



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de una central eólica en el C.P. la Montaña – Cajamarca, para suministrar de energía eléctrica al SEIN dentro del programa de subastas de energía renovables”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Julio César Tafur Gutiérrez (ORCID: 0000-0001-7703-2623)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000 -0001-5900-1160)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

Ofrendo el resultado de este trabajo de investigación a Dios nuestro creador; a mis docentes, familiares y sobre todo a mis Padres, quienes permanentemente han estado conmigo, por su gran calidad humana y apoyo, para lograr esta investigación.

Julio César Tafur Gutiérrez

Agradecimiento

Agradecer a mi familia, quienes son lo más importante en mi vida y que gracias a su don de sacrificio me permitieron culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis docentes de la UCV que con sus conocimientos pudieron encausarme en este logro de mi vida profesional y culmine con éxitos esta profesión.

Julio César Tafur Gutiérrez

Página del Jurado

0588



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 09:00 a.m. del viernes, 27 de setiembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0174-2019-UCV-CPIME, de fecha 25 de setiembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA - CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLES", presentada por el Bachiller TAFUR GUTIÉRREZ JULIO CÉSAR para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:


- **Presidente** : Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio
- **Vocal** : Dr. William Fernando Villarreal Albitres

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

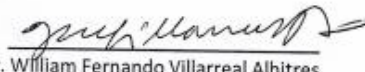
Aprobado por mayoría

Siendo las 09:45 a.m. del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 27 de setiembre de 2019


Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
Presidente


Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Secretario


Dr. William Fernando Villarreal Albitres
Vocal




Mgtr. Dante Omar Panta Carranza

Declaratoria de Autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **TAFUR GUTIÉRREZ JULIO CÉSAR**, estudiante de la Escuela Profesional de **INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **70039873**, con el trabajo de investigación titulada, **“DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA – CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLES”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 29 de noviembre del 2019



JULIO CÉSAR TAFUR GUTIÉRREZ
DNI 70039873

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.	1
1.2. Trabajos Previos.....	3
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	7
1.4. Formulación del Problema.....	20
1.5. Justificación del Estudio.	20
1.6. Hipótesis.	20
1.7. Objetivos.....	21
II. MÉTODO.....	22
2.1. Diseño de Investigación.....	22
2.2. Variables, Operacionalización.	22
2.3. Población y Muestra.	23
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	24
2.5. Métodos de análisis de datos.....	24
2.6. Aspectos Éticos.....	24
III. RESULTADOS.....	25
3.1. Evaluación del potencial eólico para la generación de energía eléctrica existente en el Centro Poblado La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.	25
3.2. Análisis del Programa de Subastas de Recursos Energéticos Renovables para generación de electricidad con energías renovables dada por OSINERGMIN	30
3.3. Análisis del avance tecnológico de las Centrales Eólicas en el Mundo	33

3.4 Diseñar la Central Eólica y proporcionar las principales características técnicas del aerogenerador a utilizarse.	34
3.5 Evaluación económica de la central a diseñarse.	47
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	56
Acta de aprobación de originalidad de tesis	72
Reporte de Turnitin.....	73
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	74
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	75

Índice de Tablas

Tabla 1. Participación de las tecnologías RER.....	17
Tabla 2. Operacionalización.....	23
Tabla 3. Velocidad del Viento a 10 m de altura.....	26
Tabla 4. Velocidad del Viento (m/s).....	28
Tabla 5. Resumen de la Velocidad del Viento (m/s).....	30
Tabla 6. Comparación de la potencia y energía producida por los Aerogeneradores de 50 kW y 100 kW.....	37
Tabla 7. Potencia Generada por el Aerogenerador de 50 kW.....	38
Tabla 8. Energía Eléctrica Generada (kW-h).....	39
Tabla 9. Factor de Planta.....	40
Tabla 10. Detalle de los Sistemas de Seguridad de la Turbina eólica de 50 kW.....	41
Tabla 11. Resumen de los Impactos Generados por la Central Eólica y sus medidas de mitigación.....	47
Tabla 12. Presupuesto de las Obras Civiles.....	48
Tabla 13. Gastos de Constitución.....	48
Tabla 14. Resumen de la Inversión.....	48
Tabla 15. Evolución Económica.....	50

Índice de Figuras

Figura 1. Variación de la velocidad del viento con la altura	9
Figura 2. Mapa Eólico Peruano	10
Figura 3. Veleta	11
Figura 4. Rosa de Viento	11
Figura 5. Altímetro	12
Figura 6. Anemómetro.....	13
Figura 7. Sistema Electrico.....	15
Figura 8. Promoción de electricidad de RER	18
Figura 9. Diagrama de flujo.....	22
Figura 10. Velocidad del Viento (m/s)	29
Figura 11. Principales Actores de la Subasta RER.....	31
Figura 12. Esquema de Subasta.....	32
Figura 13. Tarifas Adjudicadas	32
Figura 14. Velocidad del Viento vs. Potencia de Generación de turbina Aeolos-H de 50KW	37
Figura 15. Potencia del Aerogenerador en función de la velocidad del viento y la densidad del aire	37
Figura 16. Partes que conforman el Aerogenerador de 50 kW	41
Figura 17. Forma de la excavación y mejoramiento de suelo con material pétreo	43
Figura 18. Instalación de pilotes.....	43
Figura 19. Gráfico de plintos y vigas de cimentación	44
Figura 20. Cableado subterráneo	45
Figura 21. Proceso de una planta eólica	46

RESUMEN

El presente trabajo se concentrará en realizar el Diseño de una Central Eólica en el C.P. LA MONTAÑA –CAJAMARCA, Para Suministrar de Energía Eléctrica al SEIN dentro del Programa de Subastas de Energía Renovables.

Para ello se realizó la evaluación del potencial eólico existente en el área, luego evaluamos las subastas de Energías Renovables realizadas por el OSINERGMIN en el País.

Finalmente determinamos la ubicación de la Central Eólica, así como el presupuesto que involucra su instalación además de calcular el costo de producir la energía eléctrica para terminar con la evaluación económica con la cual conoceremos si nuestro proyecto es Viable económicamente.

Palabras claves: Central Eólica, Aerogenerador, Energías Renovables.

ABSTRACT

The present work will concentrate in realizing the Design of a Wind Power Plant in the C.P. LA MONTAÑA -CAJAMARCA, To Supply Electric Energy to SEIN within the Renewable Energy Auction Program.

For this, the evaluation of the existing wind potential in the area was made, then we evaluated the auctions of Renewable Energies carried out by OSINERGMIN in the Country.

Finally, we determine the location of the Wind Power Plant, as well as the budget that involves its installation, in addition to calculating the cost of producing the electric power to finish with the economic evaluation with which we will know if our project is economically viable.

Keywords: Wind Power Plant, Wind Turbine, Renewable Energy.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

A Nivel Internacional:

Actualmente en el mundo tan solo 2/3 de pobladores accede al servicio de eléctrico, siendo los países del tercer mundo los que están en estas condiciones. La carencia del servicio de energía eléctrica origina un retraso en el desarrollo de estos pueblos, haciendo que su calidad de vida no sea buena, así como retraso en su educación y salud. Para poder solucionar este problema se ha recomendado la Generación Distribuida, cuyo fin es producir energía eléctrica próxima a los Centros de Consumo, con potencia que oscilan entre los 100 kW a 10 MW.

Si lo transformamos a cifras podemos afirmar que hay 1 600 millones de pobladores al no tienen acceso al recurso eléctrico y 2 400 millones de personas que continúan utilizando leña así como carbón para cocinar sus alimentos, es así que el continente Africano, 6 de cada 100 hogares tienen electricidad.

Para poder solucionar este problema se está utilizando energía renovables como son paneles solares, pequeños aerogeneradores y sistema mini hidráulicos, como se genera en el mismo lugar entonces se evita las pérdidas en transmisión que puedan incurrir. (García Galludo, 2006, p. 12-13)

España

La producción de electricidad mediante la energía eólica quien ocupa el tercer lugar, después de la energía nuclear y el gas, representando el 17,3% SEE (Sist – Elect – Esp), logrando incrementar la producción de electricidad de 1 585 MW a 16 740 MW en los últimos 10 años.

Debido a su geografía España presente muchas ventajas para realizar instalaciones de aerogeneradores, así como instalaciones de sistemas híbridos conformados por los aerogeneradores y sistemas fotovoltaicos.

Es así que se empezó a dar impulso de estos sistemas al generar electricidad e inyecte a la Red de España (REE).

En la actualidad se han instalado mil doscientos noventa ambientes, en quince entidades autónomas y 1000 municipalidades, están generando energía eléctrica mediante el sistema eólico.

Actualmente España cuenta con 438 parques eólicos, distribuidos regiones, tales como la de Galicia en donde la producción corresponde el 22.41% del parque eólico español. (Cortez, 2013, p. 12-20)

Estados Unidos de Norte América

En Estado Unidos el sistema eólico se ha incrementado en los últimos años, logrando instalar aerogeneradores con una potencia de 1 833 MW, logrando incrementar la potencia instalada en 51 628 MW, según la American Wind Energy Association (AWEA).

Es así que se instalan más de 40 000 turbinas eólicas en Estados Unidos logrando producir energía eléctrica para abastecer Estados como Colorado, Michigan entre otros, siendo Texas el Estado que más consume y posee energía eólica con una Potencia instalada de 12 000 MW, correspondiente a un 3,5 % la Potencia Instalada de Estados Unidos durante el año 2012.

Así la Energía Eólica se convirtió en la Primera Fuente dentro de las Fuentes que suministran de Energía Eléctrica a los Estados Unidos. (Pettersson, 2012, p. 15)

Brasil

Con el propósito de diversificar su Matriz Energética se propuso dar impulso a los Aerogeneradores, logrando una producción de 300 MW, la misma que tiene una proyección de 143 000 MW. La producción actual lo realiza gracias a los 59 parques eólicos instalados, siendo la región del Noreste, la que más destaca, lo que ha permitido suministrar de energía eléctrica a unos 7,5 millones de habitantes por mes. (De Albuquerque, et al., 2015, p. 13)

A Nivel Nacional:

El Ministerio de Energía y Minas ha realizado un estudio sobre permiso a electricidad en el Perú, determinando que existen regiones y aún carecen de dicho servicio, lo cual origina que la calidad de vida en estas localidades sea paupérrima esto tiene mayor incidencia en el sector rural peruano. Teniendo como finalidad el poder suministrar electricidad a dichas localidades como primera opción es la ampliación de las redes convencionales y como segunda opción el uso de las E. Renovables como son: a través del sol y del viento. El inconveniente radica lo cara que es este tipo de energía y no

compensan los consumos que realizan los pobladores de estas localidades. Existen Organismos No Gubernamentales que se dedican a impulsar este tipo de proyectos siendo uno de ellos Soluciones ITDG, que ha impulsado este tipo de proyectos en la zona rural de Cajamarca, Ayacucho, Moquegua, Lima, Cusco y San Martín, en coordinación con las municipalidades, comités y centros educativos. Se realizó este proyecto tomando en cuenta la velocidad del viento existente en estas regiones. (ITDG, 2012, p.2)

A Nivel Local:

El C.P La Montaña pertenece al distrito de Miracosta, Chota - Cajamarca, para acceder a dicho centro poblado es a través de una trocha carrozable de 20 km desde Tocmoche. Actualmente tienen una población de 60 habitantes, 22 viviendas, con índice de Habitante por Vivienda de 03 personas por vivienda. Dicho Centro Poblado, tiene electricidad proporcionada por la empresa concesionaria de distribución Electronorte SA.

Así mismo de la visita realizada a dicha localidad se ha evidenciado que existe el potencial eólico necesario para poder instalar una Central Eólica que permita suministrar de energía eléctrica al centro poblado además de inyectar energía eléctrica al (SEIN), además en los últimos años, la implementación de las tecnologías de recursos energéticos renovables (RER) se disminuyó las emanaciones de (CO₂), mitigando así fenómenos climáticos, y mejorando los niveles de seguridad energética del país. El desarrollo de un marco normativo que promueve el ingreso de este tipo de tecnologías ha permitido el inicio de operaciones de centrales eólicas y solares. Por ello, existe el marco legal que norma los Recursos Energéticos Renovables en el Perú, según el DL nro. 1002: Promoción e inversión para generar energía eléctrica y usar fuentes renovables, cuyo fin sea la promoción y aprovechar este recurso energético renovable, para poder aumentar la calidad de vida en comunidades cuidando el ecosistema.

1.2. Trabajos Previos

A Nivel Internacional:

España

Según Velásquez en el año 2010, en el Proyecto de Investigación donde diseño un sistema de microgeneración con un eje con manufacturas caseras se planteó como

finalidad principal producir energía eléctrica en viviendas de Málaga, con el propósito de abastecer con electricidad a los sectores ubicados en el área rural, al estar aisladas de la red convencional.

Para ello hace uso de las ER, como el sistema eólico, como energía amigable, pues su impacto al medio ambiente es no significativo.

Como resultado del presente proyecto se logró el diseño del Micro Aerogenerador casero con una Pot Instalada de 1 kW, el cual puede ser fabricado domésticamente, y de esta manera poder solucionar la carencia de suministro de electricidad a aquellas regiones que están muy lejos de la red convencional.

Villanueva (2009 , p. 12) en el trabajo de investigación “Plan Regional con Energía Eólica para la Región Andalucía” tiene como objetivo brindar las actividades que se deben realizar para suministrar con generación fotovoltaica a las localidades que no cuenta con Energía Eléctrica y se encuentra muy alejadas de las redes convencionales. Para ello se hizo el análisis de las localidades no tiene electricidad y que por su lejanía no pueden incorporarse a las Redes Eléctricas Convencionales. Luego se hizo un análisis de la normatividad existente en España en relación a las Energía Renovable.

Según Suarez en la Tesis: donde convirtió y almaceno Energía del viento mediante el h₂, donde tiene como objetivo demostrar que E. R. resolverá la problemática social y económica que afrontan las localidades de la región del Mercosur. Para ello el autor empieza por analizar como el hidrogeno, al estar en abundancia en nuestro planeta se puede utilizar como un acumulador de energía producida por aerogeneradores en los resultados logró determinar que el hidrogeno a través de las Pilas de Hidrógeno producido por E. del viento es una excelente forma de proveer con electricidad a pueblos alejados de las redes eléctricas convencionales.

Según García, et en la investigación donde demostró cómo aprovechar la energía eólica para generar electricidad en zonas de México hace una estudio de cómo utilizar el potencial eólico que hay en los estados de Baja California Sur, Sonora, Baja California, Yucatán, y Oaxaca, con el propósito de generar energía eléctrica a partir de los vientos existentes en estas localidades. Como resultado de este trabajo de investigación se concluye que así como se para lograr esto es necesario el desarrollo de

tecnología, también es importante analizar la base legal existente en relación a protección del medio ambiente y generación de electricidad utilizando los vientos.

A Nivel Nacional:

Según Pineda en su tesis donde utilizo un sistema híbrido para energizar a las zonas de Lambayeque con fines de productos, el autor realizo análisis a estos métodos híbridos para generar electricidad para suministrarla a las localidades ubicadas en zonas rurales del territorio peruano. Para ello se realiza un análisis de la necesidad energética de dichas poblaciones con el propósito de cuanto es lo máximo que va a necesitar poder Distribuir, para luego proponer los sistemas a utilizar para suministra dicha energía, pudiendo ser de sistemas fotovoltaicos, eólicos, método del biogás o conjugarlos entre ellos como son los sistemas híbridos. Logro determinar en sus resultados que en las localidades que carecen de electricidad cuentan con bastantes recursos en energía eólica, solar y biomas, capaz de utilizarla como medio para producir energía eléctrica y poder suministrarlas a estos sectores(Pineda, et al. 2006,p.25).

Arias (2011, p. 43) en el proyecto de investigación donde hizo una investigación de cómo generar electricidad en AAHH a través del viento, pudo entregar electricidad a zonas urbanas, para ello el autor evaluó la velocidad de viento en la zona y así poder determinar que potencia eléctrica se puede generar. Como resultado de ello se determinó que la potencia eléctrica a generar utilizando el recurso eólico es de 100 MW, lo cual es una buena oportunidad para poder generar energía y poder inyectarla al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

Según Lostaunau en el Trabajo de tesis donde plantea como opción la energía de la UNMSM, el autor plantea a rasgos generales para poder obtener electricidad teniendo el recurso de la velocidad del viento. Para cumplir con este objetivo el autor propuso el diseño de un Aerogenerador, el mismo que tuvo como inconveniente que si las paletas giran a vueltas variables es difícil obtener frecuencias estabilizadas.

A Nivel Local:

Según Anael en el Trabajo de investigación: donde detallaron que tan viable y económico y su usos en la energía del viento para poder obtener electricidad en la región de salas y el objetivo es evaluar la viabilidad de suministra eléctrica a las localidades de Escalera, Zapotal, Pampa Rume, Botijilla, Shita Baja del distrito de Salas, provincia de Lambayeque, utilizando para ello el recurso viento. Para ello el autor evaluó las velocidad del viento que existe en la zona, determinado que la velocidad promedio es de 6 m/s, y paralelo a ello evaluó las necesidades energéticas de las zonas materia del presente estudio, determinando que en promedio es un potencia de 15 kW. Posterior a ello se realizó la evaluación económica y técnica, obteniendo que si es viable suministrar con energía eléctrica utilizando aerogeneradores, a las poblaciones mencionadas. (Anael 2004 p.23).

Según Venegas realizó el trabajo de investigación: “Análisis de factibilidad de un sistema donde que combino E. Solar con la E. Eólica y un Generador a esto lo llamo híbrido donde se podrá generar energía eléctrica en la UCV, cuyo objetivo fue establecer método optimo en análisis y evaluar los sistemas híbridos, así como cuantificar el potencial que tienen energías renovables en un determinado sector, así como sus reservas existentes para finalmente realizar una evaluación económica de cada uno de ellos para identificar su viabilidad. (Venegas, et al 2009 p.12).

Para Delgado en el Trabajo de Investigación donde hizo un estudio para ver si es factible tanto técnicamente y económicamente generar electricidad mediante el sistema eólico en Laguna Larga - Olmos, esto conllevará a mejorar su calidad de vida lo redundará en mejorar su aspecto económico, social y cultural. Los resultados fueron determinar si es factible técnica y económica instalar un aerogenerador para entregar electricidad al distrito, obteniendo un Valor Actual Neto de S/.45 899 y un TIR de 18%.(Delgado, et al 2010 p, 23).

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Teoría De Variables

A.- Independientes:

a).- Presión Eólica

“También es conocida como Presión del Viento, y surge como consecuencia de las diferencias de las diferencias de presiones producida por la diferencia de temperaturas”.

