

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE REEMPLAZAR ENERGÍA CONVENCIONAL POR  
ENERGÍA RENOVABLE DENTRO DEL CAMPUS SAN ANDRÉS PARA  
ILUMINACIÓN NOCTURNA

BÁRBARA FERNANDA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA: CLAUDIA CARRASCO SAGREDO.

CONCEPCION, OCTUBRE 2016

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene como fin evaluar el reemplazo de energía convencional por energía renovable dentro del campus San Andrés para iluminación nocturna, a través de nuevos postes solares y eólicos, analizando para ello las condiciones técnico-económicas dadas. El proyecto es de carácter innovador, con el fin de crear conciencia en la comunidad institucional sobre el futuro de nuevas energías y el daño ocasionado por las actuales.

El proyecto se desarrolló a través de un estudio detallado de factibilidad donde se generó un estudio de mercado que determinó la demanda y oferta que se requieren para el desarrollo del proyecto, como así los proveedores de las tecnologías capaces de satisfacer lo requerido. De igual manera se desarrolló un estudio técnico con el cual se determinaron las principales características del producto y de la localización de él, contribuyendo así a determinar los aspectos legales y organizacionales que se requieren para un mejor funcionamiento. Finalmente en el proyecto se desarrolló un estudio financiero donde se determinaron los principales criterios de evaluación VAN y TIR con y sin financiamiento externo, con los cuales se dan origen a las conclusiones del proyecto.

Es así como se determinó que se está en presencia de un proyecto innovador capaz de generar energía propia con valores económicos aceptables del punto de vista financiero, pero con recuperación de la inversión a largo plazo. Si bien se determina que todo proyecto es financieramente rentable a un plazo mayor del esperado, hoy la recuperación monetaria intangible se ve reflejada en la contaminación que se deja de producir y la imagen positiva de la Universidad como apoyo al medio ambiente.

## ABSTRACT

This study aims to evaluate the replacement of conventional energy with renewable energy within the campus San Andres for night lighting, through new solar and wind posts, by analyzing the technical and economic conditions given. The project is innovative in order to raise awareness in the institutional community about the future of new energy and the damage caused by the current.

The project was developed through a detailed feasibility study where a market study that determined the demand and supply that are required for the project, as well as providers of technologies capable of meeting the requirements was generated. Similarly a technical study which the main characteristics of the product and the location of it were determined, helping to determine the legal and organizational aspects required for better performance was developed. Finally in the project a financial study where the main evaluation criteria NPV and IRR were determined with and without external financing, which give origin to the conclusions of the project was developed.

Thus it was determined that in the presence of an innovative project capable of generating own energy with acceptable economic values of financially but with recovery of long-term investment. While it is determined that any project is financially profitable for a longer period than expected, today the intangible monetary recovery is reflected in the pollution stops producing and positive image of the University as support for the environment.

## AGRADECIMIENTOS

En estas etapas de la vida, les agradezco el apoyo incondicional a mis padres, Verónica Rodríguez y Mauricio Hernández por tener en consideración día a día que soy una persona capaz de cumplir sus metas y lograr crecer como persona. Sin duda mi hermana Carla Hernández se considera como alguien fundamental en el transcurso de mis estudios, el apoyo y el cariño siempre nos han mantenido unidas.

Con el tiempo, es difícil agradecer solo a las personas principales en nuestra familia, es por ello que considero como parte de mi familia personal a mis tíos Fernando Rodríguez y Claudia Andurandeguy tanto como su familia un gran apoyo dentro de mis primeros pasos dentro de la universidad, me acogieron y criaron como parte de ellos.

Sin dejar atrás destaco el gran apoyo y dedicación por sus palabras de amor Javier Ulloa, quien nunca dejó de creer en mí y en mis capacidades para lograr mis metas, fue alguien que complementó mis pensamientos para la realización de dicho estudio y me guió con sus conocimientos para la perfección.

Sin desmerecer a nadie en general considero que pertenezco a una familia muy unida, y en tanto el apoyo de todos fue de gran motivación, tíos, primos, amigos y los que no están en vida se consideran de gran importancia para mí, para ellos dedico todo mi esfuerzo y doy las gracias por creer en mí.

## SIGLAS

ERNC: Energías Renovables no Convencionales.

UCSC: Universidad Católica de la Santísima Concepción.

VAN: Valor Actual Neto.

TIR: Tasa interna de retorno.

CIFES: Centro nacional para la innovación y fomento de las energías renovables.

SIC: Sistema de interconectado central.

CER: Centro de energías renovables.

UDT: Unidad desarrollo tecnológico.

GEI: Gas de efecto invernadero.

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono.

CH<sub>4</sub>: Metano.

N<sub>2</sub>O: Oxido nitroso.

SO<sub>x</sub>: Oxido de azufre.

NO<sub>x</sub>: Oxido de nitrógeno.

KWh: Kilo Wat hora.

CGDE: Compañía general de electricidad y distribución.

SING: Sistema de Interconectado de Norte Grande.

INE: Institución nacional de estadística.

SEC: Superintendencia de electricidad y combustible.

CPU: Unidad central de procesamiento.

SEIA: Sistema de evaluación de impacto ambiental.

DIA: Declaración de impacto ambiental.

EIA: Estudio de impacto ambiental.

CNE: Comisión nacional de energía.

SII: Sistema de impuestos internos.

UF: Unidad de fomento.

## INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General	1
1.2 Objetivo Específico	1
1.3 Justificación de la propuesta	1
1.4 Delimitación del problema	3
1.5 Metodología	3
CAPÍTULO II: ENERGÍAS RENOVABLES	
2.1 Escenario actual de las ERNC	5
2.2 Ventajas y desventajas de las ERNC	6
2.2.1 Ventajas de las ERNC	7
2.2.2 Desventajas de las ERNC	7
2.3 ERNC en Universidades	8
CAPÍTULO III: SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD	
3.1 Situación energética en la Universidad	10
3.2 Emisiones de gas efecto invernadero	12
3.2.1 Emisiones por consumo de electricidad	13

## CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE MERCADO

4.1	Introducción	17
4.2	Análisis de la demanda actual y futura	17
4.2.1	Características del servicio	17
4.2.2	Mercado por cubrir	18
4.2.3	Comportamiento de la demanda	18
4.2.4	Estimación de la demanda futura	22
4.3	Análisis de la oferta actual y futura	22
4.3.1	Análisis del sector eléctrico	23
4.4	Elección de proveedores	24
4.5	Características específicas de los postes	26

## CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO

5.1	Introducción	31
5.2	Consideraciones para el tamaño del proyecto	31
5.3	Proceso productivo	31
5.3.1	Descripción del proceso productivo	33
5.4	Localización del proyecto	35
5.5	Necesidades de obras físicas	40
5.5.1	Preparación de las áreas de trabajo	40

5.5.2 Almacenamiento de postes	41
5.5.3 modificación de la subestación eléctrica	42
5.6 Aspectos legales y de organización	42
5.6.1 Normativas de las tecnologías	42
5.6.2 Sistema de evaluación de impacto ambiental	44
5.6.3 Patentes y permisos municipales	48
5.6.4 Aspectos organizacionales	50
<b>CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO</b>	
6.1 Introducción	51
6.2 Horizonte de evaluación	51
6.3 Moneda de evaluación	51
6.4 Inversiones previas	52
6.4.1 Activos fijos	52
6.4.2 Activos nominales	52
6.5 Flujo de caja	53
6.5.1 Egresos del proyecto	53
6.5.1 Ingresos del proyecto	54
6.5.2 Costos del proyecto	55
6.5.2 depreciaciones	56

6.5.3 Valor de desecho	59
6.6 Financiamiento	59
6.7 Determinación de la tasa de descuento	60
6.8 Análisis del flujo de caja proyectada	61
6.9 Criterios de evaluación	65
6.9.1 VAN y TIR	65
6.10 Análisis de Sensibilidad	68
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXO 1	75
ANEXO 2	77
ANEXO 3	79

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.- Diferencias de las fuentes de energías	8
Tabla N° 2.- Emisiones consumo energía eléctrica	15
Tabla N° 3.- Consumo anual de un poste	19
Tabla N° 4.- Cargos asociados tarifa AT3	21
Tabla N° 5.- Cargos asociados tarifa AT4.3	21
Tabla N° 6.- Generación Bruta del país en GWh	23
Tabla N° 7.- Velocidad media anual del viento en Concepción	34
Tabla N° 8.- Selección de localización	38
Tabla N° 9.- Elementos que causan impacto ambiental	47
Tabla N° 10.- Tipos de patentes municipales	49
Tabla N° 11.- Activos Fijos	52
Tabla N° 12.- Activos nominales	53
Tabla N° 13.- Egresos iniciales para el proyecto	54
Tabla N° 14.- Ahorro total anual en consumo energético	55
Tabla N° 15.- Vida útil activos	56
Tabla N° 16.- Depreciaciones en horizonte de tiempo en UF	58
Tabla N° 17.- Valor residual horizonte de tiempo en UF	59
Tabla N° 18.- Simulación crédito Banco Corpbanca 100% apalancado	60
Tabla N° 19.- Simulación crédito Banco Corpbanca 50% apalancado	60

Tabla N° 20.- Flujo de caja 100% Apalancado	62
Tabla N° 21.- Flujo de caja 50% Apalancado	63
Tabla N° 22.- Flujo de caja puro	64
Tabla N° 23.- Resumen flujo de caja apalancado 100%	65
Tabla N° 24.- Resumen flujo de caja apalancado 50%	66
Tabla N° 25.- Resumen flujo de caja puro	66
Tabla N° 26.- Periodo recuperación Inversión 100% apalancado	67
Tabla N° 27.- Periodo de recuperación Inversión 50% apalancado	67
Tabla N° 28.- Periodo de recuperación de Inversión flujo de caja puro	68
Tabla N° 29.- Disminución Inversión original con 100% financiamiento	69
Tabla N° 30.- Disminución inversión original con 50% financiamiento	69
Tabla N° 31.- Disminución de la inversión con financiamiento puro	70

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.- Stickers publicitario	12
Figura N° 2.- Aerogenerador eje vertical	27
Figura N° 3.- Luminaria encendida del poste	28
Figura N° 4.- Poste tecnológico escogido	29
Figura N° 5.- Estructura postes tecnológicos	30
Figura N° 6.- Diagrama del proceso de generación eléctrico	32

Figura N° 7.- Esquema del proceso productivo	33
Figura N° 8.- Plano territorial Campus San Andrés, UCSC	37
Figura N° 9.- Layout del proyecto	39
Figura N°10.- Medidas contenedor para almacenamiento	41

#### TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.- Porcentaje aporte eléctrico de ERNC al SIC	6
Gráfico N° 2.- Emisiones de GEI por fuentes	14
Gráfico N°3.- Emisiones del consumo de electricidad	15
Gráfico N°4.- Proyección emisiones CO <sub>2</sub>	16
Gráfico N°5.- Capacidad instalada por energético	24
Gráfico N°6.- Curva de potencia del aerogenerador	35

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El estudio a tratar tiene como fin determinar la factibilidad Técnico – Económica de un proyecto de innovación para el desarrollo de nuevas tecnologías dentro de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, específicamente el reemplazar postes con energía convencional por postes con energía renovable, para ser utilizados en horarios nocturnos.

### 1.1 Objetivo General

Determinar la viabilidad técnico económico de reemplazar postes de alumbrado nocturno de energía convencional por postes con energías renovables dentro del campus San Andrés con el fin de ayudar al medio ambiente.

### 1.2 Objetivos específicos

- Determinar el mercado del consumo de energía nocturna dentro del campus.
- Elaborar un estudio técnico para la instalación de postes generadores de electricidad.
- Evaluar la factibilidad financiera del proyecto, comparando los costos que se involucran en su implementación y los ahorros a obtener.

### 1.3 Justificación de la propuesta

Hoy en día la energía eléctrica es una necesidad imprescindible y que va en aumento. Por este motivo hay que conseguir generar de una forma sostenible respetuosa con el medio ambiente a largo plazo. Por medio ambiente se entiende todo lo que rodea a un ser vivo. Entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto.

Dentro de la Universidad se han generado diversas campañas para el ahorro energético, uno de los más recientes es el llamado “UCSC Sustentable”, que busca sensibilizar sobre la importancia de la eficiencia energética, que no sólo contribuye en términos de ahorro, sino también al cuidado responsable del medio ambiente. La campaña tiene como objetivo crear conciencia en la comunidad interna acerca de la importancia de la eficiencia energética, que no sólo ayuda al ahorro, sino también al cuidado responsable del medio ambiente. El foco está puesto en la incorporación de hábitos de consumo y en contribuir a bajar el impacto de la Huella de Carbono emitida a diario por cada uno de nosotros. Sin duda se ve reflejado el gran interés de la universidad hacia un ahorro energético y cuidado del medio ambiente, esto apoya la postura de mejorar el servicio eléctrico ante un sistema de generación limpia.

El sector de la energía es el responsable de más del 40% de todas las emisiones de dióxido de carbono, así como del 25% de nuestras emisiones de gas de efecto invernadero. Estas emisiones tienen que frenar su subida y comenzar a disminuir en esta década para poder cumplir con los objetivos de cambio climático (Fuente: Superintendencia de electricidad y combustible). A pesar de los esfuerzos realizados en la des carbonización del sector energético y las diversas medidas anunciadas por los gobiernos, el escenario principal es un incremento en las emisiones del 20% en 2040. Este aumento en las emisiones implicaría un aumento global en la temperatura de 3,6 grados en el largo plazo, cifra que sobrepasa el límite de 2 grados, que es el máximo aceptado internacionalmente para evitar las más severas consecuencias en el cambio climático. En este sentido, promover un cambio de los combustibles fósiles a la energía eólica es una de las maneras más eficaces y viables a corto plazo para mitigar el cambio climático. La flexibilidad y velocidad de implantación de energías como la eólica, así como el bajo coste de la misma, la convierte en la mejor opción para conseguir la reducción de emisiones de efecto invernadero. Esta fuente de energía además de no emitir dióxido de carbono, tampoco emite otros gases perjudiciales como el SOx, NOx o el mercurio, protegiendo valiosos recursos naturales como el aire y el agua.

Ante esto se deja claramente señalado lo importante que se requiere de una mejora en algunos aspectos de la vida humana, si la generación de electricidad emite daños a la salud y al medio ambiente, es considerable realizar un cambio ante ello. Es así como el proyecto

también se considera como una oportunidad de innovar dentro de la Universidad y que este sea coherente con lo que transmiten hacia la comunidad sobre la sustentabilidad. Si se realiza un cambio desde ya, este puede generar buenos resultados a lo largo del tiempo.

#### 1.4 Delimitación del problema

El proyecto se limitó a ser una elaboración de un estudio de factibilidad para la comunidad de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. De igual manera el proyecto se realizó sólo para iluminación de calle el cual cuenta con 60 postes de iluminación nocturna. Si bien es cierto este proyecto se puede realizar para la totalidad de los postes que se encuentran en las instalaciones de la Universidad para generar electricidad, sin embargo, se limita a un sector como proyecto piloto para su realización, simplemente esta elección se realiza dentro del estudio técnico.

#### 1.5 Metodología

El desarrollo del proyecto se realizó a través de metodologías que cumplieran con los objetivos específicos que se establecieron para el proyecto.

Como primer lugar se desarrolló un estudio de mercado para determinar la oferta y demanda energética dentro de la Universidad, recopilando información a través de expertos dentro de la comunidad. De igual manera se estableció un proveedor acorde a las tecnologías y objetivos del proyecto.

Luego se desarrolló un estudio técnico para la determinación del tamaño óptimo del proyecto, la descripción de su proceso productivo como postes tecnológicos. De igual manera dentro de este estudio se determinó la elección de la localización del proyecto para obtener las necesidades de obras físicas y sus aspectos legales y organizacionales.

Finalmente se evaluó el proyecto en un estudio financiero mediante indicadores económicos como el VAN y TIR con y sin financiamiento externo para poder visualizar la rentabilidad futura.

Los capítulos siguientes muestran los resultados de los estudios realizados para conocer la factibilidad del proyecto. Al término del presente informe se detallan las conclusiones basados en los resultados de cada estudio previamente realizado.

## CAPÍTULO II: ENERGÍAS RENOVABLES

Las Energías Renovables son aquellas que no se consumen ni agotan en sus procesos de transformación y aprovechamiento de energía útil, generan impactos ambientales significativamente inferiores que aquellas producidas por las fuentes energéticas convencionales. Esta característica hace que, frente a la mayor preocupación en el mundo por los temas ambientales, su utilización comienza a ser día a día más extendida. La energía solar y la geotérmica son casos aparte, puesto que en ninguno de las dos puede hablarse de regeneración, sin embargo se incluyen entre las renovables porque tienen muchas de sus características.

