeniería-Scielo*, 28(2), 7-19. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v28n2/0121-750X-inge-28-02-e18722.pdf>
- Calderón, J. B. (2021). ATLAS del sector eléctrico ecuatoriano. En J. B. Calderón, *ATLAS del sector eléctrico ecuatoriano* (págs. 55-146). Ecuador: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/04/Atlas2021.pdf>
- Centeno, J. A., Chalar, W. L., Quiñonez, H. V., Guagua, E. Q., & Santi, F. G. (30 de 05 de 2023). Análisis del sistema de alumbrado público de tipo sodio, mercurio y led con paneles fotovoltaicos. *Engineering & Techology Studies*, 3(1), 6-20. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/378152583_Analisis_del_sistema_de_alumbrado_publico_de_tipo_sodio_mercurio_y_led_con_paneles_foto_voltaicos
- Cervantes, X. G. (2021). La Generación Distribuida y las Fuentes Renovables de energía en el Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 5-12. Obtenido de <file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/Dialnet-LaGeneracionDistribuidaYLasFuentesRenovablesDeEner-8229636.pdf>
- Cifuentes, C., & Rincón, M. (2022). Análisis del contenido de ácidos grasos y estimación de índices de calidad nutricional en conservas de atún. *Revista chilena de nutrición-Scielo*, 59(5), 13-22. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182022000600588
- Díaz, J. F., Peñaherrera, P. R., Constante, J. A., & Fonseca, J. P. (2022). Balance Energético Nacional. En I. d. Energético, *BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL* (Vol. 0, págs. 28-160). Ecuador. Obtenido de https://www.celec.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Balance-Energetico-Nacional-%0A%0ABEN-2022_.pdf.

- Díaz, M., & Glaves, A. (2020). Relación entre consumo de alimentos procesados, ultraprocesados y riesgo de cáncer: una revisión sistemática. *Revista chilena de nutrición-Scielo*, 47(5), 3-14. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000500808
- Escribano, G. (2019). Ecuador y los subsidios a los combustibles. *Ral instituto elcano*, 0, 7-10. Obtenido de <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2021/11/ari110-2019-escribano-ecuador-y-los-subsidios-a-los-combustibles.pdf>
- Figuroa, K. (2021). Aplicación de altas presiones y otras tecnologías en frutas como alternativa de tratamientos térmicos convencionales. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial-Scielo*, 19(2), 4-15. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612021000200271
- García, A., León, E. d., & Tessore, R. (2023). Decálogo de buenas prácticas para el uso y mantenimiento de las Unidades de Fotocurado LEDs. *Odontoestomatología-Scielo*, 6-18. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392023000101326
- García, E., & González, A. (2020). Solución de iluminación eficiente energéticamente para una vivienda sustentable. *Ingeniería Energética-Scielo*, 41(2), 5-22. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012020000200001
- García, M., Montano, B., & Melgarejo, J. (2022). The feasibility of self-consumption of energy by solar panels in water services in Spain. *CENACE operador nacional de electricidad*, 0(19), 9-18. Obtenido de <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/533/757>
- Gobierno del Ecuador. (2022). Consumos de energía por sector y fuente. En B. E. NACIONAL. Santa Elena - Ecuador: Ministerio de Energía y Minas. Obtenido

de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/capitulo4.pdf>

Gómez, J. F. (2021). Eficiencia energética en el sector industrial. En J. F. Gómez, *CUADERNOS ORKESTRA* (págs. 14-114). Ecuador: ORKESTRA-INSTITUTO VASCO DE COMPETITIVIDAD . Obtenido de <https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

Gruezo, D., & Solis, V. (2022). Inversores inteligentes de energía solar fotovoltaica. *Polo del Conocimiento-Dialnet*, 7(4), 15-21. Obtenido de <file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/Dialnet-InversoresInteligentesDeEnergiaSolarFotovoltaica-8483048.pdf>

