

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

FACULTAD DE INGENIERIA

“PROYECTO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA MEJORAMIENTO DE
ILUMINACION PLANTA REMANUFACTURA VALDIVIA”

Ricardo Augusto Isla Montesinos-13.305.758-7

Patricio Alejandro Muñoz Montenegro-12.659.820-3

2018

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

FACULTAD DE INGENIERIA

**“PROYECTO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA MEJORAMIENTO
DE ILUMINACION PLANTA REMANUFACTURA VALDIVIA”**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero Civil Industrial.

Profesor: Cristian Eduardo Vergara Ocampo

10.022.802-5

Ricardo Augusto Isla Montesinos-13.305.758-7

Patricio Alejandro Muñoz Montenegro-12.659.820-3

2018

RESUMEN.

El presente proyecto se denomina “Factibilidad técnico-económica mejoramiento de la iluminación planta Remanufactura Valdivia” el cual se realizará en el actual galpón del proceso productivo ubicado en la región de Los Ríos, y que cuenta con 189 equipos de iluminación y de tecnología obsoleta en una superficie de 24.000 m² (vapor de mercurio/haluro metálico) y en proceso de descatalogación. Estos equipos se caracterizan por un alto consumo eléctrico, con altas y riesgosas temperaturas de operación riesgosas para un proceso maderero. Se estima que, a través de la innovación tecnológica, se pueden llegar a reducir los costos en un 63%, por concepto de consumo eléctrico en iluminación, lo que nos exige evaluar alternativas técnicas que permitan mejorar las condiciones actualmente existentes.

El objetivo central del proyecto es evaluar técnica y económicamente la factibilidad de mejorar las condiciones de iluminación del galpón, a través de la implementación de un proyecto de innovación que incorpora elementos tecnológicos de última generación, los que permitirán disminuir el gasto en consumo de energía y mantención por lo menos en un 50%, lo cual es un aporte directo al manejo de costos de la planta.

De las diferentes ofertas de tecnologías y equipos, se determina que la mejor opción es la tecnología LED, dado que presenta mejores resultados con relación al consumo eléctrico (Watts), la relación de lúmenes por cada watt consumido (Lúmenes/Watt), la vida media útil del equipo (Horas), la Temperatura exterior irradiada por el equipo y la proyección de la tecnología en el tiempo (°C). Por su parte, dentro de los equipos de tecnología LED, también se consideraron otros factores como el color de la luz (°K), capacidad de reproducción de colores (IRC), ángulo de difusión (°) y el precio (USD).

En consecuencia, a partir del análisis del estudio se puede afirmar que la propuesta de cambio de luminarias de Vapor de Mercurio/Haluro Metálico a luminarias de tecnología LED en planta, presenta un ahorro anual de \$USD 52.000 y con una recuperación de la inversión en 2 años, lo que representa para la empresa una propuesta económicamente rentable y coherente con el enfoque RSE que lleva la compañía Arauco, utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente.

SUMMARY.

The present project is called "Technical-economic feasibility improvement of lighting Remanufactura Valdivia plant" which will be made in the current warehouse of the production process located in the region of Los Rios, and has 189 lighting equipment and obsolete technology in an area of 24,000 m² (mercury vapor / metal halide) and in process of decatalogation. These equipment are characterized by a high electrical consumption, with high and risky operating temperatures that are risky for a timber process. It is estimated that, through technological innovation, costs can be reduced by 63%, by way of electricity consumption in lighting, which requires us to evaluate technical alternatives to improve existing conditions.

The central objective of the project is to evaluate technically and economically the feasibility of improving the lighting conditions of the house, through the implementation of an innovation project that incorporates state-of-the-art technological elements, which will allow to reduce the expenditure on energy consumption and maintenance at least 50%, which is a direct contribution to the management of plant costs.

Of the different offers of technologies and equipment, it is determined that the best option is LED technology, given that it has better results in relation to electrical consumption (Watts), the ratio of lumens for each watt consumed (Lumens / Watt), life useful average of the equipment (Hours), the external temperature irradiated by the equipment and the projection of the technology in time (° C). On the other hand, within LED technology equipment, other factors were also considered, such as the color of the light (° K), the ability to reproduce colors (IRC), the diffusion angle (°) and the price (USD).

Consequently, from the analysis of the study it can be affirmed that the proposed change of Mercury Vapor / Metal Halide luminaires to LED technology luminaires in the plant, presents an annual saving of \$ USD 52,000 and with a recovery of the investment in 2 years, which represents for the company an economically profitable proposal and consistent with the CSR approach carried out by the company Arauco, using environmentally friendly technologies.

INDICE DE CONTENIDOS.

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES.

1.1	Introducción.	pág. 1
1.2	Definición del problema.	pág. 2
1.3	Justificación.	pág. 3
1.4	Objetivos.	pág. 4
1.4.1	Objetivo General.	pág. 4
1.4.2	Objetivo específico.	pág. 4
1.5	Alcances y limitaciones.	pág. 5
1.5.1	Alcances.	pág. 5
1.5.2	Limitaciones.	pág. 5
1.6	Marco de referencia.	pág. 6
1.7	Metodología.	pág. 7

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANALISIS DE PROCESOS.

2.1	¿Quién es Arauco?	pág. 8
2.2	Mapa del proceso.	pág. 10
2.3	Situación actual.	pág. 11

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.

3.1	Revisión de la oferta disponible en el mercado.	pág. 12
3.2	Selección de las opciones con mejor desempeño.	pág. 13
3.2.1	Comparación entre tecnologías.	pág. 13
3.2.2	Factores técnicos relevantes.	pág. 14
3.2.2.1	Flujo luminoso.	pág. 14
3.2.2.2	Eficacia luminosa.	pág. 14
3.2.2.3	Índice de reproducción cromática.	pág. 14

3.2.2.4 Temperatura de color.	pág. 14
3.2.2.5 Vida media.	pág. 14
3.2.2.6 Vida económica o útil.	pág. 14
3.2.3 Pruebas de desempeño.	pág. 15
3.2.4 Comparación entre equipos LED.	pág. 17

CAPITULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO.

4.1. Recopilación de la información y análisis previo.	pág. 18
4.1.1. Inversión	pág. 18
4.1.2. Ingresos	pág. 19
4.1.2.1 Ahorro por la disminución del gasto en energía eléctrica.	pág. 19
4.1.2.2 Ahorro por la disminución del gasto en mantenimiento.	pág. 19
4.1.2.3 Ahorro total.	pág. 20
4.1.3. Parámetros de Evaluación.	pág. 21
4.1.4. Estado de Resultados y Flujo de Caja.	pág. 22

CAPITULO V: IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA DE MEJORA.

5.1 Implementación del proyecto en Planta Remanufactura Valdivia.	pág. 23
5.2 Implementación del proyecto en otras plantas de la empresa.	pág. 23

CAPITULO VI: CONCLUSIÓN.

pág. 24

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA.

pág. 25

INDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1 Gasto 2017 por concepto de energía eléctrica y mantenimiento	pág. 11
Tabla 3.1 Clasificación de los tipos de fuentes de luz	pág. 12
Tabla 3.2 Comparación entre tecnologías de fuentes de luz	pág. 13
Tabla 3.3 Cuadro comparativo entre equipos LED	pág. 17
Tabla 4.1 Inversión	pág. 18
Tabla 4.2 Ahorro por disminución del gasto en energía eléctrica	pág. 19
Tabla 4.3 Ahorro por disminución del gasto en energía eléctrica	pág. 19
Tabla 4.4 Ahorro total	pág. 20
Tabla 4.5 Parámetros para el flujo de caja	pág. 21
Tabla 4.6 Parámetros para el flujo de caja	pág. 21
Tabla 4.7 Estado de Resultados y Flujo de Caja	pág. 22

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 2.1 Presencia de ARAUCO en el mundo	pág. 8
Figura 2.2 Visión de ARAUCO	pág. 8
Figura 2.3 Planta Aserradero y Remanufactura Valdivia	pág. 9
Figura 2.4 Mapa de proceso Planta Remanufactura Valdivia	pág. 10
Figura 3.1 Explicación de los tipos de fuentes de luz	pág. 12
Figura 3.2 Medición de consumo de corriente de los equipos	pág. 15
Figura 3.3 Medición de temperatura exterior de los equipos	pág. 15
Figura 3.4 Revisión del diseño constructivo de los equipos	pág. 16
Figura 3.5 Prueba de desempeño en terreno de los equipos	pág. 16
Figura 3.6 Medición del flujo luminoso (lux) de los equipos	pág. 16
Figura 5.1 Implementación del proyecto en Planta Remanufactura Valdivia	pág. 23
Figura 5.2 Implementación en Planta Aserradero El Colorado y Horcones 2	pág. 23

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES.

1.5 Introducción.

El mundo está constantemente cambiando y con él, las preferencias de los consumidores, las tecnologías, los precios y los marcos regulatorios que se traducen en normativas ocupacionales y ambientales. Pero sin duda, cada compañía busca incansablemente contar con las mejores condiciones en sus líneas de producción con el objetivo de tener procesos productivos eficientes y competitivos, pero a su vez más preocupados por sus trabajadores y amigables con el medio ambiente.

El mundo industrial no está ajeno a estos cambios y en la medida que estos ocurren, deben adaptarse a los nuevos tiempos, realizando modificaciones a sus estrategias de negocios de tal manera de ser sustentables en el tiempo. Las mejoras en los procesos productivos sin duda incorporan mayor valor a los productos de la compañía.

El presente proyecto de evaluación de prefactibilidad técnica y económica, va de la mano con esta tendencia pues busca generar a través del reemplazo de 189 equipos de iluminación de Vapor de Mercurio/Haluro Metálico por equipos de tecnología EFICIENTE, una mejora en la utilización del recurso energético reduciendo de paso, los costos de operación y de mantenimiento, pero su vez, entregando una importante mejora en las condiciones de luminosidad, seguridad, salud ocupacional y medioambientales, al interior del proceso productivo.