### 2.1 Escenario actual de las ERNC

A medida que va pasando el tiempo las ERNC han sido reconocidas como una forma de generación de electricidad con mejor aceptación para el medio ambiente, es por ello que los proyectos han aumentado a medida que pasa el tiempo generándose un número alto de ellos.

Con un total de 56 proyectos ERNC en construcción se inició el año 2016, los que totalizan una capacidad instalada de 2.815 MW, cuya puesta en operaciones se contempla desde enero 2016 hasta octubre de 2017, de acuerdo a las estimaciones del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES). De estas iniciativas, un 78% son centrales solares fotovoltaicas, seguidas de eólicas (14%); biomasa (4%); mini hidráulicas de pasada (2%) y geotérmicas (2%).

En Chile actualmente se encuentran en operación 123 proyectos de ERNC, según ministerio de energía, los que se pueden detallar en el anexo 3. Con el tiempo se pretende que aumente su cantidad debido a la nueva política energética que se dio a conocer por la Presidenta de la República con miras al año 2050. Entre las principales metas, se cuentan el anhelo de un acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos por parte de todos los ciudadanos, sin distinción de estratos sociales. Además, se buscará que el 70% de la

generación eléctrica nacional provenga de energías renovables y que el 100% de las edificaciones nuevas tengan altos estándares de construcción eficiente y cuenten con sistemas de control de energía, entre otras.

Actualmente según Ministerio de Energía las ERNC aportan un 12,5% de energía al Sistema de Interconectado Central (SIC), obteniendo un aumento con respecto a los años anteriores donde en 2013 se generaba un aporte del 7,3%, en 2014 un 8,35% y en 2015 un 10,9%. Ver gráfico 1.

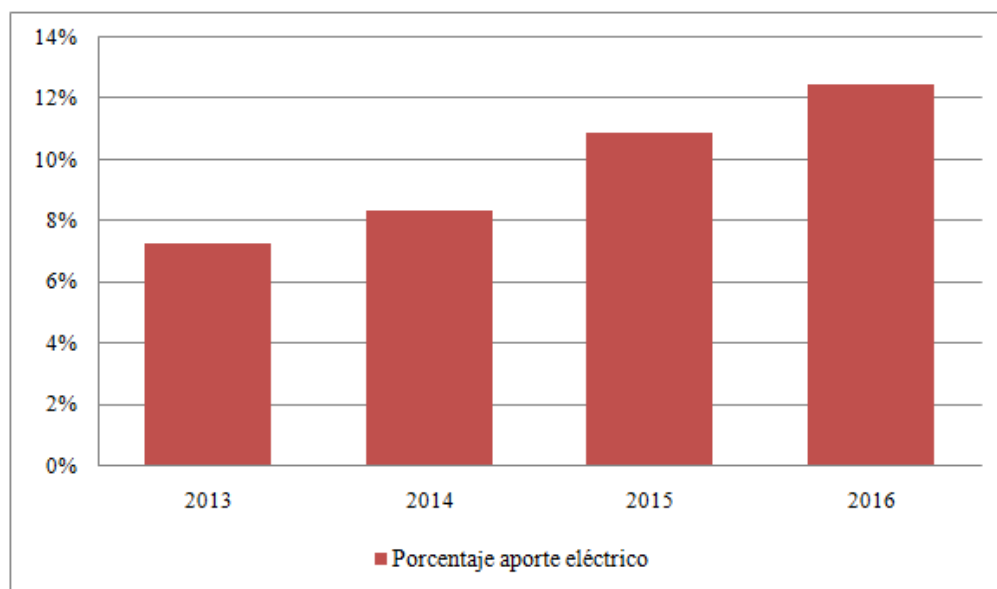


Gráfico 1. Porcentaje aporte eléctrico de ERNC al SIC.

Fuente: Ministerio de Energía.

## 2.2 Ventajas y desventajas de las ERNC

Hoy en día las energías renovables van en aumento en nuestro mercado eléctrico, sin duda la generación de nuevas tecnologías a base de energías más limpias conllevan ventajas y desventajas en torno a sus ejecuciones.

### 2.2.1 Ventajas de las ERNC

Dentro de las principales ventajas de las energías renovables se pueden encontrar:

- Disminuyen el impacto ambiental local y global, la contaminación es una de las ventajas más importantes que se poseen dentro de estas energías.
- Diversifican las fuentes de generación.
- Reducen grado de dependencia externa, que se produzcan de manera independientes sin necesidad de otras tecnologías es favorable para el consumidor.
- Pueden contribuir a encarecer zonas desgastadas o de bajo valor.
- Tienen mayor aceptación por parte de la comunidad y sociedad civil.
- Dan la oportunidad de desarrollar abastecimiento propio por parte de distintas industrias.

Sin duda las ventajas que se obtienen en un recurso como las energías renovables, principalmente son de carácter medioambientales, hoy en día la contaminación esta en todos lados y en la mayoría de las tecnologías y si no se produce un cambio hoy no se generarán cambios a futuro.

### 2.2.2 Desventajas de las ERNC

Por otro lado las desventajas que las energías renovables poseen son:

- Son más caras en relación a los otros tipos de generación, donde evidentemente las tecnologías que se ocupan son de más alta calidad.
- Son menos atractivas para empresas de generación tradicionales.
- En general dependen de las condiciones climáticas, dependiendo del recurso natural que se desee, los cambios climáticos son importantes ante la generación.
- Generalmente están en zonas con infraestructura precaria, por ubicarse lejos de las grandes metrópolis.
- Tienen una menor eficiencia energética que otras fuentes.

Si bien una de las principales desventajas que se encuentran con estas energías es la gran inversión que se requiere para la puesta en marcha de un proyecto de este tipo, el beneficio obtenido a largo plazo se verá significativo para los proyectos.

La tabla 1 da a conocer un resumen de las principales diferencias entre la Energía renovable y la Energía convencional.

Tabla 1. Diferencias de las fuentes de energías.

<b>Renovables</b>	<b>Convencional</b>
Limpias	Contaminan
Inagotables	Limitadas
Autóctonas	Provocan dependencia
Sin residuos	Generan residuos
Equilibran desajustes interterritoriales	Utilizan tecnologías o recursos importados

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3 ERNC en Universidades

Las energías renovables han pasado a ser un agente importante dentro del sector eléctrico chileno, es por ello que las Universidades como entidades educacionales desean transmitir a la comunidad lo beneficioso que es ayudar al medio ambiente y al planeta optando por tecnologías más limpias y seguras.

Desde el 2012 la Universidad de Antofagasta se encuentra aplicando un Plan de Mejoramiento Institucional por Desempeño apoyado por el MINEDUC, mediante el cual, el plantel enfoca sus potencialidades para convertirse en un referente regional y nacional en cuanto a las energías renovables no convencionales, especialmente la solar.

Por otro lado el Centro de Energía Renovables de Chile (CER) y la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción, suscribieron un convenio de cooperación y transferencia de recursos, en el ámbito de las energías renovables.

El acuerdo tiene por objetivo apoyar la formación de capacidades para el desarrollo de las Energías Renovables no Convencionales (ERNC) e impulsar el desarrollo de éstas, entregando herramientas para la evaluación de diferentes proyectos de mediana y pequeña escala

Así es como también la Universidad del Bío-Bío está comprometida a innovar en el área del hábitat sustentable, en base a una batería de proyectos de diversa naturaleza. Desde proyectos mayores, interdisciplinarios, internacionales, hasta pequeñas innovaciones a la escala de los estudiantes de pregrado.

De esta manera las Universidades se someten a estudios e innovaciones para un crecimiento en el área eléctrico, siendo parte de importantes proyectos, ejemplo es la Universidad Técnica Federico Santa María quien estudia Diseñar una micro red en arquitectura DC para la integración de energías renovables y contribuir a las políticas de cooperación activa presentes en esta área, son los principales objetivos del proyecto que actualmente está desarrollando un grupo de profesionales del Centro Avanzado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. La importancia de estas redes radica en que pueden incorporarse a nuevas tecnologías, como energía renovable, almacenamiento energético, autos eléctricos, etc., en donde se pueden estudiar todas las interacciones que hay entre ellas y así hallar novedosas formas de optimizar energía

De esta forma las Universidades juegan un papel importante dentro de las innovaciones eléctricas. Los proyectos fomentados tanto por alumnos como por docentes, se ven beneficiados por el gran apoyo institucional. Como entidades educacionales se fomenta a un buen uso eléctrico, así miles de alumnos y trabajadores lleven dicha educación a sus hogares y fomentándose una masiva opinión al cuidado medioambiental.

## CAPÍTULO III: SITUACIÓN ENERGÉTICA EN LA UNIVERSIDAD

Se realizó una investigación energética de la universidad para determinar la preocupación de la institución por el medio ambiente y los contaminantes que se generan en dicho consumo eléctrico.

### 3.1 Situación energética de la Universidad

Desde ya hace un tiempo la Universidad se ha manifestado en un gran interés por el medio ambiente a través de un buen ejemplo sobre el consumo eléctrico. Año a año los estudiantes son orientados por un buen uso de la electricidad en su institución como en sus hogares.

En el año 2010 se genera una de las primeras iniciativas a una mejora como Universidad, denominada “Chile renueva sus energías, hacia un futuro seguro y sustentable”, ceremonia realizada por la comunidad Universitaria y encabezada por la seremi de energía, contando con la participación de diversas autoridades de la zona. El principal objetivo que la Universidad quiso transmitir es sensibilizar y educar a los visitantes acerca de las energías renovables no convencionales y la eficiencia energética, dando a conocer el potencial que tiene las diferentes fuentes de energías limpias en Chile.

Asimismo, el Rector Juan Miguel Cancino al referirse a la actividad realizada por la Universidad manifestó que dicha iniciativa significa la oportunidad de poner a disposición del público una muestra interesante, educativa y entretenida, sobre todo pensando en quienes recién se aproximan al mundo de las energías renovables y la eficiencia energética.

Luego en el año 2013 se generó la campaña dentro de la comunidad llamada “UCSC Sustentable” la cual tiene como objetivo sensibilizar a la comunidad interna sobre la eficiencia energética. Se generaron mediante esta campaña charlas tendientes a inculcar hábitos de ahorro y contribuir a la baja del impacto de nuestra huella de carbono.

Claudio Márquez, Director de Administración, y cuya unidad es la impulsora de esta campaña, destacó la importancia de generar una conciencia ecológica entre los miembros

de la comunidad universitaria. “Si cada uno aporta con un grano de arena, podremos contribuir a cuidar un poco más nuestro medio ambiente, y de paso generaremos una cultura de ahorro que podremos aplicar en nuestros propios hogares”

Los resultados de dicha campaña han sido efectivos y beneficiosos tanto para el bolsillo de los funcionarios y sus familias, como para la contribución al cuidado responsable del medio ambiente, dichos resultados se han visto reflejados en las cuentas mensuales del consumo eléctrico, según información entregada por el funcionario Claudio Márquez. La campaña ha sensibilizado a la comunidad a través de charlas, stickers en las Facultades, que se han sumado utilizando tips de ahorro en baños, ficheros y oficinas.

En el año 2015 la Universidad mantenía en pie su iniciativa de una mejora para la comunidad como para el medio ambiente. La académica de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Nélyda Campos, busca reivindicar el uso de las Energías Renovables no convencionales considerando el bajo impacto negativo en el ambiente en términos de contaminación o residuos, las que se ejemplifican en la energía eólica, solar, hidroeléctrica y geotérmica, entre otras.

La académica explicó que hasta hace unos años producir Energía Renovable No Convencional (ERNC) era caro y que eso limitaba la inversión privada o pública “no obstante en los últimos años hemos sido testigos de una importante reducción de ellos, haciéndolas ahora alternativas viables de implementar en el país”.

Ya en el año 2016 se ve reflejado el gran interés de la Universidad a fomentar un buen uso de la electricidad, aumentando la cantidad de stickers publicitarios alrededor de la Universidad, la figura 1 puede ejemplificar dicha publicidad dentro del campus.



Figura 1. Stickers publicitario.

Fuente: UCSC.

### 3.2 Emisiones Gas de efecto invernadero (GEI)

Dentro del marco del estudio para la evaluación del proyecto se realizó una investigación para la cantidad de emisiones de gas efecto invernadero de la Universidad, así determinar la cantidad de contaminación que se emite en el consumo eléctrico.

Se entiende por gas de efecto invernadero todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera. Es decir, un gas de efecto invernadero es todo gas que contribuye al efecto invernadero, lo intensifica y lo vuelve más peligroso, entre otras cosas, aumentando considerablemente la temperatura del planeta, siendo una cuestión fundamental en lo que al calentamiento global refiere.

### 3.2.1 Emisiones por consumo de electricidad

Un estudio del ex alumno Juan Santos Vargas en el año 2012 determinó las principales fuentes de emisión de gas de efecto invernadero de la Universidad, dentro de las cuales se encuentran:

- Consumo de gas para la calefacción
- Consumo de petróleo en fuentes móviles propias
- Consumo de electricidad
- Viajes de funcionarios
- Transporte de alumnos y funcionarios
- Residuos sólidos
- Residuos líquidos
- Consumo de papel
- Materiales de construcción

Su estudio determinó que de las principales fuentes de emisión evaluadas de la Universidad, el consumo de electricidad, obtuvo el mayor porcentaje de emisiones contaminantes alcanzando un 56% en el año 2010, donde se puede ver reflejado en el gráfico 2.

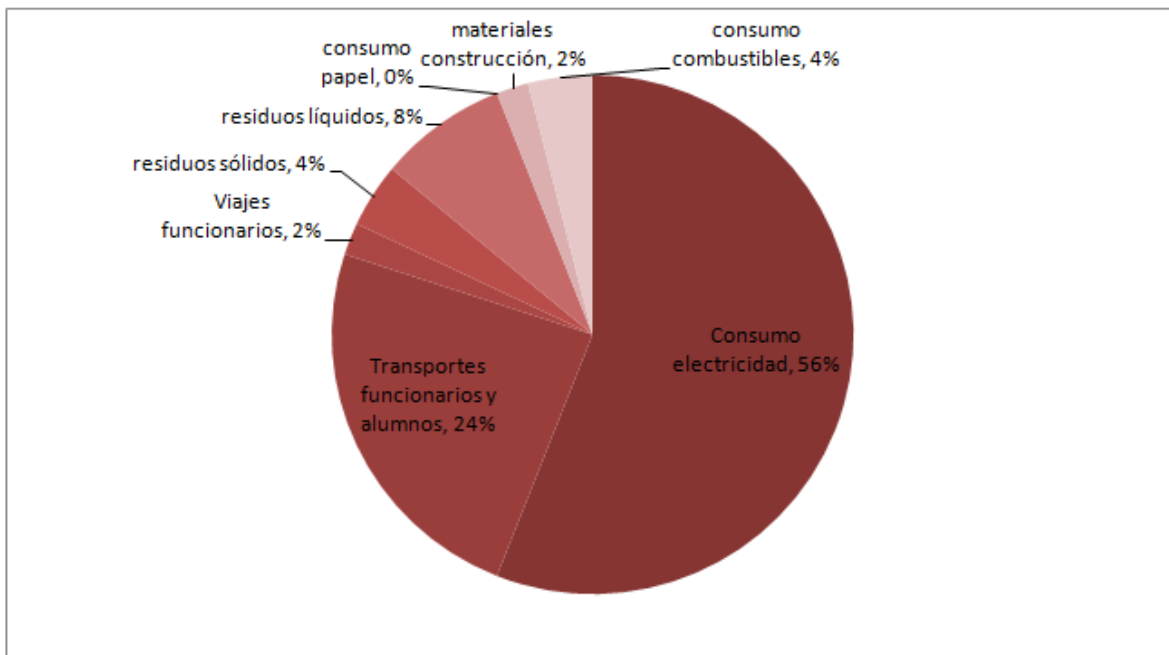


Gráfico 2. Emisiones de GEI por fuentes.

Fuente: Tesis Juan Santos Vargas, 2012.

La emisión por consumo de electricidad es la que para nuestro proyecto fue de gran importancia. Dentro de los gases que se emiten de esta fuente se encuentran el Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) el cual normalmente representa el 95% de las emisiones del sector energético, mientras que el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) son responsables del porcentaje restante, como se puede ver reflejado en el gráfico 3.

En la tabla 2 se puede apreciar la cantidad anual de emisiones por el consumo de energía entre los años 2008 – 2010

Tabla 2. Emisiones consumo energía eléctrica.