(García Galludo, 2006, p.12)

Al calentamiento de la tierra origina diferentes temperaturas generando presiones diferentes las cuales son la causa de la formación del viento. El viento empieza a circular de las áreas de presión alta a la zona de presión baja.

a.1).- Presiones de los vientos

Se determina aplicando esta ecuación:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + p + \rho gz = \text{constante}$$

Ecuación 1: Teorema de Bernoulli

Dónde:

g aceleración de la gravedad (m/s²)

p presión estática (N/m²)

Z altura (m)

ρ masa específica del fluido (kg/m³)

V velocidad del fluido (m/s)

De la formula anterior podemos apreciar que la primera parte corresponde a la energía cinética representada por la Presión Dinámica, la segunda parte es la presión y la última parte representa a la energía potencia.

$$q = \frac{1}{2}\rho V^2$$

Ecuación 2: Presión Dinámica

Dónde:

V velocidad del fluido (m/s)

ρ masa específica del fluido (kg/m^3)

a.2).- ¿que interviene para que se forme el viento?

Los elementos que intervienen en la formación del viento son: la curvatura de las isobaras, la fuerza de la gravedad terrestre, la variación de presiones, la fricción, así como el movimiento de rotación de la tierra.

a.3).- Características físicas del viento

Las características físicas del viento, tales como Velocidad del Viento y Dirección del Viento, se miden con un instrumento denominado Anemómetros, tomando como referencia las normas de la Organización Meteorológica Mundial – OGM.

a.4).- Factores que afectan la velocidad del viento

El viento suele ser afectado por fenómenos artificiales tales como construcciones temporales y permanentes, como son chimeneas, casas, etc.; así como por fenómenos naturales como son la geografía, flora existente así como estaciones del año.

b).- Velocidad Del Viento

“Representa la distancia transitada por el viento por unidad de tiempo. Se mide en m/s”.

b.1).-La Velocidad Media:

Es la velocidad promedio en un intervalo de tiempo:

$$\bar{V}_1 = \frac{1}{T} \int_0^T V_1 dt$$

Ecuación 3: Velocidad Media

b.2).-La Velocidad Instantánea:

Es la velocidad del viento en un tiempo determinado.

b.3).- La Velocidad Relativa:

Es la velocidad del viento referida a un punto de referencia.

b.4).- Cálculo de la velocidad del viento a diferentes alturas

Debido a que la mayoría de lecturas de velocidad del viento se miden a 10 m, se utiliza la ley exponencial de Hellman, para poder estimar la velocidad del viento a otra altura.

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{H}{H_0} \right)^\alpha$$

Ecuación 4: Relación de alturas y velocidad

Dónde:

v_0 : velocidad a la altura H_0 (frecuentemente referida a 10 m)

α : coeficiente de fricción o exponente de Hellman.

V : velocidad a la altura H (m/s)

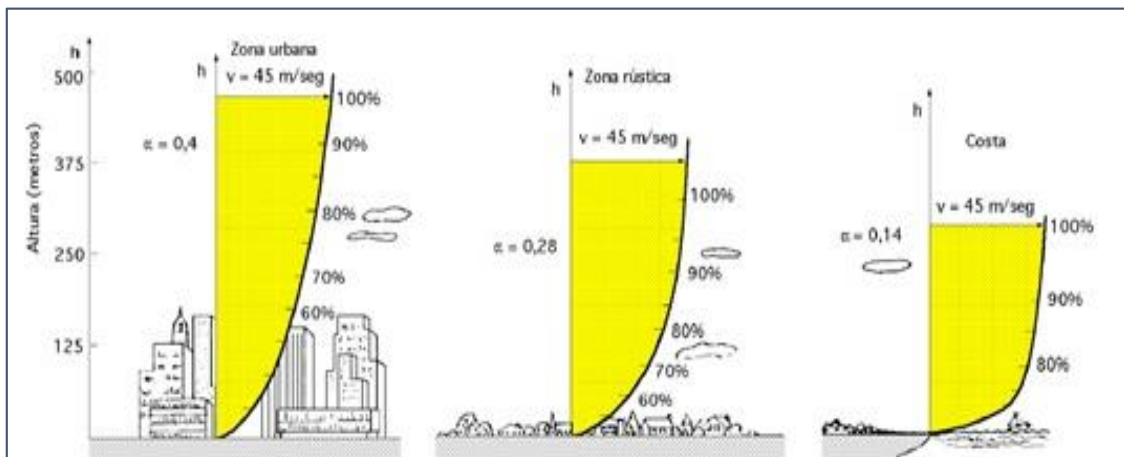


Figura 1. Variación de la velocidad del viento con la altura

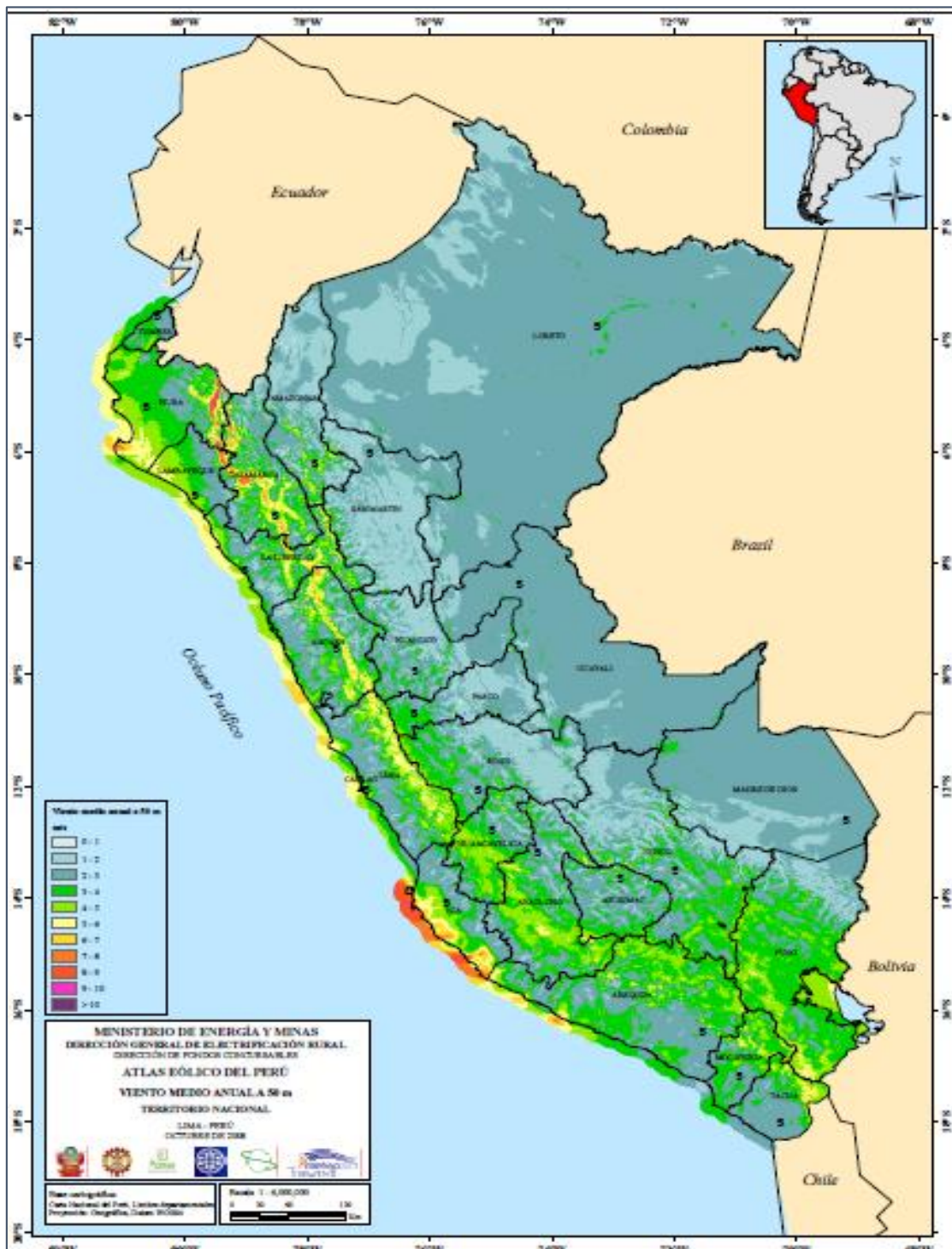


Figura 2. Mapa Eólico Peruano

c).- Direcciones del Viento



Figura 3. Veleta

“Es muy útil la Rosa de Viento para determinarla, y representa el sentido por donde el viento discurre.”

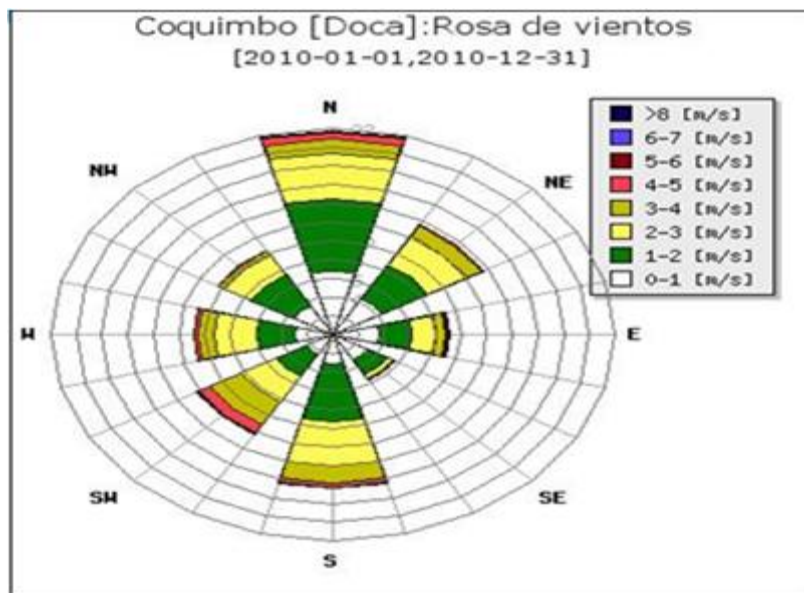


Figura 4. Rosa de Viento

d).- Altitud

Se mide con instrumentos denominados altímetros y está referida a la posición SNM en donde se instalará el aerogenerador. (Suarez Velásquez, 2008, p.16)



Figura 5. Altímetro

e).- Velocidad del Viento

De preferencia en sistemas de navegación y por la escala Beaufort. Que tiene doce grados en intensidades crecientes van a describir los vientos en la parte de varios. Esto no es muy exacto puesto que cambia en torno a los tipos de aguas donde se manifiestan los vientos. Con la aparición del anemómetro, se le asigna una escala en grados y bandas de velocidad a medida, en promedio 10 min a 10m de altura MSNM.

Anemómetros, son instrumento llamado también anemógrafos que usa la velocidad del viento en condiciones metrológicas, son también equipos base en sistemas de vuelos para una aeronave que pese más que el aire. (García Galludo, 2006, p.57).



Figura 6. Anemómetro

e).- Almacenadores de Energía

En el caso de los Aerogeneradores los almacenadores de energía son las baterías considerando que la producción de energía es muy estable.

f).- Aerogenerador

“Es un generador de energía eléctrica accionada por la fuerza del viento. Sus orígenes datan desde los molinos de viento.” (Jordán Arias, 2011, p. 13)

Energía Cinética desarrollada por un aerogenerador

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = 1/2 mv^2$$

Ecuación 5: Energía Cinética

"V" volumen de aire que se mueve

"d" densidad su masa será;

$$m = V \cdot d,$$

Sustituyendo la energía cinética queda:

$$Ec = 1/2 dVv^2$$

Ecuación 6: Energía Cinética

Dónde:

d: densidad (kg/m³)

v: velocidad (m/s)

V: volumen de aire (m³)

(Fernández Salgado, 2011, p.150-159)

f.1).- Ejes Horizontales

Estos tipos de aerogeneradores tiene su eje que va a rotar alineado al suelo de la maquina (Cortez, 2013, p.7)

B.- DEPENDIENTE

a).-Energía Eléctrica Eólica

a.1).- Electricidad

“Es un tipo de energía secundaria muy utilizada, se caracteriza por el flujo de electrones a través de un conductor”. (Villarrubia2007, p.35-38)

a.2).- Producto eléctrico

La electricidad se produce a través de Centrales de Energía, que pueden ser hidroeléctricas, térmicas, solares, eólicas, etc. (Cortez2013, p.7).

a.4).- Demanda energética

“Son las necesidades de energía que requiere un usuario”. (Villarrubia2007, p.113)

a.5).- Sistemas Eléctricos

“Un sistema eléctrico es el conjunto de dispositivos que permiten generar, transmitir y distribuir la energía eléctrica hasta llegar al usuario final” (Fernández Salgado, 2011, p.89)

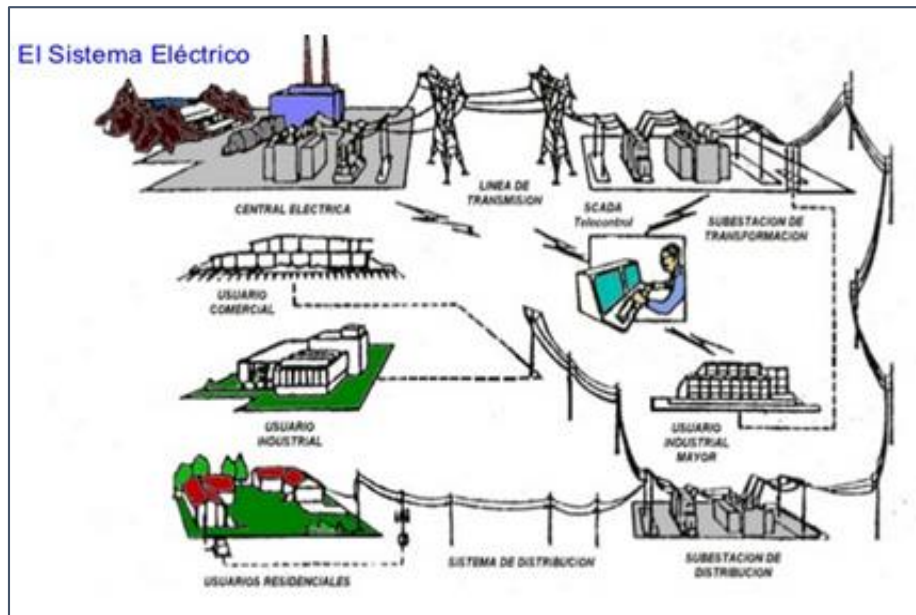


Figura 7. Sistema Eléctrico

1.3.2. Situación de la Oferta y Demanda del SEIN

Durante el 2016, se tuvo 12 451 MW de Potencia Efectiva, de los cuales 98,5% fue del Sistema Interconectado Nacional y 1,5% de los Sistemas Aislados.

De esta potencia Instalada, el 35% correspondió a Generación Hidroeléctrica, incrementando su valor en un 17%, toda vez que en este año se construyó nuevas Centrales Hidroeléctricas como la C. H Rucuy y C.H Chancay las dos dentro del “marco del Decreto Legislativo N° 1002”.

En el 2016, las Centrales Hidroeléctricas, produjeron 24 133,7 GW.h, que significó el 47,1% de la Producción Total de Energía Eléctrica. Así mismo la mayor parte de la energía generada es para el SEIN aproximada en 23 627,4 GW.h y para uso propio es de 506,3 GW.h.

En cuanto al recurso Viento, ésta empezó a utilizarse para generar electricidad del SEIN en el Parque Eólico de Marcona (32 MW), el mismo que se instaló en el año 2014, actualmente su Potencia Instalada es de 239 MW. Así mismo en el año 2016 ingresaron al S.E.I.N la C. Eólica Tres Hermanas.

Usamos energía eólica como fuente de captación energética, para la parte de Centrales eléctricas tenemos a Marcona tiene una potencia de 32 MegaWatt en el 2014, actualmente tiene unos 239 MW. Se puede notar incrementos considerables en los consumos durante el año 2016, debido a que la C. Eléctrica 3 Hermanas.

A diferencia de un sistema eólico hubo muy poca participación de 0.70 MegaWatt durante el 2006, actualmente hubo un aumento a 240 MegaWatt por el 2016.

Una Central Solar, durante el 2012 alcanzo una potencia de 95 MegaWatt.

Esta energía eléctrica generada es un tipo de energía secundaria, la misma que es obtenida transformando las energías primarias o también transformando las energías secundarias: Biogás, Gas Natural, Diésel B5.

En el año 2016, el país produjo 51 655 GW-h de energía eléctrica, superando en un 7% la producción del año 2015, de este total 49 534 GW-h pertenece a una central que genera unos 2 120 GW-h a otra para usos propios.

Durante el año 2006 al 2016, lo máximo en energía que necesita el S.E.I.N, sufrió una varianza al año de aproximadamente el 6%, por otro lado la oferta para generar electricidad del S.E.I.N en ese año fue de 9.6% al año, esto permitió que al operar de manera segura y minimiza el peligro frente a cualquier falta de demanda del mismo.

Por el 2016, el M.E.M puso un margen de reserva de 38.9%, y estuvo vigente hasta el 2017. Con ese antecedente entre el 2015 y principio del 2016 era de 37%.

La potencia a efectuar del S.E.I.N durante el 2016 era de 12,265 MegaWatt representa incrementos de unos 24.2% en relación al 2015 fue de 9.854 Mega Watt. Esto fue debido a que las C. de energía de 1,350.8 Mega Watt y las C. hidroeléctricas de Cerro del Águila y Chaglla 980.8 Mega Watt aportaron al S.E.I.N 2,331.6 Mega Watt.

1.3.4. Participación de las Tecnología REN en el SEIN

Al incluir recursos de energía Renovable (RER) en la matriz energética peruana, ahí se incluyen todas las lineaciones y políticas energéticas del Perú desde el 2010 hasta el 2040. Para poder así incentivar el uso de estas energías mediante el DL N°1002-2008, donde incentiva el uso de RER, este tiene la preferencia para poder conectarse a la red por un periodo de 20 años en alguna subasta y compra de energía que produzca.

La normatividad utiliza ciertos métodos para regular tales como cuotas y primas que ayuden a difundir los RER, en una subasta de RER se debe convocar con periodo de no menos a 2 años. El MEYM decreta las bases de esta subasta y OSINERMINING lleva a cabo la subasta.

Tabla 1. Participación de las tecnologías RER

<u>Participación de las tecnologías RER en la potencia instalada de SEIN, 2008 - 2016</u>			
AÑOS	Potencia Instalada Total COES MW	Potencia Total Instalada RER MW	Participación en la Potencia Instalada RER %
2008	5 34,81	10,00	0,19
2009	6 000,60	33,00	0,55
2010	6 699,20	76,80	1,15
2011	6 746,32	89,70	1,33
2012	7 620,08	238,25	3,13
2013	8 339,94	262,41	3,15
2014	9 247,71	464,58	5,02
2015	10 150,00	472,78	4,66
2016	12 774,91	609,93	4,77

Fuente: Estadísticas Anuales 2016. Comité de Operación Económica del Sistema

A fines del 2016 se han corregido cuatro de estas, con la adjudicación de 2,651 GW por hora que corresponde a RER no convencional esto no incluye a las C. Hidroeléctricas menor a 20 MW dentro de los RER y 3,380 GW por hora con las C. Hidroeléctricas, en datos de potencia se determina unos 1,280 MW en RER .