Gutierrez, C. (2020). Energía, sociedad y ambiente. En M. d. Renovables, *Balance Energético Nacional* (págs. 17-30). Guayas-Ecuador. Obtenido de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/01-CAPI%CC%81TULO-01BEN-2020-Web-17-46.pdf>

Guzmán, A. (2023). Óptica y fotónica: ciencia y tecnología de la luz. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Scielo*, 46(181), 5-19. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082022000400920&lng=en&nrm=isohttps://www.cronica.com.mx/academia/luz-optica-fotonica-tecnologia-optica-actual.htmlhttps://www.revistahypatia.org/~revistah/index.php?option=com_content&vie

Hernández, F. P. (2022). Fuentes energéticas renovables en Ecuador. Perspectivas a futuro. *Polo del Conocimiento*, 7, 1382-1394. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3798>

Hernández, H., Jiménez, A., & Mendoza, D. (2022). Energía renovable y el derecho internacional energético. *Justicia-Scielo*, 27(41), 150-160. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-74412022000100150

- Iturralde, L., Jiménez, R., Molina, E., & Lorenzo, A. (2022). Potencialidades de generación fotovoltaica sobre la cubierta del edificio CRAI de la Universidad de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad-Scielo*, 14(3), 14-22. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000300318
- Jaramillo, C., Benitez, J., Echeverria, D., Cepeda, J., & Arcos, H. (2022). Impact Analysis of non-conventional renewable energies on the long-term operational planning of the National Interconnected System using the SimSEE platform. *Revista Técnica energía-Scielo*, 19(1), 8-11. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922022000200042
- LEDSylsecure. (2022). iluminación led para áreas clasificadas. *SYLVANIA*, 0(0). Obtenido de <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2022/06/Cat%C3%A1logo-Led-Sylsecure.pdf>
- Martínez, M., Celad, A., Tamayo, G., Méndez, Á., & Hernández, N. (2020). Beneficios ambientales y económicos al optimizar el sistema de combustión de un generador de vapor. *Ingeniería, investigación y tecnología-Scielo*, 21(2), 3-12. Obtenido de <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/2020/v21n2-09.pdf>
- Mendieta, M. (2022). Desventajas de los LEDs. *DOCPLAYER*, 4(12), 10-18. Obtenido de <https://docplayer.es/14413596-Desventajas-de-los-leds.html>
- Montece, C. (2020). Guía Técnica de Iluminacion. En C. Montece, *SYLVANIA* (págs. 19-36). Ecuador: INVESTIGACIÓN & DESARROLLO. Obtenido de <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-Sylvania.pdf>
- Montes, J., Valle, B., & Rodríguez, R. (2022). Energía solar como responsabilidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(0), 8-11. Obtenido de <file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/3282-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6438-3-10-20221116.pdf>
- Morales, D., & Pozo, F. D. (2021). Una breve introducción a la electrónica orgánica: celdas solares y transistores. *Maskay-Scielo*, 11(2), 18-23. Obtenido de

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-67122021000200014

Novoa, J., Alfaro, M., & Alfaro, I. (2021). Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables. *Educación química-Scielo*, 31(2), 5-16. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v31n2/0187-893X-eq-31-02-22.pdf>

Núñez, W., Durandal, E., & Fernández, M. (2021). Desarrollo de un prototipo de limpieza de paneles fotovoltaicos. *Acta Nova-Scielo*, 10(2), 13-25. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892021000200147

Padrón, L., Gutiérrez, L., Hidalgo, R., & Incera, C. d. (2020). Uso de paneles bifaciales en sistemas fotovoltaicos de ángulo fijo y de seguimiento horizontal de un eje. *Ingeniería Energética-Scielo*, 41(3), 9-17. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012020000300008

Pilatasig, E., & Valenzuela, A. (2021). Ubicación de paneles solares a la red de distribución de corriente continua de medio voltaje considerando cargas en DC. *Iteckne-Scielo*, 18(2), 3-9. Obtenido de <file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/2563-Article%20Text-5611-2-10-20220131.pdf>

