UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA PARA LA COMUNIDAD LOMA GRANDE UBICADA EN EL CANTÓN PATATE PROVINCIA TUNGURAHUA.

AUTOR(ES):

Alex Omar Guamán Moposita

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Santiago Homero Cuichan Paucar

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Sin comentarios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	No se mencionan datos sobre la metodología usada para el numero de entrevistados y formas de selección.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	La introducción presenta una estructura débil.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Sin comentarios
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	13/15	Debilidades en el diseño metodológico

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	22/25	Débil estructura de resultados. Información de resultados deficientes para este tipo de estudios
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Poco consistente las conclusiones en referencia a los resultados
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Sin comentarios
VALORACIÓN TOTAL	90	Sin comentarios

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	90

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BOLIER TORRES NAVARRETE

Segundo Bolier Torres Navarrete, Ph.D.
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de febrero de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	95	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANDREA DANIELA MEJIA LOPEZ

ANDREA DANIELA MEJÍA LÓPEZ
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 25 días del mes de FEBRERO de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 04 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Alex Omar Guamán Moposita, con C.I. 1805080767; con el Tema: "**Proyecto de investigación para el aprovechamiento de energía eólica para la comunidad Loma Grande ubicada en el cantón Patate provincia Tungurahua.”**, de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Santiago Homero Cuichan Paucar, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del **3%**, Informe generado con fecha 04 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO HOMERO
CUICHAN PAUCAR

Santiago Homero Cuichan Paucar.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Art. Cient. Alex Guaman.pdf (D127069435)
Submitted	2022-02-04T16:53:00.0000000
Submitted by	Santiago Cuichan
Submitter email	sh.cuichanp@uea.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	sh.cuichanp.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W URL: https://www.celec.gob.ec/electroguayas/index.php/sala-de-prensa/noticias/230-ecuador-aprovecha-responsablemente-la-energia-eolica-15-jun-2020
Fetched: 2022-02-04T17:00:00.0000000 — 3

W URL: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/
Fetched: 2019-10-18T14:27:51.6900000 — 1

Evaluación del potencial de energía eólica para la comunidad Loma Grande ubicada en el cantón Patate provincia Tungurahua.

Alex Omar Guamán Moposita
amb2016078@uea.edu.ec

Santiago Homero Cuichan Paucar M.Sc
sh.cuichanp@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo investigar la energía eólica y elaborar una propuesta de un sistema para la implementación de energía alternativa mediante aerogeneradores aislados para la comunidad Loma Grande. Se determinó la factibilidad técnica para la implementación del sistema de energía limpia basado en aerogeneradores a través de la guía práctica para la presentación y elaboración de estudios de posibilidad, se propuso un diseño para implementar un sistema de energía limpia generado por la utilización de aerogeneradores a través de una delineación planteada. Después de terminar el levantamiento de datos se determinó que la comunidad Loma Grande es abastecida por energía hidráulica esto se debe a la empresa eléctrica Ambato S, A. la implantación de aerogeneradores en Loma Grande es factible, puesto que la energía del viento es gratuita y se puede encontrar disponible en todo el sector además los costos de construcción son bajos. En conclusión, la propuesta de un sistema de aprovechamiento de energía renovable para la comunidad Loma Grande es posible; al utilizar un sistema eólico, se puede transformar la energía cinética en energía eléctrica, teniendo un bajo impacto al ambiente. Se recomienda que la propuesta sea para beneficios de la comunidad y que contribuya a un mejor desarrollo tanto económico como turístico.

Palabras Clave*:* energía, aerogeneradores, sistema, viento.

Abstract

The objective of this work is to investigate wind energy and to elaborate a proposal for a system for the implementation of alternative energy through isolated wind turbines for the community of Loma Grande. The technical feasibility for the implementation of the clean energy system based on wind turbines was determined through the practical guide for the

presentation and preparation of feasibility studies, a design was proposed to implement a clean energy system generated by the use of wind turbines through a proposed delineation. After completing the data collection, it was determined that the community of Loma Grande is supplied by hydroelectric energy, this is due to the electric company Ambato S.A. The implementation of wind turbines in Loma Grande is feasible, since wind energy is free and can be found available throughout the sector, and the construction costs are low. In conclusion, the proposal for a renewable energy system for the community of Loma Grande is possible, as the use of a wind system can transform kinetic energy into electrical energy, with a low impact on the environment. However, it is recommended that the proposal is for the benefit of the community and for better economic and tourism development.

***Keywords**:* energy, wind turbines, system, wind

1. INTRODUCCIÓN

La escasez de recursos energéticos que atravesó el Ecuador en determinadas épocas fue el principal factor en la búsqueda de otra fuente de energía alternativa al petróleo, que cumpla con la demanda energética del país en referencia a la producción de energía eléctrica y que sea ambientalmente amigable (CONELEC, 2019). El estudio y búsqueda de tecnologías limpias que ayuden a aprovechar los recursos renovables con el fin de satisfacer la mayor parte de las necesidades energéticas justifica el desarrollo del presente proyecto. Según (Villarrubia Lopez, 2012) la energía eólica a realizado importantes progresos económicos y técnicos. La necesidad de generar energía eléctrica de cualquier forma lleva a impactos ambientales catastróficos a nivel del mundo, por esta razón debemos conseguir energía limpia de manera sostenible y sustentable para poder conservar el medio ambiente (Energía, 2018). De acuerdo con la generación de la energía eólica producida en el Ecuador, permite conocer el suministro de energía, que ha garantizado el consumo para la sociedad (Párraga , y otros, 2019). La ubicación geográfica en la cual se encuentra localizado la comunidad Loma Grande, tiene las características climatológicas óptimas del viento, esto es gracias a la altitud de, dos mil quinientos metros (2500) sobre el nivel del mar que tiene la montaña. El presente trabajo tiene como objetivo: establecer propuestas de implementación de un futuro proyecto eólico, estos sistemas son más usados en todos los países (Guillot Fula & Viloria , 2015), y de la exploración realizada en la estación más cercana a la comunidad. La evaluación de las necesidades de los miembros de la comunidad permitió concebir este proyecto.