Cabe mencionar que la manera de cómo participa el RER encontramos menor a 5% pero hay que resaltar que el RER continua en incremento por el DL N°1002.

La potencia que se instala con esta tecnología utiliza los RER en el S.E.I.N tiene una transformación que fue de 0.19% en el 2008 hasta los 4.77% en el 2016.

1.3.3. Situación de Actual de una Subasta de Energía Renovable

El Estado Peruano, año 2008, promulgó la Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables, mediante el Decreto Legislativo N° 1002, cuyo objetivo fue la promoción y poder aprovechar los recursos en Energía Renovable RER.

En el marco de la Ley antes mencionada y al Reglamento de Generación de Electricidad con Energías Renovables aprobado con Decreto Supremo N° 012-2011-EM y sus modificatorias, además al Reglamento para la Promoción de la Inversión Eléctrica en Áreas No Conectadas a Red aprobado por Decreto Supremo N° 020-2013-EM.

En el año 2008, fecha en que se publicó el D.L. N° 1002, lo que se buscaba era incentivar al inversionista a generar electricidad con RER.

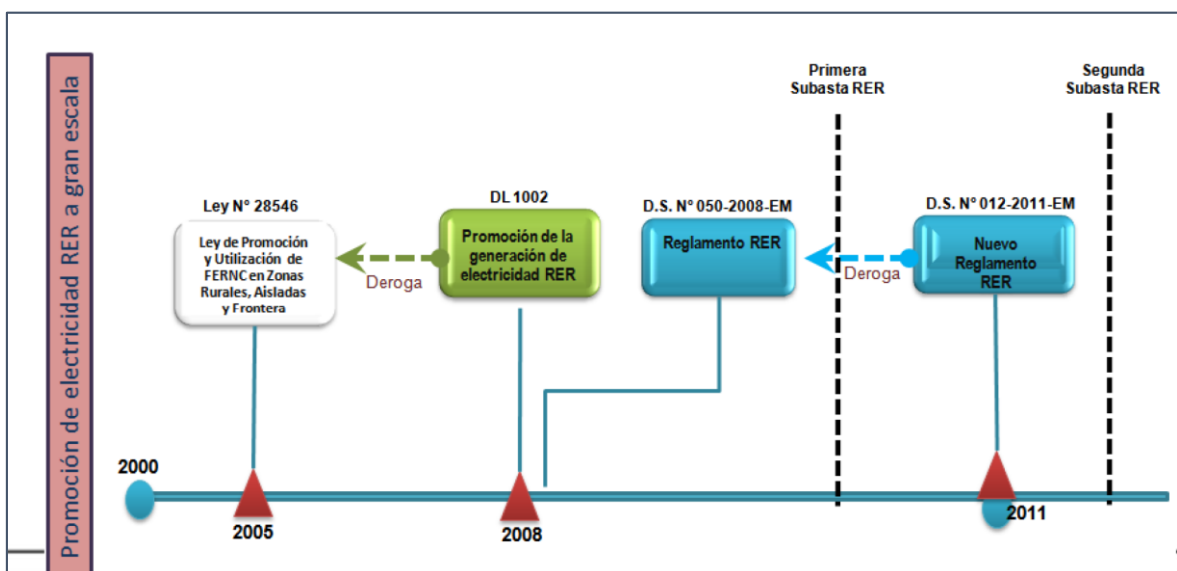


Figura 8. Promoción de electricidad de RER

En este Decreto Legislativo, se da preferencia a nivel nacional para promover estas energías limpias (RER) en comparación a las fuentes de Energía Renovable No Convencional: Geotérmico, Eólico, Solar, Biomasa, Hidroeléctrico hasta 20 MW (Hidroeléctrica RER). Además, promociona la generación eléctrica usando los RER, para venderlo S.E.I.N, usando para ello las SUBASTAS, ofreciendo para ello incentivos como: Darle preferencia al C.O.E.S y comprar la energía que se produce, preferencia en el acceso a las redes de transmisión y distribución, así como tarifas inalterables a largo plazo, las mismas que se establecen en las subastas.

El Ministerio de Energía y Minas, es la entidad del estado que aprueba las Bases de la Subasta y el OSINERGMIN es quien ese encarga de conducir la subasta, determina las Primas mediante liquidaciones anuales y fijar los precios máximos.

Los Criterios utilizados para diseñar las subastas RER se clasifican en Específicos y Generales:

1. Criterios generales:

- Eficacia de la subasta
- Producción de RER a gran escala
- Maximizar los ingresos

2. Criterio específico:

- Evita la posibilidad de barreras de entrada
- Credibilidad de las reglas y estructura de mercado
- Evitar posibilidad de colusión

El procedimiento para la subasta por cada tecnología se realiza de la siguiente manera:

Primero definimos la Energía Total Requerida

Segundo consignamos la energía requerida por cada tecnología

Tercero efectuamos la subasta por cada energía asignada

Actualmente se han llevado a cabo 04 subastas, el año 2017 se suspendió la quinta subasta debió a una sobreoferta de energía eléctrica. En este año 2018 se tiene programada una nueva Subasta.

1.4. Formulación del Problema

¿Es posible instalar una Central Eólica en el C.P La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, que permita suministrar energía eléctrica al SEIN, dentro del Programa de Subastas de Energía Renovables?

1.5. Justificación del Estudio.

El estudio a desarrollar se justifica pues permitirá suministrar electricidad que no contamine como desarrollar la parte económica y tecnológica de esta localidad de Cajamarca.

En función a esto es necesario invertir en proyectos, con la posibilidad de satisfacer las necesidades en energía, esto disminuirá el depender del extranjero y ayudara al impacto ambiental.

1.5.1. Tecnológica.

Es importante pues con el presente trabajo de investigación se marcará un camino para poder diseñar centrales de generación en nuestro País.

1.5.2. Social.

Permitirá que nuestro país pueda acceder a fuente de energía cuya generación produce que el costo de la energía eléctrica disminuya lo cual beneficiará al usuario final, permitiendo el bienestar social de la población.

1.5.3. Económica.

Es importante resaltar que la energía generada por este sistema está dentro de los precios que manda el Mercado Nacional de la Electricidad operado por el COES y supervisado por el OSINERGMIN.

1.5.4. Ambiental.

El proyecto es importante pues dejamos de producir CO₂, y de esta manera disminuir el impacto negativo al medio ambiente.

1.6. Hipótesis.

Es factible el diseño de una Central Eólica en el C.P. La Montaña – Cajamarca, que permita suministrar de energía al SEIN dentro del programa de subastas de energías renovables.

1.7. Objetivos.

1.7.1 General

Analizar la factibilidad de diseñar una Central Eólica en el C.P. La Montaña – Cajamarca, que permita suministrar de energía al SEIN dentro del programa de subastas de energías renovables.

1.7.2. Específicos

- Evaluar el potencial eólico para la generación de energía eléctrica existente en el Centro Poblado La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.
- Analizar el Programa de Subastas de Recursos Energéticos Renovables para generación de electricidad con energías renovables dada por OSINERGMIN.
- Analizar el avance tecnológico de las Centrales Eólicas en el Mundo.
- Diseñar la Central Eólica y proporcionar las principales características técnicas del aerogenerador a utilizarse.
- Realizar la evaluación económica de la central a diseñarse.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación.

En el Figura 7, se aprecia el Diseño de la Investigación que se tendrá en cuenta para el presente trabajo, en donde se busca solucionar un problema existen en una realidad tangible.

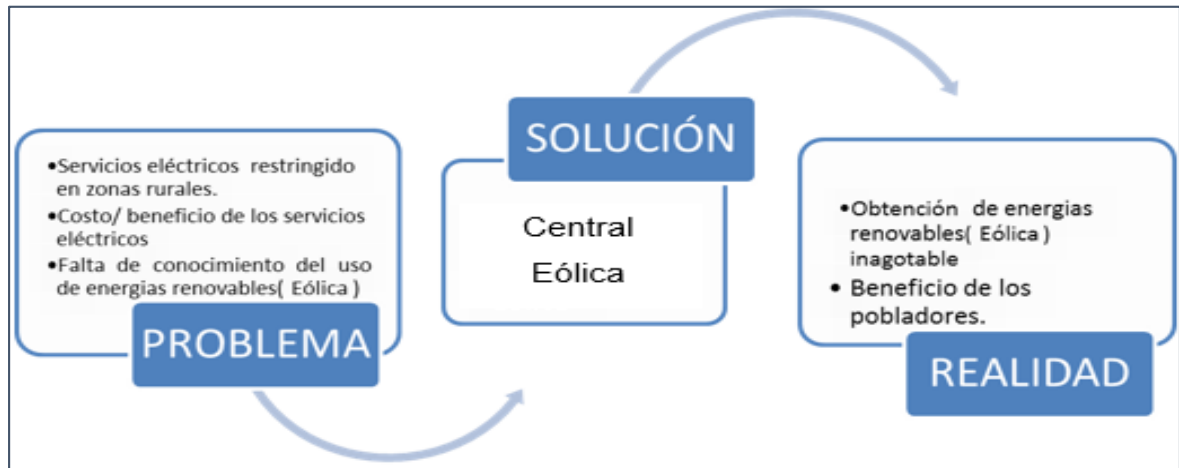


Figura 9. Diagrama de flujo

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1. Variable dependiente.- Suministro de Energía Eléctrica al SEIN.

2.2.2. Variable independiente.- Central Eólica.

2.2.3 Variables de Operacionalización

Tabla 2. Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
VARIABLE DEPENDIENTE	El suministro de energía es una parte fundamental en un sistema eléctrico (García Galludo, 2006, p. 23)	El cálculo de suministro de energía se realizará a través del estudio del mercado Eléctrico	Energía Distribuida	KW-h	Razón
Suministro de Energía Eléctrica			Máxima Demanda	W	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Es un conjunto de instalaciones que permiten generar electricidad tomando como materia prima la energía eólica. (Cortez, 2013, p.7)	Primero se calculará la velocidad del viento, para luego mediante fórmulas determinaremos la potencia generada	Velocidad del Viento	m/s	Razón
Central Eólica			Potencia a generar	W	

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y Muestra.

2.3.1. Objeto de análisis (OA).

Es el diseño de Central Eólica en el Centro Poblado La Montaña para entregar electricidad al SEIN.

2.3.2. Población (N).

La población con la que se realizó la investigación lo conforman la velocidad del viento existente en el C.P La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca. Además se tomó como criterio la accesibilidad a los datos de velocidad de viento.

2.3.3. Muestra (n).

Estas muestras se tomaron de acuerdo a la velocidad de viento; por medio de datos probabilísticos ya que no podemos colocar datos sin una relación, Es una muestra poblacional, ya que la muestra es igual que la población, es decir la velocidad del viento existente en el C.P La Montaña - Miracosta.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Las técnicas a emplear en la presente investigación son:

- Recolección de datos

2.4.2 Instrumentos

a.- Ficha de Recolección de datos

Esta Ficha, es un instrumento que nos permitió recoger información de la velocidad del viento en el C.P. La Montaña, el mismo que lo apreciamos en el Anexo 1.

b.- Hoja de Encuesta: Mediante este instrumento nos permitirá conocer a la población del C. P. La Montaña, ver sus inquietudes y evaluar el potencial eólico que existe en la zona. Ver Anexo 2

2.4.3 Validez y Confiabilidad

Para dar confiabilidad y validez de los datos utilizados en el proyecto de investigación a desarrollar, se realizará una comparación entre los datos obtenidos, como son la Velocidad del Viento obtenido de la estación meteorológica del SENAMHI y los datos proporcionados por el Atlas Eólico con lo cual se dará la seguridad a los datos utilizados en nuestro trabajo de investigación.

2.5. Métodos de análisis de datos

La metodología utilizada para analizar los datos es tomando en cuenta la Estadística Descriptiva, para ello se utilizarán los estadígrafos como son la Media Aritmética.

2.6. Aspectos Éticos

En la presente Tesis se respetará la propiedad intelectual, por lo que todo conocimiento utilizado deberá ser referenciado, indicando la fuente de origen. Así mismo los datos utilizados serán de acuerdo a los proporcionados por las fuentes, no se cambiarán ni tampoco serán distorsionados.

III. RESULTADOS.

3.1. Evaluación del potencial eólico para la generación de energía eléctrica existente en el Centro Poblado La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

Para la evaluación del Potencial eólico en un primer lugar utilizaremos los datos proporcionados por la Estación Meteorológica del SENAMHI de Tocmoche cuya ubicación es la siguiente:

Departamento: CAJAMARCA

Provincia: CHOTA

Distrito: TOCMOCHE

Latitud: 6° 24' 29"

Longitud: 79° 21' 21"

Altitud: 1435 msnm

Altura de ubicación del instrumento (anemómetro): 10 m

En el Anexo 1, presentamos las tablas obtenidas de SENAMHI, siendo la altura de medición de 10 m, cuyos datos han permitido elaborar la siguiente tabla:

Tabla 3. Velocidad del Viento a 10 m de altura

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/S)						
h = 10 m						
DIA	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018
1	3,7	3,7	3,7	4,3	3,7	3,7
2	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3	4,3
3	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3
4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
5	4,3	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
6	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
7	4,3	4,3	3,7	4,3	4,3	3,7
8	3,7	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3
9	4,3	3,7	4,3	4,3	3,7	3,7
10	4,3	3,7	4,3	3,7	4,3	4,3
11	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3
12	4,3	4,3	3,7	4,3	4,3	3,7
13	3,7	3,7	4,3	3,7	3,7	4,3
14	4,3	3,7	3,7	3,7	4,3	4,3
15	4,3	4,3	3,7	4,3	3,7	3,7
16	3,7	4,3	3,7	4,3	3,7	4,3
17	3,7	3,7	3,7	4,3	4,3	3,7
18	3,7	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3
19	3,7	3,7	3,7	3,7	4,3	3,7
20	3,7	3,7	3,7	4,3	4,3	4,3
21	4,3	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3
22	3,7	4,3	3,7	4,3	4,3	3,7
23	3,7	3,7	3,7	4,3	4,3	4,3
24	4,3	3,7	3,7	3,7	4,3	3,7
25	3,7	4,3	3,7	4,3	4,3	4,3
26	3,7	3,7	4,3	4,3	3,7	3,7
27	4,3	4,3	3,7	3,7	4,3	3,7
28	3,7	4,3	4,3	4,3	3,7	3,7
29	3,7		3,7	4,3	4,3	4,3
30	3,7		3,7	3,7	3,7	3,7
31	3,7		4,3	0,0	3,7	
DIRECCIÓN DEL VIENTO	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior, y utilizando la ley exponencial de Hellman calculamos la potencia del viento a una altura de 40m que es la altura de nuestro aerogenerador.

$$V = V_r (h/ h_r)^p$$

Dónde V= Velocidad del viento a 40 metros

V_r = Velocidad de referencia a 10 metros, obtenida del SENAMHI

h = Altura del aerogenerador 40 m

h_r = Altura de referencia 10 m, obtenida del SENAMHI

p = Exponente del perfil del viento o coeficiente de rugosidad 0,34

Con esto valores obtenemos los datos de la siguiente tabla:

Tabla 4. Velocidad del Viento (m/s)

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/S)						
h = 40 m						
DÍA	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018
1	6	6	6	7	6	6
2	7	7	6	6	7	7
3	6	6	6	6	6	7
4	7	7	7	7	7	7
5	7	6	6	6	6	6
6	7	7	7	7	7	7
7	7	7	6	7	7	6
8	6	7	7	6	6	7
9	7	6	7	7	6	6
10	6	6	7	6	7	7
11	7	6	6	6	6	7
12	7	7	6	7	7	6
13	6	6	7	6	6	7
14	7	6	6	6	7	7
15	7	7	6	7	6	6
16	6	7	6	7	6	7
17	6	6	6	7	7	6
18	6	7	7	6	6	7
19	6	6	6	7	7	6
20	6	6	6	7	7	7
21	7	7	7	6	6	7
22	6	7	6	7	7	6
23	6	6	6	7	7	7
24	7	6	6	6	7	6
25	6	7	6	7	7	7
26	6	6	7	7	6	6
27	7	7	6	6	7	6
28	6	7	7	7	6	6
29	6		6	6	7	7
30	6		6	6	6	6
31	6		7		6	
DIRECCIÓN DEL VIENTO	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE	SO/NE

Fuente: Elaboración Propia

De donde obtenemos la siguiente gráfica:

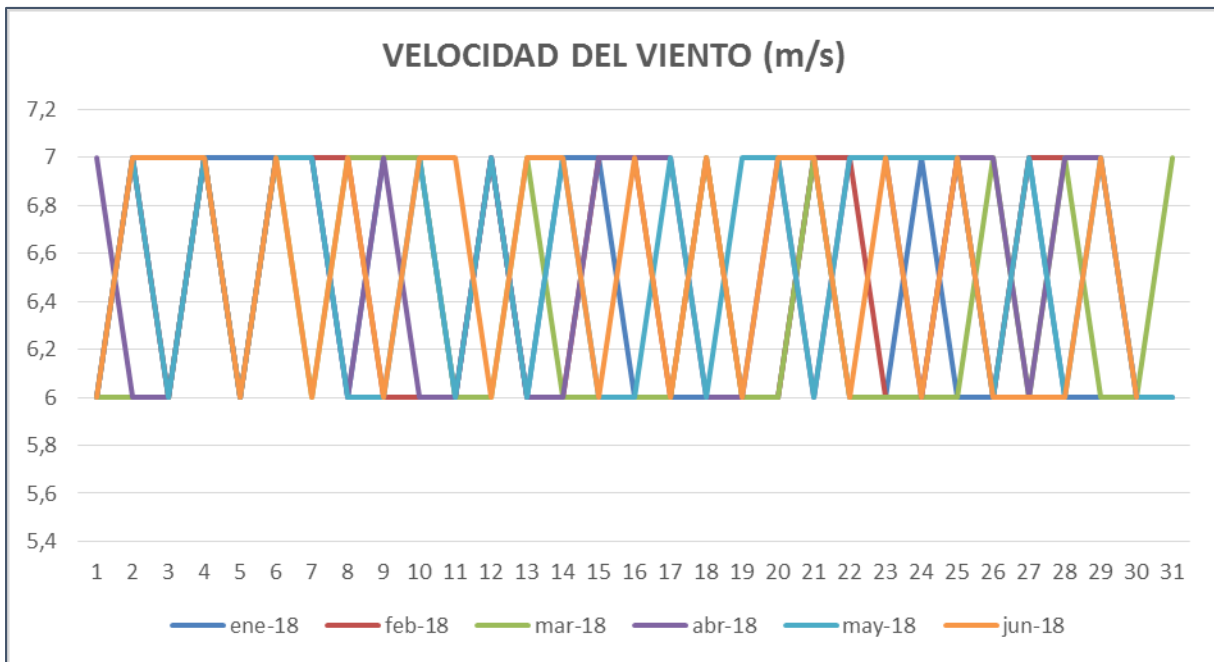


Figura 10. Velocidad del Viento (m/s)

Como resultado del análisis de la Tabla 4, obtenemos:

Tabla 5. Resumen de la Velocidad del Viento (m/s)

							PROMEDIO
VELOCIDAD MÍNIMA (m/s)	6	6	6	6	6	6	6,0
VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	6,4	6,5	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5
VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)	7	7	7	7	7	7	7,0

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior podemos trabajar con una Velocidad Mínima Promedio de 6,0 m/s es decir 31 km/h y la dirección predominante es de SO / NE.