Año	Emisiones Ton CO <sub>2</sub>	Emisiones Ton CH <sub>4</sub>	Emisiones Ton N <sub>2</sub> O
2008	647,8520136	14,44989007	3,536583931
2009	720,4897128	16,0700236	3,933108623
2010	728,3171808	16,24460985	3,975838285

Fuente: Elaboración propia.

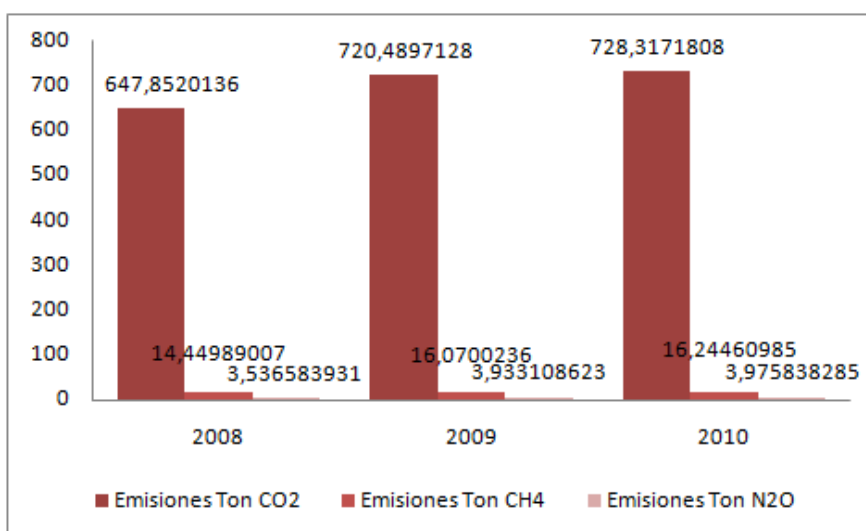


Gráfico 3. Emisiones del consumo de electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

Dado que CO<sub>2</sub> es el principal GEI que se desprende de esta fuente de emisión, el ex alumno Juan Santos Vargas proyectó sus emisiones para 10 años alcanzado el 2020 un aumento del 76% respecto al año 2008 donde se ve reflejado en el gráfico 4.

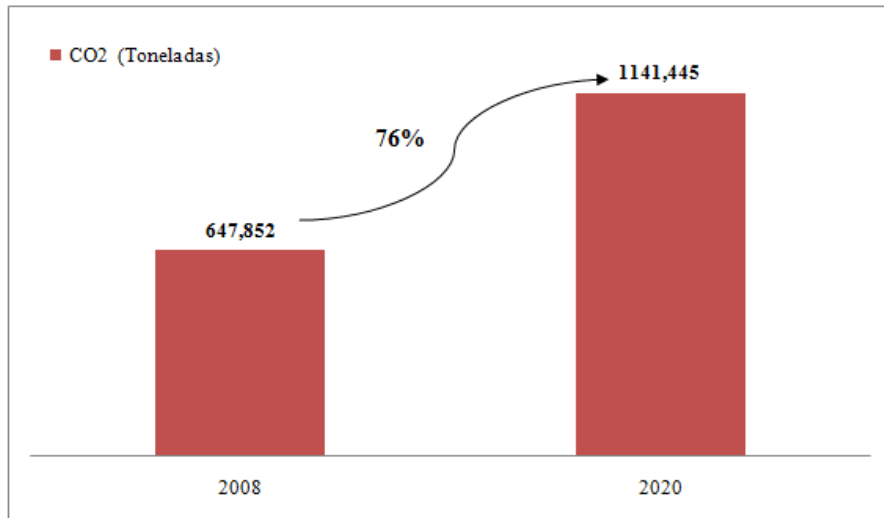


Gráfico 4. Proyección emisiones CO<sub>2</sub>.

Fuente: Tesis, Juan Santos Vargas, 2012.

De esta manera se identificó el consumo de electricidad como la principal fuente de emisión de GEI de la Universidad, sin duda da lugar a una mejora para la reducción de estos niveles, pues si no se toma en consideración al año 2020 se llegaría a un aumento del 55% respecto al año 2010.

## CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE MERCADO

### 4.1 Introducción

El estudio de mercado para un proyecto consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica.

Este estudio define el medio en el que habrá de llevarse a cabo el proyecto. En este estudio se analiza el mercado o entorno del proyecto, la demanda, la oferta dentro de la cual se estudian el servicio, el precio, los canales de distribución y la publicidad, si lo tuvieran. Este estudio es generalmente el punto de partida para la evaluación del proyecto.

### 4.2 Análisis de la demanda actual y futura

Para el proyecto se debe realizar un estudio de demanda para lograr determinar las condiciones que afectan y determinan el consumo del servicio en función del tiempo. Dentro de la demanda actual se analizarán datos al día proporcionados por la institución, siendo estos de alta importancia para el proyecto.

#### 4.2.1 Características del servicio

El servicio a ofrecer es energía eléctrica a través de postes tecnológicos con sistema eólico y solar, cuyo valor está dado en KWh. Este bien de consumo presenta las siguientes características:

- Proviene de una fuente de energía renovable, inagotable y de obtención gratuita.
- Se origina de un recurso natural, no contamina.
- La generación de esta energía no produce gases tóxicos, ni contribuye el efecto invernadero, ni a la lluvia ácida.
- Una vez terminada la vida útil del proyecto no deja residuo contaminante alguno.

El bien sustituto de este proyecto es la energía eléctrica que se obtiene en forma tradicional, a través del suministro eléctrico, Sistema interconectado central (SIC).

#### 4.2.2 Mercado por cubrir

Dentro de la Universidad existe gran cantidad de postes eléctricos que alumbran las dependencias por las noches, exactamente rodeando todas las instalaciones hay 60 postes solo de alumbrado de calles. Por las noches de igual forma existe luminaria de pasillo, es decir, la que esta alumbrando las principales zonas de conexión entre las facultades, sin embargo, esta no fue considerada dentro del proyecto.

En primera instancia, el proyecto contemplaría cubrir la totalidad de la demanda energética de los postes de alumbrado de calles, es decir, los 60 postes, sin embargo, se consideró la evaluación de un proyecto piloto con el cual se evaluará su viabilidad en el tiempo. Dentro del estudio técnico se evaluó el tamaño del proyecto, donde se tuvo en consideración la cantidad de postes que se estudiarían y la localización de dichos postes.

#### 4.2.3 Comportamiento de la demanda

El desarrollo del comportamiento que se genera en la demanda energética dentro del campus, se desarrollo a través de un estudio del consumo energético de los postes exteriores nocturnos que posee la Universidad. Mediante el Director de Administración, Don Claudio Márquez Gutiérrez, se pudo establecer una recopilación de información eléctrica que se genera en las instalaciones, en conjunto con su equipo de trabajo se estableció el consumo diario que se genera en cada poste, siendo este de 250 Wh, lamentablemente se trabajó con datos de la actualidad, ya que no se poseen datos históricos ni estudios previos de energía de los postes existentes. De igual manera a través de información de Don Robinson Fuentes, trabajador del área de Administración, se determinó que los postes trabajan más en estaciones como otoño, invierno y primavera siendo 12

horas de trabajo, encendiéndose a las 19:00 hrs de la tarde hasta 07:00 hrs de la mañana, en cambio en horario de verano estos permanecen encendidos solo 9 horas por las noches desde las 21:00 hrs de la noche hasta 06:00 hrs de la mañana.

Así se determinó que durante un año, 275 días permanecen encendidos 12 horas de noche dichos postes, y 90 días del año permanecen encendidos 9 horas durante la noche. En la tabla 3 se muestran los datos anuales del consumo de electricidad de un poste.

Tabla 3. Consumo anual de un poste.

Consumo (Wh)	Horas	Días del año	Consumo total (Wh)	Consumo total (KWh.)
250	12	275	825000	825
250	9	90	202500	202,5
	<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>1027500</b>	<b>1027,5</b>

Fuente: Elaboración propia

Si alrededor de la Universidad se cuenta con 60 postes habilitados para su funcionamiento, de obtendría un consumo de 61650 KWh al año que se genera en la iluminación nocturna de postes del campus.

En lo que a costos se refiere, en el año 2016 se espera un crecimiento del 15% en las tarifas eléctricas debido a los nuevos contratos de Endesa y Eléctrica Panguipulli (Enel), se adjudicaron los nuevos contratos de suministro licitados por la autoridad y las distribuidoras eléctricas para el período 2013-2024.

Al 2015 se ejecutó una subida del 7%, y En los años siguientes si no hay cambios relevantes en los indicadores de las tarifas (precios del gas, carbón o inflación de

EE.UU.), los precios continuarían al alza. Es por ello que la generación propia de electricidad hoy en día es un ahorro notorio dentro de un hogar, empresa, organización.

Gracias a las principales fuentes de información que se generaron en la institución, don Robinson Fuentes, en conjunto con don Claudio Márquez, han facilitado la tarifa con la cual se rigen dentro del Campus San Andrés. Tomando en cuenta que dentro del Campus existen tres centrales generadoras con las cuales se alimenta de energía la Universidad, estas cuentan con diferentes tarifas para sus diferentes necesidades, dos de ellas cuentan con tarifa tipo AT3 y la tercera se rige por la tarifa AT4.3 las dos catalogadas por el sector CGED SIC5 Sector 1.

Según CGE (Centro Generación Eléctrica) las tarifas al mes de junio del año 2016 consisten en:

- Tarifa AT3, tarifa de alta tensión mayor a 400 volts, se separan los cobros por energía y potencia. Tanto la energía como la potencia demandada son medidas a través de un medidor con registrador de demanda máxima. La tarifa está compuesta por los cargos mostrados en la tabla 4.
- Tarifa AT4.3, Tarifa de alta tensión, se separan los cobros por energía y potencia. Además, se distingue el uso de la potencia en horas de punta (entre 18:00 hrs. y 23:00 hrs. de los meses de abril a septiembre) y fuera de las horas de punta (el resto del año). La energía y las potencias en horario punta y no punta son medidas. La tarifa está compuesta por los cargos mostrados en la tabla 5.

Tabla 4. Cargos asociados tarifa AT3.

Cargos	Tarifa	
<b>Cargo Fijo mensual</b>	\$1.375,37 por cliente	Se factura todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.
<b>Cargo fijo por arriendo</b>	\$0,869 por kWh	Se factura todos los meses a los clientes que optaron por arrendar a nuestra compañía el equipo de medida.
<b>Cargo por energía</b>	\$83,793 por kWh	Se obtiene multiplicando la energía mensual consumida (kWh), por el precio unitario de la energía (\$/kWh).
<b>Cargo por demanda máxima</b>	\$5162,4 por kW	Se calcula multiplicando la energía máxima de facturación por el precio unitario de la potencia.

Fuente: CGE, Junio 2016.

Tabla 5. Cargos asociados tarifa AT4.3.

Cargos	Tarifa	
<b>Cargo Fijo mensual</b>	\$1.462,42 por cliente	Se factura todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.
<b>Cargo fijo por arriendo</b>	\$0,869 por kWh	Se factura todos los meses a los clientes que optaron por arrendar a nuestra compañía el equipo de medida.
<b>Cargo por energía</b>	\$83,793 por kWh	Se obtiene multiplicando la energía mensual consumida (kWh), por el precio unitario de la energía (\$/kWh).
<b>Cargo por potencia</b>	\$7.076,5 por kW	Es el cargo por potencia contratada.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4 Estimación de la demanda futura

Debido a que todos los días se realiza el mismo proceso de prendido y apagado de los postes dentro de las instalaciones, se consideró que el consumo de cada uno de ellos es el mismo día a día, mes a mes, año a año, lo que no existiría variación en el consumo eléctrico en ellos, así es como su demanda futura, sin tener en cuenta posibles cambios de ampollita que cambien el consumo, sería el mismo que actualmente. Por otro lado, a través del método de carácter subjetivo, debido a la carencia de datos históricos, se consideró la opinión del experto como el estimador de la demanda futura, en el caso del proyecto don Claudio Márquez dio a conocer que el consumo futuro se prevé igual al actual con variaciones por posibles fallas técnicas, pero siempre igual.

#### 4.3 Análisis de la oferta actual y futura

Para un análisis más completo se debe estudiar la oferta existente para el proyecto, sin duda, el mercado competidor es el principal enemigo del proyecto. Obviamente el comportamiento de los oferentes no es el mismo que el de los compradores, sus objetivos son diferentes, es por ello que un correcto análisis determina un buen proyecto.

Sin embargo, ya que se realizó un proyecto de innovación tecnológica dentro de la Universidad, capaz de generar electricidad, se consideró como competidores aquellos que con las mismas tecnologías o similares son capaces de ofrecer el mismo servicio. Es por ello que se destaca que dentro de la región del Bío Bío solo existen postes de similar tecnologías ubicados en instituciones industriales mediante proyectos, es decir, no se oferta dicho servicio dentro de la región. Es por ello que se determinó que el proyecto no posee oferta, generándose así una mayor capacidad de cubrir la demanda total.

De igual manera se realizó un estudio de la oferta eléctrica existente en nuestro país, para captar mayor información con respecto al tema, y saber cuánto es ofertado por energías renovables no convencionales.

### 4.3.1 Análisis del sector eléctrico

Actualmente las empresas de generación, transmisión y distribución se distribuyen geográficamente en el territorio nacional en cuatro sistemas eléctricos, los cuales de norte a sur son: Sistema Interconectado de Norte Grande (SING), Sistema Interconectado Central (SIC), Sistema de Aysén y finalmente Sistema de Magallanes. Donde sus capacidades instaladas se pueden ver en la tabla 6.

Tabla 6. Generación Bruta del país en GWh.

Sistemas eléctricos	2010	2011	2012	2013	2014
<b>SING</b>	9.989	11.379	11.425	11.525	13.068
<b>SIC</b>	32.604	34.742	36.472	39.409	40.696
<b>Sistema Aysén</b>	96	107	116	129	133
<b>Sistema Magallanes</b>	185	196	207	222	237
<b>Auto productores</b>	2.365	2.447	3.355	3.111	3.088
<b>Total</b>	<b>45.239</b>	<b>48.871</b>	<b>51.575</b>	<b>54.396</b>	<b>57.222</b>

Fuente: INE, 2015.

Sin duda se aprecia que el SIC es uno de los sistemas eléctricos con más abastecimiento en el país, abarcando un 92,3% del consumo total generado en cambio el SING abarca un 6,2%, por otro lado los más bajos son Sistema e Aysén y Sistema de Magallanes con un 0,6% y un 0,9% respectivamente.

En el gráfico 5 se da a conocer con más detalle los porcentajes dependiendo el tipo de generación que se pueden obtener hoy en día en nuestro país, se puede apreciar que las ERNC representan un 12% de la capacidad instalada, lo cual aparentemente es un

porcentaje bajo, lo que da a conocer que todavía la explotación de energías renovables no se ha hecho notar en el país, pero que con el tiempo irá en aumento.

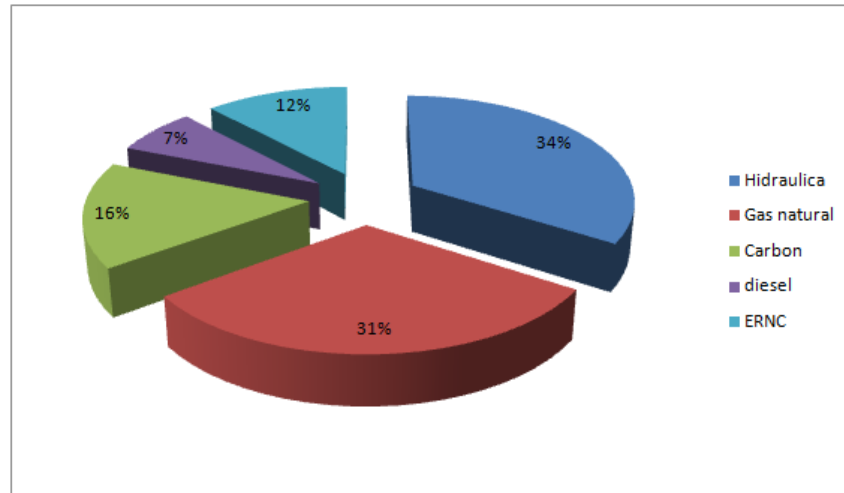


Gráfico 5. Capacidad instalada por energético

Fuente: INE, 2015.

#### 4.4 Elección de proveedores

Para el proyecto se realizó una elección detallada de proveedores quienes deben contar con la más alta calidad en insumos para el desarrollo del proyecto. El mercado proveedor muchas veces es el factor más crítico con el consumidor, debido a la alta calidad, recepción y aceptación de los productos para un mejor servicio dentro del proyecto. La viabilidad de este mercado es importante a futuro, cabe destacar que los productos seleccionados para el desarrollo del proyecto son de vida útil bastante alta, por fuentes directas del proveedor, nunca se confía en su disponibilidad.