En concreto se persigue determinar, por medio de la investigación de las mediciones realizadas en la estación meteorológica más cercana, la intensidad del viento presente en el sector de Loma Grande y evaluar su potencial con miras a establecer propuestas para la implementación de futuros proyectos de aprovechamiento de energía renovable no convencional. Una posible solución a la problemática identificada sería proponer un sistema

de energías alternativas mediante la implementación de Aero turbinas para la comunidad Loma Grande del Cantón Patate ubicado en la Provincia de Tungurahua.

Como objetivos específicos se propone:

Evaluar mediante la practica el potencial eólico presente en la zona donde se establece el presente estudio.

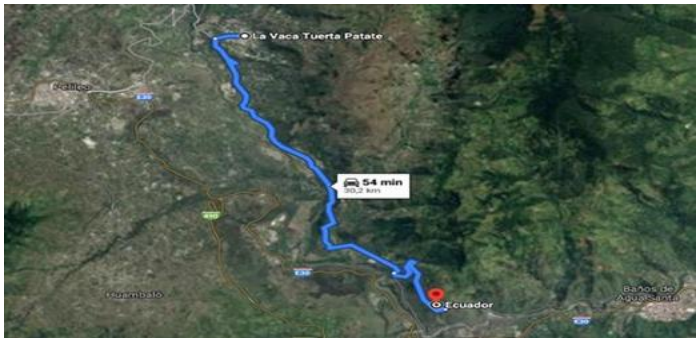
Estimar por medio de los datos obtenidos de la estación meteorológica más cercana la potencia que presenta la energía eólica en la comunidad de loma grande

Sugerir en base a los datos obtenidos la implementación de sistemas para el aprovechamiento de la energía eólica en la comunidad de Loma Grande.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en la comunidad Loma Grande perteneciente al cantón Patate al sur de la provincia de Tungurahua. Como se puede apreciar en la **Figura 1**: tiene una superficie de 315 km^2, con un rango altitudinal de 2500 msnm (Correa, 2013). La comunidad se limita: al sur con la comunidad La Palma perteneciente al cantón Baños de Agua santa y el rio Pastaza, al norte con la comunidad Puñapi y el caserío San Rafael, al este con la comunidad La Palma y la comunidad Leyto y al oeste con la comunidad Puñapi y la unión de los ríos Patate y Chambo.

Figura 1: vía de acceso a la comunidad Loma Grande desde el cantón Patate



Fuente: Google maps.

La comunidad lleva ese nombre por los primeros colonos que habitaron; el nombre fue puesto por el tamaño de la montaña y la espectacular vista que brinda, el clima es templado-seco considerado como primaveral, produce diversas variedades de cereales, frutas, hortalizas y legumbres, la temperatura esta entre los 11 a los 23 grados Celsius.

Para el cumplimiento de los objetivos se organizó de forma ascendente según estaban planteados, en la primera parte se realizó la evaluación del potencial eólico, luego se describió la velocidad del viento presente en el sector, para terminar, se sugirió al presidente de la comunidad la implementación de aerogeneradores aislados.

Para saber cuál era la dirección del viento en el sector de estudio en la comunidad Loma Grande se realizaron mediciones artesanales con la rosa de los vientos.

La práctica se realizó en tres lugares distintos para comprobar la dirección y velocidad del viento como se puede mostrar en la **Tabla 6**, ya que varía según su altitud. Se contó con la colaboración del presidente da la comunidad y de los habitantes. El personal se distribuyó en tres grupos de dos integrantes.

Los datos de la velocidad del viento se obtuvieron en cantidad de vueltas sobre segundo (vueltas/s), la primera medición se realizó de 6-7 de la mañana en tres escalas, la segunda se realizó a las 12-13 de la tarde, la tercera y última fue de 5-6 de la tarde. Las mediciones se realizaron el lunes 6 de diciembre del 2021, con la ayuda de la de la rosa de los vientos creada con vasos plásticos, un soporte de madera y una base de madera.

Para el cálculo de vueltas a πrad/s, se realizó la conversión de unidades de vueltas por segundo (vueltas/s) a pi radianes por segundo (πrad /s), como se observa en la Tabla 4.

Tabla 1: Ejemplo de conversión de unidades

	G1
Mañana	3 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 6 πrad/s
	3 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 6 πrad/s
	vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 6 πrad/s
Medio día	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s
	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s
	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s
Tarde	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s
	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s
	4 vueltas/s * 2 πrad/1 vuelta = 8 πrad/s

Fuente: Alex Guamán (2022)

Tabla 2: Datos de las mediciones en πrad /s

Fecha 6/12/2021	Hora	Velocidad πrad /s			Dirección del viento
		G1	G2	G3	
Mañana	6:00-6:1	6	8	8	Sureste
	6:30- 6:31	6	8	8	Sureste
	6:58-6:59	6	8	8	Sureste
Medio día	12:00-12:01	6	6	6	Sur al norte
	12:30-12:31	6	6	6	Sur al norte
	12:55-12:59	6	6	6	Sur al norte
Tarde	5:00-5:05	10	12	10	Sureste
	5:30-5:35	10	12	10	Sureste
	5:55-5:59	10	12	10	sureste

Fuente: Alex Guamán (2022)

Para el cálculo de la energía eléctrica diaria requerida, se realizó un inventario de todos los aparatos eléctricos presentes para estimar el consumo de energía diaria de las personas en la comunidad como se puede mostrar en la **Tabla 3.**

Tabla 3: Estimación de la energía consumida

Cargas AC					
Carga	Artículos	Potencia c/u (w)	Potencia total (w)	Horas/uso diario	Consumo diario máximo kwh/día
6	Computadora	300	1800	8	14400
15	tv	300	4500	2	9000
15	Teléfono celular	5	75	12	900
60	Iluminación interna	15	900	8	7200
15	Iluminación externa	15	450	5	2250
15	Refrigerador	30	450	24	10800
	total		8146,2		35654,4

Fuente: (Guamán, 2022)

Se realizó una reunión con los integrantes de la comunidad para darles a conocer el tema de investigación. En la reunión se dio a conocer mediante una introducción sobre la energía eólica y el funcionamiento de un aerogenerador, como es su mecanismo de funcionamiento y para qué y cómo se puede aprovechar la energía del viento. Se aplicó, además una encuesta con el siguiente formato (Tabla 7).

