

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE TURBINA
EÓLICA PARA ALIMENTAR CAMPING DEL BORDE COSTERO DE
LAGUNA VERDE**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Técnico Universitario en
ELECTRICIDAD

Alumnos:

Sr. Herny Saúl González Verdejo

Sr. Santiago Alexis González Palma

Profesor Guía:

Sr. Ing. José López Díaz

Profesor Correferente:

Sr. Ítalo Piazze González

2012

RESUMEN

Keywords: Turbina Eólica Laguna Verde

La siguiente memoria se enfoca en la generación de energía eléctrica dentro de un camping ubicado en un sector rural, el cual sólo puede optar a una solución energética por medio de la utilización de energías renovables presentes en el sector. Esto debido principalmente a la no existencia de redes eléctricas en un perímetro superior de cien metros a la redonda, lo que hace imposible desde cualquier punto de vista la alimentación de éste por medio de la compañía eléctrica local.

El camping de nombre “Islote Las Gaviotas” se emplaza en el sector de Laguna Verde (camino al faro) en la Comuna y Región de Valparaíso, Chile.

El camping tiene como intención la construcción de nuevas instalaciones con el objetivo de atraer a una mayor cantidad de público al lugar y combinar el agrado de la naturaleza presente en el sector con las comodidades que trae el contar con energía eléctrica de manera constante de la forma en que se acostumbra tener en los hogares.

Teniendo presente la idea del aprovechamiento de alguna de las principales energías potenciales existentes en el sector, como lo son la energía solar y eólica, es que se opta por la última, y se realiza un completo estudio eólico teniendo conocimiento de la potencialidad de los fuertes vientos presentes en el sector, esto respaldado por múltiples estudios realizados con miras al desarrollo de una granja eólica emplazada en el sector, que aporte un pequeño porcentaje de energía eléctrica al SIC de forma sustentable.

Los estudios pertinentes realizados y mostrados en el capítulo uno de esta memoria, tales como “Datos de velocidad y dirección del viento”, entre otros, se llevaron a cabo obteniendo óptimos resultados, demostrando que el lugar en donde se emplazará la turbina posee gran potencial energético, el que ofrece una velocidad promedio no menor de 6m/s al año, lo que es más que prometedor teniendo en cuenta la necesidad de una fuente de energía constante.

El aerogenerador seleccionado para llevar a cabo la captación de la energía cinética del viento es el Windspot 3.5Kw, de origen Español, el que combina altas prestaciones y versatilidad gracias a un diseño innovador en muchos aspectos, los que le han permitido irse abriendo paso en el mercado de tal forma que hoy se cuenta con un distribuidor en el país. Éste se compone de un rotor horizontal a barlovento entregando una potencia máxima de 3.5Kw a una velocidad de 250 RPM, posee un controlador rectificador con algoritmo MPPT, el que permite tener una eficiencia del 95%,

entregando una tensión DC a los acumuladores de 48V. Además, cuenta con protección anti-corrosión, la que se vuelve de vital importancia tomando en cuenta que el aerogenerador se ubicará frente al mar.

El promedio de energía entregado por la turbina será de 7.900Kw/h al año, lo que da un promedio de 22Kw/h de energía diario. Con lo que se puede comparar la generación de la turbina con un empalme monofásico del tipo BT1 6Kw desde el punto de vista de la energía consumida contando con uno de estos empalmes, comparación que se explica con mayor detalle en el capítulo dos de esta memoria.

Finalmente en el último capítulo se entrega un detallado estudio económico en el que se analiza la viabilidad del proyecto, tomando en cuenta puntos como la inversión inicial necesaria y la posterior recuperación en el tiempo, analizando tanto los beneficios monetarios que se puedan obtener como los que se tendrán al prestar un mejor servicio y experiencia a los clientes que allí concurran.

ÍNDICE

RESUMEN

SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO

- 1.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL
- 1.2. RECOPIRAR DATOS DEL CAUDAL DE VIENTO
- 1.3. DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO
- 1.4. DATOS DE DENSIDAD DEL AIRE

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE TURBINA EÓLICA

- 2.1. AEROGENERADOR A UTILIZAR
 - 2.1.1. Selección de turbina y complementos necesarios
 - 2.1.2. Características de Generación y Funcionamiento
- 2.2. POTENCIA MÁXIMA DE GENERACIÓN
- 2.3. INFORME DE IMPACTO VISUAL Y ANÁLISIS ACÚSTICO
- 2.4. LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA TURBINA

CAPÍTULO 3: TRASNPORTE DE LA ENERGÍA GENERADA Y ASIGNACIÓN DE POTENCIA CONSUMIDA POR EL RECINTO

- 3.1. MÉTODO DE TRANSPORTE DE ENERGÍA GENERADA
- 3.2. CUADROS DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA
- 3.3. MONTAJE ELÉCTRICO
- 3.4. NÁLISIS DE POTENCIA ASIGNADA VS GENERADA

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

- 4.1. ASPÉCTOS ECONÓMICOS
- 4.2. TIEMPO DE EJECUCIÓN
- 4.3. INVERSIÓN REQUERIDA
- 4.4. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
- 4.5. ANÁLISIS DE INVERSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- ANEXO 1: REGISTRO DE VELOCIDAD EN FUNCIÓN A LAS HORAS DEL DÍA
- ANEXO 2: DIRECCIÓN DEL VIENTO
- ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL AEROGENERADOR WINDSPOT 3.5 KW
- ANEXO 4: BATERÍAS DE CICLO PROFUNDO CURTISS
- ANEXO 5: INVERSOR TEPOWER
- ANEXO 6: CONDUCTOR RI

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Ubicación del recinto
- Figura 1-2. Potencial eléctrico en el sector
- Figura 1-3. Perfil estacional del viento
- Figura 2-1. Conexión caso aislado Windspot 3.5Kw
- Figura 2-2. Curva de potencia Windspot 3.5Kw
- Figura 2-3. Curva de energía anual Windspot 3.5Kw
- Figura 2-4. Potencia máxima de generación por la turbina
- Figura 2-5. Estimación de energía producida por la turbina en el lugar
- Figura 2-6. Densidad de población
- Figura 2-7. Componentes del paisaje
- Figura 2-8. Punto n°1 de cuenca visual (1)
- Figura 2-9. Punto n°1 de cuenca visual (2)
- Figura 2-10. Punto n°2 de cuenca visual (1)
- Figura 2-11. Punto n°2 de cuenca visual (2)
- Figura 2-12. Punto n°3 de cuenca visual
- Figura 2-13. Ubicación de turbina e instalaciones
- Figura 3-1. Transporte de energía generada
- Figura 3-2. Diagrama unilineal general
- Figura 3-3. Diagrama unilineal cabañas tipo
- Figura 3-4. Montaje de Turbina e instalaciones
- Figura 3-5. Disposición de componentes al interior de la caja intemperie

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Componentes del paisaje

Tabla 3-1. Cuadro de cargas correspondiente de alumbrado

Tabla 3-2. Cuadro de cargas de cabañas tipo

Tabla 3-3. Cuadro de cargas de resumen

Tabla 4-1. Cubicación de materiales

Tabla 4-2. Recursos humanos

SIMBOLOGÍA

m ²	: Metros cuadrados.
m ³	: Metros cúbicos.
m	: Metros.
SIC	: Sistema interconectado central.
CNE	: Comisión Nacional de Energía.
CONAMA	: Comisión Nacional del Medio Ambiente.
m/s	: Metros por segundo.
°	: Grados.
° C	: Grados Celsius.
Kg/m ³	: Kilogramos por metro cúbico.
Hpa	: Hectopascales.
V	: Volt.
Hz	: Hertzios.
MPPT	: Maximum power point tracking.
VDC	: Voltaje en corriente continua.
VAC	: Voltaje en corriente alterna.
Ah	: Amperes Hora.
W/h	: Watts Hora.
Kw/h	: Kilo Watts Hora.
IP	: International Protection.
RMS	: Root mean Square.
RPM	: Revoluciones por minuto.
IEC	: International Electro-technical Code.
cm	: Centímetros.
NCH ELEC 4/2003	: Norma Chilena de Electricidad.
Kg	: Kilogramo.
To	: Tensión mecánica.
S	: Sección.
mm ²	: Milímetros cuadrados
dB.	: Decibeles.
VP	: Voltaje de pérdida.
Km	: Kilómetros.

INTRODUCCIÓN

Aunque no se tenga presente a cada minuto la electricidad, hoy en día es una necesidad en todos los ámbitos del desarrollo social y laboral, ya sea en las comunicaciones, en la industria o en la vida diaria.

Mucho se sabe de la utilidad y usos que a esta energía se puede dar, pero no tanto así de sus medios de obtención y conversión. En la que están envueltos factores tanto ambientales como económicos.

Es el caso de un sector de la Región de Valparaíso, que por ser de carácter rural se encuentra ajeno a este vital recurso. Este lugar con paisajes privilegiados de la naturaleza, donde se prestan servicios turísticos en un ambiente netamente virgen y de completa tranquilidad, se ve afectado y limitado en la atención a sus clientes sin poder entregar las comodidades que brinda la energía eléctrica. Aquí no existe presencia de redes de dicha energía en alrededor de un perímetro mayor a cien metros a la redonda, lo cual no es casualidad, sino simplemente que los potenciales usuarios no son los suficientes como para justificar una inversión por parte de la compañía de distribución local.

Por esta necesidad que nace la búsqueda de algún método de generación alternativo, mediante la utilización de energías renovables presentes en la zona tales como solar, eólica, mareomotriz. Se tiene conocimiento que estos recursos utilizados para ser transformados en electricidad son infinitos, a diferencia de los combustibles fósiles, los cuales se están consumiendo rápidamente, y que con frecuencia son ocupados en la generación termo-eléctrica, por mencionar un ejemplo.

Considerando la presencia de fuertes vientos en el sector, debido a encontrarse ubicado en la península más occidental de la Región, la energía que resulta de mayor potencialidad es la eólica, por lo que el proyecto se centra en la conversión o aprovechamiento de esta energía para la obtención de electricidad y así abastecer dicho centro turístico a fin de que pueda brindar una mejor experiencia de vida a sus clientes.

Al analizar el punto anterior, se toma como opción definitiva el uso de la energía eólica gracias a la presencia de fuertes vientos en el sector, debido a su ubicación, entre otras razones.

OBJETIVO GENERAL

- Proyectar sistema para abastecer de energía eléctrica mediante turbina eólica camping del borde costero de Laguna Verde.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir situación actual del recinto.
- Recopilar información sobre el historial de mediciones del caudal de viento en el sector.
- Seleccionar turbinas eólicas y complementos necesarios.
- Determinar potencia máxima que podrá consumir el recinto.
- Determinar ubicación de turbinas.
- Determinar los costos del proyecto.

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL
CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO

1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL Y CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO

1.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

El camping se ubica en la comuna de Valparaíso, Quinta Región, específicamente en el sector de Curaumilla, Laguna Verde. El terreno posee un aproximado de 10.000 m² y corresponde a la península más occidental de la Región.