Primero se debe dejar en claro que el principal insumo es el poste tecnológico con sistema de generación eólico y solar, el cual debe ser capaz de satisfacer las necesidades de iluminación que se desee.

Para la selección del proveedor se realizó una investigación de las más recomendadas empresas con acreditación y normativas al día. Se busca un proveedor capaz de satisfacer las necesidades tanto de servicio como de sus productos.

Para el desarrollo del proyecto se consideró el proveedor “ANTUSOLAR”, una sociedad prestadora de servicios especializadas en energía solar térmica, solar fotovoltaica y eólica. Promueve el desarrollo de los sistemas limpios y favorece iniciativas destinadas a aumentar el papel de las energías renovables no convencionales (ERNC) en la economía y la sociedad. Cuenta principalmente con la certificación de la Superintendencia De Electricidad y Combustible (SEC) como proveedor e instalador.

AntuSolar es una sociedad de origen franco-chilena creada por profesionales chilenos y europeos especializados en las distintas ramas de las ERNC. Dicha empresa cuenta con colaboradores altamente calificados, tanto en Chile como en Europa. Los componentes de los sistemas de energías renovables son fabricados y homologados en Europa, bajos las normas de la Unión Europea y de los países integrantes, sinónimo de productos de alto rendimiento, alta calidad y máxima eficiencia.

La empresa AntuSolar cuenta con:

- Instalación de los productos, por medio de instaladores calificados, ya que es importante una buena instalación del producto para su mejor funcionamiento.
- Puesta en marcha, asegurando el control final de la instalación en el momento de partida del servicio.
- Capacitaciones, entrega de información a los principales encargados del manejo y funcionamiento de los postes.
- Servicio post-venta, garantiza los componentes del sistema instalado, en acuerdo con el respaldo del fabricante. Estas garantías pueden ir de 2 años por un regulador de carga para una batería solar, hasta 10 años por un colector solar térmico.

Si bien es favorable que el proveedor realice el proceso de instalaciones, el valor es aparte. Para ser más exacto se cotizó a través de correos personales con trabajadores de ventas de

la empresa, específicamente con don Víctor Peralta, Ingeniero en energía solar, INES Francia, donde se dio a conocer el valor de los postes y de la instalación, donde este último incluye puesta en marcha y capacitaciones.

- Valor por poste es de  $\$419.900 + \text{IVA} = \$499.681$

Se considera que con el tiempo estos valores sigan manteniéndose o incluso bajando por la cantidad de nuevas empresas en el mercado.

- Valor instalación por poste varia de la cantidad instalada y las condiciones del terreno + \$100.000 Capacitación.

La instalación cuenta con materiales incluidos (en caso de ocuparse), un ingeniero experto en electricidad con 4 ayudantes. Cabe destacar que toda maquinaria necesaria para la instalación está incorporada y es del personal de instalación, el costo de este puede ser elevado debido que son proveedores de Santiago, lo que para ellos el instalar en regiones les es más costoso.

#### 4.5 Características específicas de los postes

En conjunto con el proveedor se escogió el mejor producto para satisfacer el servicio del proyecto, el poste tecnológico debe ser capaz de satisfacer las necesidades de los consumidores. En si todo poste cumple con su función que es de generar electricidad específicamente los postes poseen una generación de electricidad a través de un sistema eólico en la parte superior y un panel fotovoltaico en la parte superior del foco. Se puede apreciar la forma superior del poste en la figura 2, imagen entregada por el proveedor.



Figura 2. Aerogenerador eje vertical.

Fuente: AntuSolar.

Específicamente estos postes están compuestos por:

- Una eólica de eje vertical tipo AA600, aerogenerador a 7 m, sobre el suelo.
- Una luminaria de LEDs de la gama Diodela (84 de 45 W), farola a 6 m, sobre el suelo.
- Un acumulador (formado por 12 baterías de 12 V /42 Ah), situado a nivel del suelo o enterradas.
- Un CPU, módulo de control electrónico y gestión del sistema.
- Cableados.
- Un panel fotovoltaico.

Las baterías almacenan la energía. La luminaria está constituida de una matriz de 84 LEDs equipados con lentes específicas y orientadas que optimizan la uniformidad de la iluminación. Al ser un producto tecnológico posee un detector crepuscular que automatiza el encendido y apagado de la luz con una calidad de luz cercana a aquella de la luz del día y con muy bajo consumo, ver figura 3.



Figura 3. Luminaria encendida del poste.

Fuente: AntuSolar

El módulo de control electrónico guía y gestiona la totalidad del sistema, el aerogenerador se frena automáticamente cuando el viento alcanza 16 m/s teniendo una regulación de los flujos de energía mediante el control de la carga aplicada al generador en función de su velocidad de rotación. También se obtiene optimización de la duración de las baterías y de los LEDs. El control electrónico igualmente actúa de inversor de corriente alterna trifásica en corriente continua de 48 V. En la figura 4 se puede apreciar el poste en su forma completa donde dichos elementos anteriormente mencionados se encuentran al interior de una caja bajo nivel del suelo.



Figura 4. Poste tecnológico escogido.

Fuente: AntuSolar.

Dentro de los datos técnicos que posee el poste se encuentran:

- Velocidad de arranque: 2,8 m/s,
- Velocidad de producción : 3 m/s
- Potencia de referencia de la turbina: 300 W
- Máxima seguridad: frenado del sistema a partir de un viento de 16m/s,
- Peso del aerogenerador: 48 kg,
- Dimensiones del aerogenerador: diámetro 1,40 m x altura 1,50 m
- Panel fotovoltaico sobre la luminaria
- Estándar de referencia: una iluminación de 20 lux en el suelo sobre una superficie de 25 m por 6 m con una altura de luz de 6 m.

- Regulador de intensidad: Gestión del encendido adaptado a sus necesidades, regulación y modulación del consumo eléctrico.
- Cumplimiento de normas de seguridad y rigor.
- Baterías reciclables, situadas al pie del poste en una caja de seguridad.

En la figura 5 se visualiza con detalle cómo se compone un poste tecnológico, cabe destacar que para el caso del proyecto el panel fotovoltaico se encuentra arriba de la luminaria LED como se puede demostrar en la figura anterior. Se puede apreciar los dos sistemas de generación de electricidad que posee el poste, el foco LED, el controlador o regulador para los dos sistemas y las baterías para su acumulación.

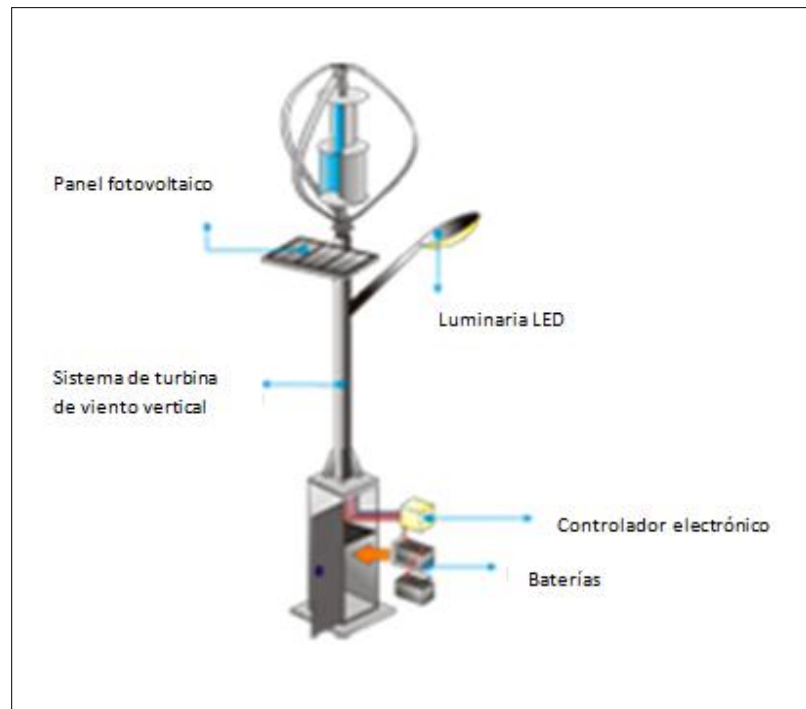


Figura 5. Estructura postes tecnológicos

Fuente: AntuSolar.

## CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO

### 5.1 Introducción

Para la realización del proyecto se continuó con un estudio técnico para poder realizar un análisis del proceso productivo del servicio, así demostrar los pasos más críticos dentro de él y cumplir con las expectativas. De igual manera dentro de este estudio se realizó en detalle la elección del lugar exacto donde se realizará el proyecto, es decir, donde será ejecutado, determinando el punto donde serán cambiados los postes. Así finalizando con una evaluación legal que debe cumplir todo proyecto de estas condiciones, sin duda ya que es un proyecto de impacto ambiental se deben tener en consideración bastantes normas que acrediten su buen funcionamiento.

### 5.2 Consideraciones para el tamaño del proyecto

Para poder analizar el tamaño que tendría el proyecto fue necesario saber a qué se refiere con tamaño del proyecto, este mide la relación de la capacidad productiva durante un periodo considerado normal para las características del proyecto.

Si bien se había mencionado con anterioridad, el estudio se realizó como un proyecto piloto, donde de los 60 postes que se encuentran en la Universidad, solo se consideró una cantidad de 10 postes. Para ello se tomo en consideración el principal factor dentro de la compra con el proveedor, este exige para la realización de la compra un mínimo de 5 unidades, y para la instalación ya que es para región un mínimo de 8 unidades, es por ello que se consideró como optimo 10 postes para su evaluación.

### 5.3 Proceso productivo

El proceso de producción de energía del proyecto se basa simplemente en la generación de electricidad a través de los postes tecnológicos con sistema eólico y solar. Su producción se

realiza mediante el movimiento de las masas del viento y la acumulación de los rayos del sol.

Una turbina eólica utiliza el efecto aerodinámico para hacer girar sus aspas y transformar el viento en energía mecánica, la energía mecánica se transforma en energía eléctrica a través del generador, así junto con el panel fotovoltaico quien producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos se genera una carga en un acumulador compuesto por baterías, así luego al momento que las luminarias detecten la noche y el día, a través del detector crepuscular, automatizan el encendido y el apagado del foco.

A través de la figura 6 se da a conocer el proceso de generación que se obtiene a través de los postes innovadores de electricidad, cabe señalar que el poste cuenta con procesos internos sencillos y cortos lo que hace una generación rápida e instantánea.

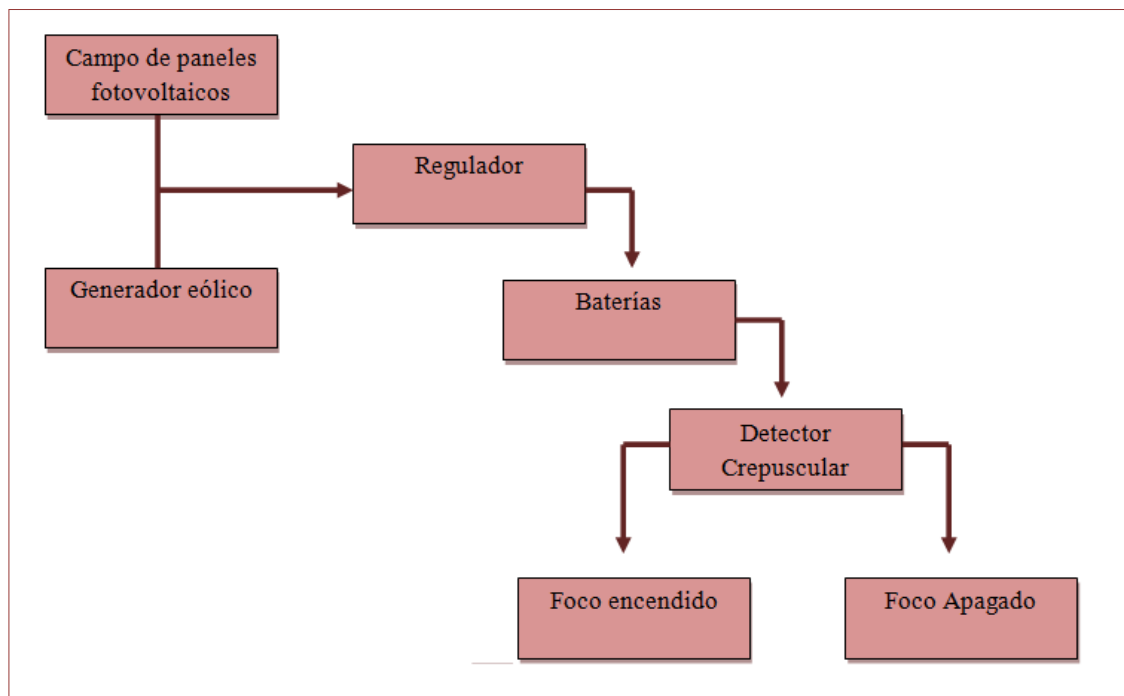


Figura 6. Diagrama del proceso de generación eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

Para complementar se podrá apreciar en la figura 7 un esquema, quien representa de mejor manera el proceso por el cual se somete dichos postes tecnológicos para la realización de sus servicios, sin duda cabe destacar que los postes son de tecnologías nuevas e innovadoras, lo que realizan sus trabajos de manera independiente sin ayuda humana.

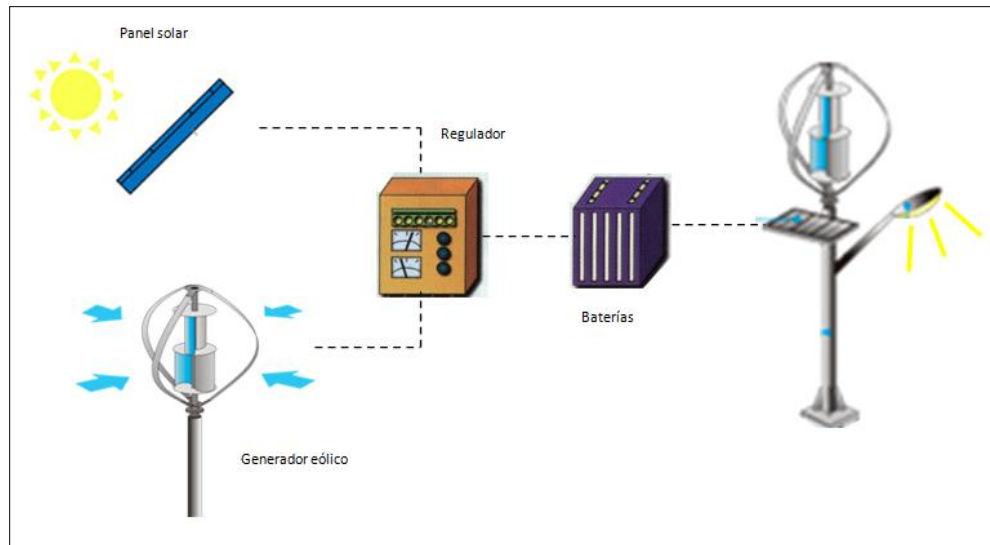


Figura 7. Esquema del proceso productivo.

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.1 Descripción del proceso productivo

La generación de electricidad se produce al existir una velocidad suficiente para hacer los aerogeneradores de eje verticales que posee el poste tecnológico, para el caso del equipo seleccionado a los proveedores, la velocidad de arranque que se requiere para que funcione adecuadamente es de un viento de 2,8 m/s, para que ya a una velocidad de 3m/s se genere producción, de igual manera dichos postes cuentan con una máxima seguridad, eso quiere decir que por seguridad tienen un frenado del sistema a partir de un viento de 16 m/s.

En la tabla 7 se puede apreciar la velocidad media de viento al año que se ha obtenido dentro de la ciudad de Concepción desde el año 2010 al 2015, obteniéndose gracias a un estudio de la Armada de Chile, generándose valores acordes con las capacidades que se requieren para un buen funcionamiento del servicio. Si bien se puede apreciar los valores en promedio están más altos que lo que se requiere como mínimo para producir, cabe destacar que la zona donde fue evaluada la velocidad del viento es de todo Concepción, ya que no se obtuvo resultados por sectores específicos, sin embargo el sector de la Universidad es privilegiado por su altura, generando así velocidades más altas.

Tabla 7. Velocidad media anual del viento en Concepción.

<b>Año</b>	<b>Velocidad media (km/h)</b>	<b>Velocidad media (m/s)</b>
<b>2010</b>	13	3,61
<b>2011</b>	12,4	3,44
<b>2012</b>	12,3	3,42
<b>2013</b>	12,3	3,42
<b>2014</b>	13,7	3,81
<b>2015</b>	12,9	3,58

Fuente: Armada de Chile.

En el gráfico 6 se da a conocer la curva de potencia del poste tecnológico a ciertas velocidades del viento, es decir, lo que genera en potencia dependiendo de dicha velocidad que se genera en ese momento. El gráfico solo llega a 16 m/s debido a que es la velocidad máxima alcanzada por el sistema eólico generando desconexión automática del aerogenerador. El gráfico esta en potencia medidas en Wh versus la velocidad del viento medido en m/s.

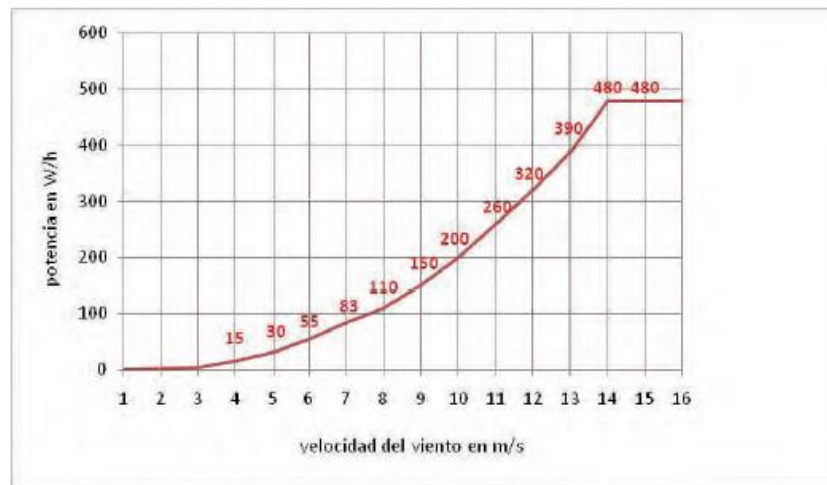


Gráfico 6. Curva de potencia del aerogenerador.

Fuente: AntuSolar.

Los postes que existen hoy en día en la Universidad, consumen 1027,5 kWh al año para una potencia de iluminación de 25 W, si bien se consideró realizar un cambio de tecnologías, lo más acertado es igualar o mejorar la iluminación en dichas zonas. A través del proveedor se determinó que dichos postes tienen un consumo aproximado de 612 kWh al año de 84 LEDs evidentemente más bajo que el existente, y con una potencia de iluminación de 45 W, lo que refleja que mejora la iluminación en dicha zona con un consumo más bajo debido a los focos LEDs.

#### 5.4 Localización del proyecto

La localización tiene por objeto analizar los diferentes lugares donde es posible ubicar el proyecto, con el fin de establecer el lugar que ofrece los máximos beneficios, los mejores costos, es decir en donde se obtenga la máxima ganancia. Es por ello que el proyecto contempló de gran importancia la localización exacta de los postes tecnológicos, si bien se sabe que el proyecto será realizado en las instalaciones de la Universidad, no se abarcó todos los postes nocturnos existentes en dicho establecimiento.

Dentro del tamaño del proyecto se consideró la evaluación de 10 postes los que estarán en una ubicación continua uno del otro, cabe destacar que los postes serán reemplazados, lo que bastó con analizar la mejor ubicación con respecto a los postes ya existentes, los factores que determinan la mejor ubicación del proyecto son:

- Espacios de cada terreno, se requiere de las mejores condiciones de terreno para una ubicación de un poste, siendo que ya existe uno, este de igual manera debe cumplir con la capacidad de poder realizar trabajos de excavación. Por otro lado se considera como espacio del terreno a aquello que lo rodea, es decir, debe cumplir con un espacio acorde a la vegetación para no alterar la flora y fauna existente.
- Capacidad para invadir, sin duda es uno de los factores más importantes dentro de la elección del mejor lugar. Que sea lo menos invasivo a la comunidad es lo que se desea en dicho proyecto, si bien los estudiantes o trabajadores de la institución recorren las instalaciones día a día en la Universidad, se desea que dichos postes no sean de impedimento para un desplazamiento acorde de las personas, ni estos mucho menos sean de distracción para sus aprendizajes.
- Tránsito de personas, el uso de este tipo de tecnologías como son los postes con energía propia hacen que independiente de un corte de luz ellos producen de igual manera, es por ello que el tránsito, ya sea peatonal como vehicular más utilizado es un factor importante, ya que la iluminación en dichos sectores se requiere con gran importancia.
- Altura, a mayor altura mayor velocidad del viento, esto debido a que las velocidades del viento en menos alturas se ven afectadas por la fricción con la superficie u objetos, esto tomando en cuenta la superficie baja de la universidad.

- Accesibilidad para instalación, la ubicación debe tener una buena accesibilidad para el proceso de instalación debido a que son postes de grandes tamaños y sus transportes son de carga pesada, una mala ubicación sin accesibilidad limita a la instalación de ellos.

Dentro de las localizaciones disponibles para el proyecto se pueden encontrar tres posibles puntos, tomando en cuenta las ubicaciones acordes de los postes y que cuenten con los factores ya mencionados. De igual manera las ubicaciones tienen considerado 10 postes cada uno para su evaluación.

A continuación se puede ver en la figura 8 el plano completo del Campus San Andrés, enumerado con sus respectivas facultades e instalaciones



Figura 8. Plano territorial Campus San Andrés, UCSC.

Fuente: UCSC, 2016.

### Localización 1

Frente Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, postes encontrados desde frontis hasta las canchas de pasto. Son 10 postes que parten desde los estacionamientos de la Facultad de Economía extendiéndose hasta el último situado en la entrada a la cancha de

pasto, cabe destacar que son postes de iluminación de calles, no confundir con las iluminarias de las canchas.

### Localización 2

Parte desde el primer poste a la entrada de la calle que da a edificio Monseñor Ezzati, extendiéndose por la vía quien rodea la capilla y termina a un costado derecho de la Facultad de Ingeniería, son 10 postes de igual manera en una ubicación muy privilegiada, ya que ilumina la entrada más cotizada por los vehículos en la Universidad.

### Localización 3

Dicha localización parte rodeando la Facultad de Medicina por su parte trasera y termina en el frontis de la Facultad de Educación, siendo de igual manera 10 postes continuos entre sí.

Para la elección de la localización, se ocupó el método cualitativo de puntos, con una escala predeterminada de 0 a 10, donde 0 es bajo y 10 es una buena calificación. La asociación del peso que se otorgaron a los criterios se basaron principalmente en opinión personal en conjunto con personal del área Administrativa .Los resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Selección de localización.

Factor	Peso	Localización 1		Localización 2		Localización 3	
		calificación	ponderación	calificación	ponderación	calificación	ponderación
Espacios de terrenos	0,10	5	0,5	6	0,6	4	0,4
Capacidad de invadir	0,30	7	2,1	8	2,4	5	1,5
Tránsito de personas	0,10	5	0,5	6	0,6	3	0,3
Altura	0,15	3	0,45	9	1,35	3	0,45
Accesibilidad	0,35	6	2,1	7	2,45	6	2,1
<b>Totales</b>	<b>1,00</b>		<b>5,65</b>		<b>7,4</b>		<b>4,75</b>

Fuente: Elaboración propia.

Así es como la localización escogida es la Localización 2 con una ponderación mayor a las otras, esto determina que entre los factores más importantes para la instalación de los postes tecnológicos esta localización cuenta con las mejores calificaciones en tema de ubicación. Es por ello que la localización exacta para el cambio tecnológico de postes se ubicaría por el acceso trasero de la Universidad, es decir, contemplaría parte de la Facultad de Ingeniería y Capilla.

A continuación en la figura 9 se presenta un esquema con la distribución de los postes en la localización escogida, donde contarán con una ubicación privilegiada dentro del campus.

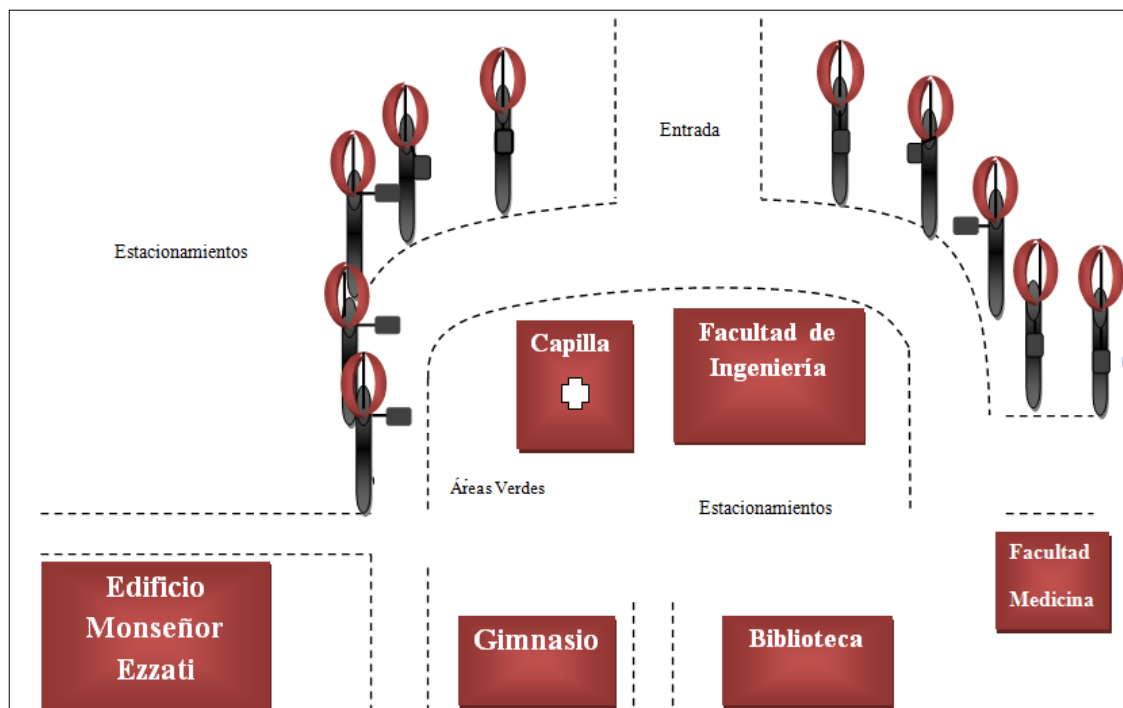


Figura 9. Layout del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura se puede apreciar las posiciones exactas de los postes escogidos para la evaluación, contado del primer poste a la entrada del edificio Monseñor Ezzati el cual cuenta con una posición privilegiada donde el viento es favorable, le siguen 4 postes más a

su izquierda continuos, por ese mismo lado. Luego de la entrada de autos se posicionan 5 postes mas rodeando la parte trasera de la Facultad de Ingeniería. En esa localización se contaba con 11 postes, sin embargo se omitió uno el cual la posición no era del todo adecuada, intervenía con la vegetación ahí expuesta.

## 5.5 Necesidades de obras físicas

El proyecto de cambio de postes a una tecnología más innovadora contempla la modificación de algunas obras físicas en terreno y en la subestación eléctrica correspondiente a dicha área de localización, esta se subdivide en las siguientes actividades.

### 5.5.1 Preparación de las áreas de trabajo

Las áreas de trabajo son aquellas donde se realizara el cambio tecnológico, es decir, cada sector donde se sacarán los antiguos postes y se instalaran los nuevos. La instalación de los postes con energía renovable viene de la mano con el proveedor, ellos se encargan de la puesta en marcha de los postes, sin embargo, previo a ello se debe realizar una preparación de dichos terreno. La eliminación de los postes ya existentes en los sectores de cambio deben ser removidos con el objetivo de dejar el espacio listo para la instalación de las nuevas tecnologías, para ello se contratara personal experto y adecuado para realizar el trabajo de remover los postes y dejar conexiones suspendidas en dicho terreno.

Cada poste tiene aproximadamente 1 metro de profundidad para su estabilidad y conexión subterránea, en conjunto con una maquinaria dichos postes son removidos para una nueva instalación.

El proyecto contempla que el tiempo que tomará realizar esta preparación de las áreas no sobrepase los 3 días, puesto que son solo 10 postes. Al personal contratado se le exigirá una jornada de trabajo continua. No se instalaran campamentos por lo que cada trabajador asistirá a diario a la obra de forma independiente.

### 5.5.2 Almacenamiento de postes

Para el almacenamiento de los postes que son sacados de sus áreas donde pertenecían, se considera la instalación de dependencias de tipo modular (contenedores), los cuales serán transportados mediante camiones. La ubicación de ellos será a un costado de las oficinas de Administración, frente a la entrada de edificio Monseñor Ezzati.

Se constará con un contenedor rectangular, con dimensiones de un largo capaz de guardar de manera perfecta los postes sobrantes, con un largo de 12.19 m un ancho de 2.44 m y un alto de 2.90 m capaz de contener los 10 postes, ver figura 10.



Figura 10. Medidas contenedor para almacenamiento.

Fuente: Contenedores Patagonia.

El transporte del contenedor es encargado por el vendedor, el cual incluye dentro del precio del producto los costos de envío, cabe destacar que la zona escogida para la ubicación de dicho contenedor, cuenta con accesibilidad para camiones y maquinarias especializadas para su instalación.

### 5.5.3 Modificación de la subestación eléctrica.

Los postes escogidos para el proyecto cuentan con una conexión igualitaria subterránea para todos los postes, ellos se alimentan de la subestación ubicada a un costado de la entrada de vehículos trasera. En conversaciones con el encargado eléctrico de la Universidad, aclaro que para sacar de funcionamiento uno o más postes de la zona escogida, basta con desconectar la alimentación energética de postes para dicho sector. Así se podrá dar paso a la eliminación de dichos postes para la nueva instalación de energía.

### 5.6 Aspectos legales y de organización

Dentro de todo proyecto existen aspectos de tipo legales donde se dan a conocer los principales impactos que generan estos tipos de proyectos en la sociedad. Dentro del proyecto existe una declaración de impacto ambiental, quien debe cumplir con las normas ambientales exigidas para su desarrollo. Por otro lado se debe cumplir con normativas tecnológicas para el desarrollo del proyecto que cumplan con las exigencias del mercado.

La organización es importante para un buen desarrollo y mantenciones de los equipos utilizados para el desarrollo de la energía, es por ello que dentro del proyecto se requiere de una organización capacitada para un buen funcionamiento de los equipos.

#### 5.6.1 Normativas de las tecnologías

Como ya se ha mencionado en varias oportunidades, la generación de electricidad a través de postes tecnológicos requiere de una alta tecnología capaz de satisfacer las necesidades de los consumidores, en conformidad con el proveedor se ha tomado en cuenta las normativas que se requiere que cumplan los equipos tecnológicos con los cuales se generara el servicio.

Dichas normativas son:

- EN 60598-1, establece el procedimiento de certificación de seguridad para el producto Luminaria proyector o proyector de Área para el alumbrado público exterior, interior y otras aplicaciones; a utilizarse para el alumbrado por proyección, cuando la luz es dirigida mediante reflexión y/o refracción, con fuentes de luz eléctricas tales como lámparas incandescentes, fluorescentes, de descargas o de otras tecnologías.
- EN 60598-2-3, establece el procedimiento de certificación de luminaria con lámpara de descarga para uso en alumbrado público de calzadas de calles y carreteras.
- EN 13201, describe los convenios y procedimientos matemáticos que se han de adoptar al calcular las prestaciones fotométricas de instalaciones de alumbrado viario diseñadas de acuerdo con la norma.
- Estanqueidad IP 65, Los equipos electrónicos son utilizados en diversas aplicaciones y tienen que trabajar de una manera segura durante un largo período de tiempo y bajo condiciones ambientales adversas. El polvo y la humedad no se pueden evitar siempre, así como la presencia de cuerpos extraños. Las distintas clases de protección fijan, en qué medida se puede exponer un aparato eléctrico en condiciones ambientales adversas, sin ser dañado o sin representar un riesgo de seguridad o para la salud. Dicha tecnología cumple con:
  - Protección completa contra contacto y protección contra penetración de polvo.
  - Protegidos contra los chorros de agua (desde todas las direcciones).
- Componentes UL, Underwriters Laboratories, es una consultoría que ofrece certificación relacionada con la seguridad, validación, pruebas, inspección, auditoría, asesoría y capacitación de servicios.

- Temperatura funcional, los equipos soportan temperaturas de  $-45^{\circ}\text{C}$  a  $+75^{\circ}\text{C}$ , para un buen funcionamiento de sus capacidades.