Tabla 4: Formato de la encuesta

Responda la siguiente encuesta con sinceridad respecto al análisis para la implementación de un mini aerogenerador eolico para la suministrar energía eléctrica a la comunidad de Loma Grande.

Nombre	N de cédula			
Género	femenino		masculino	
Edad	a) 22-30	b) 30-40	c) 40-60	d) 60 o mas
Sabe usted que es la energía eólica	a) si		b) no	
Cómo valora usted los beneficios de consumir energía eólica	a) si		b) no	
Cuenta usted con vivienda propia	a) si		b) no	
Esta usted de acuerdo con la	a) si		b) no	

instalación de un mini aerogenerador				
Cree usted que el gobierno cantonal invertirá en generadores eólicos	a) si		b) no	
Como te sientes acerca de generar tu propia energía	Emocionado			
	Neutral			
	Para nada emocionado			

Elaborado por: (Guamán, 2022)

La encuesta es de forma descriptiva, conformada por 9 preguntas, 3 de ellas son de selección múltiple y 6 son preguntas cerradas, se escogió a 10 personas utilizando el método al azar.

A continuación, se plantea un ejemplo lleno de la encuesta que se realizó a personas que tengan más de 10 años habitando la comunidad como se puede observar en la **Tabla 5**, ya que ellos conocen de las necesidades que viven día tras día una de ellas es la falta de energía eléctrica.

Tabla 5: Ejemplo de la encuesta aplicada

Responda la siguiente encuesta con sinceridad respecto al análisis para la implementación de un mini aerogenerador eolico para la suministrar energía eléctrica a la comunidad de Loma Grande.

Nombre:	N cl.						
Genero	femenino		masculino		X		
Edad	a)22-30		b) 30-40		c) 40-60	d) 60 o mas	
Sabe usted que es la energía eólica	a) si		b) no	X			
Conoce usted los veneficios de consumir energía eólica	a) si		b) no	X			
Cuanta usted con vivienda propia	a) si	X	b) no				
Esta usted de acuerdo con la instalación de un mini aerogenerador	a) si	X	b) no				
Cree usted que el gobierno cantonal invertirá en generadores eólicos	a) si		b) no	X			
Como te sientes acerca de generar tu propia energía	Emocionado				X		
	neutral						
	Para nada emocionado						

Fuente: (Guamán, 2022)

El presente trabajo, al ser una investigación cuantitativa y documental, se realizó de manera descriptiva a base de prácticas y consultas en fuentes de internet. La informacion fue extraída

de fuentes bibliográficas con el fin de obtener conocimientos de la energia eólica que es conciderada como una de las energias mas limpias y amigables con el medio ambiente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del potencial eólico

Cada grupo se desplazó al lugar asignado para la toma de datos

Tabla 6: Medición del viento grupo 1

Fecha 6/12/2021	Hora	Velocidad vuelta/s	Dirección del viento
Mañana	6:00-6:1	3	Sureste
	6:30- 6:31	3	Sureste
	6:58-6:59	3	Sureste
Medio día	12:00-12:01	3	Sur al norte
	12:30-12:31	3	Sur al norte
	12:55-12:59	3	Sur al norte
Tarde	5:00-5:05	5	Sureste
	5:30-5:35	5	Sureste
	5:55-5:59	5	sureste

Fuente: (Guamán, 2022)

Tabla 7: Medición del viento grupo 2

Fecha 6/12/2021	Hora	Velocidad vuelta/s	Dirección del viento
Mañana	6:00-6:1	4	Sureste
	6:30- 6:31	4	Sureste
	6:58-6:59	4	Sureste
Medio día	12:00-12:01	3	Sur al norte
	12:30-12:31	3	Sur al norte
	12:55-12:59	3	Sur al norte
Tarde	5:00-5:05	6	Sureste
	5:30-5:35	6	Sureste
	5:55-5:59	6	sureste

Fuente: (Guamán, 2022)

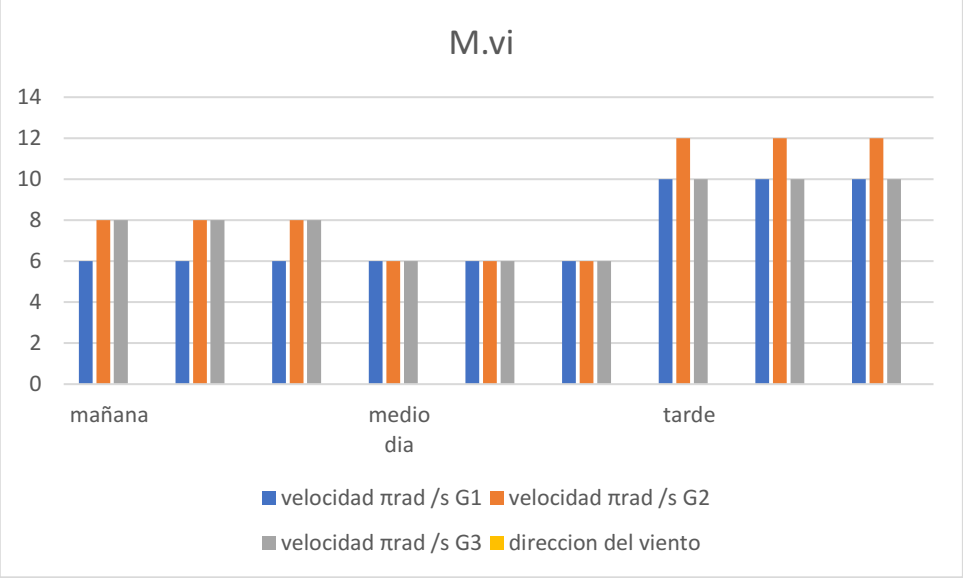
Tabla 8: Medición del viento grupo 3

Fecha 6/12/2021	Hora	Velocidad vuelta/s	Dirección del viento
Mañana	6:00-6:1		Sureste
	6:30- 6:31	4	Sureste
	6:58-6:59	4	Sureste
Medio día	12:00-12:01	3	Sur al norte
	12:30-12:31	3	Sur al norte
	12:55-12:59	3	Sur al norte
Tarde	5:00-5:05	5	Sureste
	5:30-5:35	5	Sureste
	5:55-5:59	5	sureste