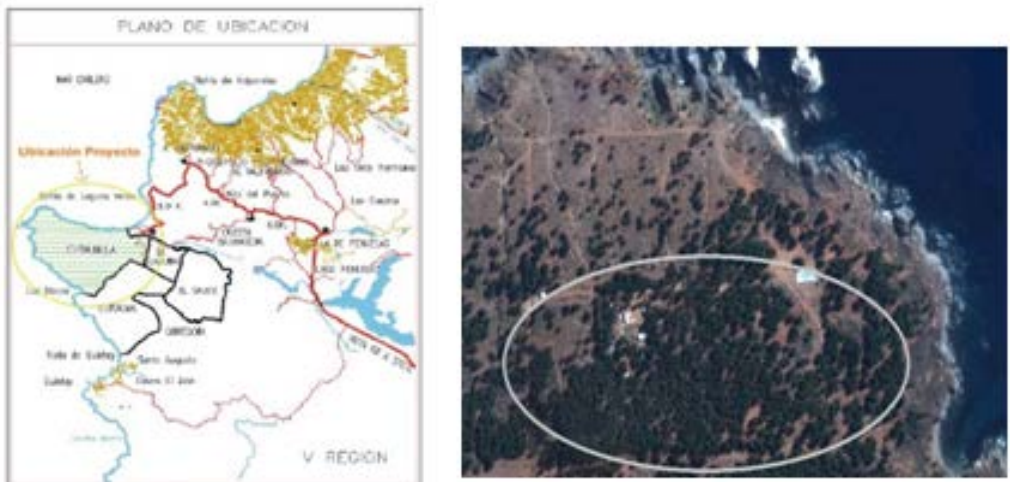
La situación en la que se encuentra el camping en estos momentos sólo permite recurrir a algún tipo de energía renovable para la generación de electricidad en el recinto dado la ubicación en que se encuentra, en donde no hay redes eléctricas de ninguna compañía en un perímetro de 5 km lineales en dirección noreste, por lo que no existe la posibilidad de exigir alimentación eléctrica a la compañía, ni aun corriendo con los gastos que traería el instalar postaciones etc. A fin de llegar con esta hasta el lugar. (VER FIGURA 1-1)

Es debido a esto que se planteó los dos métodos más usados hoy en día para la generación de energía eléctrica mediante recursos renovables o también conocidas como energías limpias; Solar y Eólica, estas ya reconocidas hoy en día como un campo que se va abriendo paso, tanto así que en estos momentos representan un 0.1% de la energía eléctrica generada en el SIC del país. Un número que quizás no parezca muy significativo pero nos muestra que ya se está incursionando en aprovechamiento de estas energías.

Analizando esta situación y traspolándola al camping que se necesita abastecer con una potencia estimada de 6 kw, aproximándose a un empalme monofásico BT1 6 kva se consideró la energía eólica como la más eficiente para el lugar geográfico en donde se emplazará, el sector Curaumilla de Laguna verde, esto gracias a los fuertes vientos existentes durante todo el año.

Así describió el proyecto EOLO la selección de este sector para el posible desarrollo de un parque eólico en el lugar;

“El proyecto seleccionó a Punta Curaumilla por estar situada en el extremo de la península más occidental de la Región, y ser una de las zonas más oceánicas en Chile. Su escasa y perenne vegetación evidencia la presencia de fuertes vientos”.



Fuente: Proyecto EOLO - Google Earth

Figura 1-1. Ubicación del recinto

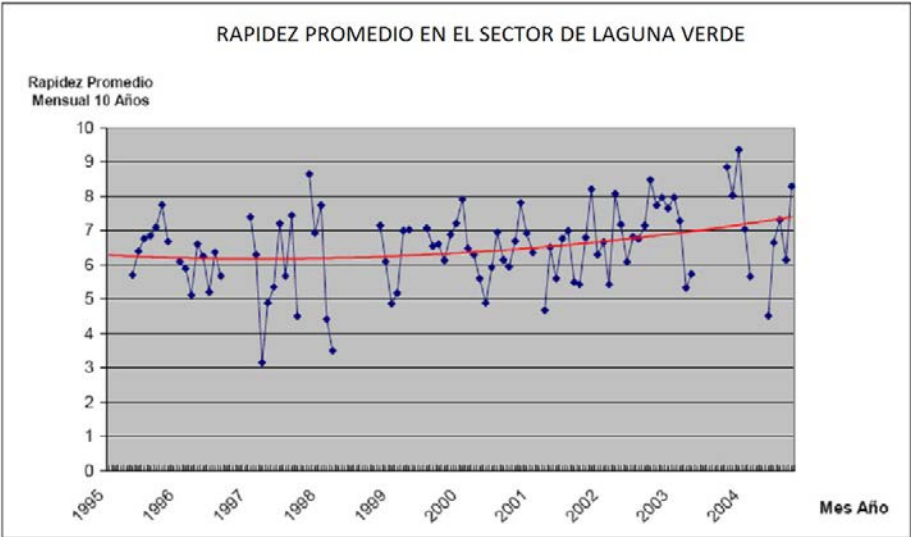
1.2. **RECOPILAR DATOS DEL CAUDAL DE VIENTO**

Dentro del historial de mediciones de potencial eólico existente en el sector de Laguna Verde, se encuentra un estudio realizado por la CNE en conjunto con la CONAMA, Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile y un aporte complementario de otras instituciones universitarias; los cuales realizaron una evaluación que contemplaba diferentes zonas del país, todas éstas en el marco del Proyecto EOLO.

El estudio del proyecto vinculó dentro de sus zonas a evaluar, el sector de Laguna Verde, específicamente Punta Curaumilla, ubicada al sur de la región de Valparaíso, en donde la Universidad de Playa Ancha registró en intervalos de 5 minutos con 15 metros de altura y a 15 minutos a 10 metros de altura, la rapidez y dirección del viento en el sector.

Esta información recopilada fue clave para concluir que el lugar consta con un potencial eólico de gran magnitud.

Dentro de las mediciones recopiladas se encuentra un estudio sistemático realizado para la medición de potencial eólico durante 10 años. (VER FIGURA 1-2).



Fuente: Universidad de Playa Ancha

Figura 1-2. Potencial eléctrico en el sector

En el gráfico se confirma claramente la intensidad de la velocidad del viento y de igual manera la distribución y persistencia del el potencial eólico existente en el sector.

1.3. DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

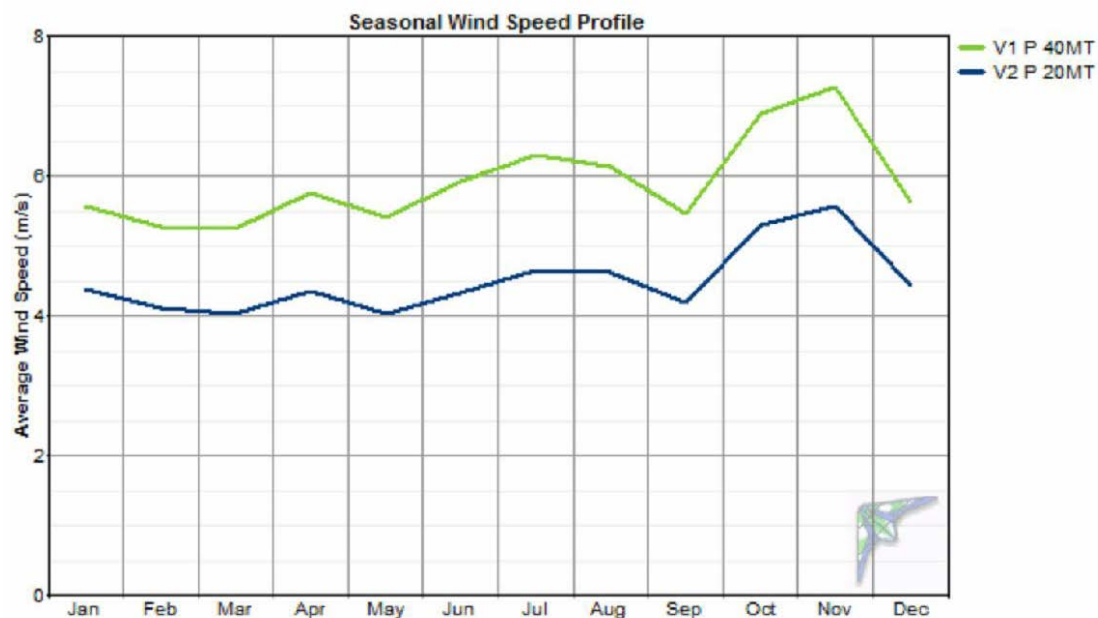
El análisis realizado abarcó gran parte de instituciones dedicadas al estudio del comportamiento del viento en pos del Proyecto EOLO.

Una de esas instituciones fue Inversiones EW la cual desarrollo un trabajo de monitoreo, todo esto para poder medir las condiciones existentes en el lugar.

Se instaló el año 2007 en una parcela del sector, una torre de mediciones a 130 metros de altura la cual se encargó de efectuar las mediciones de velocidad del viento a 20 y 40 metros de altura, dirección del viento, temperatura, humedad relativa y presión atmosférica.

En el análisis de los datos recolectados se encuentra que el anemómetro ubicado a 40 metros de altura, se encuentra en torno a los 7 m/s.

De la misma forma se observó un valioso aumento de la velocidad durante los meses de Octubre y Noviembre en donde el promedio diario son los 8 m/s (VER FIGURA 1-3)



Fuente: Proyecto EOLO

Figura 1-3. Perfil estacional del viento

Asimismo se observó que a partir del medio día en adelante los valores obtenidos son más altos, siendo este un factor muy importante ya que es el periodo del día en donde más demanda de energía existe por parte del recinto. (VER ANEXO 1)

En el estudio se determinó que la dirección del viento tiene una alta tendencia a los vientos sur, específicamente a los 170°; con algunos periodos de tendencia a 15° viento Norte. (VER ANEXO 2)

1.4. DATOS DE DENSIDAD DEL AIRE

La energía cinética del viento depende de la densidad del aire, es decir, de su masa por unidad de volumen. En otras palabras, cuanto más “pesado” sea el aire más energía recibirá la turbina. Por dar un ejemplo, a presión atmosférica normal y a 15° C el aire pesa unos 122,5 kg/m³.

La densidad disminuye ligeramente con el aumento de la humedad. Además, el aire es más denso cuando hace frío que cuando hace calor. A grandes altitudes la presión del aire es más baja y el aire es menos denso.

En el sector el promedio anual de temperatura ambiente es de 14°C, su presión atmosférica calculada a 150 metros sobre el nivel del mar es de 99325 Hpa y su

humedad relativa promedio es de un 75%. Con estos valores se obtiene una densidad del aire de 122.8669 kg/m³.