3.2 Análisis del Programa de Subastas de Recursos Energéticos Renovables para generación de electricidad con energías renovables dada por OSINERGMIN

En el Perú en el año 2008, se promulgó el Decreto Legislativo N° 1002, Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables, cuyo fin fue promocionar el empleo de los Recursos Energéticos Renovables (RER) con el propósito de proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de la población, utilizando para ello la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

Tomando como base la norma mencionada en el párrafo anterior, el Estado Peruano realizó subastas de los Recursos Energéticos Renovables (subastas RER) cuya finalidad era suministrar con energía eléctrica al Sistema Eléctrico Interconectado (SEIN). Esa norma fue reglamentada mediante el Decreto Supremo N° 012-2011-EM.

En virtud a lo mencionado anteriormente el OSINERGMIN, a la fecha ha sacado 04 subastas ya finalizadas, estando proyectada para el presente año una quinta subasta.

Los Criterios utilizados para diseñar las subastas RER se clasifican en Específicos y Generales:

1. Criterios generales:

- Eficacia de la subasta
- Producción de RER a gran escala
- Maximizar ingresos

2. Criterios específicos:

- Evitar posibilidad de barreras de entrada
- La estructura de mercado y credibilidad de las reglas
- Evitar posibilidad de colusión

A continuación, detallamos cuáles son los procedimientos de las subastas:

En el siguiente gráfico apreciamos los principales actores de la subasta RER:

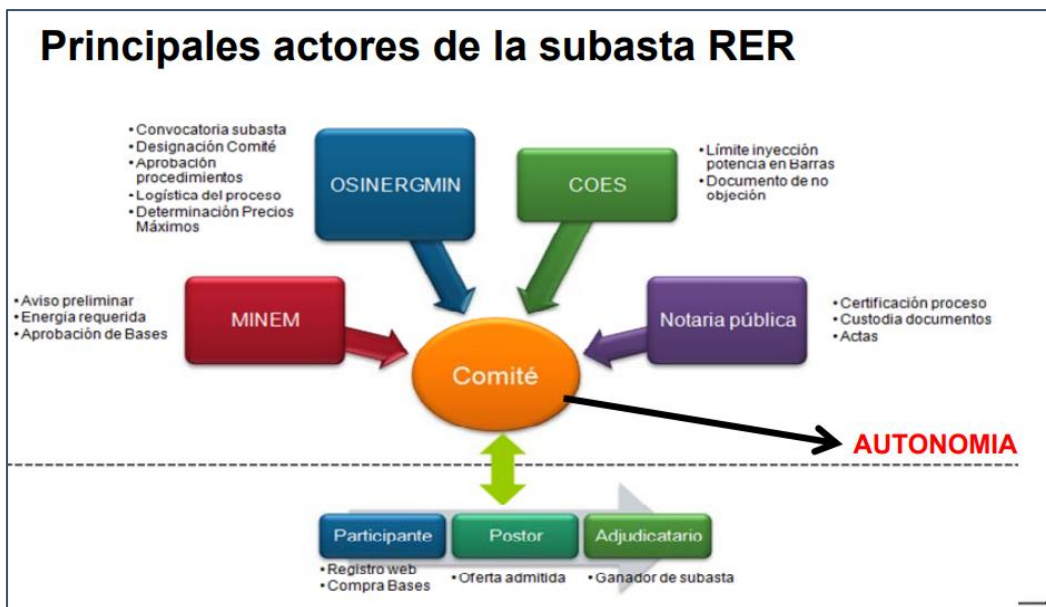


Figura 11. Principales Actores de la Subasta RER

A continuación presentamos el Esquema de la Subasta:

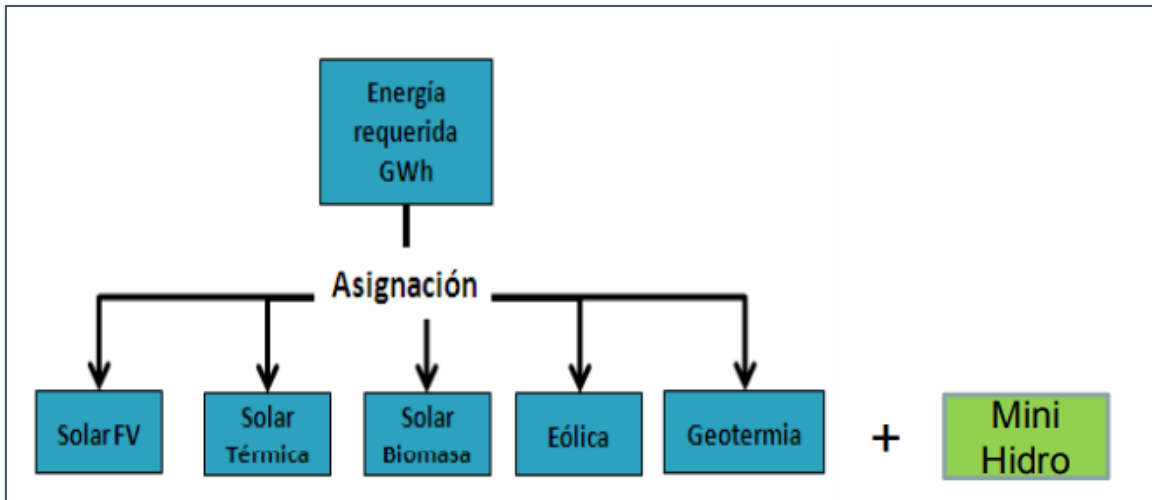


Figura 12. Esquema de Subasta

En el siguiente Gráfico se aprecia la modalidad de Adjudicación de Tarifas, siguiendo el siguiente proceso: Se ordenan los precios del menor al mayor, luego se chequea que no excedan los límites de potencia, y que la energía ofertada sea menor a la Energía requerida, para finalmente adjudicarla.

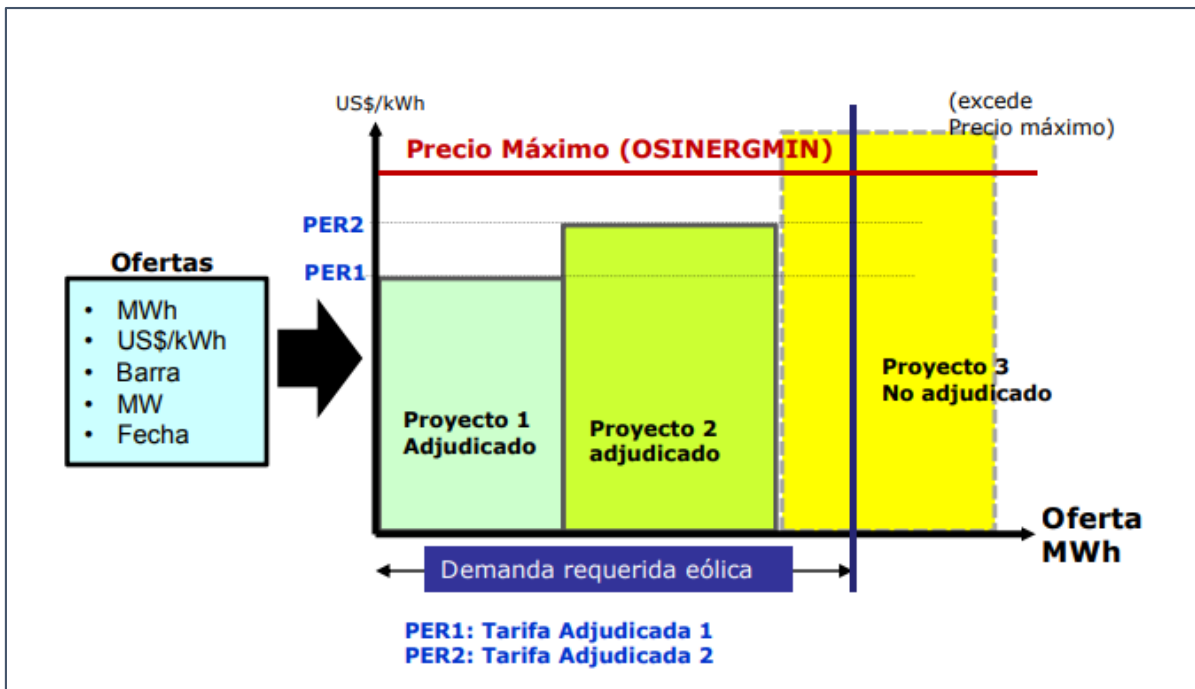


Figura 13. Tarifas Adjudicadas

Las desventajas de las Subastas es que se presenta por los elevados costos de preparación, además el riesgo en la culminación del proyecto.

3.3. Análisis del avance tecnológico de las Centrales Eólicas en el Mundo

En los últimos años, ha existido un notable avance en lo que corresponde a avances en tecnología eólica, y básicamente estos avances han sido dirigidos a hacer que los aerogeneradores se hagan mejor adaptaciones o distintos métodos y sobre todo subir la productividad. Otro aspecto ha sido mejorar su montaje para que esto se haga en una forma más rápida así como que su mantenimiento se accesible.

En estados unidos lograron fabricar una pala de 200 metros de longitud, lo que haría posible la creación de turbinas de 50 MW, hecho que produciría un aumento sustancial en lo que ha potencia de generación corresponde, pues actualmente con palas de 84 m de longitud se producen potencias de 8 MW.

El alargar la longitud de las palas, está orientado al aspecto económico, pues entre más diámetro tenga el rotor, más electricidad pueda generar lo cual hace que le electricidad sea más barata.

Otro gran desafío es el transporte e instalación de estas palas, que por su tamaño se requiere de toda una logística, pero en el mundo hay empresas que están evaluando utilizar las “grúas trepadoras”, pues las torres a construir son de hasta 400 m.

Ante este desafío, el ingeniero mecánico y aeronáutico Eric Loth, está proponiendo que sean palas articuladas, originando que se unan en puntos óptimos donde según sea la fuerza se plieguen o desplegasen del mismo alabe.

Siemens está trabajando en producir aerogeneradores que aprovechen el viento medio, sobre todo en aquellas áreas de condición que no sea la adecuada para desarrollar este tipo de energía. Para ello ha fabricado un Aero generador con motor de 120 m y unas palas de 59 m de longitud. Este Aerogenerador tiene la ventaja que su peso minino a otros de los modelos existentes en el mercado. Así mismo su rentabilidad y el bajo costo en el precio nivelado de la energía.

Así mismo Alstom Wind, ahora General Electric, está fabricando el aerogenerador Haliade, que posee imanes permanentes, 6 MW y unas palas de 73,5 m de longitud. Este modelo aumenta su confiabilidad y es más eficiente, porque produce hasta un 25% más en energía eléctrica.

Ante ello, la empresa japonesa **Mitsubishi** conocida como Mhivestasoffshore y la empresa danesa **Vestas**, han empezado a construir un prototipo de aerogenerador off-shore de 9 MW de potencia, el mismo que se instalará en las costas danesas, este aerogenerador suministrará de energía eléctrica por 24 horas, y está diseñado para aprovechar velocidades de 12 a 25 m/s del recurso eólico. Este prototipo tiene una altura de 220 m y sus palas una longitud de 83 m con un peso aproximado de 38 Toneladas.

Lo importante de estos avances en lo que se refiere a los Aerogeneradores, radica en la ampliación de la potencia de generación, lo que permite aplicarlo a instalaciones que se encuentran en el mar así como a aquellas que se encuentran en tierra.

Finalmente otro factor importante, es que los costos de generación han disminuido lo que está permitiendo que la electricidad obtenida sea a bajo costo, y sobre todo que este tipo de centrales no emiten contaminantes al ambiente, por lo que se logra reducir el efecto invernadero.

3.4 Diseñar la Central Eólica y proporcionar las principales características técnicas del aerogenerador a utilizarse.

3.4.1. Características generales del aerogenerador

Para determinar el tipo de aerogenerador a utilizar se tomará en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tomado como referencia la mediciones realizadas tenemos una velocidad promedio de 4 m/s, esto hacer que la velocidad de arranque no debe ser mayor a 3 m/s.
- La velocidad nominal del viento debe estar entre 8 m/s y 12 m/s
- El ruido que produzca el aerogenerador debe estar por debajo de los Límites Máximos Permisibles y Estándar de Calidad Ambiental que estipula la normatividad ambiental de nuestro país.

- El Aerogenerador a seleccionar debe contar con un sistemas de seguridad (apagado y frenos correspondientes) ante una contingencia como es el exceso de viento produciendo una sobre alimentación del sistema.
- Así mismo el Aerogenerador debe contar con un sensor de dirección y de velocidad de viento por la variabilidad de estos parámetros.
- Al seleccionar el aerogenerador se debe elegir aquel que cuenta con unas hélices de una buena longitud, lo que permitirá tener un área de barrido grande, permitiendo que aumente la potencia de generación y la energía producida, para lo cual se tomará en cuenta la densidad del aire y la velocidad del viento existente en la zona.

3.4.2. Comparación entre un aerogenerador y otro

Mostraremos un comparativo de cinco Aero generadores para producir energía eléctrica según sea su necesidad. **Ver anexo (2)**

3.4.3. Aerogenerador a elegir

Para seleccionar el Aerogenerador tomaremos en cuenta la densidad del aire en el Centro Poblado La Montaña es de $0,6 \text{ Kg/m}^3$, dato proporcionado por el SENAMHI, además hay que considerar que la energía a suministrar es de 50000 kW h en un mes. Con estos datos procedemos a calcular la potencia de cada aerogenerador y la energía mensual que produciría y luego en una tabla comparativa presentamos los aerogeneradores que más se ajustan a las condiciones solicitadas.

En primer lugar empezaremos por realizar el cálculo de la Potencia de generación así como de la energía que producirán cada uno de los generadores a emplear, para ello son necesarios los datos siguientes:

p = Densidad del aire (Centro Poblado La Montaña = $0,6 \text{ kg / m}^3$).

V = Velocidad Mínima Promedio del Viento: 6,0 m/s

A = Área de barrido del aerogenerador: Radio = 9 m

Tiempo de operación del aerogenerador por día = 18 h.

P = Potencia en kW.

E = Energía al mes en kW-h.

A continuación realizaremos el cálculo de la potencia a generar y la energía a producir, utilizando para ello un aerogenerador cuya Potencia Nominal es de 50 kW.

Potencia

$$P = \frac{1}{2} \rho A (V)^3$$

$$P = \frac{1}{2} (0,6) (3,14 * 81) (6,0)^3$$

$$P = \mathbf{16,48 \text{ kW}} \quad (*)$$

(*) Unidades derivadas del SI: 1 W = 1 J/s

Unidades básicas del SI: 1 W = 1 kg m²/s³

Energía

$$E = P t$$

$$E = (16,48 \text{ kW}) (18 \text{ h/día} * (30 \text{ días/mes}))$$

$$E = \mathbf{8 \ 899,20 \text{ kW h/mes}}$$

Podemos ver que nuestra potencia al generar por el viento da 16.48 KW, por otro lado, lo que se produce es de 8,889.20 kW hora por mes y se toma de acuerdo la velocidad del viento y su función será de dieciocho horas al día y con una velocidad de seis metros por segundo.

Ahora calculemos la potencia a generar y la energía a producir para un Aerogenerador cuya Potencia máxima es de 100 kilowatt.

$$P = \frac{1}{2} \rho A (V)^3$$

$$P = \frac{1}{2} (0,6) (3,14 * 126,56) (6)^3$$

$$P = \mathbf{25,75 \text{ kW}}$$

$$E = P t$$

$$E = (20,94 \text{ kW}) (18 \text{ h/día} * (30 \text{ días/mes}))$$

$$E = \mathbf{13 \ 905,76 \text{ kW h/mes}}$$

Podemos ver que estas potencias generadas por estos aerogeneradores son 27,75 Kilo Watt, por otro lado, esta energía que produce corresponde de a 13 905.76 kW h/mes que se tomara por los datos en las zonas donde funcionan y con unas dieciocho horas y referentes a la velocidad mínima del lugar es de 6 m/s.

Tabla 6. Comparación de la potencia y energía producida por los Aerogeneradores de 50 kW y 100 kW

	Aerogenerador de 50kw	Aerogenerador de 100kw
Potencia KW	16,5	25,
Energía KW h/mes	8899,9	1,390,576,481
Aerogeneradores para 50000 KW h/mes	7	5

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla anterior podemos concluir que para poder alcanzar a cubrir las necesidades energéticas es necesario instalar 07 Aerogeneradores de 50 kW.

En la siguiente gráfica podemos apreciar la curva Velocidad de Viento y Potencia del Aerogenerador seleccionado.