Potes, P., & Proaño, X. (2020). Design of a Photovoltaic System Connected to the Grid in the Engineering Faculty Facilities of the Technical University of Cotopaxi. *Revista Técnica energía (Scielo)*, 16, 148-157. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2602-84922020000100148&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Quispe, L., & Sotomayor, G. (2022). Determinación y análisis temporal de la radiación solar global en el Altiplano de Puno. *Revista chilena de ingeniería-Scielo*, 30(1), 10-13. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v30n1/0718-3305-ingeniare-30-01-69.pdf>

- Rodríguez, J. (2024). La radiación solar en extremo ultravioleta: implicaciones. *Brasileira de Ensino de Física-SciELO*, 47(0), 5-7. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbef/a/cJ75f6Nk3pvFNHMg76c3cCg/?lang=es&format=pdf>
- Salazar, A., & Ayón, M. (2023). Los ingresos petroleros y su impacto en las finanzas públicas del Ecuador. (80, Ed.) *Polo del Conocimiento*, 8(3), 6-14. Obtenido de [file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/Dialnet-LosIngresosPetrolerosYSuImpactoEnLasFinanzasPublic-9285438%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/Dialnet-LosIngresosPetrolerosYSuImpactoEnLasFinanzasPublic-9285438%20(1).pdf)
- Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. (2022). ELABORACIÓN DE ESPECIAS, SALSAS Y CONDIMENTOS. *Corporación Financiera Nacional*, 12(0), 9-20. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-4-trimestre/Ficha-Sectorial-Elaboracion-de-Especias-Salsas-y-Condimentos.pdf>
- Teneda, F. V., Barba, D. V., & Noguera, Y. U. (2022). Caracterización de la Calidad de Energía en focos incandescentes, Fluorescentes, Inducción y Led. *CIENCIAS DE LA ENERGIA Y APLICADAS*, 117-133. Obtenido de https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/6577
- Ulloa, R., & Tinoco, M. (2023). Rentabilidad empresarial al importar maquinaria industrial para la empresa O'ringsline. *Digital Publisher*, 8(3), 8-13. Obtenido de <file:///C:/Users/Aylleene%20Ruiz/Downloads/Dialnet-RentabilidadEmpresarialAlImportarMaquinariaIndustr-9124168.pdf>
- Valverde, A. A. (13 de 09 de 2022). Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: Una revisión de la literatura. *ResearchGate*, 10(3), 10-22. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/364056360_Efectividad_de_fotopolimerizacion_usando_lamparas_led_Una_revision_de_la_literatura/citations

- Villarreal, J. A., Astudillo, J. R., Játiva, L. Á., & Aguinaga, F. B. (2022). Los paneles solares como elementos sostenibles del turismo en zonas costeras. *Polo del conocimiento*, 957-969. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042468>
- Vindas, R., Vargas, D., & Brenes, J. (2022). Consumo de alimentos altamente procesados y de alta palatabilidad y su relación con el sobrepeso y la obesidad. *Población y Salud en Mesoamérica-Scielo*, 19(2), 13-24. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-02012022000100355
- Yajamín, G. I., Carrión, D. C., Gualán, D. V., Zurita, R. B., & Carrion, H. C. (2023). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7, 9493-9509. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/6835/10387/>
- Zamora, A. O. (2022). La eficiencia energética, Desafíos y oportunidades en Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 8(2), 5-8. Obtenido de <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2714/6197>