Fuente: (Guamán, 2022)

Según los datos extraídos de la estación meteorológica se puede apreciar que los vientos más fuertes provienen de la parte amazónica como muestra la Figura 2, el potencial eólico presente en el sector es adecuado para implementar aerogeneradores aislados, los cuales son pequeñas instalaciones.

Figura 2: Medición del viento mañana, medio día y tarde



d.r: datos registrados.

Según la figura la estación 2 tiene la mayor velocidad del viento en la tarde de 12 πrad /s es una velocidad representativa para la instalación de un mecanismo eolico, la velocidad media es en el punto tres, su velocidad es 10 πrad /s, por lo tanto, la velocidad más baja es en los tres puntos y al medio día.

Después se realizó una estimación del consumo de energía eléctrica de las viviendas teniendo en cuenta todos los aparatos eléctricos, los cuales son: 6 computadoras, 15 televisiones, 15 teléfonos celulares, 75 focos entre iluminación interna como externa, 15 refrigeradores, lo cual dio como resultado en consumo de energía 35654,4 kwh/día.

Según los datos obtenidos del consumo de energía eléctrica en las viviendas y del estudio de la velocidad del viento (14,4 km/h), bajo mi criterio personal si es posible la implementación de un pequeño aerogenerador que tiene una potencia de 1 kW/h, como sabemos los equipos no cumplen con el 100% de efectividad, se estimó que la producción del pequeño aerogenerador es de 80% de su eficiencia.

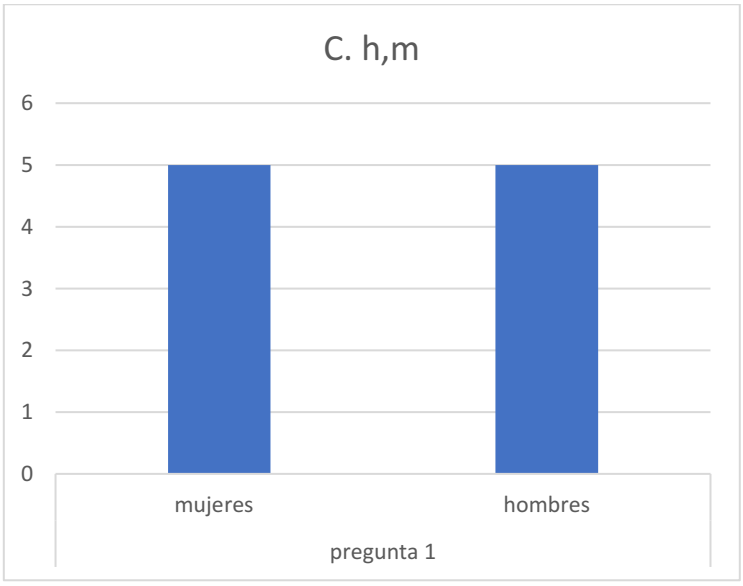
La potencia suministrada de un aerogenerador no satisface la necesidad consumo de energía requerida en la comunidad, se sugiere la implementación de varios equipos.

Pero según los datos extraído de la estación parque de la familia Baños la velocidad del viento es óptima para la construcción de una central eólica denominada aislada, se basa en instalaciones de reducido tamaño, las pequeñas industrias, estaciones de bombeo para explotación agraria, viviendas, alumbrado público de un determinado sector.

3.2. Percepciones del conocimiento sobre generadores eólicos.

Como se mencionó en el capítulo anterior la encuesta se realizó a 10 personas, 5 de ellas fueron mujeres y 5 fueron hombres (figura 3).

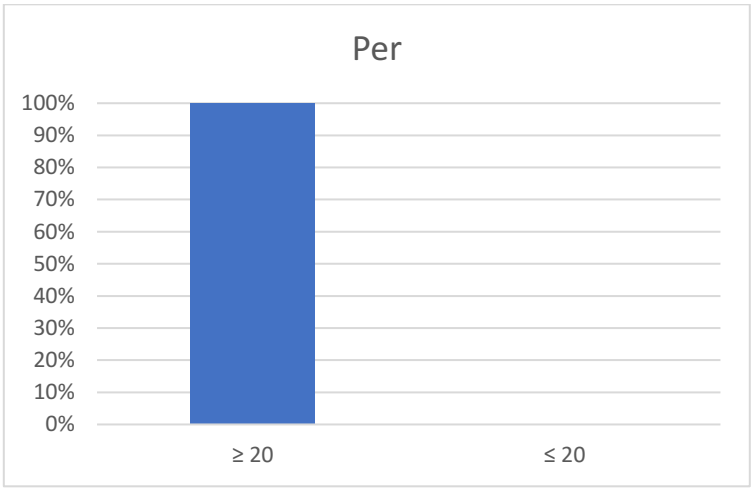
Figura 3: Cantidad de mujeres y hombre encuestados



p.r.e: personas que realizaron la encuesta.

Para la segunda pregunta las 10 personas pasan de los 20 años.