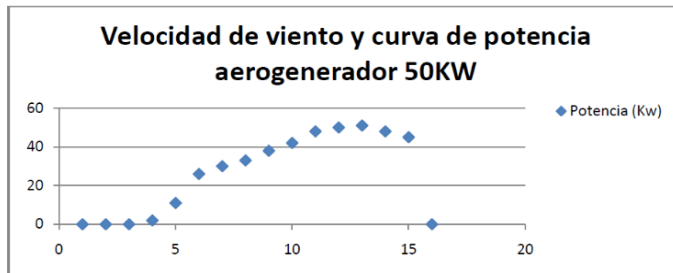


Figura 14. Velocidad del Viento vs. Potencia de Generación de turbina Aeolos-H de 50KW

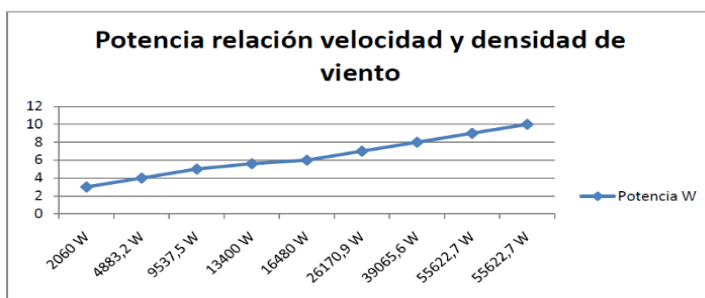


Figura 15. Potencia del Aerogenerador en función de la velocidad del viento y la densidad del aire

La Potencia producida por el Aerogenerador de 50 kW de acuerdo a la velocidad del viento y al radio del aspa es:

Tabla 7. Potencia Generada por el Aerogenerador de 50 kW

POTENCIA ELÉCTRICA GENERADA (KW)						
DÍA	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018
1	16,48	16,48	16,48	26,17	16,48	16,48
2	26,17	26,17	16,48	16,48	26,17	26,17
3	16,48	16,48	16,48	16,48	16,48	26,17
4	26,17	26,17	26,17	26,17	26,17	26,17
5	26,17	16,48	16,48	16,48	16,48	16,48
6	26,17	26,17	26,17	26,16	26,17	26,17
7	26,17	26,17	16,48	26,17	26,17	16,48
8	16,48	26,17	26,17	16,48	16,48	26,17
9	26,17	16,48	26,17	26,17	16,48	16,48
10	26,17	16,48	26,17	16,48	26,17	26,17
11	16,48	16,48	16,48	16,48	16,48	26,17
12	26,17	26,17	16,48	26,17	26,17	16,48
13	16,48	16,48	26,17	16,48	16,48	26,17
14	26,17	16,48	16,48	16,48	26,17	26,17
15	26,17	26,17	16,48	26,17	16,48	16,48
16	16,48	26,17	16,48	26,17	16,48	26,17
17	16,48	16,48	16,48	26,17	26,17	16,48
18	16,48	26,17	26,17	16,48	16,48	26,17
19	16,48	16,48	16,48	16,48	26,17	16,48
20	16,48	16,48	16,48	26,17	26,17	26,17
21	26,17	26,17	26,17	16,48	16,48	26,17
22	16,48	26,17	16,48	26,17	26,17	16,48
23	16,48	16,48	16,48	26,17	26,17	16,17
24	26,17	16,48	16,48	16,48	26,17	16,48
25	16,48	26,17	16,48	26,17	26,17	26,17
26	16,48	16,48	26,17	26,17	16,48	16,48
27	26,17	26,17	16,48	16,48	26,17	16,48
28	16,48	26,17	26,17	26,17	16,48	16,48
29	16,48	0,00	16,48	26,17	26,17	26,17
30	16,48	0,00	16,48	26,17	16,48	16,48
31	16,48	0,00	26,17	0,00	16,48	0,00
POTENCIA PROMEDIO (KW)	20,54	19,26	19,92	20,95	21,48	20,95

Fuente: Elaboración Propia

$$P = \frac{1}{2} \rho A (V)^3$$

Con estos datos calculamos la Energía a producir en cada día de los meses con que se cuenta con la Velocidad del Viento.

Tabla 8. Energía Eléctrica Generada (kW-h)

ENERGIA ELÉCTRICA GENERADA (KW)						
DÍA	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018
1	296,66	296,66	296,66	471,09	296,66	296,66
2	471,09	471,09	296,66	296,66	471,09	471,09
3	296,66	296,66	296,66	296,66	296,66	471,09
4	471,09	471,09	471,09	471,09	471,09	471,09
5	471,09	296,66	296,66	296,66	296,66	296,66
6	471,09	471,09	471,09	471,09	471,09	471,09
7	471,09	471,09	296,66	471,09	471,09	296,66
8	296,66	471,09	471,09	296,66	296,66	471,09
9	471,09	296,66	471,09	471,09	296,66	296,66
10	471,09	296,66	471,09	296,66	471,09	471,09
11	296,66	296,66	296,66	296,66	296,66	471,09
12	471,09	471,09	296,66	471,09	471,09	296,66
13	296,66	296,66	471,09	296,66	296,66	471,09
14	471,09	296,66	296,66	296,66	471,09	471,09
15	471,09	471,09	296,66	471,09	296,66	296,66
16	296,66	471,09	296,66	471,09	296,66	471,09
17	296,66	296,66	296,66	471,09	471,09	296,66
18	296,66	471,09	471,09	296,66	296,66	471,09
19	296,66	296,66	296,66	296,66	471,09	296,66
20	296,66	296,66	296,66	471,09	471,09	471,09
21	471,09	471,09	471,99	296,66	296,66	471,09
22	296,66	471,09	296,66	471,09	471,09	296,66
23	296,66	296,66	296,66	471,09	471,09	471,09
24	471,09	296,66	296,66	296,66	471,09	296,66
25	296,66	471,09	296,66	471,09	471,09	471,09
26	296,66	296,66	471,09	471,09	296,66	296,66
27	471,09	471,09	296,66	296,66	471,09	296,66
28	296,66	471,09	471,09	471,09	296,66	296,66
29	296,66		296,66	471,09	471,09	471,09
30	296,66		296,66	296,66	296,66	296,66
31	296,66		471,09		296,66	
TOTAL	11464,07	10748,51	11115,22	11690,69	11987,35	11690,69

Fuente: Elaboración Propia

$$E=Pt, \text{ donde } t = 18 \text{ horas}$$

Finalmente calculamos el Factor de Planta, el cual presentamos en la siguiente tabla

Tabla 9. Factor de Planta

FACTOR DE PLANTA						
DÍA	Ene. 2018	Feb. 2018	Mar. 2018	Abr. 2018	May. 2018	Jun. 2018
1	0,33	0,33	0,33	0,52	0,33	0,33
2	0,52	0,52	0,33	0,33	0,52	0,52
3	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,52
4	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
5	0,52	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
6	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
7	0,52	0,52	0,33	0,52	0,52	0,33
8	0,33	0,52	0,52	0,33	0,33	0,52
9	0,52	0,33	0,52	0,52	0,33	0,33
10	0,52	0,33	0,52	0,33	0,52	0,52
11	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,52
12	0,52	0,52	0,33	0,52	0,52	0,33
13	0,33	0,33	0,52	0,33	0,33	0,52
14	0,52	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52
15	0,52	0,52	0,33	0,52	0,33	0,33
16	0,33	0,52	0,33	0,52	0,33	0,52
17	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52	0,33
18	0,33	0,52	0,52	0,52	0,33	0,52
19	0,33	0,33	0,33	0,33	0,52	0,33
20	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52	0,52
21	0,52	0,52	0,52	0,33	0,33	0,52
22	0,33	0,52	0,33	0,52	0,52	0,33
23	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52	0,52
24	0,52	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52
25	0,33	0,52	0,33	0,52	0,52	0,52
26	0,33	0,33	0,52	0,52	0,33	0,33
27	0,52	0,52	0,33	0,33	0,52	0,33
28	0,33	0,52	0,52	0,52	0,33	0,33
29	0,33		0,52	0,52	0,52	0,52
30	0,33		0,33	0,52	0,33	0,33
31	0,33		0,52	0,33	0,33	
TOTAL	0,41	0,43	0,40	0,43	0,43	0,43

Fuente: Elaboración Propia

$$fp = \text{Energía Generada} / \text{Energía Máxima Generada}$$

$$\text{Energía Máxima Generada} = 50 \text{ kW} \times 18 \text{ horas} = 900 \text{ kW-h}$$

3.4.4. Características físicas del aerogenerador

El Aerogenerador a utilizar poseerá un anemoscopio o veleta, el cual el permitirá determinar la dirección el viento, este será instalado en la parte posterior de la turbina. Así mismo junto a este se instalará un anemómetro, cuya función es la de descifrar la velocidad del viento. Estos dos instrumentos enviarán su señal al controlador del aerogenerador para que de esta manera se empiece a mover la turbina.

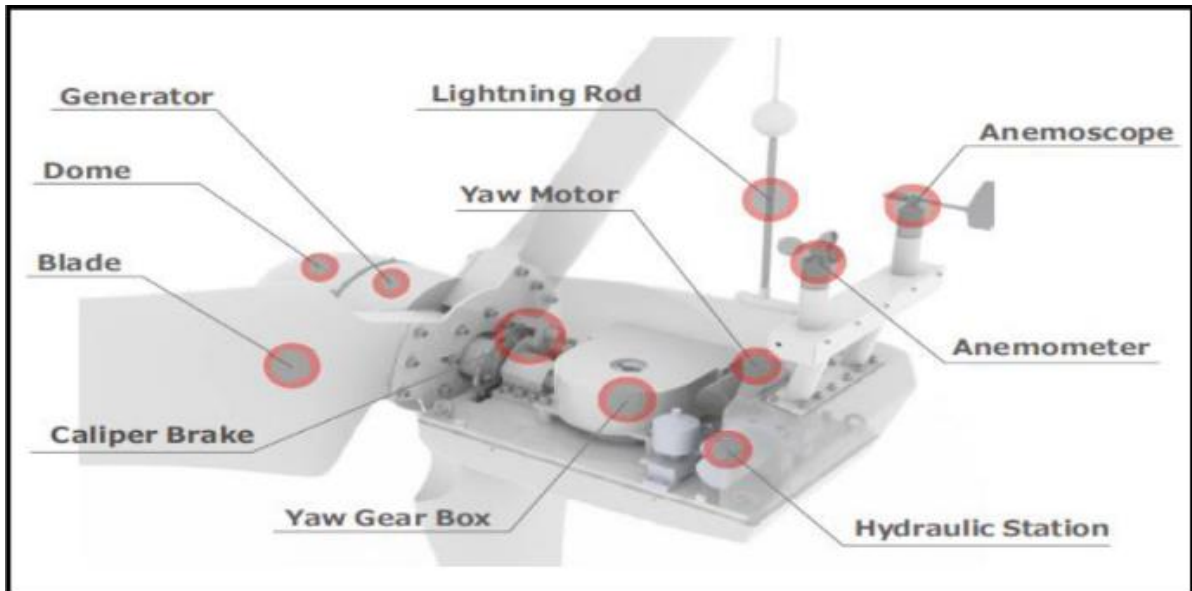


Figura 16. Partes que conforman el Aerogenerador de 50 kW

Así mismo el Aerogenerador seleccionado contará con un sistema de emergencia cuya función principal es ante un exceso de viento dar el frenado necesario a la turbina y de esta manera evitar que se envale.

Tabla 10. Detalle de los Sistemas de Seguridad de la Turbina eólica de 50 kW

Sistema de freno	Sistema electrónico de frenado
Sistema de seguridad secundario	Sistema de freno hidráulico

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5. Características de la Central Eólica

A. Tiempo de vida del proyecto

La vida del proyecto se ha tomado en 20 años tomando como referencia la Ley General de Concesiones Eléctricas, así mismo de acuerdo con el fabricante AELOS, la garantía del aerogenerador es de 05 años.

a. Estrategia del mantenimiento

En toda máquina el mantenimiento es una actividad muy importante, y el Aerogenerador no es la excepción, de ahí que se deba realizar 01 vez por año, y esta consiste básicamente en darle Mantenimiento Preventivo:

- Cambio de rodamiento o cojinetes y frenos del aerogenerador
- Reemplazo o Mantenimiento de extintores

Además también existe el mantenimiento correctivo, cuando se trate de una reparación o que el Aerogenerador sufra averías en su Estructura general de la plataforma o averías en el estado de las palas, en la carcasa del aerogenerador, del rotor o varios componentes que componen el aerogenerador.

b. Inspecciones estimadas al parque eólico

El parque eólico debe inspeccionarse periódicamente, para el caso nuestro debe hacerse en el mes de Febrero ya que es el mes de Agosto donde la velocidad del viento disminuye y no hay presencia de lluvias, y de esta manera tenemos preparado nuestro parque eólico para épocas de lluvia.

3.4.7. Ubicación de la Central Eólica

La C.E se ubica geográficamente en las coordenadas UTM WGS 84 (Este: 685047, Norte: 9290108) en terrenos que son de propiedad del Estado. En el Plano N° 01 presentamos la ubicación.

3.4.8 Cimentación, suelo y obra civil

La cimentación de nuestros Aerogeneradores es una obra civil, pero aun así en el presente trabajo de investigación realizamos algunas recomendaciones al respecto.

En primer lugar, se ha consultado en el Comité de Operación Económica del Sistema del S.E.I.N, el cual recomienda realizar un estudio de suelos además de estudiar la topografía para evitar los obstáculos.

Ya con el estudio de suelos, sabemos la capacidad portante del mismo, lo que nos va a dar la profundidad a excavar, luego se coloca un relleno de material pétreo el mismo que permitirá darle mayor consistencia y resistencia al suelo. Luego el suelo es compactado haciendo uso para ello maquinaria especializada, con esto logramos que donde se va a instalar el Aerogenerador sea fuerte y resistente.

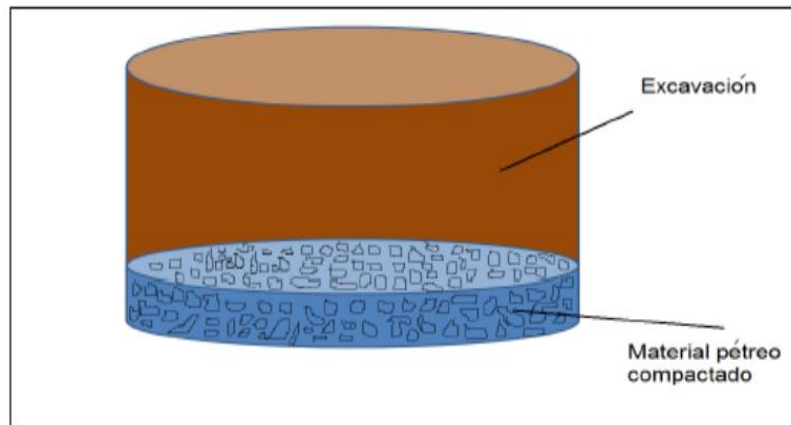


Figura 17. Forma de la excavación y mejoramiento de suelo con material pétreo

La cimentación de los Aerogeneradores se puede realizar de dos maneras:

Instalando pilotes cilíndricos, siendo las dimensiones recomendadas entre 5 o 20 m de longitud, y se instalaran de acuerdo al gráfico siguiente:

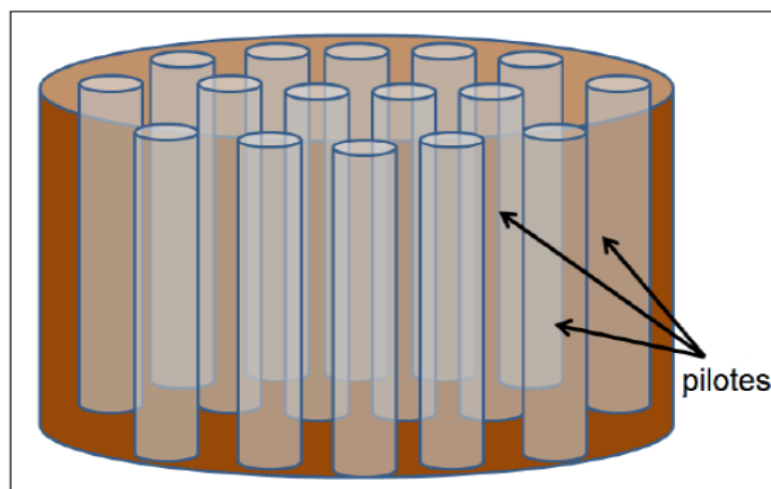


Figura 18. Instalación de pilotes.

Otro método es colocando vigas de cimentación de hormigón, tal como se aprecia en el Figura 19, ahí podemos apreciar el uso de plintos cuya función es sostener el peso del aerogenerador.

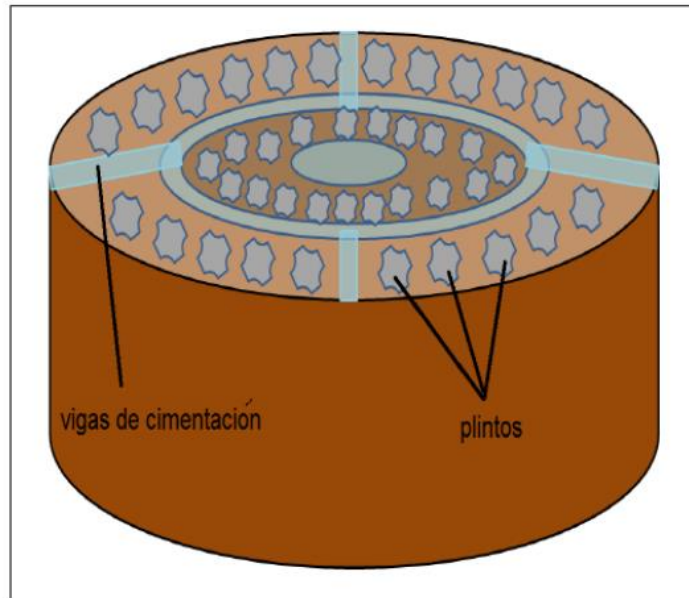


Figura 19. Gráfico de plintos y vigas de cimentación

Sobre esta plataforma se instalan las columnas de varilla de hierro para finalmente utilizar el hormigón armado y en algunos casos también se le agrega una malla metálica. Es imprescindible colocar un aditivo que permita proteger a la estructura de la humedad.

3.4.9. Sistema de interconexión del cableado

El proyecto se conectará al circuito alimentador Tocmoche de 22,9 kv que actualmente suministra energía eléctrica a Tocmoche y otras localidades desde la subestación Carhuaquero 7 MVA 60/22.9/10 KV, cuya operación y mantenimiento está a cargo de la empresa Electronorte S.A. La estructura se encuentra ubicada a un costado del Centro Poblado La Montaña.

El cableado irá en forma subterránea a 70 cm de profundidad instalada sobre ella arenilla y una cinta de seguridad para luego ir polvo de ladrillo.

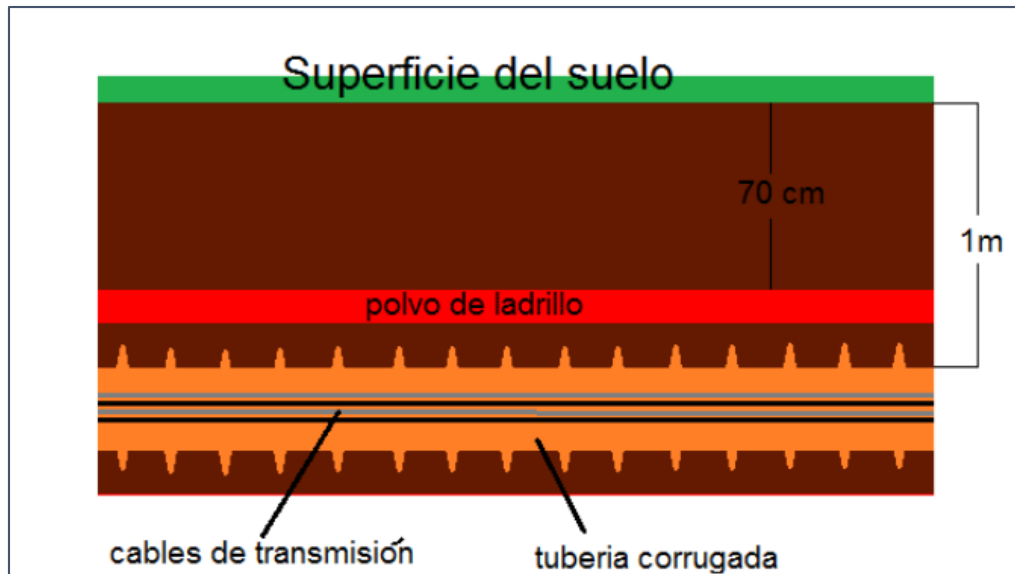


Figura 20. Cableado subterráneo

La energía producida por el parque eólico se almacenará en un banco de baterías luego mediante un inversor se transformará a corriente alterna, posterior a eso transmitir esta energía a la red de 22,9 kv existente en la zona, y de esta manera realizar la conexión a la red eléctrica.