### 5.6.2 Sistema de Evaluación de impacto ambiental

La energía eólica posee grandes ventajas desde la perspectiva medioambiental que tienen que ser consideradas durante el proceso de evaluación. El beneficio principal es el desplazamiento de generación con centrales que utilizan combustibles fósiles, pues la generación eólica está libre de emisiones de gases. Por otra parte, la instalación de sistemas de generación eólica podría producir una serie de impactos medioambientales los que, sin duda, son considerablemente menores a los producidos por otros sistemas de generación. El impacto estará determinado principalmente por el número de unidades instaladas y el tamaño de cada una de ellas. Los impactos ambientales más comunes a los sistemas eólicos pueden resumirse en: extensa ocupación de terrenos, impacto sobre la flora, impacto sobre la fauna, impacto visual y efecto sombra.

El proyecto, a pesar de ser un proyecto innovador con bajo impacto ambiental, debería someterse a un SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), ya que contiene una generación por poste mayor a 3MW, lo que exige por ley un servicio de evaluación ambiental.

Los proyectos que deben contar con dicha evaluación son:

- Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos ( $50.000\text{ m}^3$ ).
- Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas terrestres, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material ( $50.000\text{ m}^3$ ), tratándose de las regiones I a IV, o cien mil metros

cúbicos (100.000 m<sup>3</sup>), tratándose de las regiones V a XII, incluida la Región Metropolitana.

- Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones. Se entenderá por líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje aquellas líneas que conducen energía eléctrica con una tensión mayor a veintitrés kilovoltios (23 kV).
- Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.
- Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas.
- Proyectos de desarrollo minero incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos.
- oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos.
- Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas.

De esta manera todo proyecto que se somete a un SEIA lo hace presentando una Declaración de impacto ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Las características de un proyecto sometido a un EIA son:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluido el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.
- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De esta manera se determinó que el proyecto no cumple con características para realizar un EIA, sino que se somete a una DIA.

La diferencia es que básicamente una DIA significa declarar lo que la construcción va a provocar, probando que esta se incorpora a la norma, mientras el EIA debe, junto con declarar los daños, proponer soluciones para mitigar los mismos. Ahora bien, además de la complejidad del informe que se debe entregar, hay una diferencia crucial entre una Declaración y un Estudio, que tiene que ver con la participación de la comunidad. Para el caso de los Estudios de Impacto Ambiental, se establece la obligación de informar a la ciudadanía y de publicar un extracto del EIA, dando la posibilidad de que las personas u organizaciones ciudadanas formulen observaciones al mismo.

Así es como se determinó que el proyecto debería someterse a una Declaración de Impacto Ambiental, el cual es sin costo alguno. La DIA debe ser presentada por su respectivo titular, y sus contenidos son de su exclusiva responsabilidad. Asimismo, debe estar registrado en el SEIA, ya sea como Titular persona natural, o como representante legal de la persona jurídica proponente del proyecto o actividad, o su modificación. El plazo de aprobación de la DIA es de 60 días hábiles (ampliable, por una sola vez, por 30 días hábiles adicionales) en el caso del pronunciamiento de las Declaraciones de Impacto Ambiental.

En la tabla 9 se dan a conocer los principales elementos susceptibles a ser impactados por el proyecto mediante la generación de energía eléctrica.

Tabla 9. Elementos que causan impacto ambiental.

Medios	Elemento	Componente ambientales	Impacto
Físico	Aire	Calidad de aire	Emisiones de material particulado.
	Suelo	Capacidad del uso del suelo	Alteraciones a las propiedades productivas.
		Uso del suelo	Modificación menor
		Regulación del uso del suelo	Alteración de la condición natural.
Nivel sonoro	Nivel sonoro	Aumento en nivel sonoro.	
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetación	Corte de vegetación para instalación.
	Fauna	Número de especies	Colisión de alguno de ellos con los aerogeneradores.
Humano	Aspectos socioeconómicos	Nivel tecnológico	Incorporación de nuevas tecnologías.
	Arqueología	Sitios arqueológicos	Daños producto de las excavaciones.
	Paisaje y estética	Calidad del paisaje escénico	Modificación de la trama original del paisaje e introducción de nuevos elementos.
		Fragilidad del paisaje escénico	Riesgos físicos

Fuente: guía para evaluación ambiental ERNC, elaborada por CNE.

Sin duda hay elementos que generan un impacto mucho menor en el proyecto, esto por las características de las tecnologías ocupadas para su desarrollo. Por ejemplo, el nivel sonoro que se genera por los aerogeneradores de eje vertical es mucho menor al de las aspas horizontales. Por otro lado al ser un proyecto de cambio de postes el impacto hacia la flora y fauna es menor debido al espacio ocupado de cada uno, los aerogeneradores son más pequeños y en una posición más adecuada. Luego en la arqueología, los daños ocasionados por las excavaciones no tienen un impacto tan fuerte como el de proyectos de parques eólicos, las excavaciones no son tan profundas y de grandes tamaños.

Así por otro lado, se considera el impacto ambiental que genera la energía solar, puesto que los tamaños de paneles fotovoltaicos que se encuentran en los postes es bastante pequeño, no generan impacto ambiental a simple vista, sin duda el proceso de generación de energía

solar si contiene impacto ambiental en sus procesos, estos son considerados para proyectos grandes, con gran cantidad de paneles, no en éste.

Una vez aprobado el proyecto por la institución escogida, se da paso a una evaluación ambiental para la posible puesta en marcha del proyecto.

### 5.6.3 Patentes y permisos municipales

Dentro del proyecto en su parte legal se estudio la normalización con la municipalidad en temas de patentes y permisos que dan marcha al proyecto, sin duda, son aspectos que determinan el futuro de la realización de él.

Antes de cualquier patente se debe tener en regularización cualquier permiso municipal para el desarrollo del proyecto, dentro de la los principales permisos se tiene:

- Certificado de informaciones previas
- Certificado municipal de zonificación
- Permiso de edificación
- Recepción definitiva de obras
- Permisos sanitarios
- Permisos para instalación de servicios básico

Si bien a simple vista llama la atención el permiso para instalación de servicios básicos que se requiere en un proyecto, sin embargo, para poder realizar y obtener dicho permiso debe ser de una empresa de instalaciones eléctricas, de combustibles líquidos o instalaciones interiores de gas, es por ello que nuestro proyecto no entra en dicho requisito.

En términos de patentes, se refiere al permiso necesario para poder emprender cualquier actividad comercial, sin duda el proyecto contempla ser de carácter propio lo que principalmente sus ganancias se convertirían en ahorros para la Universidad y no es

catalogado como un negocio, es por ello que no cumple con el requisito para pagar patente municipal. Para mayor claridad destacamos los tipos de patentes existentes en la tabla 10.

Tabla 10. Tipos de patentes municipales.

<b>Patentes</b>	<b>Descripcion</b>
<b>Patentes comerciales</b>	Para tiendas y negocios de compra-venta en general.
<b>Patentes profesionales</b>	Para, por ejemplo, consultas médicas, estudios de abogados o estudios de arquitectura.
<b>Patentes industriales</b>	Para negocios cuyo giro es la producción o manufactura, como panadería, fabricas de productos, alimentos, etc.
<b>Patente de alcoholes</b>	Para botillerías, bares, restaurantes y afines

Fuente: Municipalidad de Concepción.

Por otro lado, existe la generación ciudadana o autogeneración que consiste en la generación de energía eléctrica realizada en nuestro hogar, escuela o negocio, incluso comunidades como edificios o condominios. La Generación Ciudadana, establecida mediante la Ley 20.571, es un sistema que permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Es libremente para las personas que quieran generar su propia electricidad y desean vender sus excedentes.

Todo sistema de generación eléctrica que busque acogerse a esta ley, debe ser declarado ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, que desde el año 2015 cuenta con una Unidad Técnica Especializada en ERNC. Sin embargo, solo deberán contar con esta declaración las personas o proyectos que deseen vender sus excedentes al SIC y conectarse a la red eléctrica. Es por ello que el proyecto no cuenta con dicho

procedimiento, sin duda la generación propia es totalmente para la Universidad, esta no será vendida.

#### 5.6.4 Aspectos organizacionales

Como ya se ha manifestado, el proyecto no conlleva manipulación humana en sus procesos de generación, solo en procesos de instalación y mantención, por lo que dentro de sus aspectos organizacionales para un buen funcionamiento no se requiere de gran cantidad de personal dispuesto al trabajo en conjunto con los postes. Es por ello que solo serán monitoreados por técnicos encargados de la electricidad, previamente capacitados por los proveedores, para que regulen el buen funcionamiento de los postes.

La buena calidad de las tecnologías escogidas a los proveedores nos da la confianza de realizar solo 4 mantenciones al año, recomendadas por ellos, cada 3 meses se realizarán trabajos de mantención, ya sea tipo limpieza, cambio de LEDs entre otros. Dichos trabajos igualmente serán realizados por trabajadores expertos en la electricidad y tecnologías provenientes de la Universidad.

## CAPÍTULO VI: ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

### 6.1 Introducción

El presente estudio permite determinar la factibilidad económica del proyecto, considerando el actual escenario energético que enfrenta la Universidad, y sus repercusiones en las tarifas. Dicho estudio se evalúa teniendo en cuenta los estudios de la inversión, los ingresos y egresos que se generan, para posteriormente evaluar económicamente la viabilidad del proyecto.

### 6.2 Horizonte de evaluación

Para la elección del horizonte de evaluación se consideró la innovación de las tecnologías que se ocupan, es decir, hoy en día las tecnologías con el paso del tiempo se van volviendo cada vez mejores lo que generaría motivación de cambios en la Universidad, sin embargo se consideró que este tipo de proyectos cuenta con una gran inversión y una recuperación de ella a largo plazo, si bien es un proyecto que se desea iniciar con solo un sector, a lo largo del tiempo al aumentar más postes se irían generando más ahorros económicos, es por ello que por su largo proceso de recuperación monetaria se evaluará a un plazo de 15 años, considerando de igual forma la vida útil de las tecnologías ocupadas.

### 6.3 Moneda de evaluación

Para el estudio se consideró la moneda Unidad de Fomento (UF) estimado en \$26.000,58 al 3 de Junio del 2016, a través del Sistema de Impuestos Internos (SII), se estableció la UF como unidad de cuenta para evitar cálculos adicionales en la proyección de la inflación en el tiempo, es decir, no se consideró el peso como unidad de cuenta ya que no tiene incorporada la inflación en el tiempo y la estimación depende de diversos factores los cuales deben ser modelados, por ello la mejor alternativa frente al tiempo y costo es la UF.

## 6.4 Inversiones previas

Son aquellas inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto, consiste en activos para la realización y ejecución físicas u legales del proyecto.

### 6.4.1 Activos Fijos

Son aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso y servirán de apoyo a la operación normal del proyecto. Dentro de los activos fijos encontramos los postes que se utilizarán para la generación de la energía, el contenedor que se utilizara como bodega para los postes restantes. Cabe destacar que para el proceso de despeje de las áreas no es necesario maquinarias especializadas, debido que la empresa contratista para realizar el trabajo cuenta con todo equipo propio para la ejecución, es por ello que dentro de los activos fijos no son considerados.

Los activos fijos que involucra el proyecto se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Activos Fijos.

Activos	Cantidad	Precio unitario (UF)	Precio Total (UF)
<b>Postes</b>	10	19,22	192,18
<b>Contenedor</b>	1	36,53	36,53
		<b>Total</b>	<b>228,71</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4.2 Activos nominales

Son constituidos por inversiones intangibles para el proyecto, entre ellos se encuentran los gastos de capacitación al personal encargado de la supervisión de las tecnologías, como

también los costos de instalación que se generan por las tecnologías considerándose como gastos organizacionales y el despeje de área para dicho proceso. En general son costos que se deben tener en cuenta si se llegase a generar el desarrollo del proyecto.

Los activos nominales que involucra el proyecto se detallan en la tabla 12.

Tabla 12. Activos nominales.

<b>Activos</b>	<b>Precio Total (UF)</b>
<b>Gastos organizacionales</b>	<b>22,27</b>
<b>Capacitación</b>	<b>3,84</b>
<b>Despeje de área</b>	<b>13,46</b>
<b>Total</b>	<b>39,57</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 6.5 Flujo de caja

La información obtenida a través de los estudios de mercado técnicos es suficiente para elaborar flujos de caja, apalancados y puros, de los cuales se pueda desprender la viabilidad y rentabilidad del proyecto. Para ello, es necesario contar con los siguientes puntos.

### 6.5.1 Egresos del proyecto

Corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto, considerados como los activos fijos y nominales del proyecto. A continuación en la tabla 13 se detalla los egresos inicial que requiere el proyecto.

Tabla 13. Egresos iniciales para el proyecto

<b>Descripción</b>	<b>Total (UF)</b>
<b>Activos Fijos</b>	228,71
<b>Activos Nominales</b>	39,57
<b>Total</b>	<b>268,28</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la inversión inicial estimada para desarrollar el proyecto de innovación de postes eléctricos nocturnos asciende a un monto total aproximado de 269UF.

### 6.5.2 Ingresos del proyecto

El proyecto contempla como ingresos los ahorros generados por el nuevo sistema propio de generación de electricidad, es decir, actualmente se está cancelando un consumo eléctrico que se requiere por las noches en dichos postes a la compañía CGE, sin embargo, la generación eléctrica por el nuevo sistema de postes con energía renovable independiente que no es ingreso entrante, es un ahorro económico para la Universidad.

Es por ello que se estudió la viabilidad económica en base a una comparación de costos asociados a la implementación del proyecto, versus los ahorros económicos generados en dicho proyecto. Si bien se recuerda, en el estudio de mercado se detallaron los costos con los que la Universidad se regía en iluminación nocturna, así luego la localización de dichos postes escogida determina que en dicho sector los postes eran catalogados con la tarifa AT3 los cuales consideraban los siguientes cargos:

- Cargo Fijo mensual, el que no será considerado para la determinación del ahorro, pues ya que es un proyecto que solo contempla 10 postes, los demás seguirán con dicha tarifa y el cargo fijo se cancelara de igual manera.
- Cargo Fijo por arriendo, el cual igualmente que el anterior se seguirá cancelando debido a la existencia de mas postes.

- Cargo por Energía, es el que será considerado dentro del cálculo del ahorro generado por el nuevo sistema, ya que es el que se multiplica por el consumo, en nuestro caso de los 10 postes.
- Cargo por demanda máxima, es aquel que se seguirá cancelando debido a la existencia de otros postes igualmente.

En la tabla 14 se darán a conocer los ahorros posibles en relación al consumo anual de los 10 postes y el precio estipulado por CGE.

Tabla 14. Ahorro total anual.

Consumo anual (KWh)	Costo (\$)	Ahorro total (\$)	Ahorro total (UF)
10275	83,793 por kWh	860.973,08	33,12

Fuente: Elaboración propia.

Se tomó en cuenta el consumo total anual que se demanda por los 10 postes y el costo determinado por CGE, así se determinó que el ahorro anual que se generaría con la implementación del proyecto es de 33,12 UF.

### 6.5.3 Costos del proyecto

Los costos son aquellos que se encuentran relacionado con el funcionamiento del proyecto, en nuestro caso no existirá constantemente un personal encargado del buen funcionamiento de los postes, solo el mismo personal que supervisa la parte eléctrica y los postes ya existentes serán capacitados para un monitoreo y mantención de las nuevas tecnologías, pero no se contratará personal extra para dicho cargo. Es por ello que el proyecto no cuenta con costos asociados constantemente debido que los postes no requieren de ayuda humana para realizar su trabajo, la relación con el personal eléctrico es bastante baja.

Dentro de los costos igualmente, se consideraron los gastos anuales que se generan en materiales de mantención, si bien son postes de alta calidad y se ha considerado un valor aproximado no tan alto de mantención el cual asciende a \$80.000 correspondiente a 3,1 UF.

#### 6.5.4 Depreciaciones

De acuerdo a la resolución exenta N°43 del 26 de diciembre del 2002, que fija la vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, el Servicio de Impuestos Internos (SII) contempla la depreciación y vida útil, establecida en la tabla 15.

Tabla 15. Vida útil activos.

Activo	Vida Útil (Años)	Costo del Activo (UF)
Postes	20	192,18
Contenedor	15	36,53

Fuente: Sistema de Impuestos Internos.

Cabe destacar que solo se poseen dos activos depreciables para el proyecto, debido que su implementación es totalmente por empresa proveedora y con equipos propios.

El método que se utilizó para la depreciación de los activos del proyecto, es el Método de depreciación de línea recta. Estos activos comienzan a perder su valor y además su potencial servicio va disminuyendo.

En este método la depreciación es calculada como función del tiempo y no de la utilización de los activos. Es uno de los métodos más utilizados para el cálculo de la depreciación, además se supone que los servicios potenciales del activo declinan en igual cuantía en cada

ejercicio, y que el costo de los servicios es el mismo, independientemente del grado de utilización.

Cuando se utiliza este método, al costo del activo o valor de adquisición, se resta el valor de salvamiento y se divide entre el número de períodos contables de vida útil que posee el activo.

Se utiliza la siguiente expresión:

$$D = (P - VS) / n \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

D: Depreciación de un activo

P: Costo inicial del activo

VS: Valor de salvamiento estimado (Representa el valor que se estima que puede obtenerse de la venta de un activo fijo ya fuera de servicio.)

n: Números de periodos de vida útil

El valor de salvamiento (VS) para los activos del proyecto se considero 0, ya que es el peor de los casos en que se puede encontrar, es decir, que los activos no tendrán valor cuando estos ya hayan cumplido su vida útil y estén fuera de servicio. Por lo tanto el valor de desecho, valor de salvamiento o valor de rescate es cero.

La tabla 16 muestra los valores de depreciación de los activos del proyecto, mediante el método de Línea Recta.

Tabla 16. Depreciaciones en horizonte de tiempo en UF.

Activo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Postes</b>	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61
<b>Container</b>	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
<b>Total</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>
	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Año 13</b>	<b>Año 14</b>	<b>Año 15</b>					
	9,61	9,61	9,61	9,61	9,61					
	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44					
	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>	<b>12,05</b>					

Fuente: Elaboración Propia.

Ante esto se puede dar a conocer, en la tabla 17, los valores residuales de los Activos del proyecto durante el horizonte de tiempo, corresponde al valor que a esa fecha no se ha depreciado de un activo y fue calculado mediante:

$$VR = \sum_{j=1}^n I - \left( \frac{I}{n} * d \right) | \dots\dots\dots(2)$$

Donde,

I: Inversión en el activo

n: número de años a depreciar del activo

d: número de años ya depreciados del activo.

Así se obtienen los valores residuales obtenidos para el proyecto:



directamente de finanzas una cotización por Seguridad de la Institución. Los valores de las amortizaciones se pueden dar a conocer en los anexos 1 y 2.

Tabla 18. Simulación crédito Banco Corpbanca 100% apalancado.

<b>Resultado simulación crédito</b>	
<b>Monto solicitado</b>	\$7.000.000
<b>Tasa de interés mensual</b>	1,72%
<b>Tasa de interés anual</b>	20,64%
<b>Periodo de gracia</b>	0
<b>Número de cuotas</b>	36
<b>Valor cuota mensual</b>	\$265.758
<b>CAE</b>	21,56%

Fuente: Banco Corpbanca.

Tabla 19. Simulación crédito Banco Corpbanca 50% apalancado.

<b>Resultado simulación crédito</b>	
<b>Monto solicitado</b>	\$3.500.000
<b>Tasa de interés mensual</b>	1,83%
<b>Tasa de interés anual</b>	21,96%
<b>Periodo de gracia</b>	0
<b>Número de cuotas</b>	36
<b>Valor cuota mensual</b>	\$135.344
<b>CAE</b>	22,92%

Fuente: Banco Corpbanca.

## 6.7 Determinación de la tasa de descuento

Breve determinación de viabilidad de las distintas tecnologías de Energías Renovables no Convencionales (ERNC), para el caso del mercado Chileno con la nueva ley de energías renovables se estableció una tasa de rentabilidad exigida para el desarrollo de proyectos con energía renovable que tienen como finalidad la protección medio ambiental de un 6%, sin

duda este valor puede variar dependiendo del proyecto, es por ello que se estimo un promedio de acuerdo a proyectos ya realizados en el mercado chileno.

## 6.8 Flujo de caja proyectado

A continuación se darán a conocer en las tablas 20, 21 y 22 los flujos de caja para el proyecto apalancado con un 50% y un 100%, como también un flujo de caja puro.

Tabla 20. Flujo de caja 100% Apalancado

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Consumo (Energía Base, en kWh)		10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275
Precio Energía Base (UF/kWh)		0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
(+) Ahorros por consumo de energía		33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12	33,12
(-) Gastos del proyecto		3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
(-) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Interés del préstamo		64,34	39,03	13,71												
(=) Utilidad Antes del Impuesto		-46,37	-21,06	4,26	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97
(-) Impuesto (24%)																
(=) Utilida despues del Impuesto		-46,37	-21,06	4,26	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97
(+) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Amortización préstamo		58,31	83,63	108,94												
(+) Préstamo	269,22															
(-) Inversión	269,00															
(+) Valor de desecho																48,03
(=) Flujo de Caja	0,22	-92,63	-92,64	-92,63	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	78,05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Flujo de caja 50% Apalancado

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Consumo (Energía Base, en		10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275
Precio Energía Base (UF/kWh)		0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
(+) Ahorros por consumo de energía		32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88
(-) Gastos del proyecto		3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
(-) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Interés del préstamo		34,86	21,15	7,43												
(=) Utilidad Antes del Impuesto		-17,13	-3,42	10,30	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
(-) Impuesto (24%)																
(=) Utilida despues del Impuesto		-17,13	-3,42	10,30	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
(+) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Amortización préstamo		27,60	41,32	55,04												
(+) Préstamo	134,61															
(-) Inversión	269,00															
(+) Valor de desecho																48,03
(=) Flujo de Caja	-134,39	-32,68	-32,69	-32,69	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	77,81

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Flujo de caja puro

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Consumo (Energía Base, en KWh)		10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275	10275
Precio Energía Base (UF/kWh)		0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
(+) Ahorros por consumo de energía		32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88
(-) Gastos del proyecto		3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
(-) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Interés del préstamo																
(=) Utilidad Antes del Impuesto		17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
(-) Impuesto (24%)																
(=) Utilidad después del Impuesto		17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
(+) Depreciación		12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05
(-) Amortización préstamo																
(+) Préstamo																
(-) Inversión	269,00															
(+) Valor de desecho																48,03
(=) Flujo de Caja	-269,00	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	77,81

Fuente: Elaboración Propia

## 6.9 Criterios de evaluación

Para realizar una evaluación económica del proyecto, se darán a conocer los valores del VAN y TIR, así se demostrará la rentabilidad que promete el proyecto. Técnicamente el criterio del VAN plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero. Y por otro lado el criterio de la TIR, tasa interna de retorno, evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. En resumen la TIR la rentabilidad máxima exigida al proyecto.

### 6.9.1 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

A continuación en las tablas 23, 24 y 25 se entregarán los resultados obtenidos por el flujo de caja apalancado y puro.

Tabla 23. Resumen flujo de caja apalancado 100%.

<b>Flujo de Caja Apalancado 100%</b>	
<b>Inversión</b>	269 UF
<b>Crédito 100%</b>	269,22 UF
<b>Tasa de interés mensual</b>	1,72%
<b>Nº de cuotas</b>	36
<b>Valor cuota</b>	10,22 UF
<b>VAN</b>	-16,03
<b>TIR</b>	5%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Resumen flujo de caja apalancado 50%.

<b>Flujo de Caja Apalancado 50%</b>	
<b>Inversión</b>	269 UF
<b>Crédito 50%</b>	134,61 UF
<b>Tasa de interés mensual</b>	1,83%
<b>Nº de cuotas</b>	36
<b>Valor cuota</b>	5,21UF
<b>VAN</b>	7,91
<b>TIR</b>	6%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Resumen flujo de caja puro.

<b>Flujo de Caja puro</b>	
<b>Inversión</b>	269 UF
<b>VAN</b>	40,27
<b>TIR</b>	8%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos por el flujo de caja arrojan un escenario positivo y uno negativo. Dentro del flujo de caja con un 100% apalancado se generan un VAN negativo lo que indica que el proyecto en esas condiciones no es aceptable, con una TIR por debajo de lo exigido a este tipo de proyectos. La alta inversión del proyecto por las nuevas tecnologías innovadoras da a conocer que la recuperación de la inversión es a largo plazo, lo que genera que las rentabilidades de este tipo de proyectos sean bajas a un corto plazo.

Sin embargo se arrojó resultados positivos para el proyecto, con un 50% de apalancamiento y un flujo de caja puro, arrojaron VAN positivos y TIR igual y por encima de la rentabilidad exigida para el proyecto. En las siguientes tablas se darán a conocer las recuperaciones de la inversión para cada situación proyectada.

En la tabla 26 con un 100% de apalancamiento, la inversión se costea desde el crédito obtenido por el banco, lo que generaría ganancias en el año 13, bastante alto el periodo de recuperación, es por ello que arrojó una alternativa poco rentable para el proyecto.

Tabla 26. Periodo recuperación Inversión 100% apalancado.

	Año 0	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
FCN	0,22	-92,63	-92,64	-92,63	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02	30,02
FCN acumulado		-92,63	-185,27	-\$ 277,90	-247,88	-\$ 217,86	-187,84	-\$ 157,82	-127,80	-\$ 97,78	-67,76
							Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
							30,02	30,02	30,02	30,02	78,05
							-\$ 37,74	-7,72	\$ 22,30	52,32	\$ 130,37

Fuente: Elaboración propia.

Luego se obtiene la tabla 27 con un 50% de apalancamiento, donde la inversión es sólo la mitad de la inversión del proyecto total, lo cual asciende a 134,39 UF.

Tabla 27. Periodo de recuperación Inversión 50% apalancado.

	Año 0	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
FCN	-134,39	-32,68	-32,69	-32,69	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78
FCN acumulado		-32,68	-65,37	-\$ 98,06	-68,28	-\$ 38,50	-8,72	\$ 21,06	50,84	\$ 80,62	110,40
							Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
							29,78	29,78	29,78	29,78	77,81
							\$ 140,18	169,96	\$ 199,74	229,52	\$ 307,33

Fuente: Elaboración propia.

La recuperación de la inversión se genera dentro del año 10, específicamente generando los cálculos pertinentes se obtiene que se recupera en un periodo de 10,17 años equivalente a

10 años con 63 días. Evidentemente la recuperación es a largo plazo lo que genera que la rentabilidad se acomode a lo exigido para este tipo de proyectos.

Por último en la tabla 28 se obtiene la recuperación de la inversión con un flujo de caja puro, es decir, la inversión es costeada directamente por la Universidad, lo que arroja los siguientes datos.

Tabla 28. Periodo de recuperación de Inversión flujo de caja puro.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
FCN	-269,00	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	29,78	
FCN acumulado		29,78	59,56	\$ 89,34	119,12	\$ 148,90	178,68	\$ 208,46	238,24	\$ 268,02	297,80	
								Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
								29,78	29,78	29,78	29,78	35,91
								\$ 327,58	357,36	\$ 387,14	416,92	\$ 452,83

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que la recuperación de la inversión para el flujo de caja puro se genera dentro del año 9, específicamente en el año 9,0031 equivalente a 9 años con 2 días, siendo de las tres opciones la más rápida en la recuperación de la inversión.

Cabe destacar que los valores arrojados por la recuperación de la inversión son a largo plazo, lo que una recuperación a 9 o 10 años es algo normal dentro de la ejecución de proyectos con energía renovable.

## 6.10 Análisis de Sensibilidad

Finalmente para el proyecto se realizó un análisis de sensibilidad, en donde este será sensible a las variaciones de uno o más parámetros realizado por el Modelo unidimensional de la sensibilización del VAN. Este fue aplicado a una sola variable, el cual consta en

cambiar los valores para analizar cómo se modifica el VAN, determinando hasta donde puede modificarse para que el proyecto siga siendo rentable.

Así es como se evaluó el cambio de inversión para el proyecto, específicamente el cambio de costos de los postes para determinar el menor o mayor costo que se podría cancelar con el cual el proyecto serviría para recuperar la inversión.

En primer lugar conservando un financiamiento del 100% original de la inversión, pero disminuyendo los valores de los postes, se genera una nueva inversión de 252,97 UF como se puede ver en la tabla 29. Para que el VAN sea 0 y genere solo una recuperación de la inversión, es decir, no se generen ganancias ni pérdidas la inversión debiese bajar en 16,03 UF así se obtienen valores mínimos exigidos para el proyecto.

Tabla 29. Disminución Inversión original con 100% financiamiento.

<b>Inversión</b>	<b>252,97UF</b>
VAN	0
TIR	6%
Nuevo costo 1 poste	17,61UF

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado conservando un financiamiento del 50% original de la inversión, pero ahora aumentando los valores de los postes, se genera una inversión de 277,01 UF como se puede ver en la tabla 30. Para que ahora el VAN sea 0 la inversión debiese subir en 8,01 UF, así se obtienen los nuevos valores mínimos exigidos para el proyecto en estas condiciones.

Tabla 30. Disminución inversión original con 50% financiamiento.

<b>Inversión</b>	<b>277,01UF</b>
VAN	0
TIR	6%
Nuevo costo 1 poste	20,01UF

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente para el proyecto con financiamiento puro, los flujos de caja arrojan valores positivos de recuperación de la inversión con un VAN 0, cuando la inversión aumenta en 40,27 UF, como se puede ver en la tabla 31, así los postes al aumentar de valor a 23,24 UF cada uno el proyecto no sería ni bueno ni malo, sino recuperaría lo invertido.

Tabla 31. Disminución de la inversión con financiamiento puro.

<b>Inversión</b>	<b>309,27UF</b>
VAN	0
TIR	6%
Nuevo costo 1 poste	23,24UF

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Para concluir el presente proyecto se destacará como se llevo a cabo y los resultados obtenidos de los objetivos específicos y como se logro cumplir con el objetivo principal.

El consumo de energía que se genera dentro de la comunidad, dio a conocer valores específicos de la energía que se consume durante la noche en los diferentes horarios de las estaciones del año, y cuál es la tarifa que hoy en día rige la universidad para el pago de dicha electricidad. Si bien la demanda da a conocer la cantidad de energía que se debía cumplir con este proyecto para una mejora tecnológica, no se obtuvo oferta de parte del mercado eléctrico con este tipo de tecnologías, lo que genera un abarcamiento completo de la demanda existente.

Además el análisis de los mejores proveedores arrojaron alternativas variadas en tema de costos y calidad de los productos, si bien se escogió AntuSolar para proveer de los postes tecnológicos, de un comienzo el proveedor era diferente lo que resultó ser un proveedor no aceptable dentro del mercado chileno, es decir, los costos de sus tecnologías en comparación con el ahorro monetario por el consumo eran bastante altos, lo que no se acomodaba al mercado chileno.

Técnicamente el proyecto se evaluó en tema de tecnologías y en la capacidad que tienen los postes tecnológicos de igualar la luminosidad que hoy en día se genera en las calle de la Universidad. Si bien se realizó un análisis comparativo entre las nuevas tecnologías y los postes existentes, se concluyó que los nuevos productos satisfacen las necesidades ya existentes dentro del campus, con nuevas tecnologías de generación y de componentes del poste. La existencia de luminarias LEDs dentro de los postes hace que el consumo que se genera es muchísimo menos al de una ampolletas ya existente, por ejemplo una ampollita LED consume aproximadamente un 80% menos de electricidad que una ampollita convencional.

Dentro de la localización se empleo un método bastante popular de los estudios de factibilidad para el desarrollo de la mejor ubicación del proyecto, sin duda las opciones de localización no eran variadas, es decir, existían de tan solo 3 posibles localizaciones debido a las condiciones de los postes que están rodeando la Universidad, a ello se escogió la mejor alternativa para el desarrollo y buen funcionamiento de las tecnologías.

Financieramente el proyecto generó opiniones diversas en temas económicos, si bien se puede recordar, el estudio se basa principalmente en una mejora medioambiental a través de una innovación de postes nocturnos para iluminación. Hay opiniones que se generan no positivas dentro de los resultados económicos del estudio, si se ve por el lado económico o comercial la recuperación de la inversión y el periodo de ganancias se genera a un largo plazo entre 9 a 13 años aproximadamente lo que para cualquier empresa del rubro comercial no es una buena inversión. Sin embargo, los objetivos del proyecto desde un comienzo fueron innovar dentro de la Universidad con energía renovable capaz de generar conciencia en la comunidad, lo que económicamente se puede generar a una alta inversión y una recuperación a largo plazo.

Evidentemente se determinó que la inversión es significativa y no menor, y la recuperación a largo plazo, en cambio existe una ganancia no tangible a corto plazo para la Institución, es aquella que se ve por el lado social, la imagen de la Universidad por ayudar el medio ambiente, y los costos asociados a las centrales eléctricas en disminución de contaminantes.

Hoy en día las energías renovables van creciendo dentro del mercado chileno, y se posicionan como una fuente de generación con grandes resultados. Las centrales energéticas de generación van con el tiempo aumentando su contaminación y a futuro una extinción de ellas generara una inversión de nuevas tecnologías donde las energías renovables serán las primeras opciones. Si no hay un cambio hoy en nuestros sistemas de vida, no habrá un futuro para nadie.

## RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- Aumentar con el tiempo el proyecto a los postes aptos para el reemplazo de las nuevas tecnologías alrededor de toda la Institución.
- Promover más el uso de las energías renovables, dentro de la comunidad Universitaria.
- Poder llegar con estas tecnologías a aquellos sectores del campus donde se abusa del consumo eléctrico, como laboratorios y oficinas.
- Fomentar e incentivar a pequeños proyectos para la ayuda medioambiental dentro de la institución.
- Crear conciencia como estudiantes y docentes de los cambios climáticos que se generan con la contaminación del consumo eléctrico, para mejorar el estilo de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sapag, R., (2008), *Preparación y Evaluación de Proyectos*, (5ª Edición), McGrawHill Interamericana, Santiago.
- Gobierno de Chile. MIDEPLAN. *Preparación y presentación de proyectos de inversión*. 2004.
- Gobierno de Chile. CNE. *Tarifas a nivel nacional de electricidad*. 2016.
- AntuSolar, consulta: 13 Abril 2016, <[www.Antusolar.cl](http://www.Antusolar.cl)>
- Sistema de Impuestos Internos (SII), Consulta: 2 Mayo 2016, <[www.sii.cl](http://www.sii.cl)>
- Superintendencia de electricidad y combustible, Consulta: 16 Marzo 2016, <[www.sec.cl](http://www.sec.cl)>
- Banco Corpbanca, consulta: 26 de mayo 2016, [www.corpbanca.cl](http://www.corpbanca.cl).
- Ministerio de Energía, ERNC, 2016.

ANEXO 1

Tabla Amortización e interés flujo de caja 100% apalancado

<b>Periodo</b>	<b>Cuota</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo</b>
<b>0</b>		1,72%		\$ 9.567.261
<b>1</b>	\$ 265.758	\$ 164.557	\$ 101.201	\$ 9.301.503
<b>2</b>	\$ 265.758	\$ 159.986	\$ 105.772	\$ 9.035.745
<b>3</b>	\$ 265.758	\$ 155.415	\$ 110.343	\$ 8.769.987
<b>4</b>	\$ 265.758	\$ 150.844	\$ 114.914	\$ 8.504.229
<b>5</b>	\$ 265.758	\$ 146.273	\$ 119.485	\$ 8.238.471
<b>6</b>	\$ 265.758	\$ 141.702	\$ 124.056	\$ 7.972.713
<b>7</b>	\$ 265.758	\$ 137.131	\$ 128.627	\$ 7.706.955
<b>8</b>	\$ 265.758	\$ 132.560	\$ 133.198	\$ 7.441.197
<b>9</b>	\$ 265.758	\$ 127.989	\$ 137.769	\$ 7.175.439
<b>10</b>	\$ 265.758	\$ 123.418	\$ 142.340	\$ 6.909.681
<b>11</b>	\$ 265.758	\$ 118.847	\$ 146.911	\$ 6.643.923
<b>12</b>	\$ 265.758	\$ 114.275	\$ 151.483	\$ 6.378.165
<b>13</b>	\$ 265.758	\$ 109.704	\$ 156.054	\$ 6.112.407
<b>14</b>	\$ 265.758	\$ 105.133	\$ 160.625	\$ 5.846.649
<b>15</b>	\$ 265.758	\$ 100.562	\$ 165.196	\$ 5.580.891
<b>16</b>	\$ 265.758	\$ 95.991	\$ 169.767	\$ 5.315.133
<b>17</b>	\$ 265.758	\$ 91.420	\$ 174.338	\$ 5.049.375
<b>18</b>	\$ 265.758	\$ 86.849	\$ 178.909	\$ 4.783.617
<b>19</b>	\$ 265.758	\$ 82.278	\$ 183.480	\$ 4.517.859
<b>20</b>	\$ 265.758	\$ 77.707	\$ 188.051	\$ 4.252.101
<b>21</b>	\$ 265.758	\$ 73.136	\$ 192.622	\$ 3.986.343
<b>22</b>	\$ 265.758	\$ 68.565	\$ 197.193	\$ 3.720.585
<b>23</b>	\$ 265.758	\$ 63.994	\$ 201.764	\$ 3.454.827
<b>24</b>	\$ 265.758	\$ 59.423	\$ 206.335	\$ 3.189.069
<b>25</b>	\$ 265.758	\$ 54.852	\$ 210.906	\$ 2.923.311
<b>26</b>	\$ 265.758	\$ 50.281	\$ 215.477	\$ 2.657.553
<b>27</b>	\$ 265.758	\$ 45.710	\$ 220.048	\$ 2.391.795
<b>28</b>	\$ 265.758	\$ 41.139	\$ 224.619	\$ 2.126.037
<b>29</b>	\$ 265.758	\$ 36.568	\$ 229.190	\$ 1.860.279
<b>30</b>	\$ 265.758	\$ 31.997	\$ 233.761	\$ 1.594.521

<b>31</b>	\$ 265.758	\$ 27.426	\$ 238.332	\$ 1.328.763
<b>32</b>	\$ 265.758	\$ 22.855	\$ 242.903	\$ 1.063.005
<b>33</b>	\$ 265.758	\$ 18.284	\$ 247.474	\$ 797.247
<b>34</b>	\$ 265.758	\$ 13.713	\$ 252.045	\$ 531.489
<b>35</b>	\$ 265.758	\$ 9.142	\$ 256.616	\$ 265.731
<b>36</b>	\$ 265.758	\$ 4.571	\$ 261.214	\$ 0

ANEXO 2

Tabla Amortización e interés flujo de caja 50% apalancado

<b>Periodo</b>	<b>Cuota</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo</b>
<b>0</b>		1,83%		\$ 4.872.330
<b>1</b>	\$ 135.344	\$ 89.164	\$ 46.180	\$ 4.736.986
<b>2</b>	\$ 135.344	\$ 86.687	\$ 48.657	\$ 4.601.642
<b>3</b>	\$ 135.344	\$ 84.210	\$ 51.134	\$ 4.466.298
<b>4</b>	\$ 135.344	\$ 81.733	\$ 53.611	\$ 4.330.954
<b>5</b>	\$ 135.344	\$ 79.256	\$ 56.088	\$ 4.195.610
<b>6</b>	\$ 135.344	\$ 76.780	\$ 58.564	\$ 4.060.266
<b>7</b>	\$ 135.344	\$ 74.303	\$ 61.041	\$ 3.924.922
<b>8</b>	\$ 135.344	\$ 71.826	\$ 63.518	\$ 3.789.578
<b>9</b>	\$ 135.344	\$ 69.349	\$ 65.995	\$ 3.654.234
<b>10</b>	\$ 135.344	\$ 66.872	\$ 68.472	\$ 3.518.890
<b>11</b>	\$ 135.344	\$ 64.396	\$ 70.948	\$ 3.383.546
<b>12</b>	\$ 135.344	\$ 61.919	\$ 73.425	\$ 3.248.202
<b>13</b>	\$ 135.344	\$ 59.442	\$ 75.902	\$ 3.112.858
<b>14</b>	\$ 135.344	\$ 56.965	\$ 78.379	\$ 2.977.514
<b>15</b>	\$ 135.344	\$ 54.489	\$ 80.855	\$ 2.842.170
<b>16</b>	\$ 135.344	\$ 52.012	\$ 83.332	\$ 2.706.826
<b>17</b>	\$ 135.344	\$ 49.535	\$ 85.809	\$ 2.571.482
<b>18</b>	\$ 135.344	\$ 47.058	\$ 88.286	\$ 2.436.138
<b>19</b>	\$ 135.344	\$ 44.581	\$ 90.763	\$ 2.300.794
<b>20</b>	\$ 135.344	\$ 42.105	\$ 93.239	\$ 2.165.450
<b>21</b>	\$ 135.344	\$ 39.628	\$ 95.716	\$ 2.030.106
<b>22</b>	\$ 135.344	\$ 37.151	\$ 98.193	\$ 1.894.762
<b>23</b>	\$ 135.344	\$ 34.674	\$ 100.670	\$ 1.759.418
<b>24</b>	\$ 135.344	\$ 32.197	\$ 103.147	\$ 1.624.074
<b>25</b>	\$ 135.344	\$ 29.721	\$ 105.623	\$ 1.488.730
<b>26</b>	\$ 135.344	\$ 27.244	\$ 108.100	\$ 1.353.386
<b>27</b>	\$ 135.344	\$ 24.767	\$ 110.577	\$ 1.218.042
<b>28</b>	\$ 135.344	\$ 22.290	\$ 113.054	\$ 1.082.698
<b>29</b>	\$ 135.344	\$ 19.813	\$ 115.531	\$ 947.354
<b>30</b>	\$ 135.344	\$ 17.337	\$ 118.007	\$ 812.010

<b>31</b>	\$ 135.344	\$ 14.860	\$ 120.484	\$ 676.666
<b>32</b>	\$ 135.344	\$ 12.383	\$ 122.961	\$ 541.322
<b>33</b>	\$ 135.344	\$ 9.906	\$ 125.438	\$ 405.978
<b>34</b>	\$ 135.344	\$ 7.429	\$ 127.915	\$ 270.634
<b>35</b>	\$ 135.344	\$ 4.953	\$ 130.391	\$ 135.290
<b>36</b>	\$ 135.344	\$ 2.476	\$ 132.868	\$ 0

### ANEXO 3

Proyectos aprobados y en funcionamiento en nuestro país, a través del Ministerio de Energías, ERNC.

#	Nombre del Proyecto	Región	Fuente
1	El Águila	Región de Arica y Parinacota	Solar
2	Chapiquiña	Región de Arica y Parinacota	Minihidro
3	Huayca	Región de Tarapacá	Solar
4	Pozo Almonte	Región de Tarapacá	Solar
5	Alto Hospicio	Región de Tarapacá	Minihidro
6	Cavancha	Región de Tarapacá	Minihidro
7	Toro 2	Región de Tarapacá	Minihidro
8	Calama 3	Región de Antofagasta	Solar
9	Santa Cecilia	Región de Antofagasta	Solar
10	Valle de los vientos	Región de Antofagasta	Eólica
11	Llano de Ilampos	Región de Atacama	Solar
12	Salvador RTS	Región de Atacama	Solar
13	San Andrés	Región de Atacama	Solar
14	Solar Andacollo	Región de Coquimbo	Solar
15	Tambo Real	Región de Coquimbo	Solar
16	Ampliación Monte Redondo	Región de Coquimbo	Eólica
17	Canela I	Región de Coquimbo	Eólica
18	Canela II	Región de Coquimbo	Eólica
19	Parque Eólico el Arrayan	Región de Coquimbo	Eólica
20	Parque Eólico Monte Redondo	Región de Coquimbo	Eólica
21	Parque Eólico Punta Colorada	Región de Coquimbo	Eólica
22	Talinay Oriente	Región de Coquimbo	Eólica
23	Total	Región de Coquimbo	Eólica
24	La Paloma	Región de Coquimbo	Minihidro
25	Los Molles	Región de Coquimbo	Minihidro
26	Puclaro	Región de Coquimbo	Minihidro
27	Rio Huasco	Región de Coquimbo	Minihidro
28	El Tártaro	Región de Valparaíso	Minihidro
29	Juncalillo	Región de Valparaíso	Minihidro
30	Sauce Andes	Región de Valparaíso	Minihidro

31	Techos de Altamira	Región Metropolitana	Solar
32	Auxiliar del Maipo	Región Metropolitana	Minihidro
33	Caemsa	Región Metropolitana	Minihidro
34	Carbomet/Los Bajos	Región Metropolitana	Minihidro
35	Carena	Región Metropolitana	Minihidro
36	Central Hidroeléctrica Guayacán	Región Metropolitana	Minihidro
37	Central Hidroeléctrica Mallarauco	Región Metropolitana	Minihidro
38	El Llano	Región Metropolitana	Minihidro
39	El Rincón	Región Metropolitana	Minihidro
40	Eyzaguirre	Región Metropolitana	Minihidro
41	Las Vertientes	Región Metropolitana	Minihidro
42	Los Morros	Región Metropolitana	Minihidro
43	Volcán	Región Metropolitana	Minihidro
44	Ampliación Loma Los Colorados II	Región Metropolitana	Biomasa
45	KDM Loma Los Colorados	Región Metropolitana	Biomasa
46	Loma Los Colorados II	Región Metropolitana	Biomasa
47	Santa Marta	Región Metropolitana	Biomasa
48	Trebal Mapocho	Región Metropolitana	Biomasa
49	Ucuquer	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Eólica
50	Ampliación Coya U5	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Minihidro
51	Coya U5	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Minihidro
52	Sauzalito	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Minihidro
53	Central Energía Pacífico	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Biomasa
54	CMPC Pacífico	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Biomasa
55	Las Pampas	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Biomasa
56	Santa Irene	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Biomasa
57	Tamm	Región del Lib. Gral. Bernardo O'higgins	Biomasa
58	Chiburgo	Región del Maule	Minihidro
59	Lircay	Región del Maule	Minihidro

60	Mariposas	Región del Maule	Minihidro
61	Ojos De Agua	Región del Maule	Minihidro
62	Providencia	Región del Maule	Minihidro
63	purísima	Región del Maule	Minihidro
64	Roblería	Región del Maule	Minihidro
65	San Clemente	Región del Maule	Minihidro
66	Ampliación Licantén	Región del Maule	Biomasa
67	Celco-Constitución	Región del Maule	Biomasa
68	Constitución	Región del Maule	Biomasa
69	Licantén	Región del Maule	Biomasa
70	Viñales	Región del Maule	Biomasa
71	Ampliación Lebu	Región del Biobío	Eólica
72	Cristoro Lebu	Región del Biobío	Eólica
73	Negrete-Cuel	Región del Biobío	Eólica
74	El Diuto	Región del Biobío	Minihidro
75	Ampliación Arauco	Región del Biobío	Biomasa
76	Ancalí	Región del Biobío	Biomasa
77	Arauco	Región del Biobío	Biomasa
78	Central Laja	Región del Biobío	Biomasa
79	Cholguán	Región del Biobío	Biomasa
80	coelemu	Región del Biobío	Biomasa
81	Energía Bio Bio	Región del Biobío	Biomasa
82	Escuadrón (ex FPC)	Región del Biobío	Biomasa
83	Laja	Región del Biobío	Biomasa
84	Masisa	Región del Biobío	Biomasa
85	Nueva Aldea I	Región del Biobío	Biomasa
86	Nueva Aldea III	Región del Biobío	Biomasa
87	Planta Biogas HBS Los Angeles	Región del Biobío	Biomasa
88	Santa Fe	Región del Biobío	Biomasa
89	Allipen	Región de La Araucanía	Minihidro
90	Central Donguil	Región de La Araucanía	Minihidro
91	El canelo	Región de La Araucanía	Minihidro
92	El Manzano	Región de La Araucanía	Minihidro
93	Maisan	Región de La Araucanía	Minihidro
94	Renaico	Región de La Araucanía	Minihidro
95	Trueno	Región de La Araucanía	Minihidro
96	Trifultriful	Región de La Araucanía	Minihidro
97	Bioenergía Lautaro	Región de La Araucanía	Biomasa
98	Comasa-Lautaro2	Región de La Araucanía	Biomasa
99	Central Hidroeléctrica Licán S.A.	Región de Los Ríos	Minihidro

100	Don Walterio	Región de Los Ríos	Minihidro
101	Doña Hilda	Región de Los Ríos	Minihidro
102	Los Corrales	Región de Los Ríos	Minihidro
103	Pehui	Región de Los Ríos	Minihidro
104	PMGD Muchi	Región de Los Ríos	Minihidro
105	PMGD Reca	Región de Los Ríos	Minihidro
106	Valdivia	Región de Los Ríos	Biomasa
107	Parque Eólico San Pedro	Región de Los Lagos	Eólica
108	Bonito (MC1 - MC2)	Región de Los Lagos	Minihidro
109	Callao	Región de Los Lagos	Minihidro
110	Capullo	Región de Los Lagos	Minihidro
111	Cuchildeo	Región de Los Lagos	Minihidro
112	Dongo	Región de Los Lagos	Minihidro
113	Ensenada	Región de Los Lagos	Minihidro
114	Nalcas	Región de Los Lagos	Minihidro
115	PMGD LA ARENA	Región de Los Lagos	Minihidro
116	Río Azul	Región de Los Lagos	Minihidro
117	Alto Baguales	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Eólica
118	Parque eólico El Toqui	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Eólica
119	El Traro (H)	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Minihidro
120	Lago Atravesado	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Minihidro
121	Monreal	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Minihidro
122	Puerto Aysén	Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Minihidro
123	Parque Eólico Cabo Negro	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	Eólica