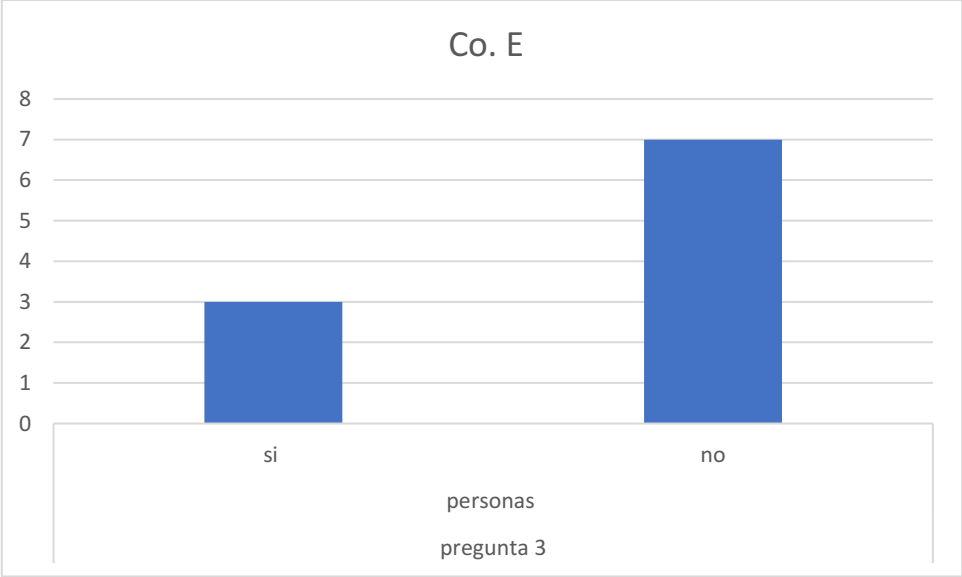
Figura 4: Edad de las personas



e.p: edad de las personas.

La tercera pregunta 3 de ellos tienen conocimiento de que se trata la energía eólica, y los 7 restantes desconocen totalmente de (que, como y para que) se utiliza la energía eólica, esto me llamo mucho la atención ya que no disponen de internet o tv cable para informarse.

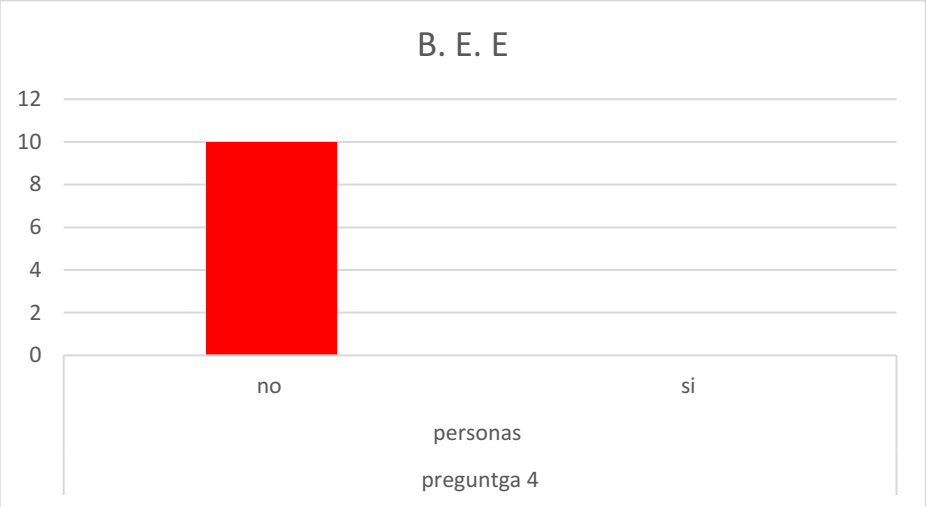
Figura 5: Personas con conocimientos en energía eólica



p.c.e: personas con conocimientos de energía.

Cuarta pregunta, respondieron que no conoce ningún beneficio al utilizar la energía eólica.

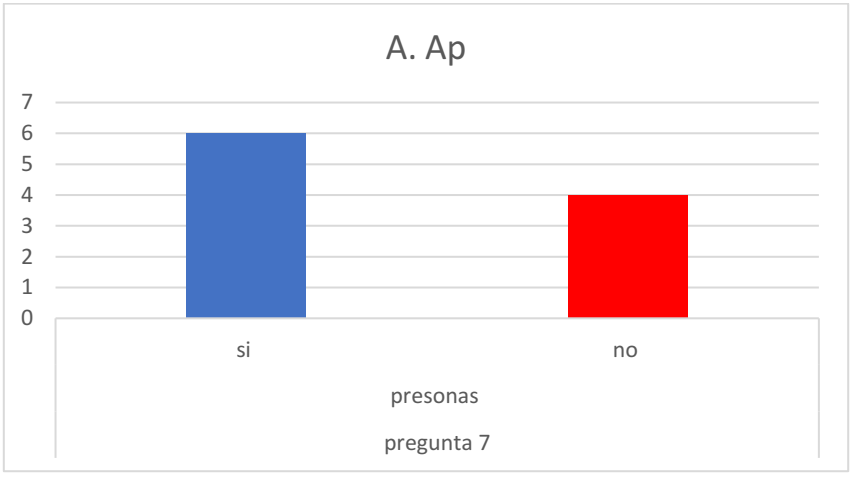
Figura 6: Personas que conocen los beneficios de la energía eólica



b.e.e: beneficios de la energía eólica.

Respecto a la quinta pregunta todos cuentan con vivienda propia. De acuerdo con la sexta pregunta todos están de acuerdo con que se realice un proyecto de aerogeneradores en el futuro. Con la séptima preguntase encontró que 6 personas respondieron que el alcalde sí pudiera invertir en un proyecto eólico para beneficio de la comunidad y los 4 restantes afirmaron que el gobierno cantonal no invertirá en un proyecto, ya que mencionaron que desde hace años atrás las autoridades de turno no han realizado obras para mejorar la calidad de vida del sector mencionado.

Figura 7: Personas que afirman (si o no) el apoyo para la construcción



a.a: apoyo para aerogeneradores.