3.4.10. Proceso de Instalación de la Central Eólica

Se instalará una planta eólica y se realizará tomando en cuenta lo mostrado en el Figura 21:

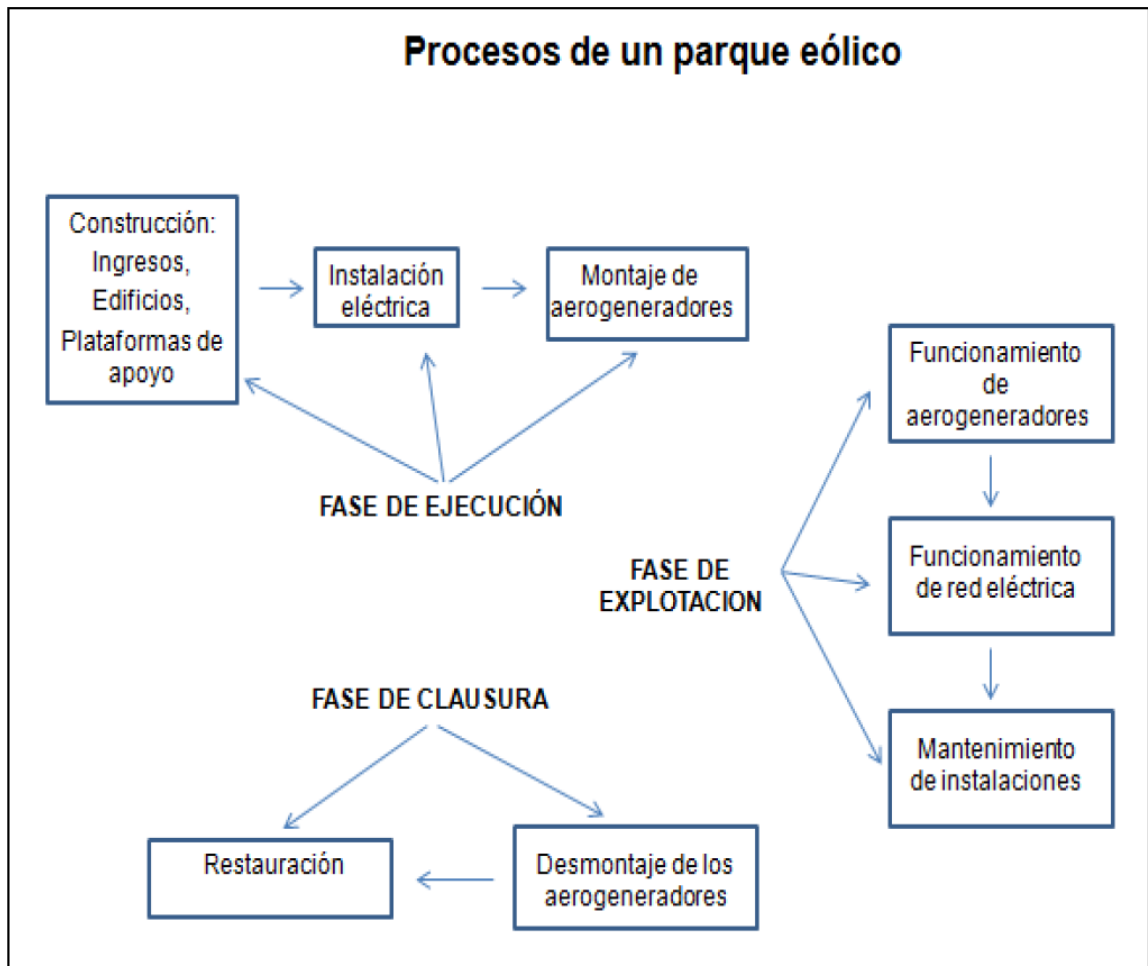


Figura 21. Proceso de una planta eólica

3.4.11. Impactos Ambientales de la Central Eólica

En la siguiente tabla resumimos los impactos que generará al instalar un sistema eólico en el C.P. La Montaña, así como las medidas de mitigación que se desarrollarán.

Tabla 11. Resumen de los Impactos Generados por la Central Eólica y sus medidas de mitigación

Impacto Ambiental	Valoración	Medida de Mitigación
Uso de la Tierra	Leve	Se utilizará sólo estrictamente el área requerida para la instalación de la Central Eólica.
Efecto Visual	Leve	Se pintará las torres de un color de tal manera que se mimetice con los alrededores.
Ruido	Leve	Los aerogeneradores a instalar debido a que son tecnología moderan son silenciosas
Interferencia Electromagnética	Leve	Los campos electromagnéticos originados por la Central Eólica son irrelevantes.
Salud Pública y Seguridad	Leve	La Central Eólica contará con un Plan de Seguridad.
Recursos arqueológicos y paleontológicos	Ninguno	En lugar donde se instalará la Central Eólica no existen evidencia de restos arqueológicos ni paleontológicos.
Flora y Fauna	Leve	En el lugar la flora y fauna son escasos.

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Evaluación económica de la central a diseñarse.

Para realizar la evaluación económica de la Central Eólica a diseñarse en primer lugar vamos a determinar los costos que involucra su instalación:

Tabla 12. Presupuesto de las Obras Civiles

Obra Civil		
		Costo Total (U\$)
Infraestructura		
Obras Civiles		150 000
Instalación de Torre y Turbina		30 000
TOTAL		180 000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Gastos de Constitución

Descripción	Valor (U\$)
Permiso Municipal	300
Certificado del COES SEIN	500
Garantía	7000
otros	600
Total	8400

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Resumen de la Inversión

Resumen de la Inversión	Total (U\$)
Maquinaria y Equipos	557298
Equipo de Oficina	60
Muebles y Enseres	1946
Infraestructura	180000
Gastos de construcción	8400
Total	747704

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto la inversión Total para instalar los 07 aerogeneradores DE 50 kW asciende a US\$ 747704.

Los gastos de mantenimiento anual ascienden a US\$ 3738,52.

Ahora calcularemos cuánto cuesta generar un kW-h.

I = Inversión Inicial	747 704, 00
E = Energía durante la vida del sistema (20 años)	12237120,00
Mt = Costo de operación y mantenimiento	7477,40
r = Tasa de descuento	0.12

Aplicamos la siguiente formula:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

Obtenemos los siguientes resultados:

Costo de la Energía Generada (US\$/kW-h)	0,06721144
Costo de la Energía Generada (S./kW-h)	0,22179774

Ahora considerando los precios de la última subasta el precio de la energía a vender será:
0,21 US\$/kW-h

Y con esto realizamos la evaluación económica obteniendo un VAN US\$ 193812,77 y una TIR de 16%, con lo cual resulta viable nuestro proyecto.

En el siguiente cuadro presentamos la evaluación económica realizada

Tabla 15. Evolución Económica

	0	1	2	3	4	5	10	11	17	18	19	20
Inversión Inicial	-747704,00											
Gastos de Operación y Mantenimiento		-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52
TOTAL DE EGRESOS	-747704,0	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52	-3738,52
Ingresos por venta de energía (0,5 s/. KW-h)		129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64
TOTAL DE INGRESOS		129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64	129787,64
BENEFICIOS NETOS	-747704,0	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12	126049,12

VAN	193812,77
TIR	16%

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar una Central Eólica en el Centro Poblado La Montaña – Cajamarca, dentro del marco del Programa de Subastas de Energías Renovables, con miras a vender energía al S.E.I.N.

La investigación concuerda con la investigación realizada por Velázquez, en el Proyecto de Investigación titulado: “Diseño de un Micro Aerogenerador de eje vertical de manufactura casera”, cuyo fin principal producir energía eléctrica viviendas unifamiliares y multifamiliares en Málaga, con el propósito de llevar electricidad a sectores ubicados en el área rural, que estén lejos de las líneas eléctricas, al igual que este proyecto hizo uso de E. Renovables, como energía amigable, pues su impacto al medio ambiente es no significativo.

Así mismo, los resultados de la presente investigación concuerdan con los obtenidos por Suarez en ambos trabajos se trazó como objetivo demostrar que R.E.R como fuente de generación eléctrica y esto resolverá el problema social y económica que afrontan las localidades de la región del Mercosur. Para ello el autor empieza por analizar como el hidrogeno, por sede mayor abundancia en nuestro planeta y se puede utilizar como un acumulador de energía producida por aerogeneradores. Tubo resultado tales como que el hidrogeno a través de las Pilas de Hidrógeno producido por energía eólica es una excelente alternativa para suministrar con energía eléctrica a poblaciones que se ubican lejos de las redes eléctricas convencionales.

Finalmente, los resultados de la presente investigación concuerdan con los obtenidos por Arias en su investigación el autor evaluó la velocidad de viento en la zona y así poder determinar que potencia eléctrica se puede generar. Como resultado de ello se determinó que la potencia eléctrica a generar utilizando el recurso eólico es de 100 MW, lo cual es una buena oportunidad para poder generar energía y poder inyectarla al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

V. CONCLUSIONES.

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son:

- Como resultado de la evaluación del potencial del viento para producir energía eléctrica existente en el Centro Poblado La Montaña, Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, se concluye que la Velocidad Promedio es de 4 m/s, es decir 14 km/h y la dirección predominante es de SO / NE.
- En el segundo objetivo se concluyó mediante DL y reglamentos para generar electricidad las subastas que hasta el momento existen 4 ya finalizadas, estando proyectadas para el otro año la quinta subasta.
- El avance tecnológico en lo que corresponde a la tecnología eólica, básicamente se ha concentrado en aumentar la magnitud de las palas, para de esta manera aumentar la potencia a generar y por ende su productividad. Esta avance se ha estado investigando en la Universidad de Virginia y el Laboratorio Nacional Sandia, en Estados Unidos, quien está probando una pala de 200 m de longitud, lo que podría generar un potencia de 50 MW, lo cual es superior a la generación de 8 MW que se logra con una pala de 83 m de longitud.
- La Central Eólica se ubicará geográficamente en las coordenadas UTM WGS 84 (Este: 685047, Norte: 9290108) en terrenos que son de propiedad del Estado. Constará de 07 aerogeneradores AELOS – H de 50 kW, Número de Palas 3, Diámetro del Rotor de Palas 18 m, Velocidad de Arranque 3 m/s, Velocidad Nominal del Viento 10 m/s, Peso de la Turbina 3120 kg, con sistema de frenado electrónico. Los cuales generarán energía hasta una subestación en donde se almacenará la energía en un banco de baterías, para luego por medio de torres de transmisión llevar la energía a la red de 22,9 kv existente en la zona, y de esta manera realizar la conexión a la red eléctrica.
- La inversión que involucra el proyecto asciende a US\$ 747 704, con gasto de mantenimiento anual de US\$ 3738,52, con lo cual se obtiene un Costo de Energía Generada de 0,06721144 US\$/kW-h, costo que está por debajo de la cuarta subasta que fue realizada en año 2016 según el decreto legislativo N° 1002, la misma que fue de 0,21 US\$/kW-h. Y como resultado de la evaluación económica se obtuvo un VAN US\$ 193812,77 y una TIR de 16%, con lo cual resulta viable nuestro proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar estudios para instalar sistemas de generación híbridos en la zona.
- Realizar un inventario de recursos eólicos en la Región, para poder determinar el potencial energético existente y de esta manera poder impulsar proyectos de generación.

REFERENCIAS.

CHAMBERGO Venegas, Carlos Jose y HARRIZZON Lozada, Enrique. Análisis de factibilidad de un sistema híbrido: Energía Solar, Energía Eólica, grupo electrógeno; para la generación de energía eléctrica. Perú: s.n., 2009, pag.233.

CORTEZ, Arturo. La Energía Eólica Española. España: s.n., 2013, pag. 20.

ALBURQUEQUE, Ricardo y BASTO, Magalhães. Potencial Eólico Brasil. Sao Pablo. Brasil: s.n., 2015, pag.54.

DELGADO Tarrillo, Alex Etal. Estudio de factibilidad técnica-económica para la generación de energía mediante una central eléctrica solar y/o central eléctrica eólica para el caserío laguna larga en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque. Lambayeque. Perú: s.n., 2010, pag. 235.

FERNANDEZ Salgado, José María. 2011. Guía Completa de la Energía Eólica. España: s.n., 2011, pag 180.

GARCIA Galludo, Mario. Energía Eólica. Sevilla. España: Artes Gráficas Gala, 2006:s.n, pag.40.

Gonzales Ávila, María Eugenia y Morales, Beltrán. 2006, p.10. Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México. México: s.n., 2006, p.10. Vol. II.

ITDG, Soluciones Prácticas

<http://www.solucionespracticas.org.pe/temas.php?idcate=23&id=57>. 15 de Junio de 2012, pag.10.

JORDAN Arias, Joaquín. Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de San Juan de Marcona. Ica: s.n., 2011, pag.105.

Milla Lostaunau, Luis. Energía Eólica: Alternativa Energética Viable. Perú: s.n., 2007, pag.35.

NAHUI Ortiz, Johnny y PINEDA León, Roberto. Sistemas de energización híbrida para fines productivos en comunidades de Lambayeque. Lambayeque - Perú: s.n., 2006, pag. 135. Vol. III.

PETERSSON, Wein. La Energía Eólica en Estados Unidos. Florida. USA: s.n., 2012, pag. 45.

Soluciones Prácticas ITDG. 2012. La Electrificación Rural. Lima: s.n., 2012, pag.49.

Suarez Velásquez, Juan. La Energía Eólica y sus Aplicaciones. México: s.n., 2008, pag.60.

VARGAS Machuca Acevedo, Dante. Viabilidad técnica-económica en el uso de energía eólica para generar energía eléctrica, en los centros poblados: La Escalera, Zapotal, Pampa Rume, Botijilla, Shita Baja del distrito de Salas, provincia de Lambayeque, región Lambayeque. Perú: s.n., 2004, pag 115.

VELASQUEZ, Sandra y CHAVEZ, Laura. Diseño de un Micro aerogenerador de eje vertical. México: s.n., 2010, pag.113.

Villarrubia, Miguel. Energía Eólica. España: CEAC, 2007, pag.45.

ANEXOS

Anexo N° 01: Datos de mediciones del viento de la estación Meteorología de Tocmoche (SENAMHI)

Datos obtenidos de SENAMHI

Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Húmedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2018	23.2	14.6	14.6	20	18.6	13.8	17.6	16.2	0	0	SE	6
02-Ene-2018	26.2	15.4	16.4	25.2	18	15.2	19.2	15.4	0	0	SE	7
03-Ene-2018	25.4	15.6	16.2	24.2	17	13.4	18.8	15.8	0	0	SE	6
04-Ene-2018	25	15.6	16.8	24.4	17.2	15	18.8	16	0	0	SE	7
05-Ene-2018	22.2	16.8	17.2	21.4	17	16.4	17.2	16.8	0	1.2	SE	7
06-Ene-2018	23.4	15.2	16.8	22	17	15.2	19.4	16.8	3.4	1.7	SE	7
07-Ene-2018	23.4	15.6	17.6	22.2	16.8	16.8	17.4	16	1.1	0	SE	7
08-Ene-2018	24.4	15.4	16.8	24	18.2	15.2	18.2	16.8	0	0	SE	6
09-Ene-2018	24.4	15.8	16	23.4	16.8	14.6	18.8	16.8	0	5.8	SE	7
10-Ene-2018	19.2	16.2	16.2	18.2	17	16.2	16	16.4	2.1	1.2	SE	7
11-Ene-2018	22.6	16.4	16.6	20.8	16.5	16.2	16.8	16	4	3.3	SE	6
12-Ene-2018	22	16	16.8	19	16.8	16.6	17.4	16.2	0	2.1	SE	7
13-Ene-2018	22	16.8	17.8	20.8	17.2	16.8	18	16.8	0	0	SE	6
14-Ene-2018	22	14	14.2	21.4	16	14	16.2	15	0	0	SE	7
15-Ene-2018	22.4	14.6	14.8	22	17.2	14	17	15	0	0	SE	7
16-Ene-2018	25.4	15.2	15.2	24.8	18.4	13	19.4	15.8	0	0	SE	6
17-Ene-2018	20.6	17	17	18.8	17.4	15.6	17.8	16.2	0	5.1	SE	6
18-Ene-2018	20.8	16	17.2	18.8	17	17	17.8	16.2	4	0	SE	6
19-Ene-2018	19.8	16.3	16.8	18.3	16.8	16.6	17.3	16.3	3.3	.5	SE	6
20-Ene-2018	31	16.8	16.8	30	17.6	16.3	18.3	16.4	1	0	SE	6
21-Ene-2018	33.6	16	16	30.8	17.4	15.4	17.4	15.8	0	0	SE	7
22-Ene-2018	34.8	16.4	16.8	33.3	18.4	16.3	18	16.4	.5	0	SE	6
23-Ene-2018	34.3	16.4	17	34	17.8	16.3	18.8	15.8	0	0	SE	6
24-Ene-2018	36.8	15.3	15.6	35.8	18	14.6	19.3	16	0	0	SE	7
25-Ene-2018	36.6	16	17	35	19.8	15.8	18.8	17	0	0	SE	6
26-Ene-2018	34.4	15.6	16	34.4	18.6	15	18.4	16.4	0	0	SE	6
27-Ene-2018	35	15	15.3	34.6	18.3	14.8	17.8	16.4	0	0	SE	7
28-Ene-2018	34.8	15	15.4	34	18	14.6	19	16.4	0	0	SE	6
29-Ene-2018	33.8	16.4	16.6	33	17	15.3	17.8	16	0	0	SE	6
30-Ene-2018	33.8	16.3	16.4	33	17.8	16	18.8	17.3	0	.3	SE	6
31-Ene-2018	34.3	16	16.1	33.8	17.8	15.6	19	16.3	0	0	SE	6

Jony Villalobos Cabrera
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP N° 58024