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE TURBINA EÓLICA

2. SELECCIÓN DE TURBINA EÓLICA

2.1. AEROGENERADOR A UTILIZAR

En este ítem se da a conocer, de acuerdo a los datos obtenidos en las investigaciones mostradas en el capítulo anterior, el tipo de turbina a utilizar para el desarrollo del proyecto, conjunto de complementos y detalles de cada uno de ellos; junto con identificar las características de operación de la turbina y su conjunto.

2.1.1. Selección de turbina y complementos necesarios

Para la selección de la potencia de la turbina se realizó un análisis de costos v/s potencia entregada por éstas, teniendo en cuenta la potencia aproximada que se requerirá en las instalaciones del camping, con el fin de implementar un sistema ajustado al lugar para abaratar los costos de implementación.

El Aerogenerador a utilizar será el Windspot 3.5KW (VER ANEXO 2), éste consta de:

- Velocidad de viento nominal de 12 m/s (Velocidad a la que la turbina alcanza su máxima eficiencia).
- Velocidad de arranque 3 m/s (velocidad a la que la turbina sale de la inercia y comienza a generar).
- Generador síncrono de imanes permanentes trifásico el cual entrega tensiones de: 24, 48, 110, 220 V a 50 ó 60 Hz
- Inversor controlador que permite la conexión a un banco de baterías con una eficiencia del 95% y un algoritmo del tipo MPPT.

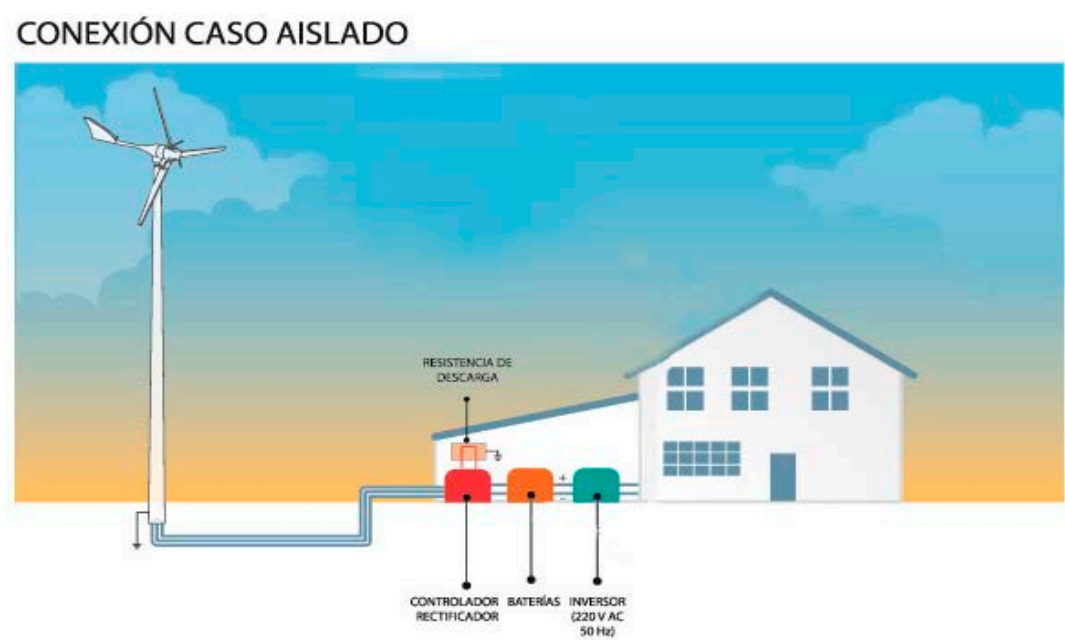
El modelo seleccionado trae consigo el controlador de carga que permite instalar sin problemas un banco de baterías a pesar de que el generador entregue primeramente corriente alterna y además resistencias de descargas, la que funciona como freno, disipando la energía sobrante desviada por el controlador al existir un exceso de potencia de generación. Los componentes que restan son las baterías para conformar el banco de almacenamiento de la energía y el inversor, el que se encargará de transformar la energía almacenada de 12VDC a una tensión de 220VAC (VER FIGURA 2-1).

El banco de baterías (almacenamiento de la energía generada) estará compuesto por baterías del tipo ciclo profundo (VER ANEXO 4), este constará de un total de 17 de

éstas con una capacidad de 100Ah 12VDC. Esta cantidad se debe a que cada batería de las anteriores características tiene una capacidad de almacenamiento de 1200w/h. Ahora si se obtiene el cociente entre la energía diaria promedio generada por la turbina; 20Kw/h (VER FIGURA 2-5) y los 1200 W/h de almacenamiento de cada batería, se obtiene un aproximado de 17 baterías como cantidad óptima de almacenamiento para el comportamiento que tendrá la turbina en el sector del emplazamiento.

El inversor seleccionado tendrá la tarea de tomar la energía almacenada en el banco de baterías (12) y llevarla a una tensión de 220VAC con el propósito de transferirla de una manera eficiente hasta lugar de consumo (aprox. 55metros) e igualar el valor de tensión de la red monofásica (220VAC/ 50Hz) correspondiente a éste país, con el que funcionan la mayor parte de los artefactos que se utilizan a diario.

La potencia del inversor será de 6Kw RMS (VER ANEXO 5), que suple la potencia total instalada en el camping, la que se puede apreciar en el cuadro de cargas de resumen en el capítulo siguiente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-1. Conexión caso aislado Windspot 3.5Kw

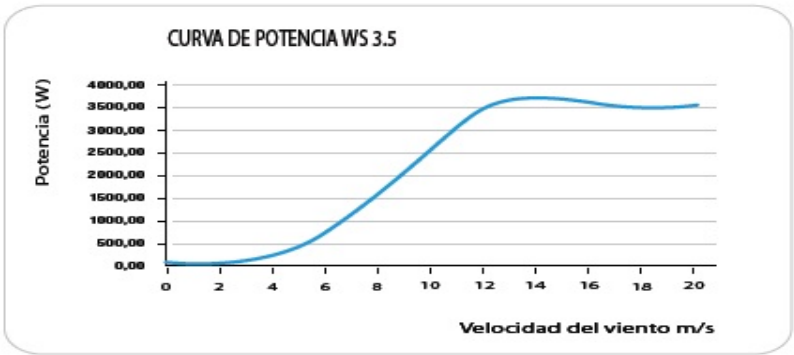
2.1.2. Características de generación y funcionamiento

La turbina eólica cuenta con un generador de rotor de imanes permanentes con un elevado número de polos para disminuir a 200 rpm la velocidad de rotación nominal. Esta lenta velocidad de rotación disminuye considerablemente las cargas mecánicas y las

emisiones de ruido, ambas evaluadas por la normativa actual. Su bajo par de arranque le permite trabajar a velocidades de viento de 3m/s.

Las bajas revoluciones no afectan la producción de energía y se consigue además reducir la fatiga de los materiales y el riesgo de sufrir averías.

Windspot ha sido diseñado tomando en cuenta la norma **IEC 61400-2**.



Fuente: Aerogeneradores Windspot

Figura 2-2. Curva de potencia Windspot 3.5Kw



Fuente: Aerogeneradores Windspot

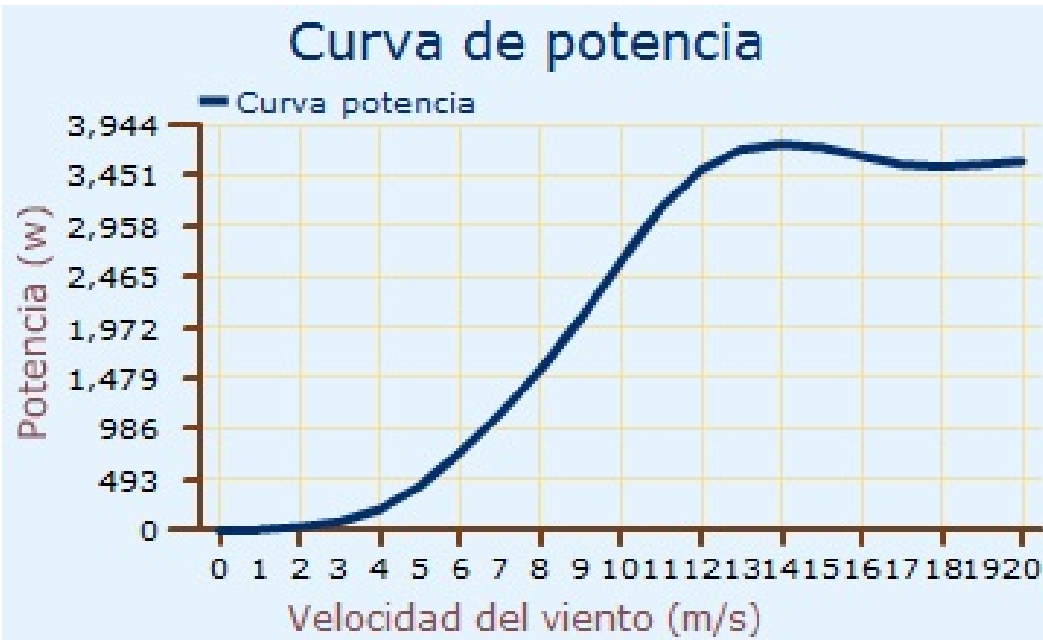
Figura 2-3. Curva de energía anual Windspot 3.5Kw

2.2. POTENCIA MÁXIMA DE GENERACIÓN

El comportamiento que tendrá la turbina una vez instalada en el sector será el mostrado a continuación en la figura 2-5 en ésta fueron ingresados a la izquierda los datos del sector, obteniendo los resultados a la derecha. Como datos más destacables se tiene que la generación anual de energía será de unos 7.927Kw/h y 21.7Kw/h diarios.

Junto con estos resultados se obtuvo una gráfica sobre la curva de potencia del aerogenerador con los datos reales a los que se verá enfrentado una vez instalado.

Este software para la estimación de potencia corresponde específicamente al modelo de la turbina a utilizar (Windspot 3.5) y se encuentra disponible en su página web.



Fuente: Aerogeneradores Windspot

Figura 2-4. Potencia máxima de generación por la turbina

Cálculo de energía

RESULTADOS

Media de viento (m/s)	6	Media viento a altura del eje (m/s)	6.04
Factor K de Weibull	3	Factor de correcón de densidad (%)	-1,2
Altitud (m)	130	Tiempo de Operación (%)	95,3
Factor de cortadura	0,11	Horas equivalentes (h/año)	2265
Alt. anemómetro (m)	140	Potencia media (W)	905
Altura de la torre (m)	148	Energía diaria (KWh)	21,7
Factor de turbulencia	1	Energía Anual (KWh)	7927
Modelo de Windspot (kW)	3,5		

Fuente: Aerogeneradores Windspot

Figura 2-5. Estimación de energía producida por la turbina en el lugar

2.3. INFORME DE IMPACTO VISUAL Y ANÁLISIS ACÚSTICO

Este estudio tiene como mayor objetivo el determinar mediante un análisis las condiciones necesarias paisajísticas y fragilidad directa e indirectas existentes en el área abarcada por el proyecto, y las condiciones que generará a futuro el montaje del proyecto.