En la última pregunta todos respondieron estar emocionados al producir su propia energía. En la conferencia dictada a los moradores del sector mencionado se dio a conocer los siguientes temas:

- ✓ Qué es, para qué sirve y cómo funciona un aerogenerador eólico
- ✓ Beneficios de la energía

Se trataron estos temas por falta de conocimientos de la energía eólica, después de la conferencia dictada, las personas presentes, apoyaron el proyecto de una posible implementación de aerogeneradores.

4. CONCLUSIONES

A partir del análisis que se realizó sobre la velocidad del viento, se concluye que la fuerza y la velocidad cinética es apta para la implementación o diseño de un sistema de energía renovable a partir de aerogeneradores.

La cantidad de energía eléctrica que tiene la comunidad no abastece a cubrir la demanda de electricidad, las necesidades que tiene la comunidad es un tema que debe ser tratado con prioridad, ante las autoridades de turno.

La propuesta de un sistema de aprovechamiento de energía renovable para la comunidad Loma Grande es factible, el viento se encuentra libremente en el espacio, al utilizar un sistema eolico se puede transformar la energía cinética en energía eléctrica, teniendo un bajo impacto al ambiente. Con lo cual se genera beneficios para la comunidad y teniendo un mejor desarrollo tanto económico como turístico.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda aprovechar la energía del viento, para tener una libertad de uso de energía eléctrica, además es una energía que se puede obtener de forma gratuita, cabe mencionar que es una energía limpia y amigable con el ambiente.

Que se realice un estudio de las diferentes energías alternativas presentes en el sector las cuales son: hidráulica, eólica, y solar para beneficios de la comunidad y siendo posible contribuir con energía eléctrica a las comunidades vecinas.

Se recomienda la implementación de varios pequeños aerogeneradores, esto se debe a que los niveles de consumo en Loma Grande son más elevados que la energía suministrada, este sería uno de los primeros pasos para una adecuada instalación de energía renovable.

REFERENCIAS

Castillo Molina, D. J., & Gómez Cuervo, D. (2017). Diseño y construcción de un Aerogenerador basado en el ley de la induccion de Michael Faraday. uniminuto colecciones digitales , 74.

CONELEC. (2019). Altlas Solar del Ecuador. Quito.

Correa, M. (2013). Aplicación y sistematización den la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de la Parroquia urbana Patate. Sangolquí.

Energía, N. (18 de 10 de 2018). Energía Viva Nabalia. Obtenido de https://nabaliaenergia.com/energia-y-medio-ambiente/

Eraso Checa, F. (2018). Metodología para la determinación de caracteristicas del viento y evaluación del potencial de energía eólica en Tuquerres-Nariño. Univercidad Districtal Francisco José de Caldas , 31.

Guillot Fula , J., & Viloria , A. (1 de Julio de 2015). Google Academoco. Obtenido de http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/2028

Herrera Barros , V. C. (2011). Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el departamento de turismo del ilustre municiio de Baños de Agua Santa. Universidad Tecnica de Ambato , 138.

Marzolf, N. (2014). La energía eólica como energía alternativa para el futuro de colombia . El Centuario , 10.

Moreno Pallo , E. P. (29 de Mayo de 2014). BIBDIGITAL. Obtenido de Google Academico : http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7409

Nava, B., González, P., & López, A. (2013). google academico. Obtenido de Ministerio de Educación Peru : http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4641

Ollague Armijos, H. G., & Crespo Azanza , H. E. (febrero de 2014). Google Academico. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6284/1/UPS-CT002841.pdf

Ortiz , M. (15 de junio de 2020). Google Academico . Obtenido de Electroguayas : https://www.celec.gob.ec/electroguayas/index.php/sala-de-prensa/noticias/230-ecuador-aprovecha-responsablemente-la-energia-eolica-15-jun-2020

Párraga , A., Intriago , S., Velasco , E., Cedeño , V., Murillo, N., & Sambrano, F. (5 de julio de 2019). Producción de enirgía eólica en Ecuador. Obtenido de Ciencia digital: https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.610

Portillo , G. (01 de mayo de 2021). Google . Obtenido de RenovablesVerdes : https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/

Salas , A. T. (30 de diciembre de 2017). Google Academico . Obtenido de Universidad de Guanajuato: http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/4745

Schallenberg Rodríguez , J., Piernavieja Izquierdo, G., Hernán RodrÍguez , C., & Unamunzaga falcón , P. (2008). Energías renovables y eficiencia energética . Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S,A .

Spiegeler , C., & Cifuentes , J. (2016). Definición e información de Energías Renovables . USAC, 7.

structuralia . (16 de julio de 2018). Google . Obtenido de Structuralia: https://blog.structuralia.com/aerogeneradores-de-eje-vertical-y-horizontal-tipos-ventajas-e-inconvenientes#item-1

Vaca Aldás , F. (2018). Analisis y determinación de las zonas óptimas para la instalación de un proyecto eólico en el Ecuador a través de métodosde toma de decisión multicriterio . Crai UPC bíblioteca, 80.

Villarrubia Lopez, M. (2012). Ingenieria de la Energia Eólica . Barcelona : Printed in Spain .

ANEXO

MARCO TEÓRICO

Aerogenerador

Son equipos capaces de transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica. Su funcionamiento es simple: el viento transgrede sobre las aspas del aerogenerador y empieza a girar, el movimiento de rotación transmite al generador y a través del sistema multiplicador de velocidad. El generador es el encargado de producir corriente eléctrica que es transportado hasta las líneas, es importante disponer de baterías para un buen almacenamiento asegurando el suministro eléctrico.

Se presenta algunos modelos que se adaptan a nuestro sistema por sus características de velocidad de arranque, velocidad nominal y velocidad de parada, sin olvidar que existe un factor del equipo el cual es la velocidad máxima que soporta los aerogeneradores.