Datos obtenidos de SENAMHI
Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Húmedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2018	33	16.4	17	33.4	19	16.4	16.8	17.8		0	SE	6
03-Feb-2018	35	16.4	16.4	34	17.3	15.4	19	16.8	0	1.3	SE	7
03-Feb-2018	30	16	16.3	19.8	17	15.6	17	16.8	0	1.1	SE	6
04-Feb-2018	31.4	16.4	16.8	31	17	16.4	17.8	16.6	0	.7	SE	7
05-Feb-2018	31.3	16.3	16.3	30.8	16.8	16	17.4	16.4	0	.6	SE	8
06-Feb-2018	18.8	17.8	17.8	18.8	17.8	16.4	18	16	1.8	1.6	SE	7
07-Feb-2018	33.3	16.4	16.8	33	17.4	16.8	17.8	17.3	1.7	5.8	SE	7
08-Feb-2018	33.4	16.8	16.8	30.4	17	16.3	18.3	16.8	0	3.1	SE	7
09-Feb-2018	31.3	15.3	15.4	31	17	15.3	18	16.8	1.1	1.3	SE	6
10-Feb-2018	31	15.8	15.8	30.8	16.8	15.8	16.4	16.6	4	1.3	SE	6
11-Feb-2018	33.4	15.8	16	31.4	18.6	15.8	17.8	17.3	.4	0	SE	6
13-Feb-2018	31	16	16.6	30.4	18.3	16	17.8	17.4	0	0	SE	7
13-Feb-2018	31.8	16.4	16.6	30.4	17.6	16.3	16.8	16.4	0	0	SE	6
14-Feb-2018	34.3	15.3	15.4	33.6	17.4	14.3	19	15.8	0	.7	SE	6
15-Feb-2018	19	16.6	16.8	18.4	16.8	16	15.4	16.6	3	3	SE	7
16-Feb-2018	30	16.6	16.8	19.4	18	16.4	16.8	17.6	5	0	SE	7
17-Feb-2018	31	16	16.6	30.3	17.4	16.4	17.8	17.3	3.1	.1	SE	6
18-Feb-2018	30	17.4	18	19.6	17.8	17.8	18.4	16.6	.5	9.3	SE	7
19-Feb-2018	30.4	16.4	16.6	19.3	17	16.4	18.3	16.8	1	11.3	SE	6
20-Feb-2018	35.4	16	16.4	34	17.8	15.8	18	17	.5	0	SE	6
21-Feb-2018	34.8	16.4	16.4	34	19.4	16	18	17.4	3.4	0	SE	7
22-Feb-2018	35	15	15	34.6	18.8	14.4	18	17	0	0	SE	7
23-Feb-2018	35	15.3	15.4	34.6	17.8	14.8	18.8	16.6	0	0	SE	6
24-Feb-2018	35	15	15	34.6	17.8	14.4	19	16.6	0	0	SE	6
25-Feb-2018	34	14.3	15.4	33.8	16.8	14	18.4	16.4	0	0	SE	7
26-Feb-2018	33.4	15	15	31	18.3	14.4	16.4	16.8	0	.8	SE	6
27-Feb-2018	33.4	15.8	16.8	31.4	17	15	17.8	15.6	0	.5	SE	7
28-Feb-2018	33.8	16.8	16.8	30.8	17.4	14.4	17	16	0	.7	SE	7


Jony Villalobos Cabrera
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP N° 58924

Datos obtenidos de SENAMHI

Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento (3h)	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	18	07	13	19	07	19		
01-Mar-2018	33.6	16.4	16.4	30.8	17.4	15.4	17.8	16.8	0	0	SE	6
03-Mar-2018	33.8	16.6	16.8	33.4	18	15.8	19.3	17.4	0	0	SE	6
03-Mar-2018	33.4	16.4	17	31.3	18	16.3	18	16.6	0	0	SE	6
04-Mar-2018	31.6	17	17.4	31	17.8	16	17.3	16.4	0	0	SE	7
05-Mar-2018	31.8	17	17.6	30	17.4	16	17.4	16.4	1.7	1.8	SE	6
06-Mar-2018	30.3	16.3	16.3	19.4	17.4	16	17.4	16.8	3.5	0	SE	7
07-Mar-2018	35.3	15	15	34	18.8	14.6	19.3	16.4	0	0	SE	6
08-Mar-2018	35.4	17.4	17.6	34.4	18.4	15.8	17.8	16.6	0	0	SE	7
09-Mar-2018	37.4	17	17	36	30.4	15.8	19.6	19.3	0	0	SE	7
10-Mar-2018	37	17.3	17.8	35.6	19.4	16	30	17.3	0	0	SE	7
11-Mar-2018	36.8	16.8	16.8	35.3	18.3	15.4	19	17	0	0	SE	6
13-Mar-2018	37	17.3	17.8	35.6	19.4	16	30	17.3	0	0	SE	6
13-Mar-2018	35	16.6	16.6	34.3	30.6	15.4	19.4	17.8	0	0	SE	7
14-Mar-2018	35.6	17	17	34.6	19.8	15.8	19	17.6	0	0	SE	6
15-Mar-2018	35	16	16.4	34.4	18.4	15.6	18.8	17.3	0	0	SE	6
16-Mar-2018	33.3	16.3	16.3	33.3	18	16	18	17.4	1.5	0	SE	6
17-Mar-2018	30.4	16.8	17.3	19	16.8	16	16.8	16.6	0	.9	SE	6
18-Mar-2018	33	16.8	17	31.4	18.6	16.6	17.8	18	0	0	SE	7
19-Mar-2018	33	17	17	31.4	18.3	16.8	17.8	17.8	0	0	SE	6
20-Mar-2018	33.3	17.4	18	31	18	17.6	16.8	16.8	3	1.4	SE	6
21-Mar-2018	36.3	17.4	18.3	35	19.4	17.8	19.8	18	.3	0	SE	7
22-Mar-2018	35	17.3	18	33.4	19.6	17	18.8	18	0	0	SE	6
23-Mar-2018	33	16.3	17	31.3	17.6	16.6	17.4	17	3.8	0	SE	6
24-Mar-2018	31	17	17.3	30.3	18.3	16.8	17.8	17.4	3.5	0	SE	6
25-Mar-2018	35	16	16.4	34	19.4	15.6	19.4	17.4	0	0	SE	6
26-Mar-2018	34.4	16.6	16.6	33.4	17.4	15.6	17.8	16.6	0	0	SE	7
27-Mar-2018	35.4	17.6	17.8	33.8	18	16.6	19.3	17.3	0	0	SE	6
28-Mar-2018	33.3	16.4	17	31.3	18	16.3	17.4	16.6	.7	0	SE	7
29-Mar-2018	34.3	17	17.3	33	18.4	16.8	18	17.6	0	0	SE	6
30-Mar-2018	33.3	16.6	16.8	31.4	18	15.6	17.8	17.4	3	8.3	SE	6
31-Mar-2018	31.6	16.3	16.8	30	17.8	16.6	17.8	17	0	3.9	SE	7

Jony Villalobos Cabrera
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP N° 58024

Datos obtenidos de SENAMHI

Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Dia/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-2018	30.6	16.6	17	30	17.3	15.8	17.3	16.8	7.6	.4	SE	7
03-Abr-2018	31.4	16.6	16.8	30.6	17.8	15.4	16.8	17.3	0	1	SE	6
03-Abr-2018	33.6	16.4	16.8	31.4	17.4	16	17.8	16.8	0	5.3	SE	6
04-Abr-2018	33.3	17	17.8	31.4	18	17	17.8	17.6	3.1	5.1	SE	7
05-Abr-2018	34.8	16	17.3	33.3	18	16	18.3	17.4	13.8	3	SE	6
06-Abr-2018	33.6	16.3	17.8	33.4	18.8	16.8	18.3	18	0	0	SE	7
07-Abr-2018	33.8	15.8	15.8	33	18	14.6	17.8	17.3	0	0	SE	7
08-Abr-2018	31	16.3	16.8	30.8	17.3	16	18	17	1.5	1.4	SE	6
09-Abr-2018	33.8	15.8	15.8	33	16.6	15.3	17.8	15.6	0	1.5	SE	7
10-Abr-2018	35	17	18.8	33.4	19	15.4	18.3	17	0	0	SE	6
11-Abr-2018	34.8	16.8	17	34	18.8	16	19.3	17	0	0	SE	6
13-Abr-2018	33.8	16	16	33.3	17.8	14.8	18.3	17	0	0	SE	7
13-Abr-2018	33	15.8	16.4	33.6	17.8	16	17.4	16.8	0	0	SE	6
14-Abr-2018	34.3	16.4	17	33.8	18.6	15.3	17.6	16	0	0	SE	6
15-Abr-2018	34.3	16.3	16.3	34.3	19	15.3	18.4	17	0	0	SE	7
15-Abr-2018	35.6	16.3	16.3	34.3	19	15.3	18.4	17	0	0	SE	7
16-Abr-2018	34	16.8	16.8	31.4	18.3	15.8	17.6	16.4	0	0	SE	7
17-Abr-2018	35.6	16	17.3	34.8	18.4	16.4	19.3	16.4	0	0	SE	7
17-Abr-2018	35.6	16	17.3	34.8	18.4	16.4	19.3	16.4	0	0	SE	6
18-Abr-2018	35.4	16.8	16.8	34.6	18	15.6	17.4	16.4	0	0	SE	6
18-Abr-2018	35.4	16.8	16.8	34.6	18	15.6	17.4	16.4	0	0	SE	6
19-Abr-2018	34.3	16.3	17	33.8	18.3	16	16.8	15.8	0	0	SE	7
19-Abr-2018	34.3	16.3	17	33.8	18.3	16	16.8	15.8	0	0	SE	7
20-Abr-2018	35.6	15.4	15.8	34.6	18	14.8	18.4	15.8	0	0	SE	6
20-Abr-2018	35.6	15.4	15.8	34.6	18	14.8	18.4	15.8	0	0	SE	6
21-Abr-2018	35.6	15.8	16	35	17.6	14.8	17.8	15.8	0	0	SE	7
21-Abr-2018	35.6	15.8	16	35	17.6	14.8	17.8	15.8	0	0	SE	7
22-Abr-2018	35	15.8	17.6	34.6	18.6	16.8	17.6	16.6	0	0	SE	7
22-Abr-2018	35	15.8	17.6	34.6	18.6	16.8	17.6	16.6	0	0	SE	7
23-Abr-2018	33.8	15.8	15.8	31.4	18.6	15.4	18.3	17.8	1.6	1.3	SE	7
23-Abr-2018	33.8	15.8	15.8	31.4	18.6	15.4	18.3	17.8	1.6	1.3	SE	7
24-Abr-2018	35.6	17	17	35	19.3	15.8	18.4	17.4	7.3	0	SE	6
24-Abr-2018	35.6	17	17	35	19.3	15.8	18.4	17.4	7.3	0	SE	6
25-Abr-2018	31.8	17.3	17.3	31	19.6	16.4	18.8	17.8	0	0	SE	7
25-Abr-2018	31.8	17.3	17.3	31	19.6	16.4	18.8	17.8	0	0	SE	7
26-Abr-2018	33	17.8	17.8	31.6	17.8	16.8	18.3	17	0	0	SE	7
26-Abr-2018	33	17.8	17.8	31.6	17.8	16.8	18.3	17	0	0	SE	7
27-Abr-2018	35	16.3	16.8	34.4	30.3	15.4	19.4	18	0	0	SE	6
27-Abr-2018	35	16.3	16.8	34.4	30.3	15.4	19.4	18	0	0	SE	6
28-Abr-2018	33.8	17.4	17.8	31.6	18.6	16.8	17.8	16.6	0	16.4	SE	7
28-Abr-2018	33.8	17.4	17.8	31.6	18.6	16.8	17.8	16.6	0	16.4	SE	7
29-Abr-2018	33.8	17.6	17.8	31.4	18.3	17.3	17.8	17.4	1	3.5	SE	7
29-Abr-2018	33.8	17.6	17.8	31.4	18.3	17.3	17.8	17.4	1	3.5	SE	7
30-Abr-2018	35.8	17.8	19.3	34.3	18.6	17.6	19.6	17.8	4	1.3	SE	6
30-Abr-2018	35.8	17.8	19.3	34.3	18.6	17.6	19.6	17.8	4	1.3	SE	6


Jony Villalobos Cabrera
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP N° 58924

Datos obtenidos de SENAMHI
Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 12h	Velocidad del Viento 12h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2018	30.4	17	17	19.8	17.8	16.8	17.8	17		0	SE	6
03-May-2018	33	16.4	16.4	31.4	18.8	16	17.8	17.4	0	0	SE	7
03-May-2018	34.8	15.4	15.8	33.8	19	15.4	18.3	17.4	0	0	SE	6
04-May-2018	30	16.8	16.8	19.8	17.3	16.4	17.8	16.4	0	0	SE	7
05-May-2018	34.3	16.4	16.8	33	17.8	16	19.4	16	0	0	SE	6
06-May-2018	34.3	16.8	16.8	33.3	19.8	15	19.8	16.4	0	0	SE	7
07-May-2018	34.6	17.6	17.8	33.3	19	16.3	19	16.6	0	3.8	SE	7
08-May-2018	19.8	16.3	16.6	18.4	16.4	16	16.3	16.4	0	.6	SE	6
09-May-2018	33.3	16.8	17.4	-999	17	17	-999	16.8	3.8	3.3	SE	6
10-May-2018	34.8	15.6	18.6	33.3	18.8	16.6	18.6	18.3	3	0	SE	7
11-May-2018	33.8	16.4	16.4	33	18.4	15.4	18	17.8	0	0	SE	6
13-May-2018	33	15.4	15.4	31.4	18	15.3	17.8	17.3	8	0	SE	7
13-May-2018	33	16.6	16.8	31.6	18.6	16.8	17.8	17.3	0	0	SE	6
14-May-2018	30.3	15.6	15.6	19.6	17.3	15.6	16.8	16	0	0	SE	7
15-May-2018	33.6	16.4	17	33.8	18.8	16.3	17.8	17.3	0	0	SE	6
16-May-2018	34.4	17.3	17.8	33.6	18.8	16.6	19.4	17.6	.8	0	SE	6
17-May-2018	34.3	18	18.4	33.3	18.3	17	19.3	16.6	0	0	SE	7
18-May-2018	33.6	16.8	17	19.4	16.8	16.4	18.6	16.6	0	1.4	SE	6
19-May-2018	33.3	16.4	17.3	33.8	18	16.4	19.4	16.4	0	0	SE	7
20-May-2018	33.3	16.6	18.8	30.3	16.8	15.3	17.3	16.6	0	0	SE	7
21-May-2018	33.8	16.4	17.4	33.4	17.3	16.8	19.6	16	30	3.7	SE	6
22-May-2018	35	17	17	34.3	18	14.3	19.4	16.6	0	0	SE	7
23-May-2018	35	16.4	16.8	31.6	17.8	16.3	19	16.4	0	0	SE	7
24-May-2018	35	15.8	16.3	33.4	18.6	15.3	19.6	16.8	0	0	SE	7
25-May-2018	34	15.8	16	33	18.3	15	18.8	16.4	0	0	SE	7
26-May-2018	33.3	15.6	15.6	33.3	17	14.8	18.3	15.6	0	0	SE	6
27-May-2018	34.3	15	15.4	33.4	18	14.8	19.3	16.8	0	0	SE	7
28-May-2018	34.4	16	16	34	18.6	14.6	19.4	15.6	0	0	SE	6
29-May-2018	35	16.6	17.8	33.4	18.4	16	19.3	16.8	0	0	SE	7
30-May-2018	35.4	16.3	16.3	34	18.6	14.4	19.8	17	0	0	SE	6
31-May-2018	36	16.8	18	35.3	18.3	15.6	19.6	16.8	0	0	SE	6


Jony Villalobos Cabrera
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP N° 58024

Datos obtenidos de SENAMHI

Estación Meteorológica de TOCMOCHE

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Húmedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jun-2018	34	15.6	16.4	33.3	16.8	15	18.6	15	0	0	SE	6
03-Jun-2018	33.8	17	17.3	33	17	15.4	18	15.3	0	0	SE	7
03-Jun-2018	34	15.6	15.6	33.4	16.8	14.8	18.3	15.6	0	0	SE	7
04-Jun-2018	34	15.8	16	31.4	17.3	15.4	17.6	15.8	0	0	SE	7
05-Jun-2018	35	15.3	15.3	34	18	14.4	19.3	16.6	0	0	SE	6
06-Jun-2018	34	16	16	33	16.8	14.3	18.4	15.4	0	0	SE	7
07-Jun-2018	34.4	15.6	15.8	34	17.4	13.4	19	16	0	0	SE	6
08-Jun-2018	34.4	16	16.3	33.4	18	15	19.3	16	0	0	SE	7
09-Jun-2018	33.6	15.4	16	33	16	14.3	18.6	15.3	0	0	SE	6
10-Jun-2018	34.6	15	15	33.6	17.6	14.3	18.4	16	0	0	SE	7
11-Jun-2018	33.4	15	15.8	33	16.6	14.6	18	15.4	0	0	SE	6
13-Jun-2018	33.4	15.4	16	33.3	17.4	14.8	17	16.3	0	0	SE	7
13-Jun-2018	35.8	16.6	17	34.6	18	15.8	19.3	16	0	0	SE	6
14-Jun-2018	34	16	16.3	33.8	16.4	13.6	18.6	15.8	0	0	SE	7
15-Jun-2018	33.4	15	16	33	16.6	14	18.6	15.6	0	0	SE	6
16-Jun-2018	33.6	16.3	16.8	33.4	18.3	15.8	18.3	16.4	0	0	SE	7
17-Jun-2018	35	16	16.3	34.3	17	14.4	19.6	16	0	0	SE	6
18-Jun-2018	35	16.6	16.8	33.8	16.6	13.8	19.4	15	0	0	SE	7
19-Jun-2018	35.6	16	16	35.3	16.6	13.8	18	14.4	0	0	SE	6
20-Jun-2018	33.8	15.6	16	31.8	16.6	13.3	17.4	15	0	0	SE	7
21-Jun-2018	34.4	14.3	15	34	15.8	13.3	19.3	14.8	0	0	SE	6
22-Jun-2018	33.6	13	13.8	33	16.3	13	17.6	14.8	0	0	SE	7
23-Jun-2018	33.8	13.8	13.8	31.3	15.6	13.4	17.4	14.4	0	0	SE	6
24-Jun-2018	33.3	14.6	15.8	31	17.3	14.6	17.3	15.3	0	0	SE	6
25-Jun-2018	33.4	16.3	16.3	31.6	17.8	14.8	17.6	16.6	0	0	SE	7
26-Jun-2018	33.6	15.4	15.4	33.4	17.6	14.3	18	15.4	0	0	SE	6
27-Jun-2018	33.4	14.8	14.8	33	16	13.8	17.6	14.4	0	0	SE	6
28-Jun-2018	33.8	16.3	16.8	31.6	17.4	14.6	17.4	14.6	0	0	SE	6
29-Jun-2018	33	14	15	30.8	17	13.4	17	14.8	0	0	SE	7
30-Jun-2018	35.4	15.4	15.6	34.3	18.6	14.3	18.6	16.3	0	0	SE	6


Jony Villalobos Cabrera
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 CIP N° 58924

Anexo N°02: Instrumento usado para recolección de datos validados

HOJA DE ENCUESTAS



ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL C. P. LA MONTAÑA

OBJETIVO: Las preguntas presentadas a continuación serán utilizadas solo con carácter de investigación, son un grupo de ítems con alternativas sí o no. Relacionadas con el **DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA –CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGIA RENOVABLES**, Por favor marque con un aspa (x) la respuesta que le parezca correcta.

ENCUESTADOR:.....

ENCUESTADOS:.....

LOCALIDAD: Centro Poblado la Montaña

UBICACIÓN:

- ❖ Departamento: Cajamarca
- ❖ Provincia: Chota
- ❖ Distrito: Miracosta
 - > Longitud: 415,7 km²
 - > Latitud: 6° 24' 12.5"
 - > Altitud: 2.990 m.s.n.m.

1.- Para llegar a la localidad del C.P. la Montaña existe medio de transporte

SI..... NO.....