Las condiciones necesarias paisajísticas son:

- Paisaje
- Componentes del paisaje
- Características visuales básicas

Paisaje: El paisaje es el testimonio visual que presenta el recinto. Las características que presenta están en función de la escala y directamente relacionada con la localización de la superficie que contempla el estudio, en este caso el camping.

Para el desarrollo del análisis éste se estudia generalmente con dos enfoques, uno es el análisis de fragilidad ambiental el cual determina la relación existente entre el entorno natural y el grado de antropización (transformación que ejerce el ser humano sobre el medio ambiente) que presenta el camping, el principal factor en este enfoque es la información sintética del territorio abarcado en el estudio; el segundo se enfoca en un análisis de paisaje visual, que es una vista perceptiva de la relación entre el ser humano y el medio ambiente, teniendo como factor indispensable el estudio sensitivo que realiza el observador del entorno ambiental.

Cabe mencionar que el estudio del paisaje presente en el recinto y entorno resultan de la combinación de geomorfología, clima, plantas, animales, agua y alteraciones naturales del lugar.

Componentes del paisaje: estos están dados por aspectos relacionados con el territorio abarcado los cuales son a simple vista diferenciables. Las variables que se utilizan son:

Factores físicos en donde se encuentran las pendientes, exposición de laderas a masas de aire; bióticos en donde están presente los estratos vegetales como plantaciones forestales del sector y bosque esclerófilo los cuales se encuentran presente en gran parte del territorio contemplado en el proyecto; actuaciones humanas que contemplan los diversos tipos de construcciones y estructuras realizadas por el hombre.

Características visuales básicas: dentro de las características visuales más determinantes en el proyecto se encuentra la cuenca visual de un punto, siendo esta, la superficie que es visible un lugar desde un determinado punto.

La siguiente tabla presenta los componentes del paisaje que determinan las características visuales básicas de un territorio.

Tabla 2-1. Componentes del paisaje

Componente	Atributos del componente asociados	Comentarios
Formas del Terreno	* Altitud * Pendiente * Orientación * Exposición Vientos y Sol * Singularidad Morfológica	La Topografía índice en: * Posibilidad de obtener vistas distintas En función de la posición del observador. * Posibilidad de ocultar - resaltar actuaciones. * Relaciones espaciales y riqueza de suelos y vegetación.
Suelo y Roca	Clase de suelo Procesos erosivos. Singularidades geológicas y Geomorfológicas.	Áreas degradadas, vestigios de fragilidad, protección de recursos edáfico y geodinámica externa.
Agua	Presencia de acuíferos, afloramientos de agua, quebradas con aguas permanentes, borde costero.	Manifiesta áreas de protección o reservorio de biodiversidad.
Vegetación y uso de suelo	* Tipo de formación * Diversidad florística.	Determina en gran medida la estructura espacial introduce diversidad y contraste.
Actuaciones humanas	Densidad de construcciones	El contraste por artificialidad supone una atracción visual en paisaje poco artificializados.

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis del impacto visual del proyecto se realizará un análisis de fragilidad ambiental en donde se encuentra la intervención del paisaje, y un análisis de la cuenca visual del proyecto de una forma más particular del aerogenerador a instalar.

Análisis de fragilidad ambiental

En este análisis se estudiará de forma independiente las componentes ambientales existentes en el recinto y entorno como lo son densidad de población y vegetación.

Densidad de población: En los alrededores del recinto existe poca densidad de población por tratarse de predios poco habitados con gran cantidad de bosques silvestres. La población se concentra principalmente en la ribera del estero El Sauce que cruza el sector en su parte baja y a los alrededores de la termoeléctrica AES GENER. El sector alto, en donde se encuentra el camping existe una baja densidad de población existiendo sectores parcelados en donde la densidad de población es media (generalmente durante el periodo estival)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6. Densidad de población

Vegetación: Para determinar la vegetación del entorno directo e indirecto con el recinto se realizó una revisión de estratos vegetativos según su altura que se designan por:

- Vegetación Rala, inferior a los 20 cm de altura.
- Vegetación Herbácea, inferior al metro de altura.
- Bosque matorral esclerófilo, inferior a los seis metros de altura.
- Plantaciones forestales de pino y eucaliptus, alturas sobre los seis metros de altura.

En la figura 2-6 se observa que en algunas quebradas del sector existe matorral esclerófilo, mientras que en la vegetación que predomina son las plantaciones forestales contempladas por pinos los que se presentan en toda la parte alta del sector en terrazas de abrasión marina. En los acantilados y terrazas con alta erosión por acción eólica-marina existe vegetación rala y pastizales inferiores al metro de altura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Componentes del paisaje

- Vegetación Rala: Café
- Vegetación Herbácea: Verde oscuro
- Bosque matorral esclerófilo: Verde claro
- Plantaciones forestales de pinos y eucaliptus.

Análisis de Cuenca Visual

En este estudio se realiza una presentación de imágenes en donde se indican los puntos de visibilidad existentes en relación al recinto, específicamente al aerogenerador contemplado en el proyecto, el cual se situará en la parte más alta del recinto.

- a) Punto nº1
Ubicado en el Mirador de la ruta F-98.
Se observa toda la costa del sector sur de laguna verde.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8. Punto n°1 de cuenca visual (1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9. Punto n°1 de cuenca visual (1)

- b) Punto n°2
- Ubicado en el puente del estero El Sauce de la ruta F-98, sector Laguna Verde.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10. Punto n°2 de cuenca visual (1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11. Punto n°2 de cuenca visual (2)

c) Punto n° 3

Ubicado en el camping en donde se realiza el proyecto de la implementación del aerogenerador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12. Punto n°3 de cuenca visual

Conclusión del Análisis Ambiental y acústico

Al evaluar el análisis de impacto ambiental se evalúa la fragilidad ambiental – paisajística y la cuenca visual del sector de Laguna Verde.

La fragilidad ambiental - paisajística no se ve afectada por el posible emplazamiento de la turbina ya que la intervención solamente comprenderá el recinto (camping), siendo el paisaje de emplazamiento de vegetación tipo Rala y un bosque esclerófilo predominante. No existe daño a la flora y fauna del lugar, ya que al ser un proceso de generación de energía limpia no provoca daños al medio ambiente.

La cuenca visual se analizó en relación al aerogenerador a instalar, siendo este visible principalmente desde los puntos de visión mencionados anteriormente, pero el impacto visual se torna favorable ya que para los visitantes del lugar y sus alrededores el aerogenerador es un atractivo presente en el recinto, por lo tanto más que provocar un impacto ambiental negativo presenta un recurso ambiental positivo para el camping y los visitantes.

Con respecto al impacto acústico que pueda tener la turbina en el sector no será de importancia gracias a que la turbina se encuentra diseñada siguiendo estándares de la British Wind Energy Association (BWEA), por lo que a 60 m de distancia que es el caso de la turbina con respecto a las instalaciones del camping sólo se emite un ruido de 45 dB, el cual es equivalente a una conversación normal según estudios internacionales.

2.4. LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DE LA TURBINA

La torre en donde se montará el aerogenerador se instalará a 55 metros de la zona de camping, a 10 metros del acantilado y a una altura de 130 metros sobre el nivel del mar; en donde existe bosque esclerófilo el cual, no sobrepasa los 5 metros de altura y alejado de la torre de la turbina a un radio de 5 metros, de esta forma no entorpeciendo el normal funcionamiento del generador.

Dentro de las condiciones de montaje entregadas por la empresa distribuidora del equipo se menciona lo siguiente:

“El aerogenerador debe situarse al doble de altura que los obstáculos muy cercanos a él y a una altura superior a los que se encuentran entre 10 y 20 m de la torre.”

Al analizar el funcionamiento en relación al emplazamiento cabe mencionar que el aerogenerador funciona mejor cuantos menos obstáculos se encuentren en la dirección en la que el viento fluye.

El posicionamiento del aerogenerador se hará en función de la dirección y velocidad del viento existente en el sector, según los datos recopilados, la dirección del viento es específicamente 170° sur a una velocidad máxima promedio de 8 m/s.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13. Ubicación de turbina e instalaciones

CAPÍTULO 3: TRANSPORTE DE LA ENERGÍA GENERADA Y
ASIGNACIÓN DE POTENCIA CONSUMIDA POR EL RECINTO

3. TRANSPORTE DE LA ENERGÍA GENERADA Y ASIGNACIÓN DE POTENCIA CONSUMIDA POR EL RECINTO

3.1. MÉTODO DE TRANSPORTE DE ENERGÍA GENERADA

La energía generada será transportada por canalización de tipo aérea, ya que por las características del terreno (accidentado) es imposible realizarla de tipo subterránea.

Para determinar las características de la canalización aérea a utilizar, se tomaron en consideración los siguientes factores:

- Vano
- Poste
- Flecha
- Tensión
- Canalización
- Conductor
- Voltaje de pérdida

El vano se determinó a una distancia de 10 metros con 5 postes de madera impregnados aproximadamente, para una distancia lineal de 55 metros, a una altura de 4,5 metros sobre el nivel del suelo, con una distancia entre conductores no menor a 20 cm, de esta forma cumpliendo con la normativa eléctrica del país. (NCH ELEC 4/2003)

La flecha fue designada con respecto al vano ya mencionado, dando como resultado 0,5 m. La tensión a la que se encontrará montado el cable sobre los postes será de 2,45 Kg, según el siguiente cálculo:

$$T_o = ((0.098 * 10^2) / (8 * 0.5)) = 2.45 \text{ Kg}$$

El conductor a utilizar para transportar la energía al tablero general será del tipo RI (VER ANEXO 6), la sección de este mismo se obtendrá mediante los siguientes cálculos:

$$S = ((2 * 0.018 * 25 * 55) / 6.6) = 7.5 \text{ mm}^2$$

$$VP = ((2 * 0.018 * 25 * 55) / 10) = 4.95 \text{ v, equivalente al 2, 25\%}$$

La sección comercial del conductor a utilizar será de 10 mm2 distribuido por la empresa COVISA; El uso generalizado de este conductor es en instalaciones aéreas en donde se requiera resistencia a la intemperie.