Marca de un aerogenerador

Tabla 9: Potencia de un aerogenerador

Marca: EXMORK				
Tipología	Pmax	Voltaje nominal	Voltaje de arranque (m/s)	Velocidad potencial nominal (m/s)
Horizontal	500W	12 V	3	8
Horizontal	1500W	24V	4	9
Horizontal	1500W	48V	4	9

Fuente: Adaptada de (Herrera Barros , 2011).

En el mercado ecuatoriano se encuentra fácilmente dicha marca de aerogenerador, las cuales se adaptan a las condiciones eólicas de la zona de estudio.

Tabla 10: Características de un aerogenerador EXMORK de 1kw

Características técnicas	
Potencia nominal	1000 w
Potencia máxima	1500 w
Voltaje nominal	48 v
Diámetro del rotor	2,8 m
Diámetro del rotor velocidad de potencia nominal	8 m/s
velocidad de arranque	2,5 m/s
Velocidad de trabajo	3,25 m/s
Altura de la torre	9 m
Vida útil	15 años

Fuente: Adaptada de (Herrera Barros , 2011).

Energía

Inicio de la energía

La energía fue utilizada desde el comienzo de la vida siendo uno de los servicios fundamentales. Sabiendo que un organismo necesita de energía para crecer, un cuerpo necesita de cierta cantidad de energía para producir trabajo esto sea en generación de calor, emisión de luz. Etc.

La energía eólica desde su inicio se obtenía directa del viento, este tipo de energía era aprovechada por molinos de viento, los cuales eran capases de transformar la energía cinética en energía mecánica para la molienda de grano, bombeo de agua.

Según (Schallenberg Rodríguez , Piernavieja Izquierdo, Hernán RodrÍguez , & Unamunzaga falcón , 2008) La energía puede manifestar de diferentes formas: cinetica, quimica, gravitatoria, magnética, electrica, radiante, nuclear, etc., existiendo la posibilidad que se transformen entre si, siempre respetando el principio de la conservación de la energia.

En la actualidad el uso de la energía eléctrica es una necesidad de priorización para las personas y no podemos prescindir de ella.

Energía eólica

Es una de las energías más utilizadas desde la antigüedad como muestra la **Figura 8** su uso fue en molinos de granos, bombeo de agua y para la navegación de barcos (Castillo Molina & Gómez Cuervo, 2017).

El viento esta en constante movimiento y es causado por las diferencias de temperaturas a distintos puntos de la troposfera, el calor del sol tiene un papel importante en la formación del viento, los niveles que alcanzan la energía cinética puede satisfacer las necesidades eléctricas de todo el mundo. (Moreno Pallo , 2014)

En el Ecuador existe algunos lugares que cumplen con las características idóneas (temporales y especiales) para que la energía eólica sea explotada con un grado de fiabilidad mas confiable. En la actualidad existe diversos proyectos en el ámbito eólico, de acuerdo con

el valence energético nacional la energía eólica representa aproximadamente 0,017% del total de la energía del país (Vaca Aldás , 2018).

Figura 8: Funcionamiento del parque eólico Villonaco



Fuente: Parque Villonaco Loja 2017

1.1 Clasificación de las energías renovables

Las energías renovables se consideran como fuentes alternativas de abastecimiento energético, producen energía de forma continua y son consideradas inagotables, los diferentes recursos naturales proporcionan fuentes de energías alternativas. (Spiegeler & Cifuentes , 2016). se puede mencionar algunas de ellas con sus respectivas ventajas y desventajas como se muestra en la **Tabla 11**.

Tabla 11: Ventajas y desventajas de las energías alternativas

Tecnologías	Ventajas	Desventajas
Eólica	Fácil de instalar Bajo costo Fácil de ampliar El impacto social medio-bajo Tiempo de construcción bajo Facilidad para evaluar el recurso	Poco resistente a la intemperie Utiliza gran extensión de suelo Bajo factor de carga Daño a aves y murciélagos La infraestructura evita visualizar el paisaje
Hidráulica	Bajo costo Alta eficiencia Factor de carga de gran cantidad	Tiempo de construcción largo Recuperación de la inversión largo Alta inversión inicial
Geotérmica	Costo bajo-medio Resistente a la intemperie Eficiencia media-alta	Tiempo de construcción largo Alta inversión inicial Difícil de evaluar el recurso
Foto voltaica	Fácil de instalar impacto bajo	Alto costo Baja eficiencia

	Tiempo de construcción corto Fácil de evaluar el recurso	Alto uso de suelo No es resistente a la intemperie

Fuente: (Guamán, 2022)

Energía eólica en el Ecuador

En los últimos años las energías renovables han evolucionado de una manera exponencial en el sector eléctrico. Los proyectos eólicos implementados son para la producción de energía eléctrica para cubrir las necesidades energéticas del país. El aprovechamiento de la energía en el Ecuador se encuentra en lugares como: la isla san Cristóbal en la provincia de las Galápagos y en el cerro Villonaco en la provincia de Loja, las instalaciones presentan una potencia anual de 2,4 MW y 16,5 MW respectivamente, además está en construcción un proyecto en la isla Baltra-Santa Cruz en las Galápagos con una capacidad de 2,25 MW. El equivalente de la energía adquirida de los proyectos puede abastecer a los hogares de 150 mil ecuatorianos (Ollague Armijos & Crespo Azanza, 2014).

El viento es el recurso que permite la generación de energía eléctrica limpia y renovable. Villonaco se encuentra ubicada entre los límites cantonales de Loja y Catamayo, es justamente la diferencia de altura y temperatura de las dos poblaciones lo que genera la recirculación de aire a nivel local y por lo tanto las altas velocidades del viento en el emplazamiento.

De acuerdo con el Atlas Eólico del Ecuador del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR), la provincia de Loja cuenta con alrededor del 52% del potencial de viento del país lo que ha dado lugar a la formulación de nuevos proyectos eólicos para aprovechar el recurso renovable (Ortiz , 2020).