4.2. Anexos

Ilustración 1 Electricidad y combustible

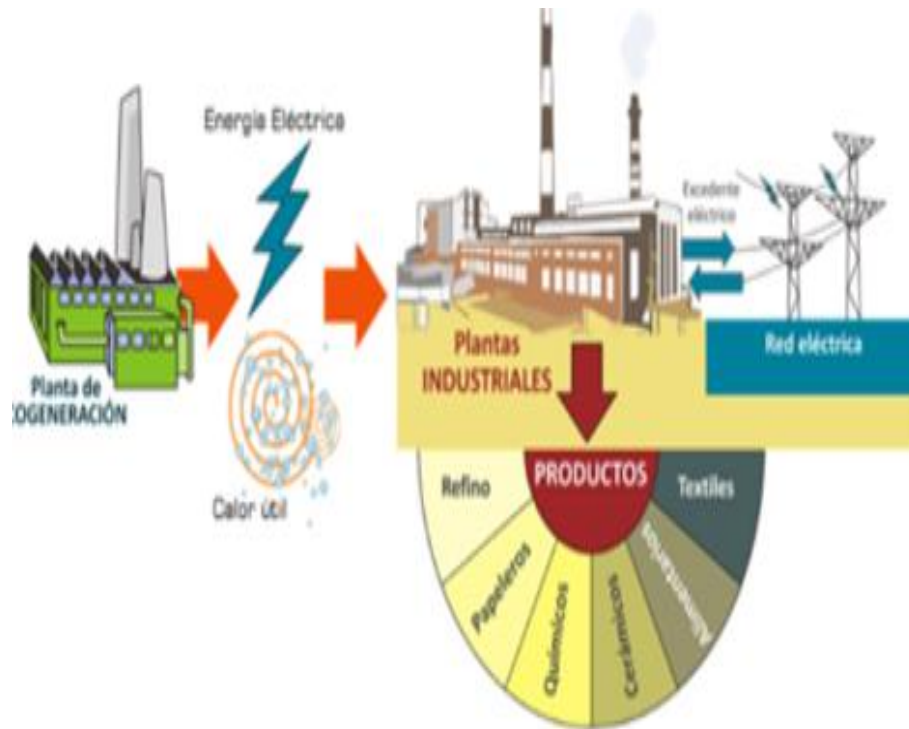


Ilustración 2 Sectores demandantes de energía



Ilustración 3 Energías renovables y no renovables



Ilustración 4 Energía solar y radiación



Ilustración 5 Tipos de paneles solares



Ilustración 6 Tipos de luces led

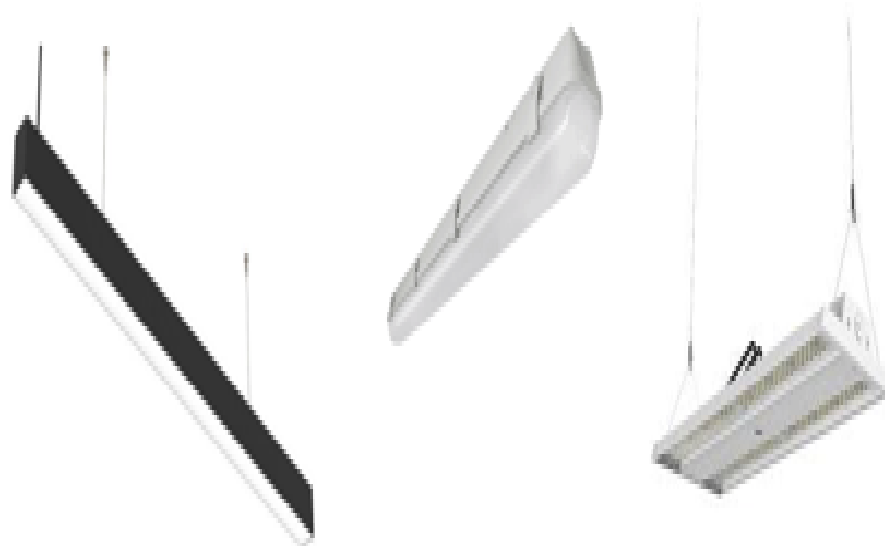


Ilustración 7 Aplicación de las normas y estándares sobre los paneles solares y luces led



Ilustración 8 Ventajas y desventajas de la utilización de los paneles solares y luces led