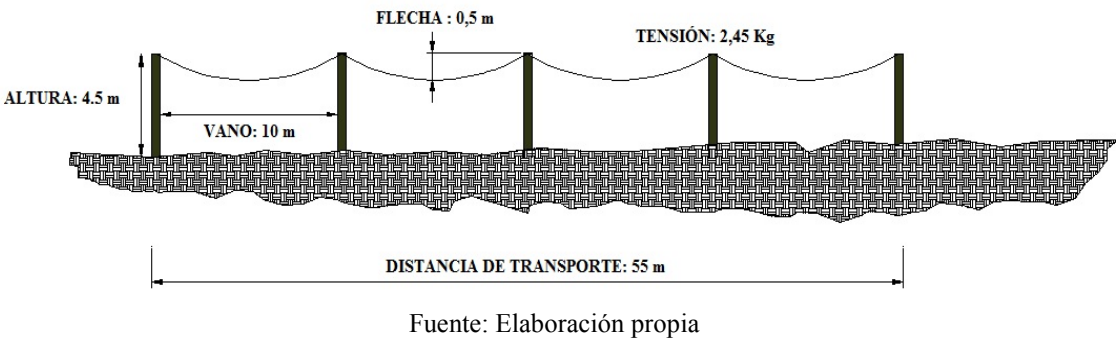


Figura 3-1. Transporte de energía generada

3.2. **CUADROS DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA**

Tabla 3-1. Cuadro de cargas correspondiente de alumbrado

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO								
TABLERO	CTO N°	PORT 20W	FLUOR 2X18	ENCHUFES 150W	TOTAL CENTROS	POTENCIA KW	In(A)	FASE
TGDA	1	6			6	0,12	0,55	R
	2		4	2	6	0,44	2,00	R
	3	13	2		15	0,33	1,50	R
	4			8	8	1,2	5,45	R
	5							R
	6							R
	7							R
	8							R
TOTALES	8	19	6	10	35	2,09	9,5	

PROTECCIONES		CANALIZACIONES		UBICACION
DIF.	DISY	COND.mm2	DUCTO	
	1X6A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	ILUM. ESPACIOS COMUNES
	1X6A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	BAÑOS ESPACIOS COMUNES
	1X6A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	ILUM. RECEPCIÓN
2X25A 30mA	1X10A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	ENCH. RECEPCIÓN
	1X16A	THHN 3,31	t.p.r. 20mm	TDA AUX CABAÑA TIPO 01
	1X16A	THHN 3,31	t.p.r. 20mm	TDA AUX CABAÑA TIPO 02
	1X16A	THHN 3,31	t.p.r. 20mm	TDA AUX CABAÑA TIPO 03
	1X16A	THHN 3,31	t.p.r. 20mm	TDA AUX CABAÑA TIPO 04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2. Cuadro de cargas de cabañas tipo

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO CABAÑAS TIPO								
TABLERO	CTO	PORT	FLUOR	ENCHUFES	TOTAL	POTENCIA	In(A)	FASE
	N°	15W	2X18	150W	CENTROS	KW		
TDA	1	5			5	0,12	0,55	R
aux	2			3	3	0,44	2,00	R
TOTALES	8	5	0	3	8	0,56	2,55	

PROTECCIONES		CANALIZACIONES		UBICACION
DIF.	DISY	COND.mm2	DUCTO	
	1X6A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	ILUM.TOTAL
2X25A 30mA	1X6A	THHN 2,08	t.p.r. 16mm	ENCH. TOTAL

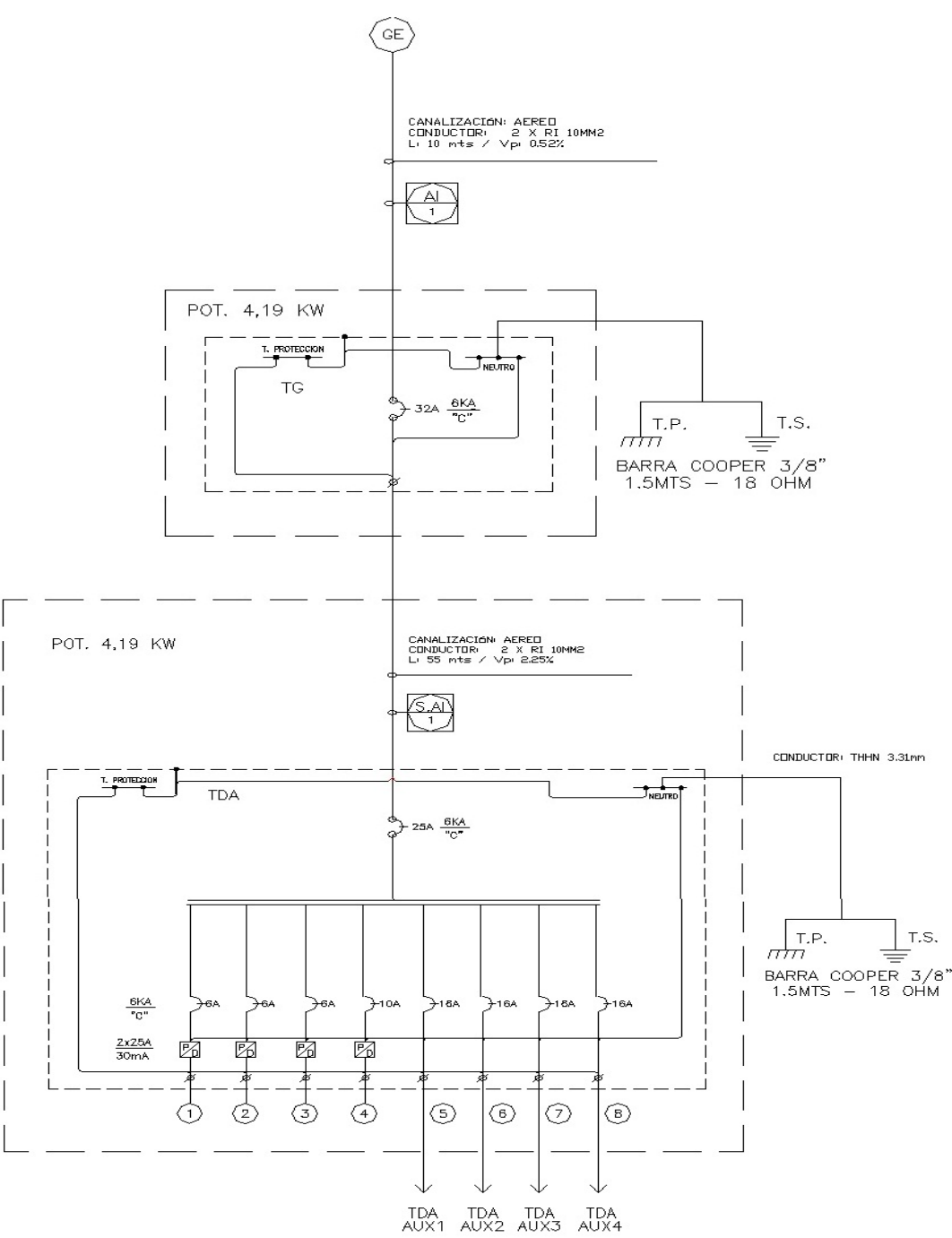
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3. Cuadro de cargas de resumen

CUADRO DE CARGAS DE RESUMEN				
CUADRO DE CARGAS	TOTAL CENTROS	POTENCIA KW	FASE	In(A)
TGDA	35	2,09	R	9,5
TDA aux	8	0,56	R	2,55
TOTALES	43	2,65		12,05

Fuente: Elaboración propia

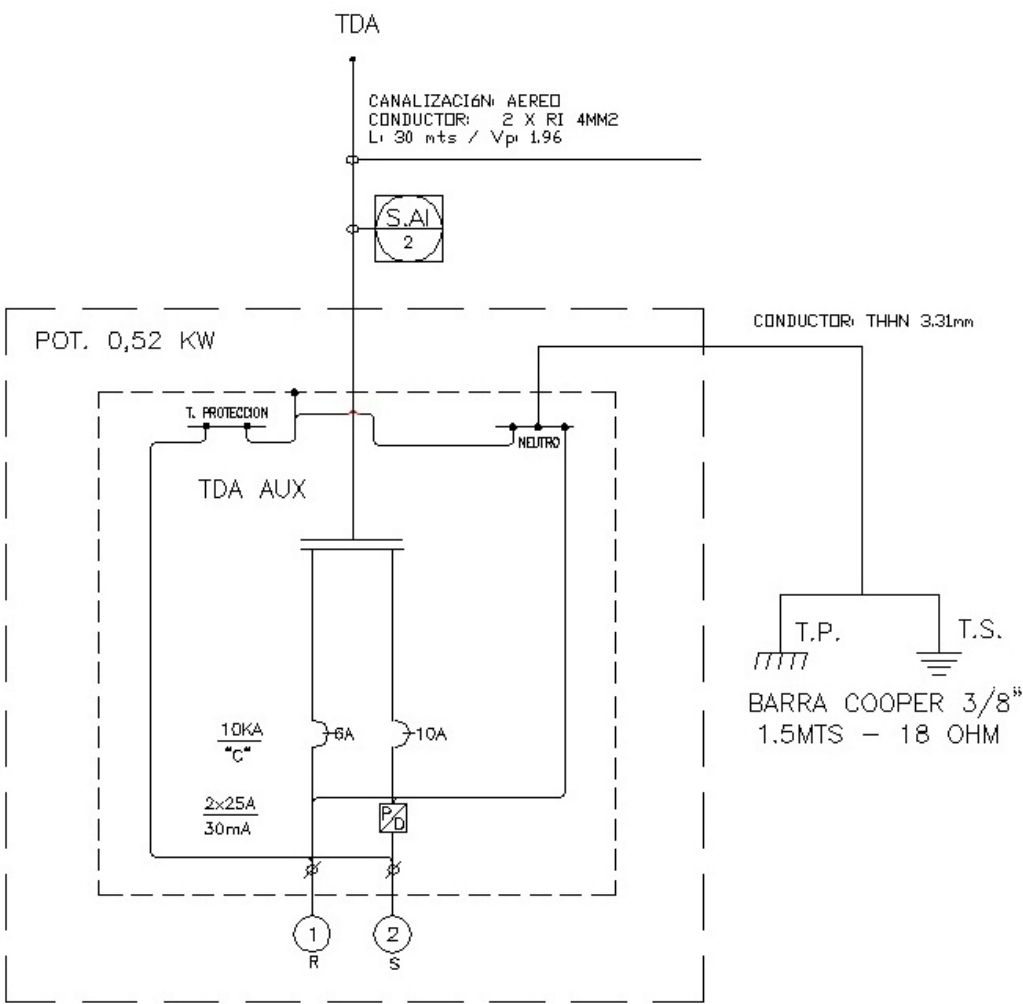
Diagrama unilineal general



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2. Diagrama unilineal general

Diagrama Unilineal Cabañas Tipo

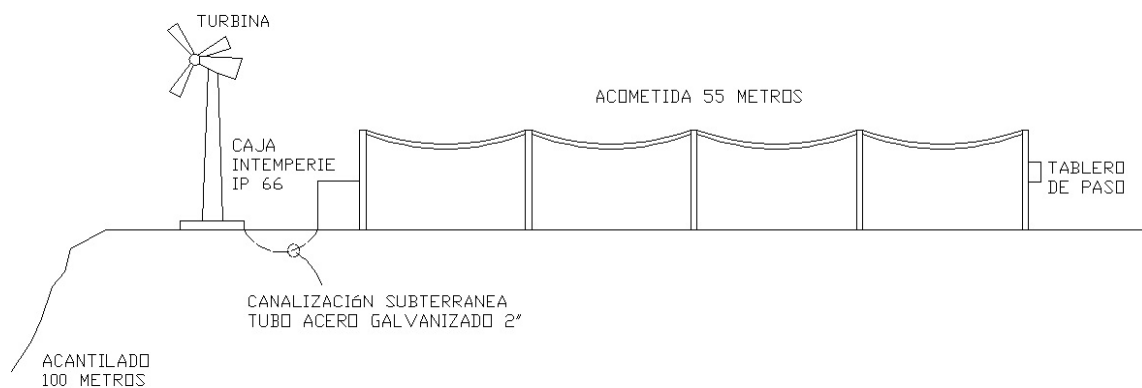


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3. Diagrama unilineal cabañas tipo

3.3. MONTAJE ELÉCTRICO

La disposición que tomará el conjunto de componentes del sistema de generación y transporte, tanto mecánico como eléctrico se muestran en la figura siguiente. (VER FIGURA 3-1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Montaje de Turbina e instalaciones

El aerogenerador Windspot 3.5 Kw se montará a 10 metros del acantilado, sobre un eje con radio de 5 metros en donde no existe vegetación como se puede observar en la figura 2-11 (ubicación de turbina e instalaciones). A 5 metros de área de emplazamiento de la turbina se instalará una caja para intemperie con un Índice de Protección 66 (IP66), la que contendrá en su interior los siguientes componentes;

- Resistencias de descarga.
- Controlador rectificador.
- Banco de baterías (1700 AH configuración 48vcc).
- Inversor 6KW 220vac.
- Tablero de paso C32A.

La disposición dentro de la caja para intemperie se representa en el diagrama de la figura 3-2.

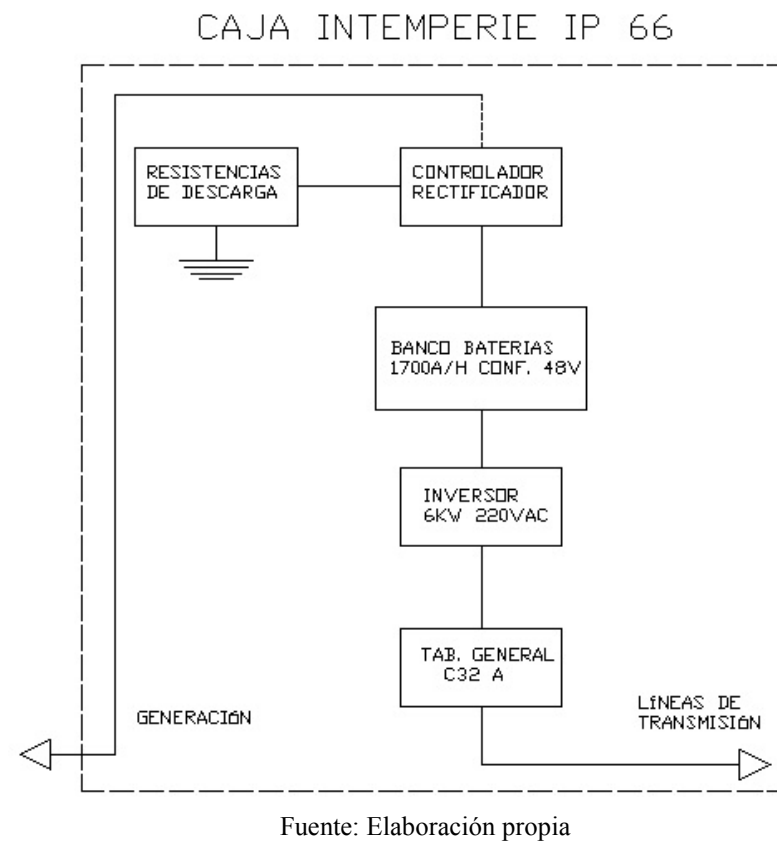


Figura 3-5. Disposición de componentes al interior de la caja intemperie

3.4. NÁLISIS DE POTENCIA ASIGNADA VS GENERADA

La energía diaria promedio generada por la turbina será de aproximadamente 21Kw/h, la que con la capacidad del banco de baterías se logrará almacenar casi en su totalidad (20,4Kw/h).

El inversor a utilizar será de 6Kw RMS, por lo que la potencia que tendrá disponible será parecida a la de un empalme BT1 6kw con la única diferencia que la energía a consumir tendrá un límite, el que se encuentra dado por la energía almacenada en el banco de baterías.

Del resumen de los cuadros de cargas desarrollados anteriormente se desprende una potencia total de las instalaciones de 4.2Kw, por lo que asumiendo los 6KW que entrega el inversor se obtendrá una tolerancia de 1.8 Kw (30%) , la que servirá en caso de posibles ampliaciones a futuro o peaks que pueda recibir el sistema de forma momentánea.

Con respecto a la energía, a modo de referencia se puede mencionar que una casa con un empalme del tipo BT1 6Kw con un aproximado de 250m2 tuvo un valor máximo consumido en un mes, durante un año completo de 547 Kw/h (correspondiente

al mes de Junio), lo que al dividirlo en los 30 días del mes da un valor de 18.2 Kw/h. Por lo que ni aún así, teniendo este consumo crítico de energía se llega al valor promedio diario generado por la turbina.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

4. **EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

4.1. **ASPÉCTOS ECONÓMICOS**

Tabla 4-1. Cubicación de materiales

Item	Descripción	Cantidad	Marca	Valor Neto	Transporte	Valor Neto Final (\$)	Proveedor		Total Item (\$)
							Valpo.	Stgo.	
1	Generación (turbina y componentes)								
	KIT; Turbina	1	Windspot	6000000	243000	6000000		Antusolar	
	Controlador – Rectificador								
	Resistencias de Descarga								
	Torre 18 mts.								
	Inversor 6KW (sinusoidal pura)	1	TEPOWER	450000	53000	450000		Alixpress	
	Acumuladores 100Ah 12VDC	17	Curtiss	97930	64800	1664810		Solarshop	
	Total Item				360800	8114810			8475610
2	Fijaciones (fundaciones y radieres)								
	Cemento (saco 42kg)	4	POLPAICO	2583		10332	sodimac		
	Arena gruesa (saco 40Kg)	20		566		11320	sodimac		
	Gravilla (saco 40Kg)	20		566		11320	sodimac		
	Cadena 15 20 4.5 mts	2	ACMA	10360		20720	sodimac		
	Malla C-92 2.5x5 mts	1	ACMA	13475		13475	sodimac		
	Alambre recocido N°18 1Kg	1		2300		2300	sodimac		
	Fierro estriado 8mmx3 mts	1		4780		4780	sodimac		
	Perno de anclaje 1/2X41/4"	6	HILTI	12036		72216	sodimac		
	Perno de anclaje con camisa 1/2X3"	8	HILTI	5508		44064	sodimac		
	Total Item					190527			190527
3	Transporte energia (cond. y protecciones)								
	Conductor RI 10mm2	130 mts		740		96200	Gobantes		
	Gabinete IP66 300x250x150mm	2		18196		36392	Gobantes		
	Disyuntor monofásico 32A C	1	LEGRAND	2106		2106	Gobantes		
	Disyuntor monofásico 25A C	1	LEGRAND	2106		2106	Gobantes		
	Riel Din 1mt	1		1450		1450	Gobantes		
	Terminal CU estañado 6AWG	10		174		1740	Gobantes		
	Regleta 10mm aislada 5 espacios	3	SAIME	1700		5100	Gobantes		
	Barra cooper 5/8" x1.5mts	3		3879		11637	Gobantes		
	Conector barra cooper 5/8"	3		1206		3618	Gobantes		
	Tubo pvc 110mmx 1mts	1		2600		2600	Sodimac		
	Tapa tubo pvc 110mm	3		650		1950	Sodimac		
4	Canalización (cañerías y postaciones)								
	Postes madera impregnada 6mtsx6"	5		15500	64800	77500		Forestal Rio So	
	Aisladores cerámicos carrete	10		950		9500	Gobantes		
	Soportes aisladores	5		4645		23225	Gobantes		
	Cañería galvanizada 1"x3mts	3		11305		33915	Gobantes		
	Coplas galvanizada 1"	2		950		1900	Gobantes		
	Curva 90° galvanizada 1"	4		2754		11016	Gobantes		
	Curva 180° galvanizada 1"	1		3450		3450	Gobantes		
	Salida de caja galvanizada 1"	3		1250		3750	Gobantes		
	Abrazadera tipo U metálicas 1"	10		350		3500	Gobantes		
	Total Item				64800	167756			232556
Total Proyecto (\$)				425600	8642892	9068492			

Fuente: Elaboración propia

4.2. TIEMPO DE EJECUCIÓN

Tabla 4-2. Recursos humanos

Ítem	Tareas	Encargados	HH total	Valor total HH
1	Fundación turbina	40		
2	Radier caja intemperie	10 – 20	6	\$15000
3	Canalización Subterránea	30 – 31	8	\$56000
4	Instalación de postes	10 – 20	15	\$37000
5	Instalación de aisladores	30 – 31	6	\$42000
6	Instalación caja intemperie	30 – 31	2	\$14000
7	Instalación de turbina	40		
8	Instalación complementos turbina	40		
9	Canalización aérea	30 – 31	10	\$70000
10	Instalación tablero de paso	30 – 31	2	\$14000
11	Interconexión turbina y caja intemperie	40		
12	Interconexión canalización aérea y caja intemperie	30 – 31	2	\$14000
	Totales		51	\$262000
	Trabajadores	Simbología	Valor hora	
	Enfierrador	10	\$2500	
	Albañil	20	\$2500	
	Téc. Eléctrico	30	\$4000	
	Ayudante eléctrico	31	\$3000	
	Trabajadores Antusolar	40		

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestran los tiempos totales y valores monetarios de hora hombre para el montaje de la turbina y sus complementos en el recinto.

Para la realización e interconexión del montaje se necesita contar con los trabajadores mencionados en la tabla.

Es posible observar que para el desarrollo de radieres y postaciones se debe contar con un Albañil y un Enfierrador, con un total de 21 horas trabajadas, siendo la cantidad de 10,5 horas por cada uno de ellos.

El valor total monetario por Hombre es de \$26.250, siendo su valor por hora \$2.500.

Para los trabajos de ámbito eléctrico se utilizará personal calificado, por lo tanto es necesario contar con un Técnico Eléctrico y un Ayudante Eléctrico, el total de horas trabajadas por ambos, según el análisis dispuesto en la tabla, es de 30 horas, siendo 15 hrs trabajadas cada uno.

El valor total HH del Técnico Eléctrico es de \$60.000 y el valor total HH del Ayudante Eléctrico es de \$45.000, considerando los valores por hora mencionado en la tabla.

Los puntos de Interconexión, de montaje y fundación de la turbina y de los complementos de ésta los realizará el personal calificado enviado por la empresa distribuidora del KIT Windspot 3,5. Siendo el valor por las Obras Civiles realizadas de \$2.500.000 IVA incluido. (Valor NETO \$2.025.000) durante el periodo de trabajo estipulado en el contrato realizado por medio de la empresa Antusolar Ltda.

El estudio del proyecto tiene un costo de \$1.500.000 IVA incluido. (Valor NETO \$1.215.000).

El tiempo total dispuesto para el desarrollo del montaje del proyecto será de 2 semanas hábiles, con jornadas de 8 horas de trabajo. De acuerdo al orden cronológico de la ejecución del montaje.

4.3. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión inicial requerida por el proyecto es un total de \$ 13.000.000 pesos + IVA.

Por inversión inicial se refiere a que el costo de las mantenciones requeridas a lo largo del tiempo por el aerogenerador no son consideradas dentro de este ítem. A continuación se dan a conocer estos valores y el detalle del costo inicial de la inversión.

- | | |
|---|------------------|
| • Valor desarrollo de estudio | \$ 1.215.000+IVA |
| • Valor Materiales | \$ 9.100.000+IVA |
| • Valor ejecución del Proyecto | \$ 2.237.000+IVA |
| • Valor mantenciones (no incluidas en el total) | \$ 450.000+IVA |

- Imprevistos equivalentes al 5% de la inversión inicial.

*Las mantenciones se deberán realizar cada 18 meses para el óptimo funcionamiento del sistema.

El valor total de la inversión se puede obtener tomando en cuenta los costos secundarios que tendrá el sistema, los cuales vendrán tanto por parte de las mantenciones (cada 18 meses) como de las baterías, las que poseen una vida útil de 5 años.

- Vida útil turbina eólica 25 Años
- Vida útil acumuladores 5 años Se deberán remplazar 4 veces
- Mantenciones Cada 18 meses Se realizarán un total de 17

Con lo que se tendrá un gasto total de:

Valor inicial	\$ 13.000.000+IVA
Valor mantenciones	\$ 7.650.000+IVA
Valor remplazo banco de baterías	\$ 6.659.200+IVA
Valor total proyectado a 25 años	\$ 27.309.200+IVA

4.4. **RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Si se realiza un cálculo del costo de la energía ahorrada gracias a la generación por medio de la turbina eólica se obtendría lo siguiente:

Valor factura eléctrica (Zona tarifaria 3) BT1

- Potencia Máx conectada 6KVA
- Cargo Fijo \$ 1.223
- Energía 300Kw/h \$ 36.900 (123x300)
- Cargo uso troncal \$ 0.709
-
- Total \$ 38.130 IVA incluido.**

Teniendo en cuenta que la autonomía energética que se tendrá será de aproximadamente 450Kw/h mensuales, se toma un promedio de consumo del recinto de 300Kw/h de energía al mes. Esto en base a que la potencia máxima según el cuadro de cargas de resumen mostrado en el capítulo tres de la memoria es de 4.6Kw, y las comparaciones se realizaron con una residencial de aproximadamente 250m², con un empalme de 6KVA. Obteniendo de su historial un consumo máximo durante el mes de Junio de 280Kw/h, durante el año 2011.

Si este ahorro se lleva de \$38.130 pesos mensuales a la cantidad de años necesarios como para recuperar la inversión total \$32.498.000, se obtiene una cantidad de años muy elevada, siendo la inversión total por medio de factura eléctrica recuperada en un periodo de 70 años.

4.5. ANÁLISIS DE INVERSIÓN

Analizando los datos obtenidos en el punto anterior, no pasa desapercibido el elevado tiempo de recuperación de la inversión total, la cual debido principalmente al bajo costo ahorrado mensualmente al desligarse de la factura de la energía eléctrica. La cual se termina recuperando en un periodo de 70 años, representando más que la vida útil misma del aerogenerador. Es decir que posterior a los 25 años de vida útil, lo que no se alcanza a recuperar con el ahorro de la factura de energía eléctrica, se considera como pérdida. La comparación anterior hace referencia sólo en el caso que el lugar contara con red eléctrica, a la cual el camping tuviese factibilidad de servicios eléctricos por parte de una compañía distribuidora.

Ahora bien, llevando el problema a la situación actual del recinto, el cual no presenta factibilidad de servicios ya que la red eléctrica más próxima se encuentra a una distancia aproximada de 5 km lineales, la única forma de ser abastecido por dicha red conllevaría al cliente tener que correr con los gastos de: postaciones, protecciones y transformadores necesarios para distribuir energía hasta el camping; suma no menor, ya que tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, el valor del desarrollo de dicha obra rondaría los \$ 80.000.000+IVA valor estimativo.

De acuerdo a lo analizado se desprende la total viabilidad y factibilidad del proyecto, cumpliendo totalmente con los requerimientos del recinto. Considerando los costos de inversiones necesarias para ambos casos mencionados ya que el costo de inversión total del proyecto es mucho menor en relación a la implementación total

necesaria por medio de un extenso tendido eléctrico que permita la conexión con la compañía local de distribución eléctrica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la utilización de un sistema de generación eólica, con características como las del sistema utilizado es necesario realizar estudios y análisis previos, describiendo todos los puntos que avalen la selección y de esta manera se logre tener una alta fiabilidad, seguridad, factibilidad y confiabilidad del sistema. En la memoria este punto fue realizado mediante la investigación y recopilación de datos de mediciones realizadas en el sector.

Gracias a dicha información se dio la posibilidad de seleccionar el correcto equipo, el cual fuese el encargado de abastecer sin problemas todos los puntos de consumo existentes en el lugar, dándole un real cumplimiento a los requisitos impuestos por el cliente.

La selección del KIT conlleva el realizar un análisis de posicionamiento y ubicación en donde se implementará en su extensión el producto, lo cual fue estudiado dentro de la memoria, mediante cálculos y recomendaciones proporcionadas por los proveedores de los equipos, complementos y suplementos del sistema de generación obteniendo la eficiencia requerida por el cliente.

El proyecto se realiza en un contexto de una gran necesidad energética existente en el recinto, por lo cual es de suma importancia el abastecer mediante una energía no convencional como es el caso de la energía cinética de los vientos existente en el sector.

Para la implementación del sistema mencionado, se analizó la inversión necesaria tomando referencia de una boleta de consumo mensual de un recinto con un empalme del tipo BT1 6KVA, con una potencia instalada incluso mayor que la requerida por el camping, observando que la implementación del sistema no se torna rentable teniendo en cuenta su alto precio de montaje y la vida útil del producto.

Al analizar la inversión en relación al caso real se obtuvo que el proyecto se torna totalmente viable, ya que la boleta de consumo mensual más el precio que costaría el contar con energía eléctrica de generación convencional para abastecer el camping, siendo imperativo realizar postaciones con un alto costo de inversión, tomando en cuenta la distancia a la que se encuentran las líneas eléctricas más cercanas considerando como costo total aproximado de \$80.000.000 + IVA (valor estimativo). Sin tomar en cuenta las facturas mensuales de la energía consumida.

Durante el desarrollo de la memoria sin duda que el ir aplicando contenidos aprendidos durante los tres años anteriores, ganados tanto en la teoría como de forma práctica fue un hecho, los que no sólo abarcaron simplemente los ramos específicamente de carrera sino un conjunto de aptitudes ganadas, como por ejemplo, la lógica que se

tiene para ser capaces de seguir ciertos pasos a fin de darle solución a un problema, la que parte ejercitándose desde primer año gracias a las matemáticas y se sigue reforzando a través del tiempo por medio de los ramos de carrera, en los que siempre se promovió la idea de aplicar los conocimientos teniendo en cuenta el problema a solucionar y no de forma mecánica.

Específicamente los ramos de carrera utilizados de forma explícita en el desarrollo de la memoria fueron; Máquinas eléctricas II, Instalaciones eléctricas, Líneas y protecciones eléctricas I, Control y accionamientos I y II. De los cuales se fueron rescatando diversos conceptos que uniéndolos permitieron hacer sencillo el entender los funcionamientos y aplicaciones de las tecnologías utilizadas en la solución al problema planteado en el inicio de la memoria.

El estudio de abastecimiento energético se realizó de acuerdo con desarrollar un montaje del sistema teniendo en cuenta el diagnóstico de la situación existente en el lugar, una selección del kit del aerogenerador, transporte de la energía generada y un estudio económico. De esta forma seleccionando un Kit Windspot 3,5 KW de generación eléctrica mediante una turbina eólica. En donde la energía generada se podrá almacenar y distribuir de forma limpia y eficiente, gracias a la sofisticación del sistema seleccionado.

Para el análisis de transmisión de la energía generada por la turbina, se consideró las necesidades energéticas del recinto, en el cual existen diferentes puntos de consumo, por lo cual se analizaron parámetros físicos y eléctricos logrando de esta forma suplir cada necesidad mediante la correcta y eficiente utilización de la energía generada.

Finalmente cabe mencionar que el camping ganará el contar con una fuente fiable que lo abastezca de energía eléctrica durante todo el año y todo lo que esto conlleva, como el contar con la posibilidad de dirigirse a otro tipo de público objetivo, quienes estarán dispuestos a pagar más a cambio de un mayor y mejor servicio. Lo que finalmente se verá reflejado en las ganancias, ganancias que no están directamente relacionadas en los estudios económicos dirigidos a la recuperación de la inversión propiamente tal para la implementación del abastecimiento energético, pero que sí van a tener una influencia; las cuales deben tenerse presente dado que sin ésta no existiría la posibilidad de un mayor ingreso.

Por otro lado también se debe tomar en cuenta que además de contar el lugar con electricidad, ésta se genere de forma “amigable” para el medio ambiente, lo que representa una ventaja tomando en cuenta la virginidad del sector, en donde la naturaleza se encuentra prácticamente intacta, con lo que se incrementa aún más el espectro de clientes potenciales.

BIBLIOGRAFÍA

GOBANTES. Materiales Eléctricos, [en line], [citado en Marzo 2012] Disponible en:
<<http://www.gobantes.cl/>>

RHONA, Materiales Eléctricos, [en line], [citado en Marzo 2012] Disponible en:
<<http://www.rhona.cl>>

SEC, Normativa Eléctrica para instalaciones en baja tensión Norma NCH 4/2003, [en line], [citado en Marzo 2012] Disponible en: <http://www.sec.cl>

WINDSPOT, Aerogeneradores Minieólica – Energía Minieólica – Pequeña Eólica, [en line], [citado en Marzo 2012] Disponible en: <http://www.windspot.es>

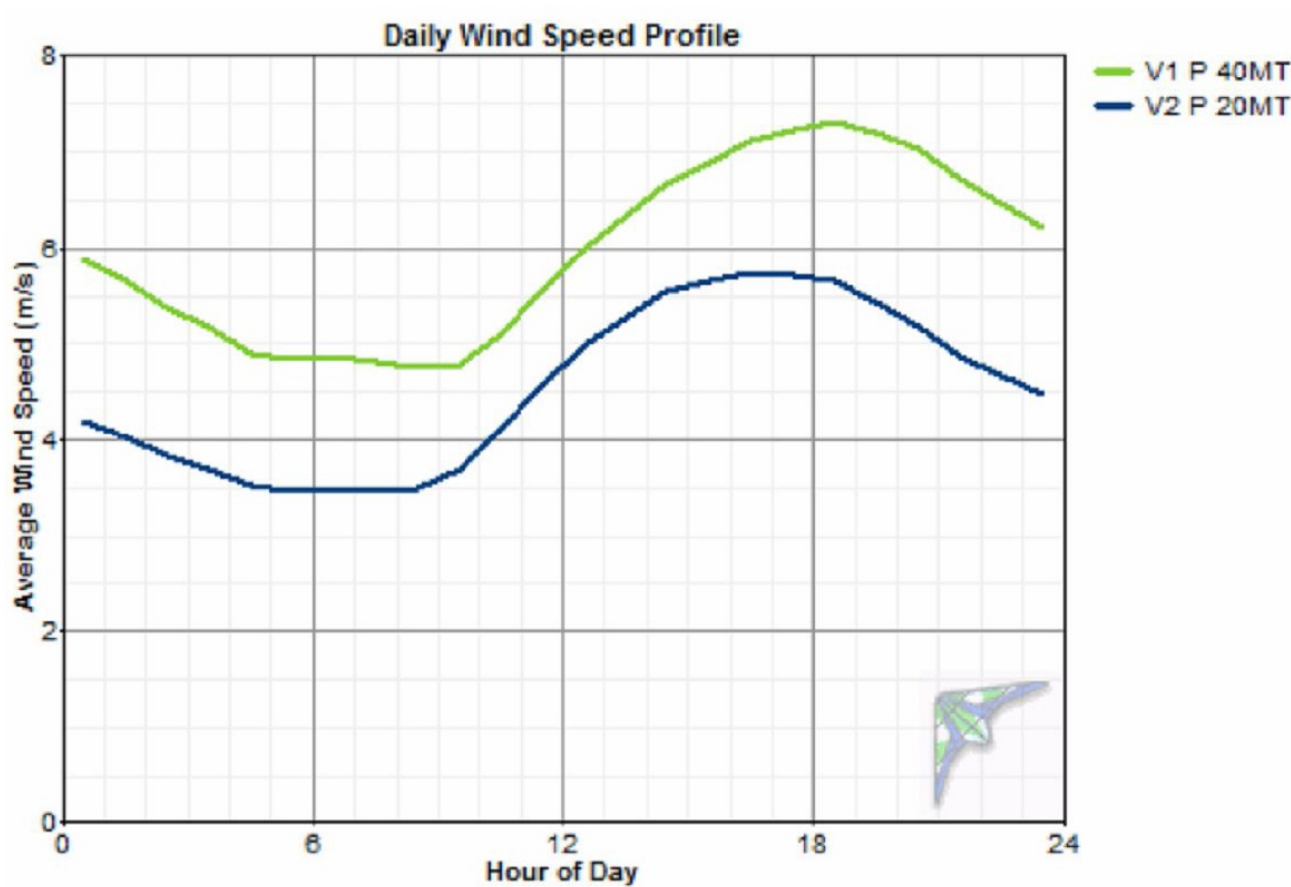
PROYECTO Parque Eólico Laguna Verde. Santiago, Chile, Inversiones EW, 2006. 122p.

ESTUDIO Mejoramiento del conocimiento del recurso eólico en el norte y centro del país. Santiago, Chile, Fundación para la Transferencia Tecnológica., 2003, 131p.

PROYECTO Eolo Evaluación del Potencial Eólico Nacional, Corporación de fomento de la producción, Santiago, Chile, 1993, Anexo III. 12p

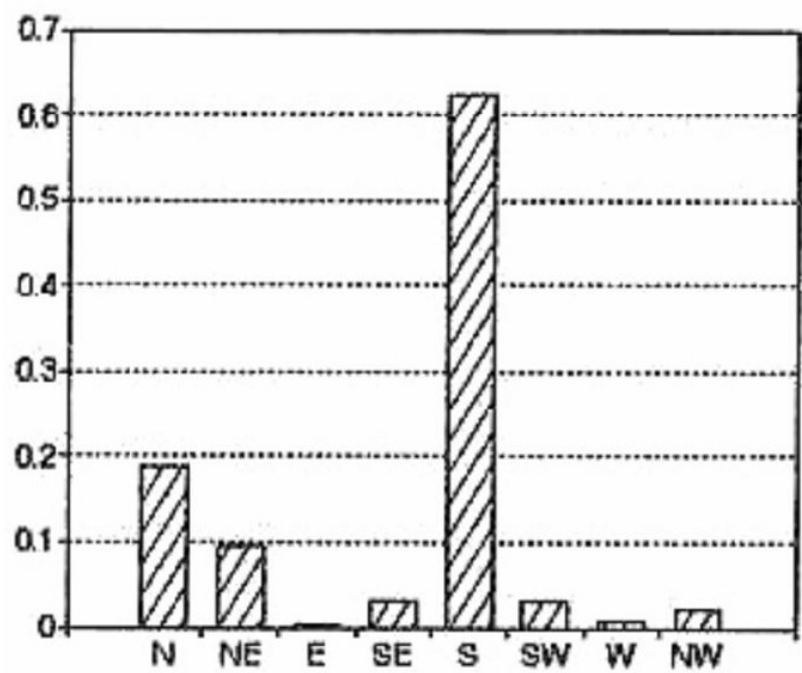
ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO DE VELOCIDAD EN FUNCIÓN A LAS HORAS DEL DÍA

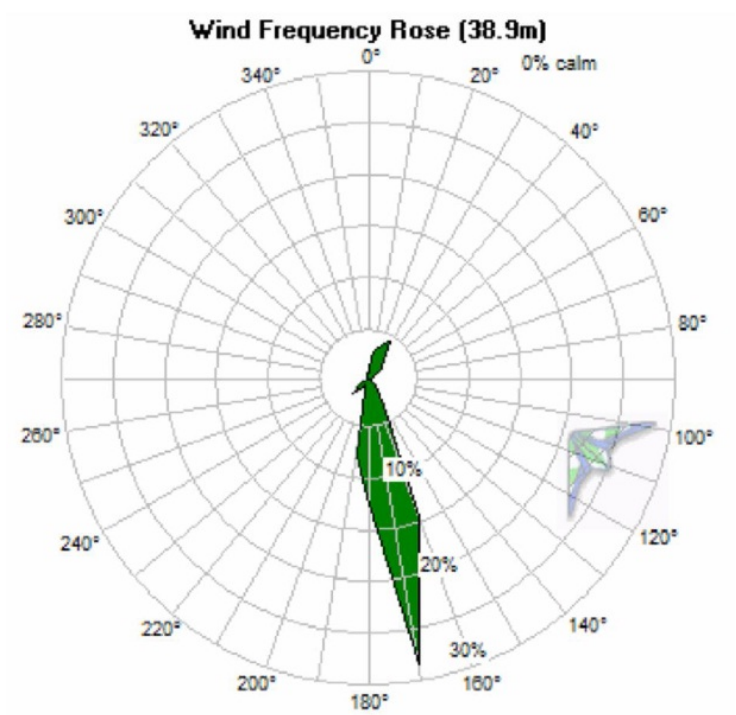


ANEXO 2: DIRECCIÓN DEL VIENTO

a) GRÁFICO DE DIRECCIÓN DEL VIENTO EN EL SECTOR.



b) ROSA DE LOS VIENTOS PERIODO 2007-2008.



ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL AEROGENERADOR WINDSPOT 3.5 KW



3.5 Kw

Características técnicas

POTENCIA	3.5 Kw @ 250 rpm
DIÁMETRO DEL ROTOR	4.05 m
VELOCIDAD DE ARRANQUE	3 m/s
VELOCIDAD NOMINAL	12 m/s
PESO	185 kg
LONGITUD	3.2 m
PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA	5550-11300 Kwh
EMISIONES DE CO ₂ AHORRADAS	3610-7350 kg
TIPO	Rotor horizontal a barlovento
GENERADOR	Síncrono de imanes permanentes; 3 fases, 24-48-110-220 V a 50/60 Hz
ORIENTACIÓN	Sistema pasivo: Timón de orientación
CONTROL DE POTENCIA	Sistema de Paso Variable pasivo, centrífugo y amortiguado (diseño patentado)
TRANSMISIÓN	Directa
FRENO	Eléctrico
CONTROLADOR	Opción de conexión a red y para carga de baterías
INVERSOR	Eficiencia = 95% ; Algoritmo MPPT
RUIDO	45 dB(A) a 60 m de distancia y viento de 8 m/s (según estándares BWEA)
PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN	Diseño totalmente sellado + catálisis + anodizado + pintura resistente a UV
TORRE	12, 14 y 18 m; con sistema hidráulico o mecánico de abatimiento
DISEÑO	Según norma IEC61400-2

ANEXO 4: BATERÍAS DE CICLO PROFUNDO CURTISS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje: 12 VDC
- Medidas: 330 x 172 x 217.8 mm (Largo, Ancho, Alto)
- Peso: 100 AH
- Terminales: S2000, roscados, de acero inoxidable.

Una de las principales ventajas de las baterías líquidas selladas en su bajo costo comparada con las AGM o GEL, aproximadamente un 40% menos.

Comparativamente en potencia y capacidad son muy similares y bajo condiciones óptimas de uso (Carga y Descarga) tienen un tiempo de vida útil de hasta 5 años comparado con 7 años para las AGM. Esto representa sólo un 30% menos de vida útil lo que las hace más rentable en muchas aplicaciones.

Sin duda, gracias a la menor inversión inicial y su excelente relación rendimiento-costos en la mejor opción iniciarse en proyectos fotovoltaicos y para aplicaciones de vida útil limitada.



ANEXO 5: INVERSOR TEPOWER

- Alta eficiencia 6 kw
- Onda sinusoidal pura en la tensión de salida.
- 12 VDC de entrada y salida de 220 VAC.
- Protección de sobrecarga/corto circuito.
- Alarma de batería baja.
- Dos receptáculos de salida.
- Ventilador controlado por termostato.



ANEXO 6: CONDUCTOR RI

- Norma de fabricación: NCh-2804. Of 2003; ANSI/ICEA S-70 547

Características:

- Tensión de servicio: 600 volts.
- Temperatura de servicio: 75°C.
- Temperatura de sobrecarga: 95°.
- Temperatura de corto circuito: 150°C.
- Alta resistencia dieléctrica.
- Adecuada resistencia a agentes químicos, grasas y ácidos.

Descripción del conductor:

Alambre o cable de cobre duro con revestimiento de Polietileno (PE), resistente a la intemperie.

Construcción:

Conductor: Alambre o cable mono conductor de cobre electrolítico de temple duro.

Coloreado: Color negro resistente a la intemperie.

Aislación:

Revestimiento de Polietileno (PE).

Identificación:

Impresa sobre la cubierta, con las siguientes características: COVISA-CHILE, RI calibre/sección, 600 volts, Cert. 0085-07-RM.

Aplicaciones:

Uso general en instalaciones aérea donde se requiera resistencia a la intemperie.