En las dos últimas décadas se ha aumentado considerablemente el consumo de energía eléctrica, este cambio es ocasionado por la industrialización y el crecimiento poblacional de un país en desarrollo, lo más grave es que día a día aumenta la necesidad de consumo de energía.

Velocidad del viento

Este es un tipo de energía que no se agota, esto se debe a los cambios de temperatura que existe en la estratosfera. Para cumplir con el segundo objetivo se extrajo datos de la velocidad del viento, de la estación de parque de la familia Baños la cual nos da una velocidad media del viento de 14,4 km/h como se muestra en la tabla **Tabla** 12**.**

Tabla 12: Dato de la velocidad del viento

T del Aire	23,81	°C		
Humedad relativa	60,34	%		
Velocidad del viento	4,57	m/s	14,4	Km/h
Dirección del viento	104,70	°		
Precipitación	0,00	mm		
Radiación solar	478,03	W/m2horas sol 7,92 horas/día		

Evapotranspiración	2,81	mm
Punto de rocío	15,52	°C

Fuente: Adaptada de la estación meteorológica parque de la Familia

Para transformar la energía del viento en energía eléctrica es necesario colocar un aerogenerador, el cual necesita la fuerza mínima del viento de hasta 11 km/h los vientos muy fuertes por encima de 90 km/h hace que las aspas giren a una gran velocidad, la cual es frenado por motivos de seguridad, las aspas están unidas al buje lento el cual está acoplado al eje rápido, y está unido al generador, él es, el encargado de transformar la energía cinética en energía eléctrica.

La potencia total y el rendimiento de la estación depende de dos elementos el número de aerogeneradores y la situación del parque (cantidad de horas de viento y de la velocidad).

Partes de un aerogenerador

Tabla 13: Elementos o parte de un aerogenerador

El rotor	Elemento que transforma la energía del viento a energía mecánica.	Palas	Elemento más importante, que recibe la fuerza del viento
		Eje	Transmite el movimiento de las palas al aerogenerador
		Buje	Fija las palas al eje
Multiplicador	Elemento encargado de multiplicar la velocidad de rotación	Poleas dentadas	Utilizan en rotores de baja potencia
		Engranaje	Están protegidos en cajas blindadas
Generador	Transforma la energía mecánica en energía eléctrica	Dinamos	Generadores de corriente continua, usados en aerogeneradores de baja potencia
		Alternadores	Generadores de corriente alterna
Góndola	Estructura que se resguarda los elementos básicos de transformación de energía		
Torre	Elemento de sujeción y el que sitúa el rotor, mecanismo que acompaña a la altura idónea		

Fuente: Adaptada de (Herrera Barros , 2011)

Aerogenerador de eje horizontal

Las turbinas de eje horizontal tienen el generador eléctrico en la parte superior de la torre y deben apuntar en dirección al viento (Eraso Checa, 2018). Por lo cual se an clacificado en

turbinas lentas y rapidas, esto depende de la velocidad de giro de los rotores, el jiro de la turbina es proporcional a la velocidad generada por el numero de palas.

Los aerogeneradores de eje horizontal son los más usados ya que pueden cumplir diferentes aplicaciones, desde construcción de pequeñas potencias asta instalaciones grandes como parques eólicos. Los componentes están ubicados sobre una góndola la cual está ubicada en la parte superior de la torre que sirve de apoyo. (Salas , 2017)

Se puede decir que es una maquina rotacional, es girada por la fuerza cinética del viento cuando actúa sobre el rotor que normalmente tiene tres palas. La energía es trasmitida hasta el multiplicador de velocidades, llegando al generador el cual transforma en energía eléctrica (Portillo , 2021). Los aerogeneradores tienen un microprosesador encargado de controlar y regular las variables de puesta en marcha, su funcionamiento y parada. Es encargada de llevar la información y los datos a la central de control, los componentes electricos estan incorporados en la base de la torre (transformadores de intencidad, interruptores automaticos, proteccion de sobre tención, etc.) facilitando el transporte de la electricidad generada hasta una conección de almacenamiento, red o punto de consumo (Salas , 2017).

Aeroturbina lenta

Suelen tener entre 6 y 12 palas como muestra la **Figura 9**. Esto hace que la velocidad de giro sea más reducida generando excesos en pares de arrenque. Es utilizada en uso agrícola y doméstico para el bombeo de agua y molienda de granos, por lo general no es aconsejable implementar pera generar electicidad (structuralia , 2018)

Figura 9: Aeroturbina lenta



Fuente: Adaptada de (Herrera Barros , 2011)

Aero turbina rápida

Suelen tener entre dos o tres palas como muestra la **Figura 10,** y son los más utilizados para generar electricidad, las palas giran entre trece y veinte revoluciones por minuto, es importante colocar un multiplicador de menor tamaño y coste (structuralia , 2018)

Figura 10: Parque eólico Islandia



Fuente: extraída de (Google 8/12/2021)

Según la potencia suministrada

Micro-eólico o micro aerogenerador: un micro-eólico produce desde 50 W hasta 1 kW y son utilizados para uso personal, su funcionamiento arranca a partir de los 3 m/s, hasta los 5m/s.

Mini-aerogenerador o mini-eólico: está compuesto por varios aerogeneradores y su producción no debe superar los 10 kW.

Aerogeneradores o eólicos: se dividen en:

Pequeña de 10 a 100 kW

Mediana de 100 a 1000 kW

Alta generación desde los 1000 kW

La rosa de los vientos

Es un mecanismo que ayuda a la obtención de información y distribución de la velocidad del viento y las variaciones de las direcciones, esto se compara con los datos extraídos de la estación meteorológica del parque de la familia del cantón Baño las mediciones se realizaron cada cierto tiempo en la mañana tres veces en una misma hora, al medio día tres veces en una hora y en la tarde tres veces en una misma hora.

La rosa de los vientos se divide en cuatro partes iguales teniendo el movimiento de rotación de 360° el norte corresponde a 0, el este a 90°, el sur 180°, el oeste a 270° y el norte nuevamente 360°, en referencia al movimiento de las manecillas de reloj.