1.2 Definición del problema.

En la actualidad el galpón del proceso productivo de Remanufactura Valdivia ubicado en la región de Los Ríos, cuenta con 189 equipos de iluminación y de tecnología obsoleta (haluro metálico) en una superficie de 24.000 m² los cuales están en proceso de descatalogación, son de alto consumo eléctrico, alcanzan temperaturas de operación muy altas y riesgosas para un proceso maderero (80°C), muchos de ellos no cuentan con su pantalla de protección (riesgo para las personas y las instalaciones, al estar expuesta la ampolleta incandescente), en muchos puntos del proceso productivo no llegan al nivel de iluminación mínimo requerido por el DS594 (300 lux en zonas de trabajo y 150 lux en pasillos) y además, no son amistosos con el medio ambiente (contienen mercurio).

Se estima que, a través de la innovación tecnológica, se pueden llegar a reducir los costos por consumo eléctrico en iluminación, en un 63%. Todo lo anterior nos invita a evaluar alternativas y técnicas que permitan mejorar las condiciones actualmente existentes y que vayan en línea con las nuevas tendencias mundiales asociadas al uso eficiente de la energía y por ende la reducción de costos por este concepto.

Por lo tanto, consideramos que nuestra propuesta de evaluar la prefactibilidad técnica y económica de remplazar en su totalidad los equipos de tecnología obsoleta por equipos de tecnología EFICIENTE más eficientes en el uso de la energía es interesante para la planta.

1.3 Justificación.

Consideramos que el proyecto de inversión se hace necesario, pues la incorporación de equipos de iluminación de tecnología más eficiente en las dependencias de planta Remanufactura Valdivia, representará un beneficio en costos, en seguridad, medio ambiente y además, fijará el modelo a seguir en el resto de las operaciones que la compañía posee en otras instalaciones. A continuación, describiremos aproximaciones de los posibles beneficios a la compañía.

- Se espera que se produzca un menor consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación, proyectado en un 63% menos al ocupar la mitad de la energía que los actuales equipos, disminuyendo en forma directa los costos de producción.
- El proyecto logrará mayor duración de las luminarias, contando con un mínimo de 100.000 horas (10 años) contra las 10.000 horas (1 año) que estadísticamente duran los actuales equipos, generando menores costos en planes de mantención y reparación.
- Permitirá reducir las acciones de mantención, ya que solo se les debe efectuar limpieza al menos 1 vez a año. Idealmente cada 6 meses (por seguridad). Esto disminuye considerablemente los costos de mantención y el índice de riesgo por trabajo en altura (sobre 8 metros)
- Acceder a mejor iluminación en la planta, a menor consumo presentan mejor eficiencia lumínica lo cual permite cumplir con el DS594 que exige cómo mínimo 300 lux en puestos de trabajo.
- Contar con menor temperatura máxima exterior irradiada, 40°C contra los 80°C de los equipos actuales, lo que reduce el riesgo de incendio al haber menos temperatura irradiada.
- Mas amistosos con el medio ambiente al no al utilizar mercurio como los equipos actuales.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar técnica y económicamente, la factibilidad de mejorar las condiciones de iluminación del galpón de Planta Remanufactura Valdivia, a través de la implementación de un proyecto de innovación incorporando elementos tecnológicos de última generación, los cuales son más seguros para los trabajadores, amigables con el medio ambiente y por sobre todo con un nivel de consumo de energía de un 50% menos, lo cual es un aporte directo al manejo de costos de la planta.

1.4.2 Objetivo específico.

Diagnóstico para la implementación de un piloto de las condiciones de iluminación a mejorar en el galpón de la Planta Remanufactura Valdivia, identificando con claridad cuál será el aumento en la luminosidad y elaborar un estudio económico con el objetivo de determinar el impacto en los costos de producción de la planta, y como esta mejora los resultados financieros de esta.

1.5 Alcances y limitaciones.

1.5.1 Alcances.

La siguiente evaluación, basará sus esfuerzos en poder fundamentar cuáles serían los factores productivos favorecidos y como estos impactarán en los resultados económicos de la planta. Daremos un fuerte énfasis en el estudio técnico y económico a realizar, incorporando un análisis de la actual situación y como la implementación de la mejora tecnológica impactará positivamente en la operación de la planta.

1.5.2 Limitaciones.

Al momento de evaluar si existirán limitaciones en el diseño, financiamiento y ejecución del proyecto, preliminarmente se visualizan pocos elementos que nos puedan generar dificultades en la implementación, sin embargo, uno de los factores que se evalúan son el financiamiento de la iniciativa, y además, las posibles trabas legales o de normativa, las cuales deben ser analizadas en profundidad. Se espera que este proyecto, posterior a su ejecución, sea replicado en otras instalaciones de la compañía.

La evaluación de costos se realizará en moneda local y sujetos a los costos de energía existentes en Chile, por lo cual el acceso a la información económica y financiera estará disponible para realizar la evaluación correspondiente.

1.6 Marco de referencia.

- 1- Seminarios sobre eficiencia energética e ISO 50001 dictados por la Agencia de Eficiencia Energética (<https://www.acee.cl/>)
- 2- Caso práctico de la implementación de la norma ISO 50001 en el Terminal Portuario de Arica (www.tpa.cl)
- 3- Decreto Supremo N° 594. Reglamento Sanitario sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (<http://www.ispch.cl/documento/18461>)

1.7 Metodología.

La metodología por utilizar se describe en los siguientes pasos. Se estima que el plazo estimado para la realización de las actividades definidas será de 3 meses.

- 1- Estudio de los factores más importantes que influyen en la evaluación de desempeño y durabilidad de un equipo de iluminación.
- 2- Contacto con proveedores de equipos de iluminación EFICIENTE para explicarles el alcance del proyecto e invitarlos a participar del mismo, mediante el suministro de equipos en demostración revisando sus fichas técnicas y realizando pruebas en terreno de acuerdo a lo que se concluya en el punto 1.
- 3- Selección de los equipos con mejor desempeño y armar un cuadro técnico-económico comparativo, considerando la seriedad y prestigio del fabricante y su distribuidor en Chile (evaluación del proveedor).
- 4- Cotización con empresas de servicio del rubro eléctrico, el desmontaje de los equipos antiguos y montaje de los nuevos equipos.
- 5- Con la información antes mencionada, se procederá a realizar la formulación de la evaluación técnico-económica abarcando también aspectos ambientales, de salud ocupacional y de seguridad.

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANALISIS DE PROCESOS.

2.3 ¿Quién es Arauco?

“Somos una compañía globalizada con presencia en 5 continentes llegando a más de 4.300 clientes para estar presentes en millones hogares a lo largo del mundo”

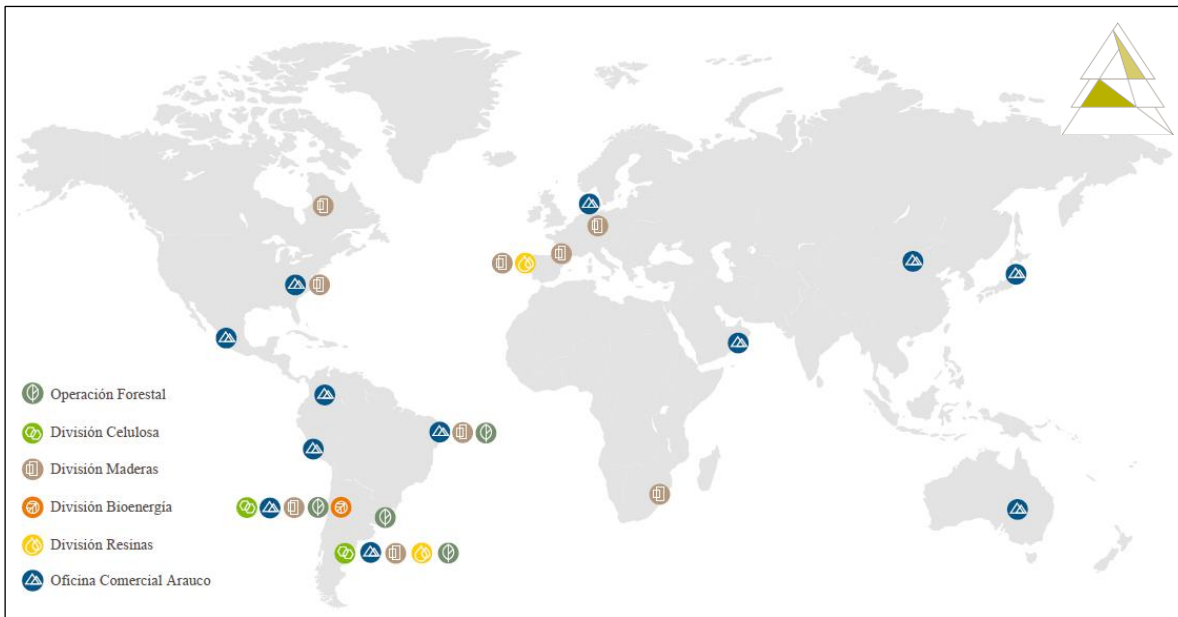


Figura 2.1 Presencia de ARAUCO en el mundo.

“Nuestra visión, contribuir a mejorar la vida de las personas, desarrollando productos forestales para los desafíos de un mundo sostenible”



Figura 2.2 Visión de ARAUCO.

Esa es la forma como Arauco se define a sí misma. Por eso, se ha propuesto grandes desafíos para los próximos años, los que requieren del compromiso, excelencia e innovación de parte de todas las personas que integran la empresa.

Arauco es uno de los principales productores de madera elaborada, con una amplia gama de productos de madera aserrada, terciados, paneles y molduras con distintos grados de terminación, apariencia y procesos de valor.

En Chile cuenta con 7 plantas de Aserradero, 2 plantas de Energía, 4 plantas de Remanufactura (una de ellas planta Remanufactura Valdivia), 2 plantas de Paneles, 2 plantas de Terciado y 1 planta de Vigas.

Todas las plantas están certificadas bajo estándares nacionales e internacionales relacionados con la gestión de aspectos medio ambientales de calidad y protección de la salud y seguridad de los trabajadores.



Figura 2.3 Planta Aserradero y Remanufactura Valdivia.

2.4 Mapa del proceso.

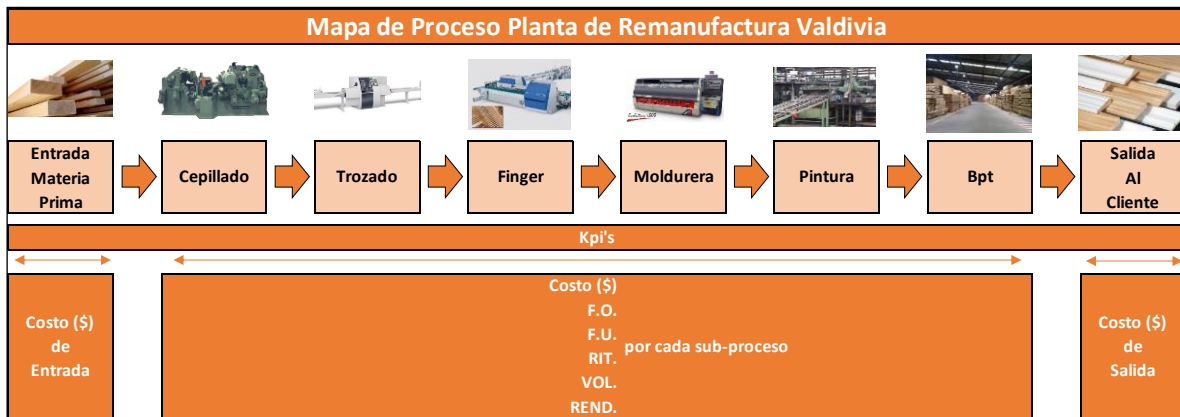


Figura 2.4 Mapa de proceso Planta Remanufactura Valdivia.

2.3 Situación actual.

Cuadro Resumen de consumo de energía de planta Remanufactura Valdivia en el año 2017.

Tabla 2.1 Gasto 2017 por concepto de energía eléctrica y mantenimiento.

Análisis económico simple para el consumo de energía Eléctrica							
Tecnología	Cantidad (C/U)	Potencia (W)	Uso x año (H)	Consumo x año (Kw/H)	Precio del Kw/H	Gasto anual	Δ
Haluro	189	400	8760	662.256	USD 0,092	USD 65.159	USD 0

Análisis económico simple para el gasto en mantenimiento							
Tecnología	Cantidad (C/U)	Potencia (W)	Uso x año (H)	Consumo x año (Kw/H)	Gasto mensual	Gasto anual	Δ
Haluro	189	400	8760	662.256	USD 945	USD 11.340	USD 0

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.

3.1 Revisión de la oferta disponible en el mercado.

Según cómo se genere la luz en ellas, podemos clasificarlas en:

- ✓ Incandescentes.
- ✓ Descarga en gas.
- ✓ Inducción magnética.
- ✓ Led.

Tabla 3.1 Clasificación de los tipos de fuentes de luz.

Incandescentes	Halógenas		
Descarga en gas	Descarga en vapor de MERCURIO	Baja Presión	Tubos fluorescentes Lámparas fluorescentes compactas
		Alta Presión	Con halogenuros metálicos
	Descarga en vapor de SODIO	Baja Presión	
		Alta Presión	
Inducción magnética	Descarga en vapor de MERCURIO sin filamento	Baja Presión	
LED	LED		

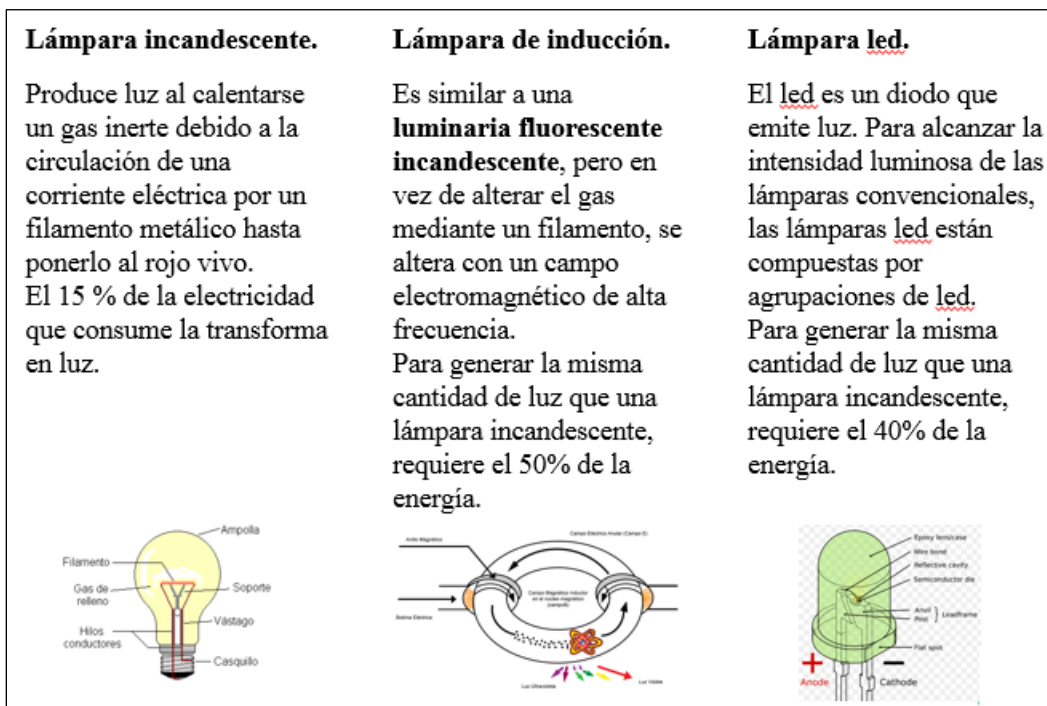


Figura 3.1 Explicación de los tipos de fuentes de luz.

3.2 Selección de las opciones con mejor desempeño.

3.2.1 Comparación entre tecnologías.

La tabla adjunta muestra las características más importantes de cada una de ellas. Cabe señalar que, de todas las fuentes descritas en el punto anterior, tanto la tecnología incandescente como la de descarga en gas son antiguas y están en retirada del mercado. Este es un antecedente muy importante al momento de tomar la elección de la tecnología a utilizar.

Tabla 3.2 Comparación entre tecnologías de fuentes de luz.

Cuadro comparativo Incandescente v/s Inducción v/s Led		
Lampara incandescente/descarga en gas	Lampara de inducción	Lampara led
Ahorro de energía (0%)	Ahorro de energía (50%)	Ahorro de energía (63%)
Baja durabilidad (10.000 horas)	Mediana durabilidad (60.000 horas)	Alta durabilidad (100.000 horas)
Mayor impacto al medio ambiente (contiene mercurio)	Mayor impacto al medio ambiente (contiene mercurio)	Bajo de impacto al medio ambiente
Tecnología antigua y en retirada al corto plazo	Tecnología antigua y en retirada al corto plazo	Tecnología nueva y el futuro de la iluminación
Equipos provenientes de fabricantes poco conocidos y con garantías	Equipos provenientes de fabricantes poco conocidos y con garantías	Equipos provenientes de fabricantes de prestigio y con garantía claras.

3.2.2. Factores técnicos relevantes.

Los parámetros básicos que se utilizarán para la elección de lámparas son los siguientes:

3.2.2.1 Flujo luminoso.

Es el caudal de radiación visible emitido por una fuente luminosa en una unidad de tiempo $\phi = Q / t$. Su unidad es el LUMEN y se representa por (lm).

3.2.2.2 Eficacia luminosa.

Es el cociente o resultado de dividir el flujo luminoso producido, entre la potencia eléctrica consumida $E = \phi / w$. Su unidad es el lumen por vatio y se representa por (lm / W). Su símbolo es η .

3.2.2.3 Índice de reproducción cromática.

Define la ‘veracidad’ con que se ve el color de los objetos. Permite estudiar la reproducción de los colores, según el tipo de radiación luminosa de las diferentes lámparas. Es un índice útil para comparar las características cromáticas de las fuentes de luz. Se considera cómo aceptable un IRC igual o superior a un 80%.

3.2.2.4 Temperatura de color.

Es el color de una fuente luminosa cuando se la compara con el que produce el cuerpo negro a esa misma temperatura. Se mide en grados kelvin (°K). Las fuentes de luz día trabajan a 6.500 °K.

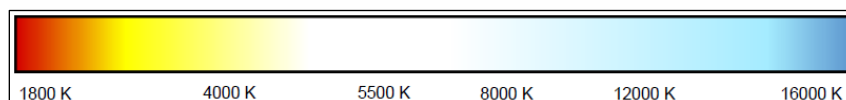


Figura 3.1 Color de la fuente luminosa en °K

3.2.2.5 Vida media.

Es el número de horas de funcionamiento para el cual han fallado el 50% de las lámparas en uso. Es el dato que normalmente exhiben los fabricantes. Está basada en ensayos de laboratorio bajo condiciones ideales y no facilita información acerca del comportamiento de las lámparas a lo largo de su vida (deterioro del flujo).

3.2.2.6 Vida económica o útil.

Período de funcionamiento, expresado en horas, durante el cual el flujo de la lámpara no desciende por debajo del 70% de su valor nominal. La depreciación del 30% que considera la vida útil tiene en cuenta la depreciación luminosa de las lámparas a consecuencia del envejecimiento y la depreciación del flujo global debido al fallo de algunas lámparas después de cierto tiempo.

3.2.3 Pruebas de desempeño.

Después de un proceso de revisión, de las diferentes ofertas de tecnologías y equipos, se determina que la mejor opción es la tecnología LED. Los factores más determinantes que cargaron la balanza en favor de esta tecnología fueron, el consumo eléctrico (Watt), la relación de lúmenes por cada watt consumido (Lúmenes/Watt), la vida media útil del equipo (Horas), la T° exterior irradiada por el equipo y la proyección de la tecnología en el tiempo (°C). Por su parte, dentro de los equipos de tecnología LED, también se consideraron otros factores como el color de la luz (°K), capacidad de reproducción de colores (IRC), ángulo de difusión (°) y el precio (USD). Para esto, se realizaron pruebas en terreno en donde se validaron los factores anteriormente indicados.



Figura 3.2 Medición de consumo de corriente de los equipos.



Figura 3.3 Medición de temperatura exterior de los equipos.



Figura 3.4 Revisión del diseño constructivo de los equipos.



Figura 3.5 Prueba de desempeño en terreno de los equipos.

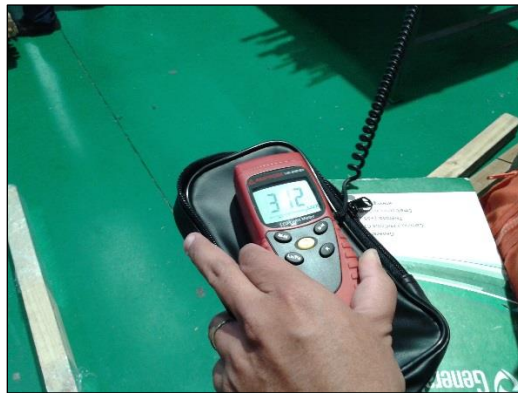


Figura 3.6 Medición del flujo luminoso (lux) de los equipos.

3.2.4 Comparación entre equipos LED.

El cuadro comparativo que se muestra a continuación muestra los equipos que finalmente fueron seleccionados y es el resultado de la aplicación de las pruebas descritas en el punto anterior a cada uno de los equipos estudiados.

Tabla 3.3 Cuadro comparativo entre equipos LED.

N°	Proveedor	Marca	Modelo	Potencia (W)	Lumenes (Lm)	Eficiencia (Lm/W)
1	GOBANTES	EKOLINE	UFO	90	13500	150
2	GOBANTES	EKOLINE	UFO	120	18000	150
3	GOBANTES	EKOLINE	UFO	150	22500	150
4	DARTEL	DISANO	ASTRO	188	23520	125
5	DARTEL	DISANO	ASTRO	127	15680	123
6	EECOL	BEGHELLI	F250SLED	123	15000	122
7	EECOL	BEGHELLI	F400SLED	194	23000	119
8	REXEL	DIALIGHT	VIGILANT	212	24250	114
9	REXEL	DIALIGHT	VIGILANT	144	15500	108
10	DESIMAT	PHILIPS	GREEN	140	14000	100
11	DESIMAT	PHILIPS	GREEN	200	20000	100

CAPITULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO.

4.1. Recopilación de la información y análisis previo.

4.1.1. Inversión

Tabla 4.1 Inversión.

Item	Descripción	UM	Cantidad	PU	Valor USD
1.0	Equipos Principales				USD 49.140
1.1	Luminaria LED EKOLINE UFO 150W 6000 °K	gl	189	260	USD 49.140
2.0	Equipos y Elementos Complementarios				USD 30.937
2.1	Desmontaje y Montaje Alumbrado	gl	1	30.937	USD 30.937
Total Costos Directos					USD 80.077
3.0	Imprevistos		10%		USD 3.217
Total Costos Indirectos					USD 3.217
Total Inversión					USD 83.294
Maquinaria y Equipos					USD 80.077
Obras Civiles					USD 0
Activos Nominales					USD 3.217
Terrenos					USD 0
					USD 83.294

4.1.2. Ingresos

4.1.2.1 Ahorro por la disminución del gasto en energía eléctrica.

Para el cálculo del gasto en energía eléctrica se consideró el precio del KW/H para Planta Remanufactura Valdivia y el hecho de que un equipo permanece encendido todo el tiempo.

Tabla 4.2 Ahorro por disminución del gasto en energía eléctrica.

Análisis económico simple para el consumo de energía Eléctrica							
Tecnología	Cantidad (C/U)	Potencia (W)	Uso x año (H)	Consumo x año (Kw/H)	Precio del Kw/H	Gasto anual	Δ
Haluro	189	400	8760	662.256	USD 0,092	USD 65.159	USD 0
Inducción	189	200	8760	331.128	USD 0,092	USD 32.580	USD 32.580
Led	189	150	8760	248.346	USD 0,092	USD 24.435	USD 40.724

4.1.2.2 Ahorro por la disminución del gasto en mantenimiento.

Para el calculo de ahorro por concepto de mantención se ha considerado que le gasto en materiales, mano de obra y equipos es de USD \$60 al año por cada equipo de iluminación reparado.

Tabla 4.3 Ahorro por disminución del gasto en energía eléctrica.

Análisis económico simple para el gasto en mantenimiento							
Tecnología	Cantidad (C/U)	Potencia (W)	Uso x año (H)	Consumo x año (Kw/H)	Gasto mensual	Gasto anual	Δ
Haluro	189	400	8760	662.256	USD 945	USD 11.340	USD 0
Inducción	189	200	8760	331.128	USD 473	USD 5670	USD 5.670
Led	189	150	8760	248.346	USD 0	USD 0	USD 11.340

4.1.2.3 Ahorro total.

En resumen, los ahorros (ingresos) en consumo de energía eléctrica y mantenimiento suman USD \$52.064 anuales.

Tabla 4.4 Ahorro total.

INGRESOS	US\$ mes	US\$ mes
Total	4.339	52.064
Ahorro (ingresos) de energía eléctrica	3.394	40.724
Ahorro (ingresos) en mantenimiento	945	11.340

4.1.3. Parámetros de Evaluación.

Los parámetros de evaluación para el flujo de caja son los siguientes.

Tabla 4.5 Parámetros para el flujo de caja.

Parámetros	Unidad	Valor
Periodo de evaluación del Proyecto	año	10
Tasa de Descuento (anual)	%	9%
Tasa Impositiva (anual, 2016)	%	25.5%
Valor Residual	%	10%
Valor Dólar	\$/US\$	639

Tabla 4.6 Parámetros para el flujo de caja.

Flujo de Caja					
Periodo	Inv. Inicial	Ingresos	Costos	Impuestos	Flujo Caja
AÑO	us\$	us\$	us\$	us\$	us\$
0	-83.294				-83.294
1		52064	0	12.495	39.569
2		52064	0	12.495	39.569
3		52064	0	12.495	39.569
4		52064	0	12.495	39.569
5		52064	0	12.495	39.569
6		52064	0	12.495	39.569
7		52064	0	12.495	39.569
8		52064	0	12.495	39.569
9		52064	0	12.495	39.569
10		52064	0	12.495	39.569

VAN (us\$)	=	170.644	us\$
TIR (%)	=	46%	
Periodo de Recup.	=	2,11	años
Tasa anual	=	9,00%	

4.1.4. Estado de Resultados y Flujo de Caja.

Tabla 4.7 Estado de Resultados y Flujo de Caja.

Flujo de Caja		Construcción		Operación									
		Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ingresos de Caja:													
Utilidad Neta	(kUS\$)		39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569	39.569
Depreciación Total	(kUS\$)		8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329	8.329
Total Ingresos de Caja	(kUS\$)			47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898
Egresos de Caja:													
Inversión Inicial:			83.294										
Maquinaria y Equipos	(kUS\$)												
Obras Cíviles	(kUS\$)												
Activos Nominales	(kUS\$)												
Terreno	(kUS\$)												
Reinversiones (****)	(kUS\$)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variación del Capital de Trabajo (ver cap. v)	(kUS\$)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucro Cesante	(US\$)		0										
Indemnizaciones	(US\$)		0										
Total Egresos de Caja	(kUS\$)		83.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Caja Neto	(kUS\$)		-83.294	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898	47.898
Rentabilidad del Proyecto													
Tasa de Descuento			9,0 %	real anual									
Valor Presente Neto (al 1/01/2017)			224.098,969	kUS\$ reales de 2016									
Tasa Interna de Retorno			56,9 %	real anual									
Período de Recuperación del Capital			2,0	años									

CAPITULO V: IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA DE MEJORA.

5.1 Implementación del proyecto en Planta Remanufactura Valdivia.



Figura 5.1 Implementación del proyecto en Planta Remanufactura Valdivia.

5.2 Implementación del proyecto en otras plantas de la empresa.

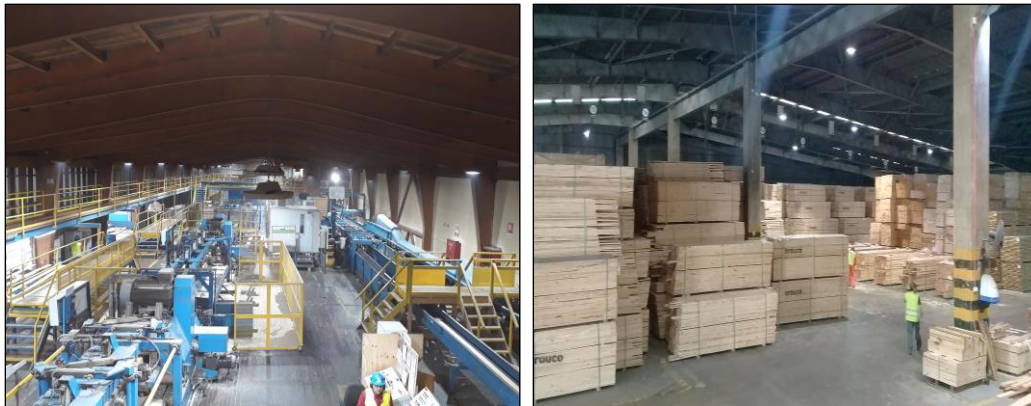


Figura 5.2 Implementación en Planta Aserradero El Colorado y Horcones 2.

CAPITULO VI: CONCLUSIÓN.

Se concluye que la propuesta de cambio de luminarias de Vapor de Mercurio/Haluro Metálico por luminarias de tecnología LED en planta Remanufactura Valdivia, además de representar para la empresa una propuesta económicamente rentable, es una propuesta que ayuda a mejorar las condiciones de trabajo al interior del proceso productivo y es amistosa con el medio ambiente, conversando en un 100% con la tendencia mundial de preocupación por la salud ocupacional y cuidado con el medio ambiente.

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA.

- Criterios de elección de lámparas, Facultad de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Fichas técnicas de fabricantes de equipos de iluminación (Beghelli, Disano, Ekoline, Phillips, etc.)
- Información acerca de la evaluación de proyectos del negocio Arauco Maderas.
- Libro Sapag de preparación y evaluación de proyectos quinta edición.