2.- Existe el potencial eólico necesario para instalar una central eólica en el C.P. La Montaña

SI..... NO.....


Jony Villalobos Cabrera
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
C.P. N° 18934

3.- En el Centro Poblado la Montaña ay acceso a información técnica (sobre centrales eólicas.)

SI..... NO.....

4.- Existe Centrales eólicas en el C.P. La Montaña

SI..... NO.....

5.- Cuenta con servicio eléctrico en su totalidad el C.P. La Montaña

SI..... NO.....

6.- En el C.P. La Montaña cuenta con el personal suficientemente capacitado para realizar instalaciones de aerogeneradores

SI..... NO.....

7.- En el C.P La Montaña se cuenta con un stock de presupuesto para diseñar e instalar centrales eólicas

SI..... NO.....

CUADRO DE RESPUESTAS

ENCUESTADO	Encuestado	Encuestado	Encuestado	Total	Total
PREGUNTA	(1)	(2)	(3)	(si)	(No)
PREG. 1	SI	SI	SI	3	0
PREG. 2	SI	SI	SI	3	0
PREG. 3	NO	NO	NO	0	3
PREG. 4	NO	NO	NO	0	3
PREG. 5	NO	NO	NO	0	3
PREG. 6	NO	NO	NO	0	3
PREG. 7	NO	NO	NO	0	3
TOTAL				6	15
TOTAL				21	

Jony Villalobos Cabrera
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 C.C. N.º 10824

Anexo N° 03: Especificaciones Técnicas de los Aeolos Aerogeneradores

Aerogenerador 50kw - Aeolos Aerogeneradores, 50kw Generador Eólicos, Turbina Eólica



<http://www.windturbinestar.com/Aerogenerador-50kw.html>

Aerogenerador 50kw



Aplicación para Aerogenerador 50kw

El aerogenerador Aeolos-H 50kw utiliza generador trifásico de impulsión directa, sin caja de engranajes o dispositivo multiplicador. Es más confiable y eficiente que el generador asíncrono con caja de engranajes o multiplicador. El aerogenerador 50kw es controlado por el controlador PLC con pantalla táctil. Cuenta con triple protección de seguridad para el aerogenerador Aeolos-H 50kw incluyendo control de orientación, sistema de descarga PWM y sistema de freno hidráulico. El monitoreo remoto es la configuración opcional para el aerogenerador 50kw. Usted puede acceder al panel de control del aerogenerador en cualquier lugar a través de la Internet.

Los aerogeneradores Aeolos-H 50kw proporcionan soluciones energéticas al cliente tanto en la red como fuera de ésta. Los aerogeneradores Aeolos-H 50kw son ampliamente aplicados en pequeños campos eólicos, universidades, hospitales y otros proyectos comerciales. Nuestro aerogenerador 50kw tiene excelente desempeño en el retorno por inversión (ROI) el cual se da en 5-7 años en diferentes áreas. Es un buen proyecto de inversión en países de ricas fuentes de viento como Italia, Grecia, España, Reino Unido, Francia, Australia, Alemania y EE. UU.

<http://www.windturbinestar.com/Aerogenerador-50kw.html>

Más Aerogeneradores de Eje Horizontal

- [Aeolos-H 500 W](#)
- [Aeolos-H 1000 W](#)
- [Aeolos-H 2000 W](#)
- [Aeolos-H 3000 W](#)
- [Aeolos-H 5000 W](#)
- [Aeolos-H 10k W](#)
- [Aeolos-H 20k W](#)
- [Aeolos-H 30k W](#)
- [Aeolos-H 50k W](#)

Especificaciones para Aerogenerador Aeolos 50kw

Potencia Nominal	50 kw
Máxima Potencia de Salida	54 kw
Generador	Generador de Impulsión Directa Magnético Permal
Número de Palas	3 Palas de Fibra de Vidrio
Diámetro del Rotor de Palas	18.0 m (59.1 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	3.0 m/s (6.7 mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Supervivencia del Viento	50 m/s (111.5 mph)
Controlador	PLC Con Pantalla Táctil
Sistema de Seguridad	Control de Orientación, Freno Eléctrico y Freno Hit
Peso de Turbina	3120 kg (6878.3 lbs)
Ruido	58.5 db(A) @ 7m/s
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Util del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

¿Por Qué Elegir Aerogeneradores Aeolos?

- Diseño Confiable
- Triple Protección de Seguridad para Todas las Fallas
- Mayor Eficiencia
- Precio Competitivo
- Solución en un Solo Paquete
- Garantía Estándar de 5 Años

Precio y folleto de 50kw, por favor póngase en contacto con nosotros en sales@windturbinestar.com

Aeolos Wind Turbine

Tel: +44 208 242 1884 sales@windturbinestar.com

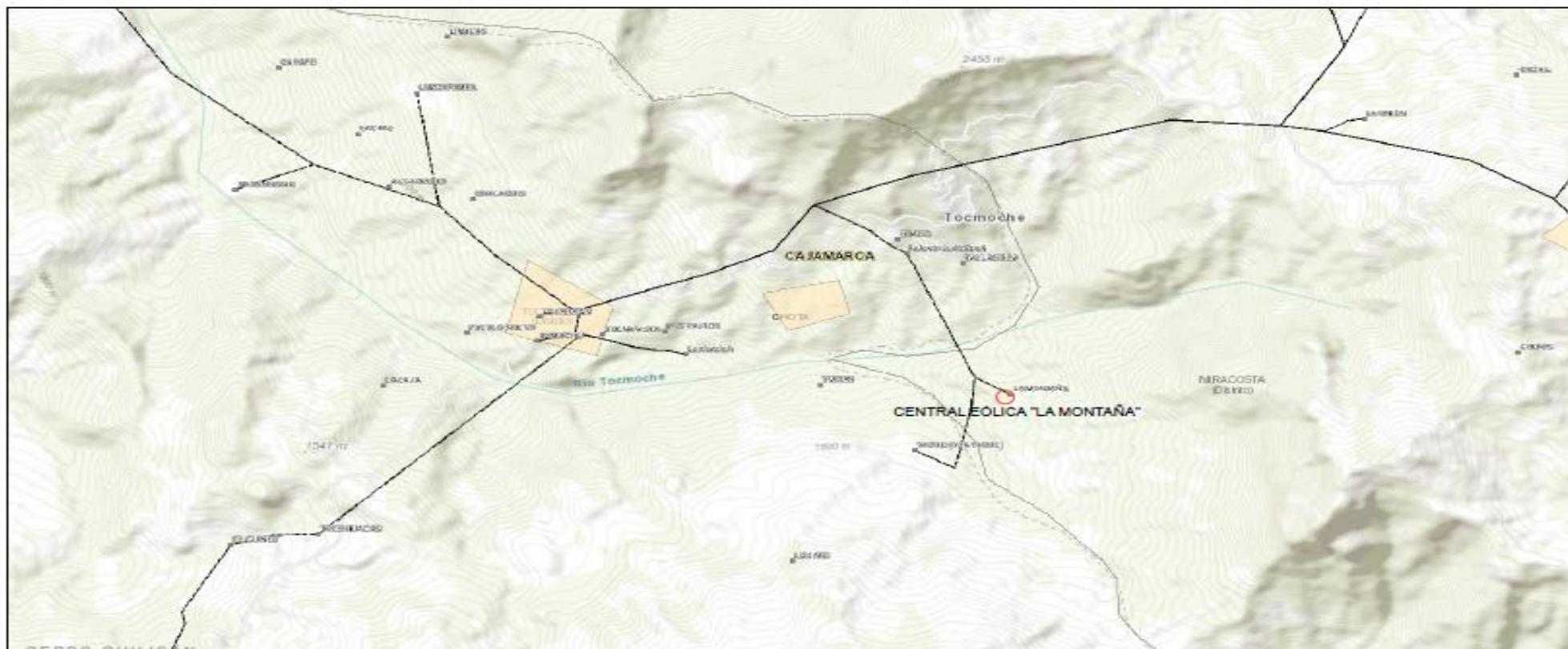
© Derechos de Autor Aeolos Aerogeneradores -- La compañía de aerogeneradores de minieólica líder en el mundo

Anexo N° 04: Vistas fotográficas y ubicación donde será ubicada la Central Eólica

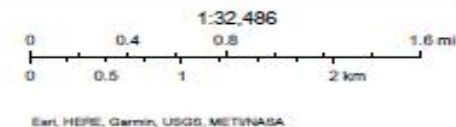
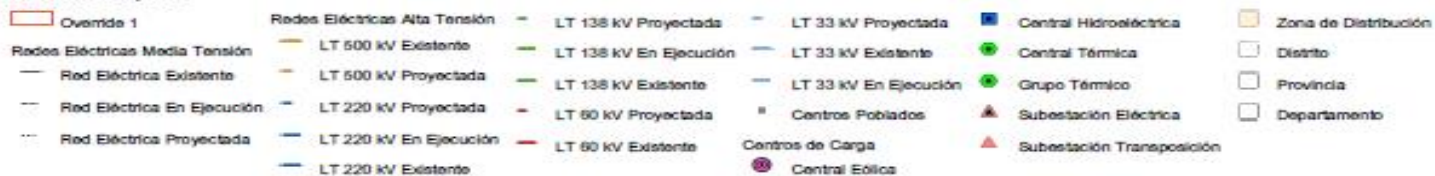


ESCUELA PUBLICA DE MENORES N° 101067 LA MONTANA

UBICACIÓN DE LA CENTRAL EÓLICA "LA MONTAÑA"

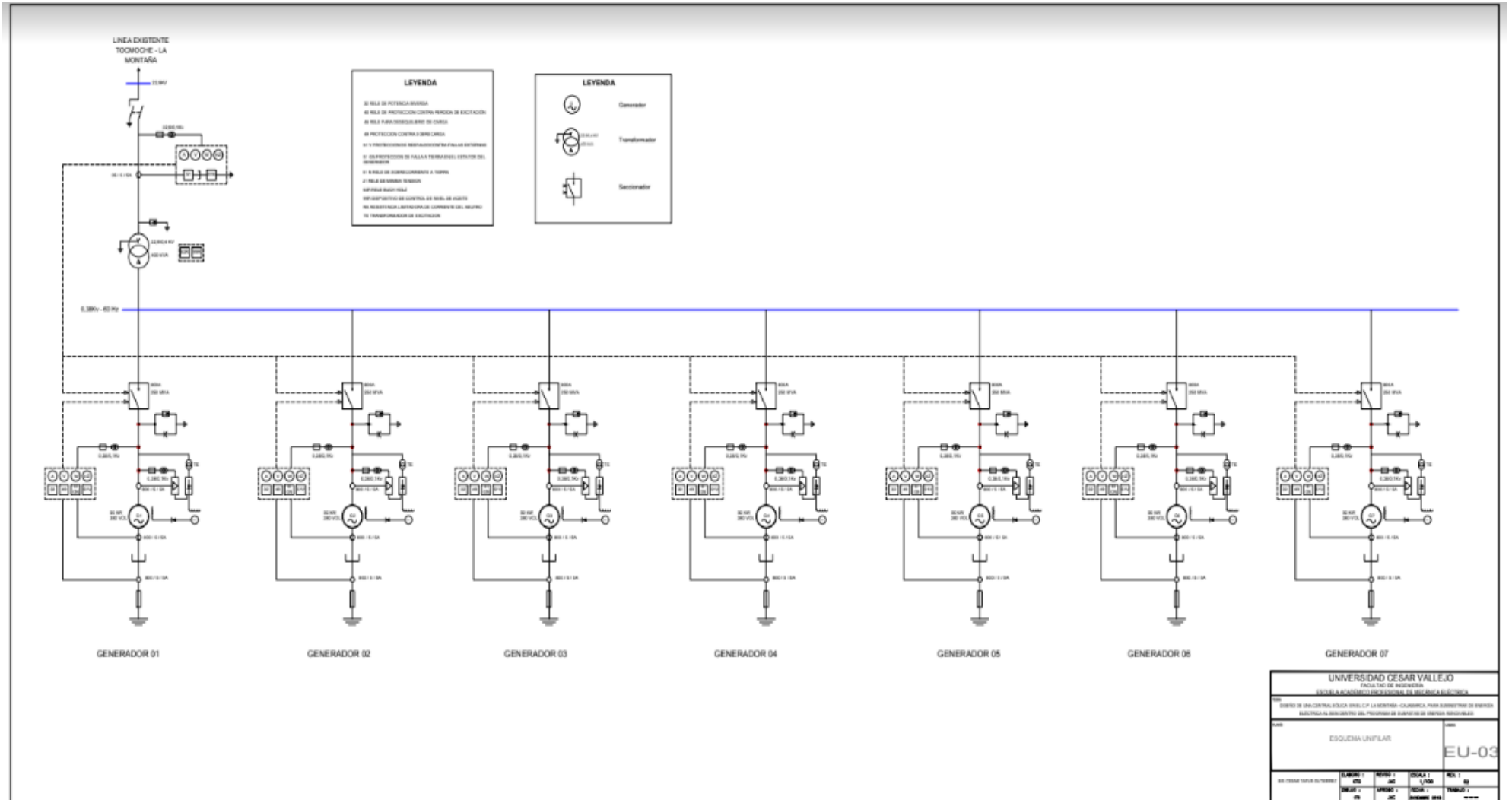


November 27, 2018



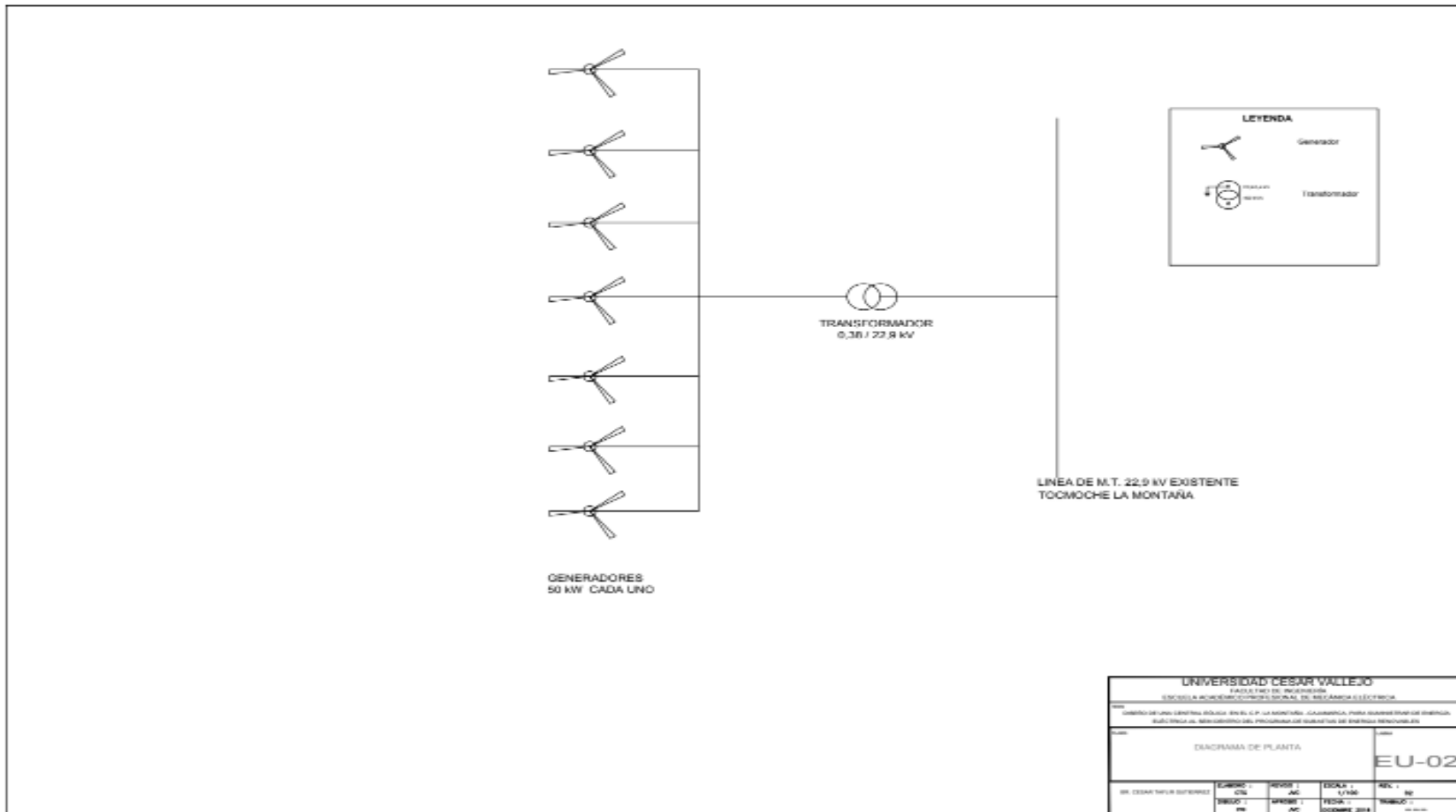
J. TAFUR G.
Escal. HERE, Garmin, USGS, METRASA | INGGEMMET, OTRAS ENTIDADES |

Anexo N° 05: Diagrama Unifilar de la Centra Eólica



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD			
DISEÑO DE UNA CENTRAL EOLICA EN LA SIERRA-CAMARCA PARA SUBESTACION DE ENERGIA ELECTRICA EL BARRIO DEL POZON DE LA SIERRA-CAMARCA			
ESQUEMA UNIFILAR			
EU-03			
NO. DE PLAN	ESQUEMA 1	REVISOR 1	FECHA 1
01	01	JAC	1/1/2018
NO. DE PLAN	ESQUEMA 2	REVISOR 2	FECHA 2
02	02	JAC	1/1/2018

Anexo N° 06: Diagrama de Planta de la Central Eólica



Anexo N° 07: Detalle de la Central Eólica en el C. P. la Montaña



November 27, 2018



Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **ING DANTE OMAR PANTA CARRANZA**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

"DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA-CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLES",

Del estudiante **JULIO CÉSAR TAFUR GUTIÉRREZ**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 29 de noviembre de 2019




Mgtr Ing Dante Omar Panta Carranza

DNI: 17435779

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

Reporte de Turnitin

TESIS TAFUR

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	10%	1%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.uide.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	gobpe-production.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	www.kayak.com.mx Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1%
8	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	<1%


Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **TAFUR GUTIÉRREZ JULIO CÉSAR** identificado con DNI N° **70039873** egresado de la Escuela Profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA – CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLES”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....


DNI: 70039873

CHICLAYO, 29 de Noviembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

JULIO CÉSAR TAFUR GUTIÉRREZ

INFORME TÍTULADO:

“DISEÑO DE UNA CENTRAL EÓLICA EN EL C.P. LA MONTAÑA – CAJAMARCA, PARA SUMINISTRAR DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SEIN DENTRO DEL PROGRAMA DE SUBASTAS DE ENERGÍA RENOVABLES”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 27/09/2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



[Handwritten signature]
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Dr. Julio César Tafur Gutiérrez
Coordinador de Escuela Ingeniería Electrónica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN