FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

“PROPUESTA DE UN AEROGENERADOR PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA I.E SAN FRANCISCO DE PAREDONES, SAN JOSÉ, 2016”.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

AUTOR:

QUICIO CHUÑE, LUIS EDUARDO

ASESOR:

Dr. RODRIGUEZ PAREDES, RICARDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN DE ENERGÍA

LIMA - PERU

2016

PAGINA DEL JURADO

…….

ALUMNO: LUIS EDUARDO QUICIO CHUÑE

Presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo para optar el Título profesional de: **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

…….

Ing. Villalobos Cabrera Jony

PRESIDENTE

…….

Ing. Ramos Martínez Luis Alberto

SECRETARIO

…….

Ing. Reyes Tassara Pedro Demetrio

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente, por su inmenso amor que nos tiene a nosotros sus hijos. Realmente estoy agradecido pues él es un maestro ejemplar que me orienta y guía en cada paso de vida.

A mis amados padres Dionisio y Gregoria por la confianza que tienen en mí, pues su apoyo incondicional en el desarrollo de mi carrera ha servido de mucho para seguir adelante, levantándome en los tropiezos que te coloca la vida.

A mi pequeña hija Sara cristina que es la razón por quien las ganas de superarme se hacen más fuertes día a día.

A mis queridos hermanos por su apoyo incondicional en el transcurso de todo este tiempo y por su comprensión.

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi mayor reconocimiento a:

Ante todo agradecer a Dios por permitirme haber terminado este proyecto trazado y así poder desarrollarme profesionalmente, por estar a mi lado cuando más lo he necesitado.

La plana docente por la enseñanza transmitida la cual me ha servido para el desarrollo de esta tesis y por ayudarme a descubrir un mundo realmente emocionante e interesante, por su paciencia y saber escuchar ante un problema suscitado.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a cada uno de sus integrantes, por su apoyo a los estudiantes.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO, QUICIO CHUÑE LUIS EDUARDO con DNI Nº 45531505, a efecto de cumplir con los dispositivos vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces ajustándose a la realidad.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Pimentel, 17 de Diciembre de 2016

……
QUICIO CHUÑE LUIS EDUARDO
DNI: 45531505

PRESENTACIÓN

El problema principal que radica actualmente en el medio donde vivimos es el calentamiento global, debido a la debilitación de la capa de ozono, viéndose afectada por la emisión de gases contaminantes que en su mayoría son el producto de la combustión. El CO2 es un gas que está presente en el efecto invernadero, pero al haber en cantidades excesivas retiene la temperatura que es emitida a través de los rayos solares la cual está siendo perjudicial al planeta.

Este es un problema en el que debemos estar involucrados para contrarrestar su magnitud, el cual está avanzando con el transcurrir del tiempo teniendo efectos irreversibles, siendo esto altamente dañino para la salud de los seres vivos en el planeta.

Las energías renovables son una opción muy importante para contrarrestar el cambio climático, destacando entre estas la energía eólica la cual ha venido evolucionando con el pasar del tiempo, habiendo alcanzado un gran nivel de desarrollo considerándose un pilar fundamental para el suministro de energía.

.

ÍNDICE

DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD v
PRESENTACIÓN vi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
I. INTRODUCCIÓN 14
1.1 Realidad Problemática 14
1.1.1 Realidad problemática Mundial 14
1.1.2 Realidad problemática a nivel Nacional 14
1.1.3 Realidad problemática a nivel local 15
1.2 Trabajos previos 16
1.3 Teorías relacionadas al tema 19
1.3.1 Energía eólica 19
1.3.2 Generalidades sobre el viento 20
1.3.3 Viento 20
1.3.4 Fuerzas actuantes sobre el viento 21
1.3.5 Ley de Betz 23
1.3.6 Rosa de viento 24
1.3.7 Descripción del recurso eólico del Perú 25
1.3.8 Aerogenerador 27
1.3.9 Edificación de los Aerogeneradores 31
1.3.10 Aerogeneradores de Eje Vertical. 31
1.3.11 Aerogeneradores de Eje Horizontal 35
1.3.12 Generador eléctrico 35
1.3.13 Energía eléctrica 38
1.3.14 Máxima demanda 39

1.3.15 Factor de demanda 39

1.3.16 Carga promedio 40

1.3.17 Factor de potencia 40

1.3.18 Factor de diversidad 40

1.4 Formulación del problema 41

1.5 Justificación del estudio 42

1.6 Hipótesis 43

1.7 Objetivos 43

1.7.1 Objetivo general 43

1.7.2 Objetivos específicos 43

II. METODO 44

2.1 Diseño de investigación 44

2.2 Variables y Operacionalización 44

2.2.1 Identificación de variables 44

2.3 Población y Muestra 46

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 46

2.4.1 Técnicas 46

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos 46

2.4.3 Validez y confiabilidad 46

2.5 Método de análisis de datos 47

2.6 Aspectos éticos 47

III. RESULTADOS 48

3.1 Determinar la máxima demanda y la energía diaria de la Institución educativa San Francisco de Paredones. 48

3.1.1 Reconocimiento previo de las áreas de la institución 48

3.1.2 Análisis de los diferentes parámetros medidos 48

3.2 Realizar las mediciones de velocidad del viento y área del punto de estudio. 57

3.3 Establecer las características y seleccionar el aerogenerador para el suministro de energía eléctrica en la I.E. San Francisco de Paredones 71

3.3.1 Calculo de la potencia del aerogenerador 72

3.3.2 Calculo del banco de baterías 78

3.4 Realizar el análisis técnico – económico de la propuesta 80

3.4.1 Inversión de la propuesta 80

3.4.2 Tiempo de evaluación de la propuesta 81

3.4.3 Gastos de operación y mantenimiento 81

3.4.4 Tipos de averías 82

3.4.5 Costo por generación de energía 83

3.4.6 Generación anual del aerogenerador 85

3.4.7 Suministro mediante concesionaria 86

3.4.8 Energía a suministrar por el concesionario periodo de evaluación 88

3.4.9 Flujo de Caja de la Implementación de la Propuesta 88

3.4.10 Análisis del VAN y la TIR 89

IV. DISCUSION 91

V. CONCLUSIONES 94

VI. RECOMENDACIONES 96

VII. REFERENCIAS 97

VIII. ANEXOS 99

ANEXO 1 99

ANEXO 3 100

ANEXO 4 101

ANEXO 5 102

ANEXO 6 103

ANEXO 7 104

ANEXO 8 105

ANEXO 9 106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 16
Figura 02 22
Figura 03 22
Figura 04 23
Figura 05 24
Figura 06 26
Figura 07 27
Figura 08 31
Figura 09 34
Figura 10 36
Figura 11 37
Figura 12 37
Figura 13 38
Figura 14 39
Figura 15 41
Figura 16 54
Figura 17 57
Figura 18 58
Figura 19 59
Figura 20 60
Figura 21 61
Figura 22 62
Figura 23 63
Figura 24 64
Figura 25 65
Figura 26 66
Figura 27 67
Figura 28 68
Figura 29 69
Figura 30 69
Figura 31 70
Figura 32 71
Figura 33 73
Figura 34 74
Figura 35 76
Figura 36 78
Figura 37 80
Figura 39 82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01 50
Tabla 02 51
Tabla 03 52
Tabla 04 53
Tabla 05 55
Tabla 06 56
Tabla 07 56
Tabla 08 58
Tabla 09 59
Tabla 10 60
Tabla 11 61
Tabla 12 62
Tabla 13 63
Tabla 14 64
Tabla 15 65
Tabla 16 66
Tabla 17 67
Tabla 18 68
Tabla 19 81
Tabla 20 85
Tabla 21 87
Tabla 22 87
Tabla 23 88
Tabla 24 89

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolla en la Institución Educativa San Francisco de Paredones situada en el distrito de San José, en donde se ha realizado el estudio de la máxima demanda teniendo como referencia el Código Nacional de Electricidad.

Actualmente la institución educativa no cuenta con suministro de energía eléctrica, siendo la principal causa para que se desarrolle este centro de estudio. La institución educativa se viene desarrollando hace 5 años, siendo abastecida pocas veces por un generador estacionario en sus inicios, lo cual por ser de costos elevados en generación se dejó de utilizar.

Al hacer un estudio de viento en el lugar se determinó que la zona tiene un potencial eólico, siendo esto corroborado por el Mapa eólico del Perú.

Para lo cual se propuso la instalación de un aerogenerador de eje vertical tipo savonius de un 5 kW de potencia, para cubrir la demanda energética de la institución educativa y de misma forma apoyar al desarrollo de la institución y de los niños como profesionales los cuales son el futuro del País.

En el presente trabajo de investigación se realizó un análisis económico (eólico – eléctrica) para determinar el costo normalizado (S/.kW h) de cada sistema lo que ayudara a determinar el sistema más beneficioso.

Palabras claves: Energía, generación, demanda, análisis

ABSTRACT

This research work is carried out in the Educational Institution San Francisco de Paredones located in the district of San José, where the study of maximum demand has been carried out with reference to the National Electricity Code.

Currently the educational institution has no electricity supply, being the main cause for the development of this study center. The educational institution has been developing for 5 years, being seldom supplied by a stationary generator in its beginnings, which because of high costs in generation was discontinued.

When doing a study of wind in the place was determined that the zone has a wind potential, being this corroborated by the Wind map of Peru.

For this purpose, it was proposed the installation of a wind turbine of vertical axis type savonius of a 5 kW of power, to cover the energy demand of the educational institution and in the same way to support the development of the institution and the children as professionals which are the future of the country.

In this research, an economic (wind - electric) analysis was carried out to determine the standard cost (S/ kW h) of each system, which will help determine the most beneficial system.

Keywords: Energy, generation, demand, analysis

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 Realidad problemática Mundial

A partir del aumento de la población a categoría mundial cada vez se requiere de mayor demanda energética, siendo esta abastecida por diferentes tipos de centrales eléctricas entre la cuales tenemos centrales hidráulicas, nuclear, solar, eólica, térmicas, entre otras (soriano, 2011, p. 13).

Siendo esta última la que emite gran cantidad de gases contaminantes al medio ambiente, pues utilizan el quemado de hidrocarburos fósiles, gases naturales, carbón, entre otros.

El terremoto que tuvo Japón el 11 de marzo del 2011 desencadeno fallas en la central nuclear de Hiroshima, provocando la emisión de gases tóxicos al medio ambiente y la eliminación del agua contaminada al mar, la cual se utilizaba para enfriar los reactores contaminándose con residuos de tritio, siendo esta sustancia altamente peligrosa para la salud humana y las seres vivientes en el océano (Azorín, 2011, pp. 6).

Para lo cual la energía eólica una energía renovable o limpia como se le llama, no produce desechos que contaminen el medio ambiente donde vivimos, lo cual es un factor muy importante para evitar las enfermedades que afectan la salud de la humanidad.

1.1.2 Realidad problemática a nivel Nacional

“El Ministerio de Energía y Minas data que hay un promedio de seis millones de personas en el país que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, siendo esto un factor muy importante para el desarrollo del País” (Jordán, 2009, p 11).

“La falta de energía eléctrica es la fundamental razón que restringe a localidades de poder tener una buena calidad de vida, pudiendo esto afectar en la salud de los pobladores” (Jordán, 2009, p 11).

> El Perú cuenta con una variada topografía, clima y alto potencial de energía renovable, siendo entre estas eólica, solar e hidráulica. Con el paso del tiempo el precio del petróleo ha ido en aumento y las consecuencias de la quema de hidrocarburos han tenido el calentamiento global, para lo cual el gobierno del Perú y el Ministerio de Energía y Minas está promoviendo la diversificación de la matriz energética en el País. (Atlas eólico del Perú, 2008, p.4)

> En el País una de las zonas de mayor potencial eólico se encuentra al norte principalmente en la zona costera del departamento de Piura. Además también resaltan hacia el sur del país los departamentos de Lambayeque, la Libertad, Ancash, Lima y Arequipa, pero el departamento con mayor potencial eólico es Ica, pues su zona costera está superando los 8m/s velocidad de viento medio anual. (Mapa eólico del Perú, 2008, p.15)

1.1.3 Realidad problemática a nivel local

La mayor deficiencia que cuenta la Institución Educativa San Francisco de Paredones ubicada en el distrito de San José, teniendo como punto de referencia las siguientes coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942, perteneciente al departamento de Lambayeque, es la falta de energía eléctrica, siendo esto la causa de muchas restricciones en la educación de los niños.

Desde sus inicios esta institución no cuenta con este servicio, siendo de suma importancia para desarrollo de sus actividades, por lo tanto los niños tienden a tener gran desventaja en la edad escolar, que perjudicaría su desenvolvimiento en el futuro.

La institución educativa cuenta con 20 alumnos los cuales están repartidos entre primaria e inicial, no siendo la totalidad de niños que

alberga este caserío pues hay un promedio de 15 niños que tienen la posibilidad de salir a la cuidad de Lambayeque a estudiar.

Figura 01

Elaboración propia, 2016

C.E San francisco de Paredones

1.2 Trabajos previos

Internacionales

Maldonado y De Jerónimo (2008, pp. 95). En la tesis denominada "Ubicación de un parque de energía eólica en la costa ecuatoriana", Universidad San Francisco de Quito, Ecuador determina que entre los elementos que contribuyen en la problemática de la demanda de energía eléctrica, resaltan el crecimiento poblacional, la cantidad de industrias y el gasto innecesario de energía eléctrica.

El descuido y la falta de interés del gobierno respecto a la generación de energía eléctrica determinaron la problemática en el sector de energía.

Su objetivo principal es impulsar un estudio de generación de energía eólica en el Ecuador, señalando sus principales ventajas económicas, sociales y ambientales.
Concluyendo que la alternativa más considerable es un parque eólico para solucionar los problemas de insuficiencia de energía eléctrica en las sociedades ecuatorianas que están alejadas de las redes de distribución ya existentes.

Galindo (2013, p.28). En la tesis de nombre “Pre factibilidad de los parques eólicos marítimos”, Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica Zacatenco, México. Determina la problemática de México en el sector energético, pues debe utilizar las energías renovables para cubrir sus carencias y cooperar en la minoración de gases contaminantes y así disminuir los efectos negativos del efecto invernadero.

El objetivo de esta tesis es realizar un estudio de pre factibilidad para la exploración e instalación de un parque eólico marítimo en las costas mexicanas.

Llegando a la conclusión de que el futuro de la energía eólica marina no es rentable por sí misma, por lo que necesita del apoyo de las administraciones públicas para su desarrollo. De hecho, no son los países con más recursos los que mayor potencia instalada tienen, sino aquellos con mejores apoyos a las energías renovables.

Pirique (2013, p.129). En la tesis de nombre “Estudio de factibilidad de realización de un proyecto de energía eólica, a realizarse en el instituto tecnológico universitario Guatemala-sur, itugs de pelín, escuintla”.

El objetivo de esta tesis es determinar la factibilidad para la implementación de aerogeneradores, siendo su destino satisfacer parte de la demanda eléctrica del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-sur (ITUGS), así disminuir la entrega de energía de la concesionaria reduciendo los gastos por consumo de energía y analizar desde las perspectivas del

mercado, ingeniería, impacto ambiental, administrativo legal y financiero-económico.

Llegando a la conclusión: los datos obtenidos sobre el sitio son determinantes para indicar que es factible la implementación de un sistema de energía eólica, ya que es posible la generación de 100 kilovatios hora durante cada mes.

Nacionales

Jordán (2009, p.11). En la tesis de nombre “Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de san Juan de Marcona”. Pontificia universidad católica del Perú indica que el problema reside en la falta de energía eléctrica en el asentamiento humano Ruta del Sol, donde los pobladores se dedican a la pesca y el comercio teniendo pocas posibilidades de progresar por la deficiencia de energía eléctrica.

En esta tesis se realizó una estimación técnico-económica comparando la generación eléctrica mediante las alternativas de Aero generación, grupo electrógeno y un sistema híbrido (diésel-eólico) que se encargue de suministrar energía eléctrica al asentamiento humano Ruta del Sol conformado por 300 familias.

En el análisis realizado se comparó alternativas de solución para el problema, siendo en este caso la falta de energía eléctrica.

Se consideró el aprovechamiento del viento, un recurso que es cuantioso en la zona, teniendo la ventaja por ser un recurso renovable y ser más económico en comparación con el suministro de energía con grupos electrógenos.

Locales

Cornejo (2010, p. 4). En su tesis titulada “Evaluación técnica y económica para la generación de energía eléctrica hibrido eólica – solar para la comunidad de San Luis en el distrito de Pimentel, región Lambayeque”

Universidad Cesar Vallejos. Determina que la problemática en la comunidad de San Luis es la falta de energía eléctrica lo cual los limita en el desarrollo de la población. Siendo sus únicas actividades a realizar la ganadería y agricultura.

El objetivo de este estudio es dar solución a la falta de energía eléctrica en la comunidad de San Luis – distrito de Pimentel. Y a la vez dar a conocer a los centros poblados más lejanos y de bajos recursos económicos de nuestro país a utilizar este sistema hibrido eólico - solar como fuente de generación eléctrica.

Este proyecto de investigación concluye que la velocidad promedio del viento es 4,59 m/s y una radiación solar de 4826 W h/día, lo cual es factible para desarrollar la propuesta.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Energía eólica

"La energía eólica se consigue mediante la energía cinética de los vientos. El vocablo eólico proviene del latín Aeolicus, perteneciente mj a Eolo, dios de los vientos" (Poggy, Martínez, Pineda, Caffarel, 2009, p.46).

> El desplazamiento de las corrientes de aire de alta presión atmosférica hacia áreas contiguas de baja presión a velocidades proporcionales, siendo esto lo que es conocido como gradiente de presión, está vinculado con la energía del viento. Siendo utilizada desde la antigüedad para desplazar barcos que eran impulsados por velas o hacer trabajar molinos que se utilizaban para bombear agua. En la actualidad la energía eólica es una de las energías renovables que mayor progreso ha tenido convirtiéndose en un pilar fundamental para el suministro de energía renovable. (Poggy et al, 2009, p.46)

1.3.2 Generalidades sobre el viento

"Para determinar el funcionamiento de una turbina eólica y aprovechar al máximo la energía del viento es necesario conocer el comportamiento y disposición del viento". (Guerra, 2010, p.49).

> Conocer la velocidad del aire en la zona donde se propone implementar un aerogenerador nos brinda una asesoría imprescindible para determinar su instalación, además ayuda a determinar la cantidad de energía que se puede generar. El diseño del aerogenerador está en función de las condiciones extremas y medias de este mismo. (Guerra, 2010, p.49)

> Los vientos son causados por flujos aéreos que se originan en la atmosfera en grandes cantidades, siendo estos movimientos de aire debido al diferente calentamiento de la de la atmosfera terrestre por el sol afectando a todo el planeta. La temperatura del viento en las regiones ecuatoriales es mayores que en cualquier otra amplitud por lo que se vuelve más rápido y menos compacto. La corriente cálida sube y fluye hacia los polos donde el aire cerca de la superficie es más frío. Este movimiento cesa a unos 30º N y 30º S, aquí es donde el aire empieza a enfriarse y a concentrarse. (Guerra, 2010, p.49)

1.3.3 Viento

"El principal causante de las corrientes es el aumento de temperatura diferente a la temperatura de la superficie terrestre por acción de la radiación solar". (Moragues y Raspallini, 2003, p.2)

"Se define como el movimiento horizontal o para horizontal de la masa gaseosa que es el aire, es causado por las diferencias de temperatura existentes que producen un calentamiento desigual de las diversas zonas de la tierra y de la atmosfera". (Vega y Ramírez, 2014, p. 412)

> La mayor absorción de la radiación solar se realiza en las regiones ecuatoriales. La corriente calidad asciende y sustituida por corrientes de aire frio que provienen de los polos.

> Si la tierra no rotara en su eje esta circulación seria vista, la cual se ve afectada por la rotación de la tierra originando zonas de vientos dominantes que responden a patrones definidos.(Moragues y Raspallini, 2003, p.2)

1.3.4 Fuerzas actuantes sobre el viento

E desplazamiento del viento en la contigüidad de la corteza terrestre está controlado, especialmente por tres fuerzas: la fuerza del gradiente de presión, la fuerza de coriolis y la fuerza de rozamiento. (Vega y Ramírez, 2014, p. 416)

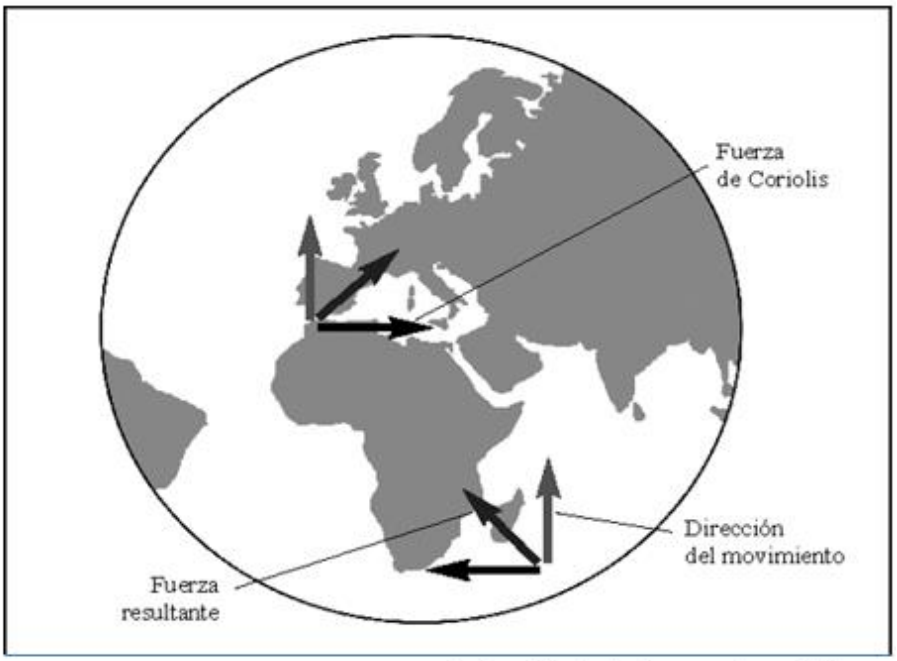
Fuerza del gradiente de presión: Es producida por los diferentes cambios de presión, siendo estas contribuyentes a la formación del viento.

Cuando el flujo de aire es impuesto a una presión alta por un costado se forma una fuerza que va desde la presión más alta hacia la más en forma vertical al isógrama de presión atravesándola en un ángulo de 90°.

Estas diferencias de alta y bajas presiones producen el viento, mientras la diferencia es mayor entre dos sitios, el flujo de aire es mayor en el lugar.

Fuerza de coriolis: si bien la fuerza del gradiente de presión está dirigida desde las altas hacia las bajas presiones, vertical al isógrama de presión en ángulo de 90° sino crea una desviación del flujo de aire causado por la rotación de la tierra. A esta desviación se le llama fuerza o efecto de coriolis.

Figura 02

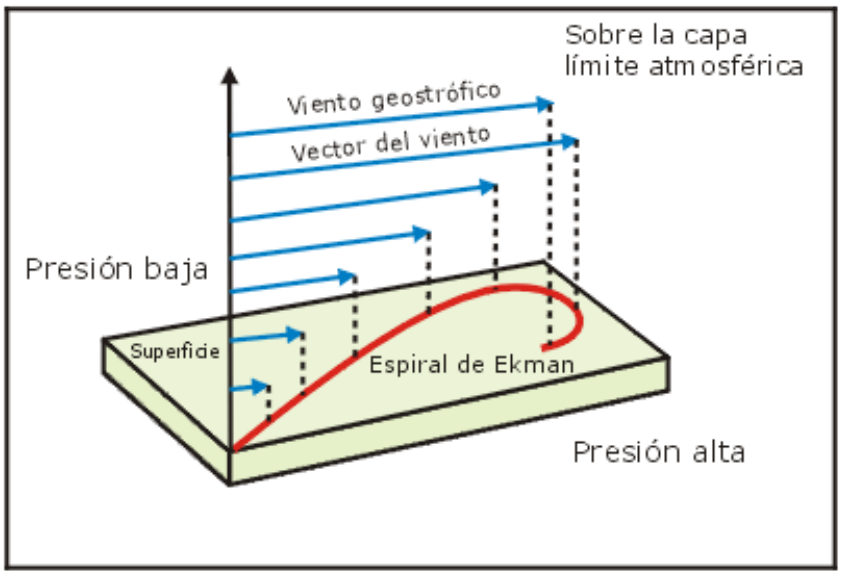


Talayero et al.

Actuación de la fuerza de coriolis

Fuerza de rozamiento: Es la fuerza debida al rozamiento del aire con la superficie terrestre que ejerce un importante efecto sobre su movimiento. Se encuentra en las proximidades de las superficies, por debajo de unos 500 m en los terrenos llanos. El rozamiento hace que disminuya la velocidad del viento por debajo del valor geos trófico.

Figura 03



Recuperado de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_meteoro/lecc3/lecc3_1.html

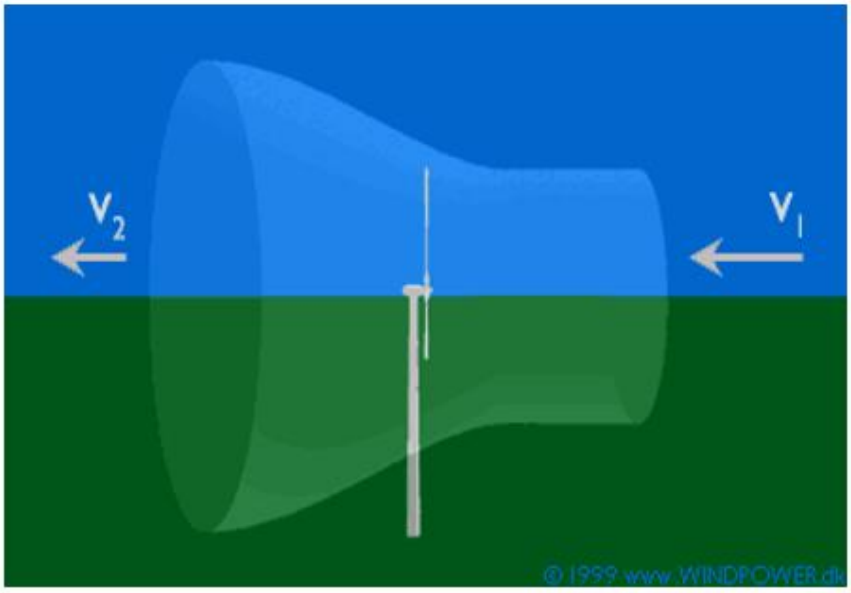
Demostración fuerzas de rozamiento

1.3.5 Ley de Betz

"Al querer sustraer la energía del viento mediante un aerogenerador la velocidad del viento disminuye debido que al hacer girar las palas del rotor de la turbina la energía cinética del viento la transforma en energía rotacional" (Atlas eólico del Perú, 2008, p.12).

> La cantidad de energía de aire que atraviesa el área de barrido del rotor debe ser igual a la que sale, con la diferencia que el aire ocupara mayor área transversal en la parte posterior del rotor. Entonces al querer extraer la totalidad de energía del viento, este saldría con una velocidad cero lo que no permite que abandone la turbina, impidiendo el ingreso del aire hacia el rotor del aerogenerador y la extracción de energía del viento seria nula. (Atlas eólico del Perú, 2008, p.12)

Figura 04



Windpower.org, 2003

Demostración de Ley de Betz

Ley de Betz:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2}\left(1-\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right)\left(1+\frac{v_2}{v_1}\right)$$

Donde:

P0, es la potencia incidente sobre el rotor

P, es la potencia extraída del rotor

V1, velocidad del viento sin perturbar antes de la turbina

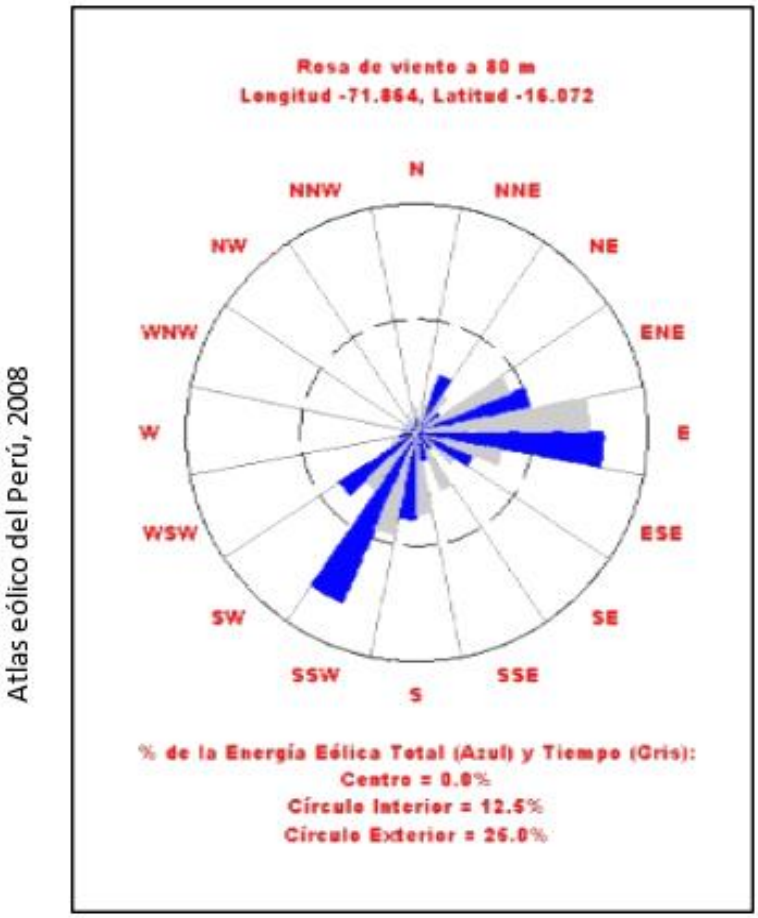
V2, velocidad del viento después de pasar por el rotor

1.3.6 Rosa de viento

"Es muy importante conocer las direcciones del viento y como se distribuye en una ubicación concreta. Siendo esto un factor muy importante en los estudios de ubicación de un parque eólico pues condiciona su diseño" (Atlas eólico del Perú, 2008, p.12).

> En Meteorología, se simboliza la partición del viento con un esquema polar designado rosa de viento. En él, se fracciona el círculo en un número de secciones múltiplo de cuatro, pues cuatro son los puntos cardinales, y se denota en porcentaje el tiempo en que el viento sopla a cada uno de las secciones. Se debe tener en cuenta que la dirección del viento es de donde viene mas no a donde va (Atlas eólico del Perú, 2008, p.12).

Figura 05



Atlas eólico del Perú, 2008

Rosa de viento

La energía que contiene el viento

"Se estima que el 2% de la energía que emitida por el sol se convierte en energía cinética de los vientos atmosféricos. Teniendo una pérdida del 35% de esta energía que desaparece en la capa atmosférica a un kilómetro de la superficie" (Álvarez, 2006, p. 26).

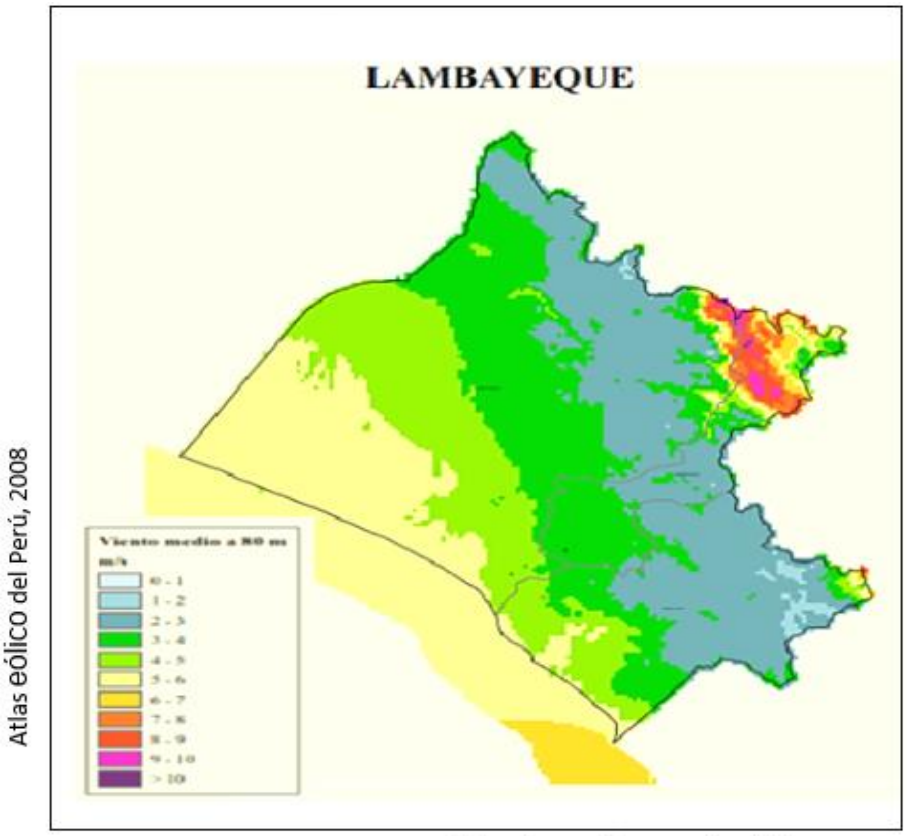
"De lo restante se aproxima que la 1/13 parte solo puede ser empleada debido a su aleatoriedad y dispersión, la cual es capaz de aprovisionar 10 veces la energía consumida el año 2002(10.000 MTEP), naciendo su interés en esta" (Álvarez, 2006, p. 26).

1.3.7 Descripción del recurso eólico del Perú

"El estudio de los recursos eólicos con resolución de 1 km sobre la nación peruana ha facilitado reconocer las áreas donde se puede aprovechar la energía eólica" (Atlas eólico del Perú, 2008. P. 15).

> En el País una de las zonas de mayor potencial eólico se encuentra al norte principalmente en la zona costera del departamento de Piura. Además también resaltan hacia el sur del país los departamentos de Lambayeque, la Libertad, Ancash, Lima y Arequipa, pero el departamento con mayor potencial eólico en su zona costera es Ica superando los 8m/s velocidad de viento medio anual. (Atlas eólico del Perú, 2008. P. 15)

Figura 06



Viento medio anual a 80m

Interpretación:

La figura 6 representa el mapa eólico del departamento de Lambayeque donde se puede apreciar que la velocidad del viento a orillas costeras es de 5 - 6 m/s.

Figura 07

Departamento	Potencia Total (MW)	Potencia Aprovechable (MW)
Amazonas	1380	6
Ancash	8526	138
Apurimac	0	0
Arequipa	1992	1158
Ayacucho	114	0
Cajamarca	18360	3450
Callao	0	0
Cuzco	0	0
Huancavelica	0	0
Huánuco	54	0
Ica	18360	9144
Junin	48	0
La Libertad	4596	282
Lambayeque	2880	564
Lima	1434	156
Loreto	0	0
Madre de Dios	0	0
Moquegua	144	0
Pasco	0	0
Piura	17628	7554
Puno	162	0
San Martin	504	0
Tacna	942	0
Tumbes	0	0
Ucayali	0	0
TOTAL PERÚ	**77394**	**22452**

Atlas eólico del Perú, 2008

Potencial eólico del Perú

Interpretación:

En la figura 7 podemos apreciar los departamentos del Perú con potencia total y por otro lado la potencia aprovechable esto es debido a su geografía ubicando al departamento de Ica como el departamento con máxima potencia aprovechable .

i

1.3.8 Aerogenerador

“Es máquina que transforma la energía cinética del flujo del viento en energía eléctrica, también llamadas turbinas de viento que accionan un generador eléctrico”. (Vega y Ramírez, 2014, p. 416)

Partes de un aerogenerador

Las partes de generador están detalladas según (Raquel, 2004, p. 89)

La góndola

Incluye todos las partes más importantes del aerogenerador incorporando al multiplicador y al generador eléctrico. Para servicios de mantenimiento se llega por medio de la torre de la turbina.

El rotor y las palas del rotor:

Usualmente formado por tres palas por la suavidad de giro que se obtiene. Ubicándose mayormente en barlovento de la torre pues esta posición ofrece ventajas para reducir la fatiga y el efecto sombra de la torre evitando de cierto modo el ruido.

En la actualidad los materiales tales como la madera, aluminio, acero han sido desplazados para la fabricación de la palas utilizando actualmente por la utilización de plásticos, fibra de vidrio-epoxi y fibra de vidrio – epoxi, siendo estas más resistentes hacia la fatiga.

La función principal de estas es capturar la energía del viento y transmitirla hacia el buje, tienden a tener diferentes características de diseño según sea el área de trabajo.

El buje:

Las maquinas tripala representan el 90% de los aerogeneradores instalados a nivel mundial. En los cuales los bujes son fijos teniendo como función principal transmitir la energía captada hacia el multiplicador de velocidad.

El multiplicador

Su principal función en elevar las velocidades realizándolo a través de engranajes conectando el eje de baja velocidad con el eje de alta velocidad.

El eje de alta velocidad

La velocidad de giro es elevada permitiendo que funcione el generador eléctrico, cuentan con sistemas de protección como los frenos aerodinámicos y el freno de disco mecánico siendo este

último utilizado en casos de emergencia o en caso de mantenimiento.

Generador eléctrico

La energía mecánica transmitida por el rotor es transformada en energía eléctrica. Suele ser un generador asíncrono o de inducción el encargado de dicha función. En la actualidad la potencia de los aerogeneradores va desde los 6 MW – 12MW.

Sistema de regulación de potencia

Es un sistema de protección que viene instalado en el aerogenerador para evitar daños, siendo estos diseñados para desempeñarse al máximo con velocidades de viento alrededor de los 15m/s lo cual según la geografía del zona donde se instale son superados.

El controlador electrónico

Es el encargado de controla las condiciones del aerogenerador y verifica el mecanismo de orientación. Está programado de tal forma si pasa un incidente en el funcionamiento del aerogenerador paraliza automáticamente la marcha y llama al operario encargado de la turbina por medio de un enlace telefónico.

La unidad de refrigeración

La fricción de las partes móviles en el trabajo de los generadores necesita refrigeración durante su funcionamiento. La mayor parte de las turbinas, el enfriamiento lo realiza mediante encapsulamiento del generador, usando un ventilador de gran tamaño para el enfriamiento por aire. Adicional a este tiene un sistema de enfriamiento por aceite, para el enfriamiento del aceite del multiplicador.

El mecanismo de orientación

El mecanismo de orientación de un aerogenerador es utilizado para girar el rotor de la turbina frente al viento. La mayoría de los aerogeneradores de eje horizontal utilizan la orientación artificial, ósea utilizan accesorios que direccionan la turbina frente al viento.

El mecanismo de orientación es dirigido por un controlador automático el cual recibe información de la veleta varias veces por segundo cuando está trabajando la turbina.

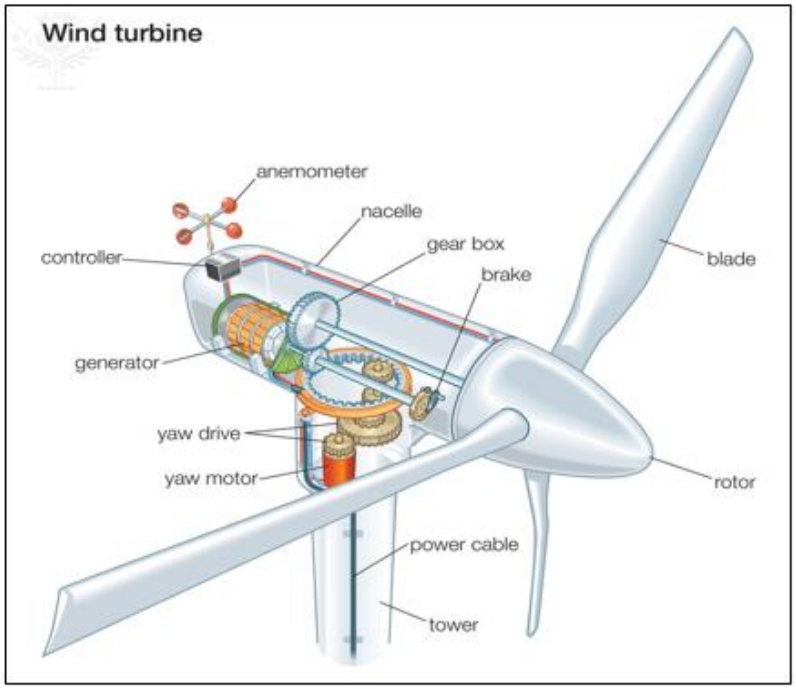
El anemómetro y la veleta

Trabajan en conjunto puesto que tienen la función de conectar y desconectar el aerogenerador según sea el caso, para desconectar el aerogenerador la velocidad del viento debe superar los 25 m/s y para volver a conectarse debe haber una velocidad de viento de 5 m/s. Protegiendo así la turbina y lugares cercanos.

La torre

El hecho de que la altura es directamente proporcional a la velocidad de del viento se utilizan torres con gran altura para los proyectos de parques eólicos. Esto hace que este asociado a mayor altura mayor resistencia estructural, aumentando también el costo de la torre. En ella se acumulan la mayor cantidad de esfuerzos pues soporta a todos los elementos del aerogenerador incluyendo la fuerza con que choca el viento en ella. Entre los tipos tenemos de celosía y tubulares siendo estas más seguras para el personal de mantenimiento y la que menos impacto visual tiene.

Figura 08



Partes de un aerogenerador

Dimensión de los aerogeneradores

"La energía producida aumenta si el área de barrido del rotor es mayor. El área del disco cubierto por el rotor y las diferentes velocidades del viento determina cuánta energía se puede generar en un año" (Raquel, 2005, p.42).

1.3.9 Edificación de los Aerogeneradores

"Los aerogeneradores se pueden organizar por el empleo para la que han sido construidos y por la ubicación del eje que sostiene las palas con relación al sentido del viento" (Raquel, 2005, p.42).

1.3.10 Aerogeneradores de Eje Vertical.

"Este aerogenerador tiene la peculiar característica que el rotor gira en el mismo lado del viento, teniendo como gran ventaja el no necesitar elementos de orientación con respecto al viento" (Guerra, 2010, p. 77).

“Son máquinas más sencillas y económicas para la generación de energía, pueden ser usado en zonas donde la velocidad del viento es baja” (Guerra, 2010, p. 77).

Una fórmula para obtener la máxima potencia de un aerogenerador savonius, obtenida del libro de Pedro Fernández “Energía eólica” 2011 es la siguiente:

$$N(\text{útil}) = \frac{1}{2}\rho A v^{3}\, n\, K \quad \ldots\ldots (5)$$

Siendo:

N (útil)= Potencia máxima

ρ : Densidad del aire 1,25 kg/m3

A: Área de barrido del rotor

v : Velocidad del aire incidente en el rotor

n : Eficiencia aerodinámica del rotor

K : Coeficiente de conversión de energía del viento

Las ventajas que presenta a pequeña escala son:

- ✓ Su estructura liviana hace que puedan ser instalados en edificios o mástiles.
- ✓ Se pueden instalar en zonas urbanas debido a que el ruido generado es mínimo.
- ✓ Resulta ser más eficaz, por ser de generación distribuida resulta tener menos perdida por distribución.

Antecedentes

- Se considera que el primer antecedente de los aerogeneradores fueron los molinos de viento, alrededor de los años 1800 teniendo de utilidad bombear agua y luego la molienda de granos. (Chávez, 2010, p. 22)

- En 1880 Charles F. Brush en EUA genera energía eléctrica con una turbina eólica de 12 kW en corriente continua. (Chávez, 2010, p. 22)

- Siendo la crisis de las petroleras lo que motivo la generación eólica a gran escala. (Chávez, 2010, p. 22)

- El primer aerogenerador de eje vertical estaba compuesto por palas rectas unidas mediante un eje horizontal. (Chávez, 2010, p. 22)

- En 1922 el finlandés Sigurd J. Savonius diseñó un nuevo prototipo de aerogenerador de eje vertical considerándose uno de los más simples para su construcción del tipo arrastre. (Chávez, 2010, p. 22)

- En 1927 el francés D.G.M. Darrieus invento un nuevo modelo de aerogenerador d eje vertical, el cual consta de palas curvas unidas ambos lados del rotor. (Chávez, 2010, p. 22)

Rotores Darrieus

“Este nombre se debe al ingeniero francés Georges Darrieus, patentando el diseño en 1931. La forma de sus palas en forma de C caracteriza a la máquina Darrieus. Usualmente de se fabrican de dos o tres palas” (Raquel, 2005, p.42).

Figura 09

Raquel, 2005

Maquina Darrieus

Interpretación:

En esta figura podemos ver la maquina darrieus fue utilizada en los años 80 comercializada por la compañía estadunidense FloWind.

Rotores Savonius

Fue desarrollada en Finlandia por S.J. Savonius, la cual lleva su nombre, rotor tipo Savonius. Es caracterizada por tener dos o tres palas que resultan de haber cortado un cilindro en mitades por una generatriz y desplazadas lateralmente. Tienen la ventaja de ofrecer par de arranque" (Raquel, 2005, p. 44)

1.3.11 Aerogeneradores de Eje Horizontal

"En la actualidad son los más usados y en los cuales se han centrado a desarrollar y realizar mejoras en el diseño siendo así que se han construido aerogeneradores de potencias muy altas y eficientes" (Raquel, 2005, p. 45).

Se identifican en la forma como hacen girar sus palas en dirección vertical al sentido de la velocidad del viento, convirtiéndolo en energía rotacional que es transmitida hacia el generador (Raquel, 2005, p. 45).

"La velocidad de giro de las turbinas de eje horizontal se determina según la relación inversa al número de sus palas, o de modo más preciso, al parámetro denominado solidez que indica el vínculo entre el espacio ocupada por las palas y la espacio barrido por ellas" (Raquel, 2005, p. 45).

Rotores Multipala. (Aero turbinas lentas)

Se caracterizan por contar con un numero de palas elevado que va desde 5 a 24, dándole una solides muy alta lo cual hace que la velocidad de giro se reduzca, es por eso que esta turbina es usada para el bombeo de agua" (Raquel, 2005, p. 45).

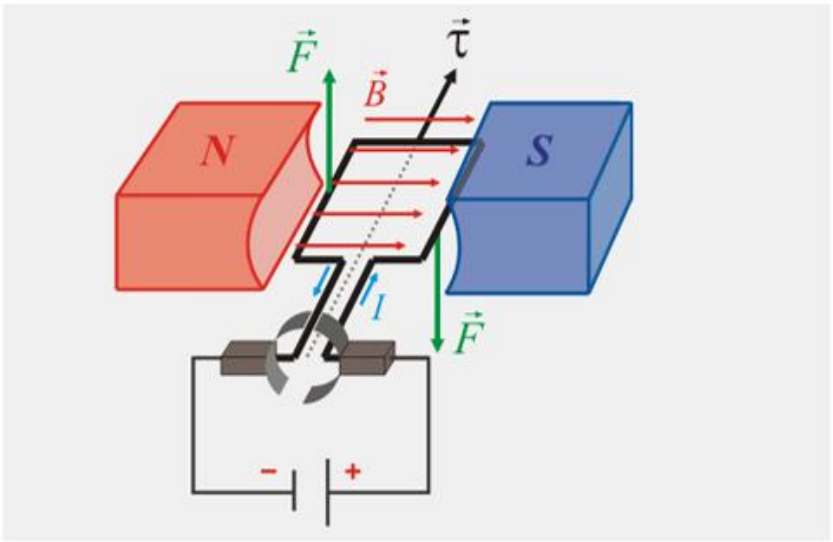
1.3.12 Generador eléctrico

"Es la maquina encargada de transformar la energía mecánica en energía eléctrica pudiendo ser de dos tipos asíncrono o síncrono. Ambos se desempeñan a velocidades y frecuencias constantes pudiendo ser 50 o 60hz" (Ramírez, 2015, p.86).

"En los aerogeneradores se puede utilizar generadores de imanes permanentes los cuales trabajan a velocidades bajas que en promedio están de 200 - 300 rpm, estos no necesitan caja de velocidades aprovechando directamente la energía del viento a menor costo" (Ramírez, 2015, p.86).

“La mayor parte de los aerogeneradores utilizan generadores asíncronos de rotor tipo bobinado pues este brinda mayor confiabilidad a los fabricantes en lo que respecta a sobrecargas” (Ramírez, 2015, p.86).

Figura 10



Recuperado de http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/generador.html

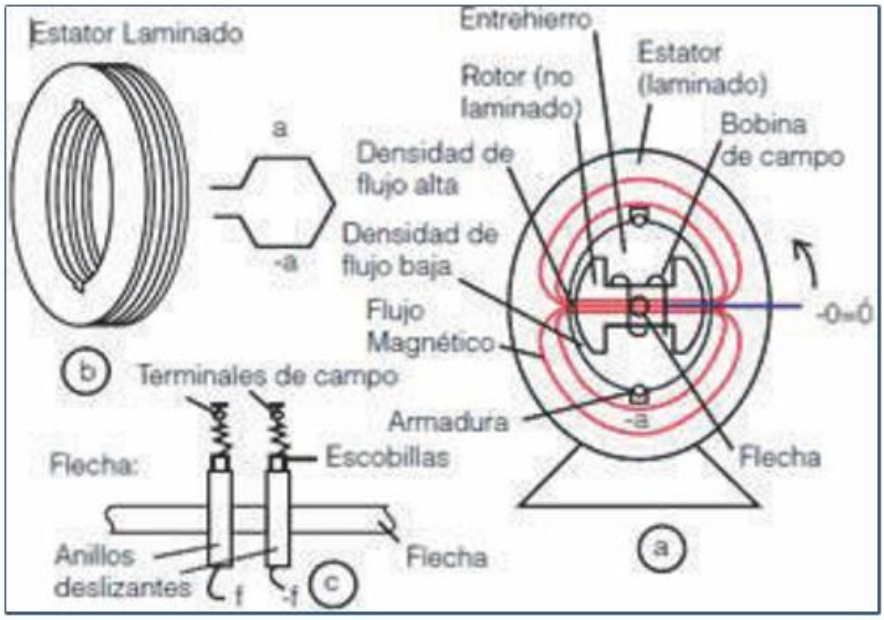
Estructura de Motor eléctrico

Generador síncrono

“Es un mecanismo eléctrico giratorio que transforma la energía mecánica que viene de los alabes de una turbina en energía eléctrica. Está constituido por dos partes principales una móvil que es el rotor y una fija llamada estator” (cueva, 2015, p.18).

“El rotor es excitado por una corriente continua externa generando un campo magnético a su alrededor el cual al girar induce un voltaje en el estator” (cueva, 2015, p.19).

Figura 11



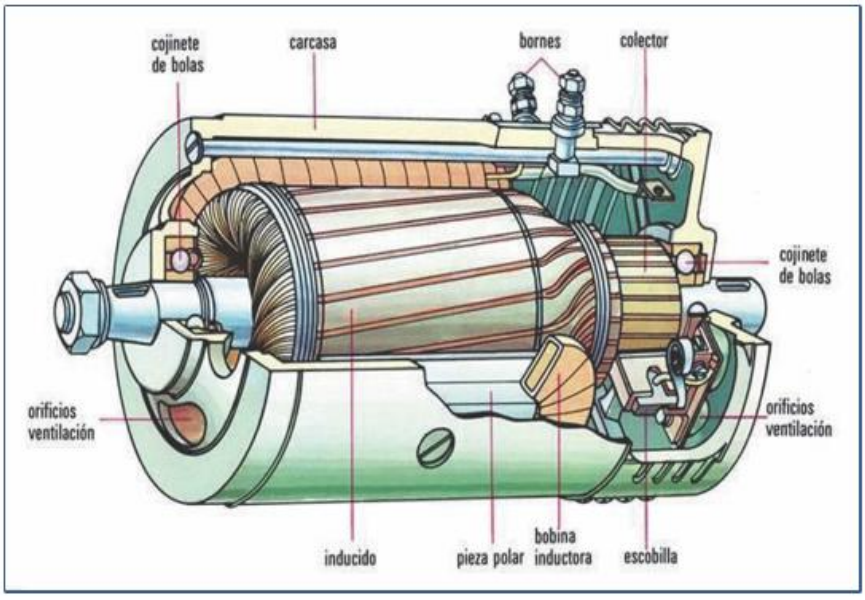
Recuperado: http://www.alipso.com/monografias4/Paralelo_de_generadores/

Esquema en partes de un generador síncrono

Generador asíncrono

“Son utilizados como generadores trifásicos, su fuente de energía de excitación es corriente alterna, hay una similitud entre el estator de un generador síncrono y el generador asíncrono. El rotor puede ser de dos tipos jaula de ardilla o de bobinado siendo el primero el más usado actualmente” (cueva, 2015, p.18).

Figura 12



Recuperado: http://www.irvinsystems.com/?p=3201

Esquema de partes de un generador asíncrono

1.3.13 Energía eléctrica

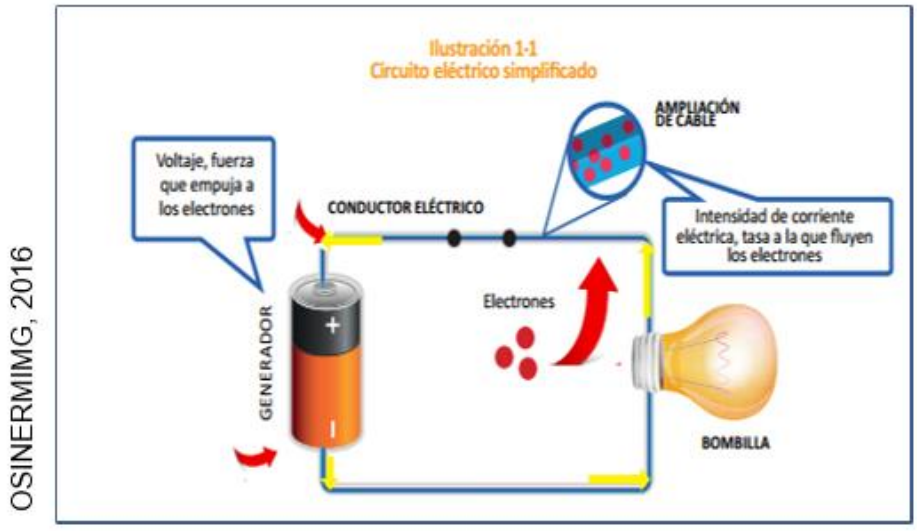
“Se puede definir como el flujo de electrones que se desplazan por un conductor en un determinado tiempo” (Osinerming, 2016, p.28).

“La energía eléctrica identifica la totalidad de energía consumida, generada o traslada durante un periodo determinado, su unidad de medida es watt-hora (W h)” (Osinerming, 2016, p.28).

“La fuerza con la que es impulsado este movimiento es denominada diferencial de potencial o voltaje, siendo su unidad de medida el voltio (V)” (Osinerming, 2016, p.28).

“La cantidad de electrones que fluyen en un conductor se le denomina intensidad de corriente, su unidad el amperio (A), así también la potencia se determina como la cantidad de energía que se ha consumido , generado o trasladado en una unidad de tiempo, su unidad el Vatio (W)” (Osinerming, 2016, p.28).

Figura 13



Demostración circuito eléctrico

Interpretación:

En esta grafico se demuestra cómo está conformado un circuito eléctrico, identificando las magnitudes eléctricas que intervienen en el.

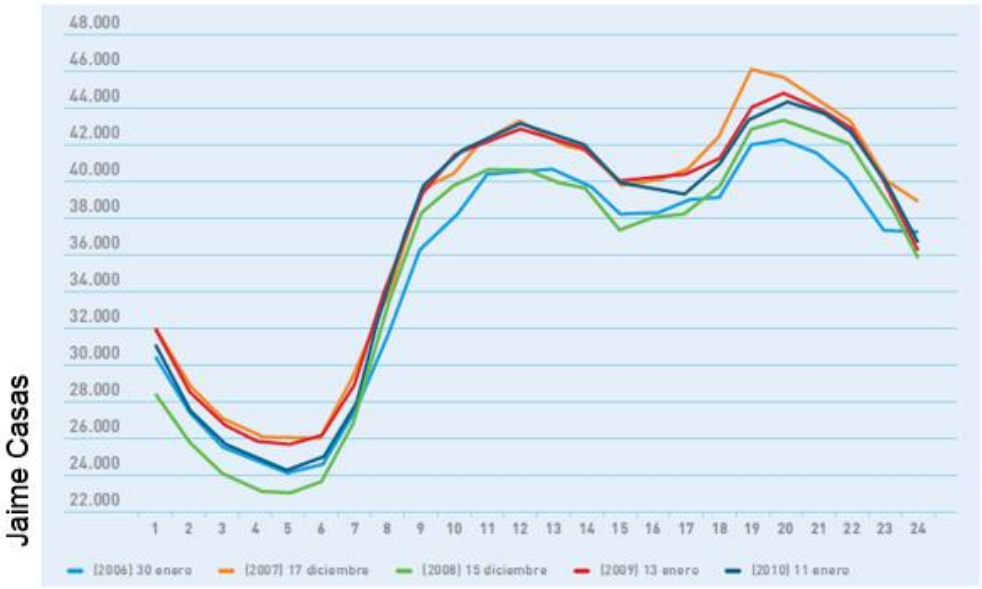
1.3.14 Máxima demanda

"Se denomina así a la corriente máxima que se entrega a un circuito en un tiempo determinado. Se puede representar par un tiempo dado como la máxima simultaneidad de cargas eléctricas trabajando al mismo tiempo" (Cajas, 2015, p. 13).

1.3.15 Factor de demanda

"El factor de demanda en un lapso de tiempo t, de una carga es el cociente entre la máxima demanda y la carga total instalada, por lo general siempre es menor que 1" (Ramírez, 2004, p.26).

Figura 14



Ejemplo de máxima demanda en periodo (2006-2010)

Se puede expresar de la siguiente manera:

$$Fd = \frac{Carga\ maxima}{Carga\ instalada} =\leq \frac{DM}{CI} =\leq 1$$

1.3.16 Carga promedio

Se denota como el vínculo entre el consumo de energía eléctrica del usuario en un tiempo determinado, y el tiempo mismo (Ramírez, 2004, p.26).

Se denota así:

$$Dp = \frac{Energia\ consumida\ en\ el\ tiempo\ T\ en\ Kwh}{T\ en\ horas}$$

1.3.17 Factor de potencia

"Es la correlación entre la potencia activa y la potencia aparente. Siendo lo más importante del factor de potencia influir en el porcentaje de pérdidas y la regulación de voltaje, reflejándose en la calidad y economía del servicio" (Ramírez, 2004, p.27).

Se determina dela siguiente manera:

$$Cos\emptyset = \frac{Potencia\ Activa}{Potencia\ Aparente}$$

1.3.18 Factor de diversidad

"Al calcular un conductor para el suministro de energía de un usuario deberá tenerse siempre en cuenta la máxima demanda, ya que esta implantaría a la red situaciones más exigentes de carga y caída de tensión" (Ramírez, 2004, p.29).

La diversidad de máximas demandas entre un grupo de cargas se determina por medio del factor de diversidad. A quien lo podemos definir como el cociente de la suma de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del grupo de usuarios.

Se puede expresar así:

$$Fdiv = \frac{\sum_{i=1}^{Dmi}}{MD\ (grupo)} = \frac{Dm1 + Dm2 + Dm3 \ldots . Dmn}{Dm\ (grupo)} \geq 1$$

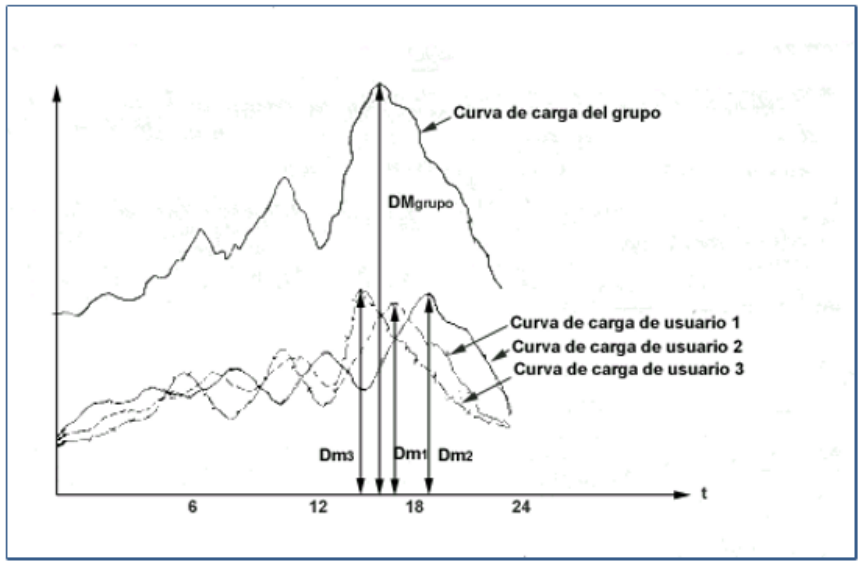
Donde:

$Fdiv$: Factor de diversidad

$\sum_{i=1}^{Dmi}$: Sumatoria demandas máximas individuales

MD : Máxima demanda del grupo

Figura 15



Curvas de carga de diferentes usuarios y la curva de carga equivalente del grupo

Samuel Ramírez

Interpretación:

En la figura 15 se puede ver como varía las demandas respecto a un periodo de tiempo siendo sumadas las máximas demandas pico resultando una grupal.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo elaborar la propuesta de un aerogenerador para el suministro de energía eléctrica en la I.E San Francisco de Paredones, San José, 2016?

1.5 Justificación del estudio

Justificación técnica

La finalidad de la propuesta del aerogenerador es suministrar energía eléctrica a la institución educativa san Francisco de Paredones, satisfaciendo la necesidad la demanda energética, según los estudios previos realizados.

La energía eólica es una de las energías renovable más abundante en el planeta, absolutamente inagotable. Esta energía se usa para mover grandes generadores eléctricos pudiendo ser de inducción doblemente energizada o un generador síncrono de imanes permanentes.

Justificación económica

La energía eólica siendo una de las energías limpias o renovables es la más factible a utilizar debido la zona a implementar, en la actualidad es la energía renovable no convencional (ERNC) que ofrece una mejor relación costo-beneficio. Lo que hace prever un incremento masivo en la inserción de sistemas de generación eléctrica basados en fuentes renovables a los sistemas eléctricos. Siendo el principal beneficio la generación de ingresos a la institución, debido a que contara con una educación de mayor nivel.

Justificación social

Este proyecto ayudara al desarrollo de la institución educativa, mejorara la calidad de enseñanza, ya que gracias a la energía eléctrica los alumnos podrán utilizar el internet como herramienta de información, también la institución podrá funcionar en los dos turnos ya que por la falta de energía solo trabaja el turno mañana.

Justificación ambiental

La generación de energía eólica no producirá residuos contaminantes Su mayor beneficio que nos ofrecen los aerogeneradores son el desplazamiento de centrales térmicas o de quemado de hidrocarburos, combustibles fósiles evitando así la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono que influyen en el efecto invernadero.

1.6 Hipótesis

Si se realiza la propuesta de un aerogenerador se logra suministrar energía eléctrica en la I.E San Francisco de Paredones.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de un aerogenerador para el suministro de energía eléctrica de la I.E San Francisco de Paredones.

1.7.2 Objetivos específicos

a. Determinar la máxima demanda y la energía diaria de la Institución educativa San Francisco de Paredones.

b. Realizar las mediciones de velocidad del viento y área del punto de estudio.

c. Establecer las características y seleccionar el aerogenerador para el suministro de electricidad en el distrito de san José.

d. Realizar el análisis técnico – económico de la propuesta.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

Esta investigación es del siguiente tipo:

NO experimental por ser una investigación sistemática debido a que el investigador no manipula la variable independiente.

2.2 Variables y Operacionalización

2.2.1 Identificación de variables

Variable independiente

Aerogenerador

Variable dependiente

Suministro de energía eléctrica

	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
INDEPENDIENTE Aerogenerador	Un aerogenerador, básicamente, es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (Soriano, G. 2011).	En el diseño de un aerogenerador se utilizara las diversas leyes de Maquinas eléctricas, circuitos eléctricos, resistencia de materiales.	Velocidad del viento Turbulencia del viento Eficiencia del aerogenerador Potencia del aerogenerador Costos Tiempo	Tabla de mantenimiento mensual Tabla de mediciones de viento	Razón Proporción
DEPENDIENTE Suministro de energia electrica	El conjunto de nociones que esta conformado por un grupo de medios y elementos utiles para la generación, el transporte y la distribución de energía eléctrica. Este grupo esta provisto de mecanismos de control, seguridad y protección.(moragues, 2008, p.42)	Teniendo en cuenta la máxima demanda de energía eléctrica requerida por la institución se determinara la capacidad de aerogenerador.	Potencia Intensidad Tensión Frecuencia Resistencia Factor de carga Iluminacion Tiempo	Punto de coordenadas Fichas tecnicas de las fulorecentes	Razón proporción

2.3 Población y Muestra

Población:

Institución Educativa San Francisco de Paredones.

Muestra:

Institución Educativa San Francisco de Paredones.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Entrevistas: es el conjunto de preguntas que se realizaran a los pobladores de la zona para determinar la problemática.

Encuestas: se elaborara un cuestionario para recopilar toda la información y analizar estas sobre la necesidad energética de la Institución Educativa

Análisis de documentos: para el desarrollo de este proyecto se tendrá que recopilar y analizar documentos vinculados a la generación y suministro de energía eléctrica.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizara los siguientes instrumentos para el desarrollo de este proyecto de investigación:

- Datos técnicos de aerogeneradores.
- Entrevistas a las autoridades de la institución para determinar su situación.
- Medición de la velocidad del viento.
- Coordenadas punto de diseño del aerogenerador.

2.4.3 Validez y confiabilidad

La autenticidad de este proyecto de investigación está dirigida a analizar de forma correcta y al cuidado total del desarrollo metodológico del producto que lograremos en el estudio del tema

científico en este caso será la elaboración de una Propuesta de un aerogenerador para el suministro eléctrico de la Institución Educativa San Francisco de Paredones.

2.5 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se pretende emplear la estadística descriptiva, teniendo como función analizar la conducta de una variable, que será la generación de corriente eléctrica; donde se aplicara: el promedio, valores máximos y mínimos, etcétera. Esto se realizará con el propósito de decidir la máxima generación de corriente eléctrica.

2.6 Aspectos éticos

Se respetaran los resultados sin ser modificados al momento del análisis estadístico para el estudio del proyecto. Comprometiéndose el investigador a obedecer la formalidad de los resultados, la confiabilidad de los datos proporcionados por la institución contribuyente al desarrollo del proyecto de investigación; la consideración a la privacidad de preservar la personalidad de las personas que interactúen en el estudio.

III. RESULTADOS

3.1 Determinar la máxima demanda y la energía diaria de la Institución educativa San Francisco de Paredones.

El diagnostico en las diferentes áreas de la Institución Educativa San Francisco de Paredones – Lambayeque, nos da a conocer el déficit de la energía eléctrica en dicha institución determinando las necesidades en cada área.

El diagnóstico de la máxima demanda fue una herramienta básica que se tenido que utilizar para saber cuánto, dónde y porqué se necesita energía eléctrica.

Las actividades que se han programado en el diagnóstico:

- Reconocimiento previo de las áreas de la institución.
- Análisis de los diferentes parámetros medidos.

3.1.1 Reconocimiento previo de las áreas de la institución

Esta es una actividad previa realizada a tenido como principal objetivo conocer la necesidad de energía eléctrica en cada área de la institución educativa y saber que componentes tiene ya instalado determinando:

- Cinco aulas de enseñanza con un área de 20m2 cada una, de las cuales solo 2 funcionan.
- Un área de 9m2 para servicios higiénicos.
- 20 fluorescentes de 38 W cada uno.
- 14 tomacorrientes
- 1 electrobomba de 1 HP
- Un tablero general con sus respectivos interruptores térmicos y diferenciales para cada circuito.

3.1.2 Análisis de los diferentes parámetros medidos

La Máxima demanda de energía eléctrica en la institución es de 3,38 kW.

Lámparas de iluminación

Todo lo perteneciente a lo que es iluminación de la institución educativa San Francisco de Paredones es considerado según los planos eléctricos como circuito 1 (C-1).

Según la norma DGE-017-AL-1/1982 aprobada R.D. N° 168-82-EM/DGE 31.05.1982, determina que la iluminación recomendada para interiores en aulas es de clase D y un color de luz blanco cálido (bc).

A la vez determina que para cualquier puesto de trabajo, de acuerdo con la Tabla V, para lo cual la fracción básica del alumbrado general debe ser al menos 500 lx.

Las aulas en la Institución Educativa tienen un área de 24m² la cual se utilizó para determinar el cálculo de fluorescentes utilizados.

$$NL = \frac{500\left(\frac{lm}{m2}\right)\times 24m2}{\frac{3500\ lm}{38}} = \frac{130{,}44}{38} = 3{,}4$$

Los fluorescentes a utilizar son 4 con una potencia nominal de 38 W cada uno, teniendo 5 aulas con las mismas características por lo que haría un total de 20 tubos fluorescentes.

Los fluorescentes utilizados son de la marca OSRAN modelo Ho39 W/830, el cual cumple con lo especificado en la Norma DGE-017-AL-1/1982.

Tabla 01

LUMINARIAS	
Descripción del producto	Ho 39W/830
Factor de la demanda	1
Factor de potencia	0,9
Potencia nominal	38 W
Flujo luminoso a 35 °C	3 500 lm
Tono de luz	Blanco cálido
Temperatura color	4 000 k
Diámetro del turbo	16 mm
Vida útil	19 000 h
Numero de luminarias	20
Máxima demanda	0,76 kW

Elaboración propia

Descripción de las luminarias

Según el código nacional de electricidad determina en la tabla 3-v que cuando se calcula por W/m2 el factor de demanda para una escuela y este no supera los 15000 W, el factor de demanda es al 100%.

CALCULO DE CONDUCTORES LUMINARIA

Se aplica la siguiente formula:

$$I = \frac{MAX.DEMANDA}{K \times V \times COS\emptyset}$$

K= Constante si monofásico: 1, trifásico: √3

I = corriente nominal

V= voltaje de diseño

Cosø= 0.9

Determinamos la corriente eléctrica en las luminarias.

$$In = \frac{760\ W}{1 \times 220V \times 0{,}9} = 3{,}9A$$

La corriente de diseño será:

$$Id = In\ x\ 1{,}25 = 4{,}8\ A$$

Teniendo la corriente de diseño en el circuito de las luminarias se procedió a seleccionar el conductor en tablas según el fabricante, seguidamente con la sección del conductor seleccionado se calculara la caída de tensión en el circuito lo cual el Código Nacional de electricidad determina que no sea mayor al 2.5%.

Tabla 02

TABLA DE DATOS TECNICOS NHX-90

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/km	A	A
2,5	7	0,66	1,92	0,8	3,5	32	37	27
4	7	0,84	2,44	0,8	4,0	48	45	34
6	7	1,02	2,98	0,8	4,6	67	61	44
10	7	1,33	3,99	1,1	6,2	116	88	62
16	7	1,69	4,67	1,1	6,9	174	124	85

INDECO. 2016

Características técnicas cable nhx-90 libres de alógenos

Interpretación:

En la tabla 02 se denota encerrado con líneas rojas las características técnicas del conductor seleccionado para el circuito de las luminarias cumpliendo con lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.

Luego de determinar la sección del conductor verificamos si la sección del conductor cumple con la caída de tensión dependiendo de la longitud de este, según lo determina el Código Nacional de electricidad.

$$\Delta v = \frac{k * Id * l.del\ conductor * \Omega}{seccion\ del\ conductor}$$

$$\Delta v = \frac{2 \times 4{,}8 \times 54 \times 0{,}0175}{2{,}89} = 3{,}14\ V$$

Esta sección de conductor cumple con lo especificado en el Código Nacional de electricidad.

Tomacorrientes

Siendo estos considerado como circuito 2 (C- 2) en el plano eléctrico realizado de la institución educativa.

Los tomacorrientes instalados en la institución educativa están a la altura de 0.40 m distribuidos en la diferentes aulas. Para lo cual se ha determinado según el Código Nacional de Electricidad que la carga de salida de los tomacorrientes o tomacorrientes múltiples no sea menor de 180 V A. Y un factor de potencia de 0,8.

Tabla 03

Numero de tomacorrientes	Carga (VA)	Factor de potencia	Factor de demanda	Máxima demanda
14	180	0,8	1	2,02 kW

Elaboración propia

Máxima demanda

Determinamos la corriente eléctrica en las luminarias.

$$In = \frac{2020\ W}{1 \times 220\ V \times 0{,}9} = 10{,}2\ A$$

La corriente de diseño será:

$$Id = In\ x\ 1{,}25 = 12{,}75\ A$$

Tabla 04

TABLA DE DATOS TECNICOS NHX-90

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/km	A	A
2,5	7	0,66	1,92	0,8	3,5	32	37	27
4	7	0,84	2,44	0,8	4,0	48	45	34
6	7	1,02	2,98	0,8	4,6	67	61	44
10	7	1,33	3,99	1,1	6,2	116	88	62
16	7	1,69	4,67	1,1	6,9	174	124	85

INDECO. 2016

Características técnicas cable nhx-90 libres de alógenos

Interpretación:

En la tabla 04 se denota encerrado con líneas rojas las características técnicas del conductor seleccionado para el circuito de los tomacorrientes cumpliendo con lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.

Calculo de la sección del conductor:

$$\Delta v = \frac{k * Id * l.del\ conductor * \Omega}{seccion\ del\ conductor}$$

$$\Delta v = \frac{2 \times 12{,}75\ \times 26{,}5\ \times 0{,}0175}{2{,}89} = 4{,}09\ V$$

Esta sección de conductor cumple con lo especificado en el Código Nacional de electricidad.

Motor eléctrico

El motor eléctrico que está instalado en la institución Educativa es una electrobomba de un1 HP de potencia la cual será utilizada para bombear agua hacia un tanque de 5 m3. Según el código Nacional de Electricidad el factor de demanda es 0.8. Esta identificado como circuito 3 (C-3) en el plano eléctrico realizado de la institución.

Figura 16

Elaboración propia

Ubicación de la electrobomba en la I.E.

Interpretación:

En la figura 11 se identifica la ubicación de la electrobomba en el centro educativo San Francisco de Paredones la cual esta inoperativa por falta de energía eléctrica.

Demanda máxima:

$$MD = 746\ x\ 0{,}8 = 596{,}8\ kW$$

Demanda máxima de la electrobomba

$$In = \frac{596{,}8\ W}{1 \times 220V \times 0{,}9} = 3{,}01\ A$$

La corriente de diseño será:

$$Id = In\ x\ 1{,}25 = 4{,}8\ A$$

Tabla 05

TABLA DE DATOS TECNICOS NHX-90

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/km	A	A
2,5	7	0,66	1,92	0,8	3,5	32	37	27
4	7	0,84	2,44	0,8	4,0	48	45	34
6	7	1,02	2,98	0,8	4,6	67	61	44
10	7	1,33	3,99	1,1	6,2	116	88	62
16	7	1,69	4,67	1,1	6,9	174	124	85

INDECO. 2016

Características técnicas cable nhx-90 libres de alógenos

Calculo de la caída de tensión:

$$\Delta v = \frac{k * Id * l.del\ conductor * \Omega}{seccion\ del\ conductor}$$

$$\Delta v = \frac{2 \times 4{,}8\ \times 24\ \times 0{,}0175}{2{,}89} = 1{,}4\ V$$

Conclusión:

Esta sección de conductor cumple con lo especificado en el Código Nacional de electricidad.

CALCULO MAXIMA DEMANDA

La máxima demanda de energía eléctrica en la Institución Educativa San Francisco de Paredones es la sumatoria de las potencias de los diferentes circuitos.

Tabla 06

MAXIMA DEMANDA		
CIRCUITO	NOMBRE	POTENCIA(KW)
C-1	ALUMBRADO	0,76
C-2	TOMACORRIENTES	2,02
C-3	ELECTROBOMBA	0,596
	TOTAL	**3,38**

Elaboración propia

Demanda máxima de cargas conectadas

Calculo de la energía media de la Institución Educativa

Con el fin de determinar la energía que debe entregar el aerogenerador en el tiempo de una hora, se realizó este cuadro de carga detallando todos los consumidores con los que cuenta esta institución. Además se le adicionado una aula detallada como aula "C" la que está destinada para que funcione como sala de cómputo y en la cual se proyectaron 4 computadoras.

Este cálculo se realizó en periodos de treinta minutos teniendo como rango las 24 horas del día.

La institución educativa trabaja con 20 alumnos, los cuales están distribuidos 12 alumnos están cursando el primer año de primaria y 8 niños están en inicial de 5años.

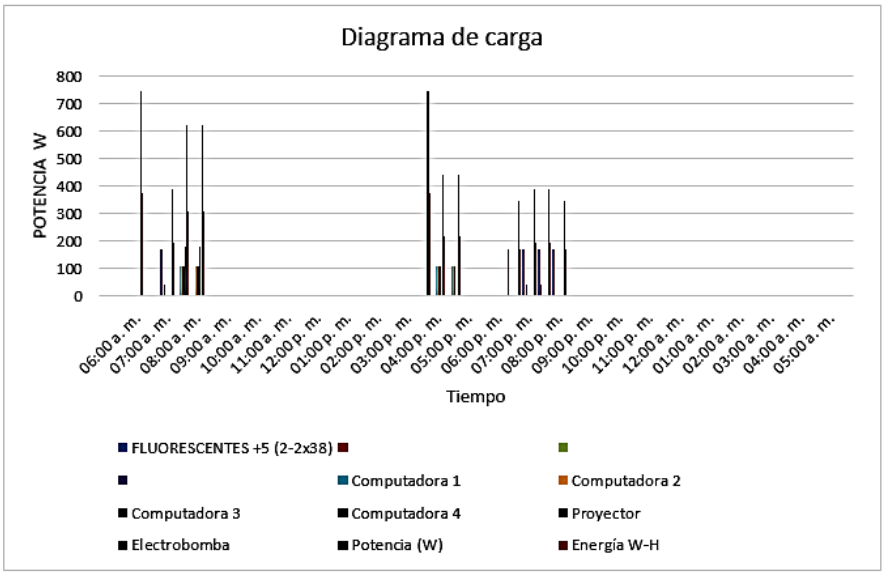
Tabla 07

ENERGIA TOTAL		2 730,50
POTENCIA MEDIA		113,771
POTENCIA MAXIMA		476
FACTOR DE CARGA =	MEDIA / POTENCIA MAXIMA	0,15

Elaboración propia

Resultado del factor de carga

Figura 17



Elaboración propia

Tabla de energía media necesaria para I.E

3.2 Realizar las mediciones de velocidad del viento y área del punto de estudio.

Las mediciones de viento se realizaron a una altura de 10 metros, determinando la velocidad del viento más crítica para la generación de energía, realizándolo en periodos de 9 horas (9:00 am - 6:00 pm) para lo cual se tomaron ocho lecturas del anemómetro por hora en diferentes puntos, siendo 8 días al mes empleados para hacer las mediciones durante 4 meses, siendo estas representadas en las siguientes tablas.

Las mediciones se realizaron en 8 puntos diferentes de la zona de estudio en periodos mensuales, siendo los resultados similares a lo ya determinado por el Mapa eólico del Perú, el cual determina que la velocidad promedio del viento en el departamento de Lambayeque es de 5 m/s.

Mediciones realizadas en el mes de junio del año en curso.

Tabla 08

Día: 01de Junio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS 84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,15	5,46	3,12	4,23	4,48	3,29	3,58	4,28	4,07
10.00-11.00		3,38	5,50	3,35	4,21	4,36	3,93	4,99	4,40	4,27
11.00-12.00		4,09	5,32	5,40	5,23	5,25	5,25	5,11	5,13	5,10
12.00-13.00		5,70	5,63	4,80	5,45	5,28	5,15	5,13	5,10	5,28
13.00-14.00		5,33	5,36	5,30	5,40	5,17	5,51	4,92	5,05	5,26
14.00-15.00		5,29	5,76	5,20	5,37	5,35	5,31	5,27	5,27	5,35
15.00-16.00		5,38	5,82	5,70	5,12	5,37	5,12	5,08	4,58	5,27
16.00-17.00		5,45	5,47	5,20	5,36	5,40	5,19	5,22	5,37	5,33
17.00-18.00		5,55	5,65	5,15	5,14	5,55	5,38	5,32	5,32	5,38

Elaboración propia

Grafico relación tiempo –velocidad del viento

Conclusión:

Esta tabla se realizó con los datos obtenidos el 01 de junio de 2016 donde podemos observar que la mayor velocidad de viento es a partir de las 11:00 am hasta las 18:00 horas.

Figura 18

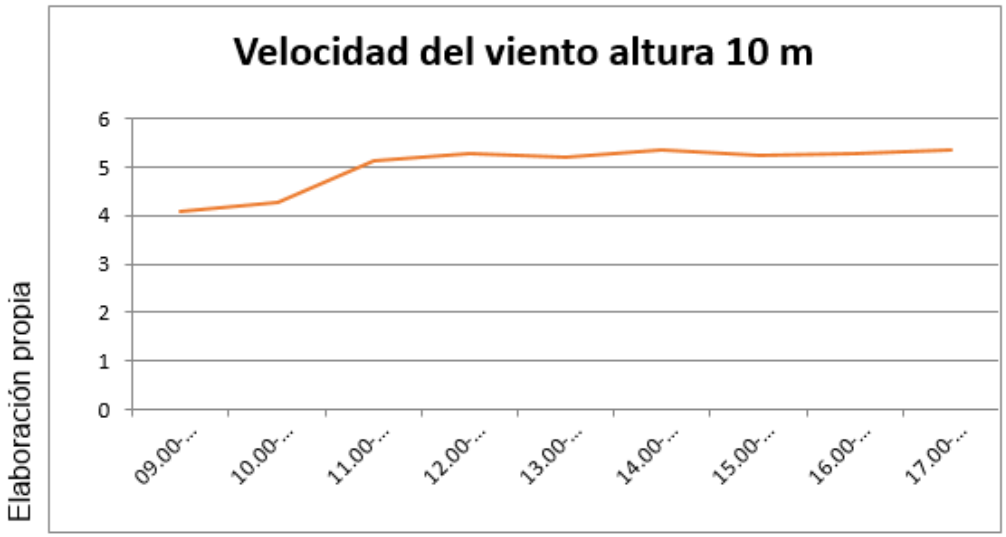


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En este grafico se puede observar que la mayor velocidad de viento parte desde las 11:00 am manteniéndose hasta las 18:00 horas.

Tabla 09

Día: 15 de Junio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS 84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,15	5,46	3,12	4,23	4,48	3,29	3,58	4,28	4,07
10.00-11.00		3,38	5,50	3,35	4,21	4,36	3,93	4,99	4,40	4,27
11.00-12.00		4,09	5,32	5,40	5,23	5,25	5,25	5,11	5,13	5,10
12.00-13.00		5,70	5,63	4,80	5,45	5,28	5,15	5,13	5,10	5,28
13.00-14.00		5,33	5,36	5,30	5,40	5,17	5,51	4,92	5,05	5,26
14.00-15.00		5,29	5,76	5,20	5,37	5,35	5,31	5,27	5,27	5,35
15.00-16.00		5,38	5,82	5,70	5,12	5,37	5,12	5,08	4,58	5,27
16.00-17.00		5,45	5,47	5,20	5,36	5,40	5,19	5,22	5,37	5,33
17.00-18.00		5,55	5,65	5,15	5,14	5,55	5,38	5,32	5,32	5,38

Elaboración propia

Resulatado de las mediciones de viento en el I.E

Conclusión:

Esta tabla se realizó con los datos obtenidos el 15 de junio de 2016 teniendo como resultado el mayor registro de viento en el punto 2 remarcado en la tabla 9 además podemos observar que la mayor velocidad de viento es a partir de las 11:00 am hasta las 18:00 horas.

Figura 19

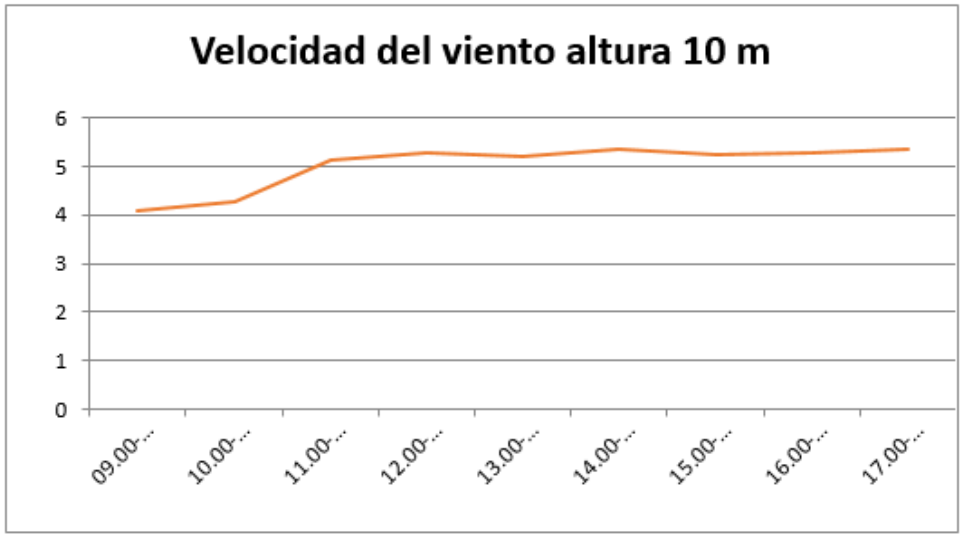


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

El mayor registro de viento se obtuvo en las mediciones realizadas en las horas 17:00 - 18:00, siendo el promedio de 5,38 m/s el promedio de velocidad del viento.

Tabla 10

Día: 30 de Junio de 2016		Velocidad del Viento (m/s)								
		Altura: 10m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,36	5,63	3,15	4,23	4,18	3,29	3,58	4,28	4,09
10.00-11.00		3,39	5,65	3,35	4,24	4,34	3,91	5,01	4,38	4,28
11.00-12.00		4,15	5,56	5,37	5,27	5,22	5,24	5,09	5,13	5,13
12.00-13.00		5,44	5,67	4,77	5,6	5,25	5,15	5,15	5,09	5,27
13.00-14.00		5,27	5,38	5,23	5,33	5,12	5,43	4,92	5,05	5,22
14.00-15.00		5,31	5,79	5,37	5,34	5,27	5,23	5,27	5,25	5,35
15.00-16.00		5,36	5,75	5,69	5,14	5,34	5,12	5,08	4,58	5,26
16.00-17.00		5,47	5,49	5,36	5,37	5,15	5,21	5,21	5,00	5,28
17.00-18.00		5,49	5,63	5,17	5,14	5,47	5,38	5,32	5,32	5,37

Elaboración propia

Resulatado de las mediciones de viento en la I.E

Conclusión:

Las mediciones de viento realizado el 30 de junio tiene como punto sobresaliente con las coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942.

Figura 20

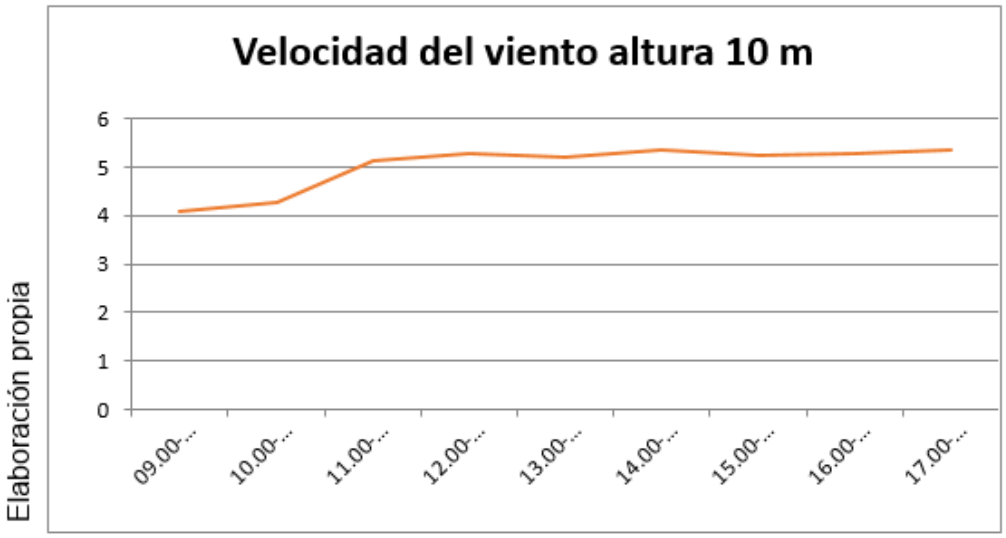


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

La velocidad del viento empieza ascender a partir de las 10:00 am y se prolonga hasta 17:00 horas.

Tabla 11

Día: 01 de Julio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,35	5,63	5,15	4,24	4,19	3,31	3,59	4,29	4,34
10.00-11.00		3,38	5,65	3,34	4,26	4,35	3,93	5,12	4,39	4,30
11.00-12.00		4,14	5,55	5,36	5,29	5,23	5,26	5,11	5,15	5,14
12.00-13.00		5,44	5,67	4,77	5,63	5,27	5,17	5,16	5,11	5,28
13.00-14.00		5,27	5,38	5,23	5,34	5,13	5,40	4,93	5,07	5,22
14.00-15.00		5,31	5,78	5,37	5,36	5,29	5,25	5,29	5,27	5,37
15.00-16.00		5,36	5,75	5,69	5,15	5,35	5,14	5,09	4,59	5,27
16.00-17.00		5,47	5,49	5,65	5,38	5,17	5,23	5,22	5,39	5,38
17.00-18.00		5,49	5,63	5,14	5,17	5,49	5,39	5,33	5,33	5,37

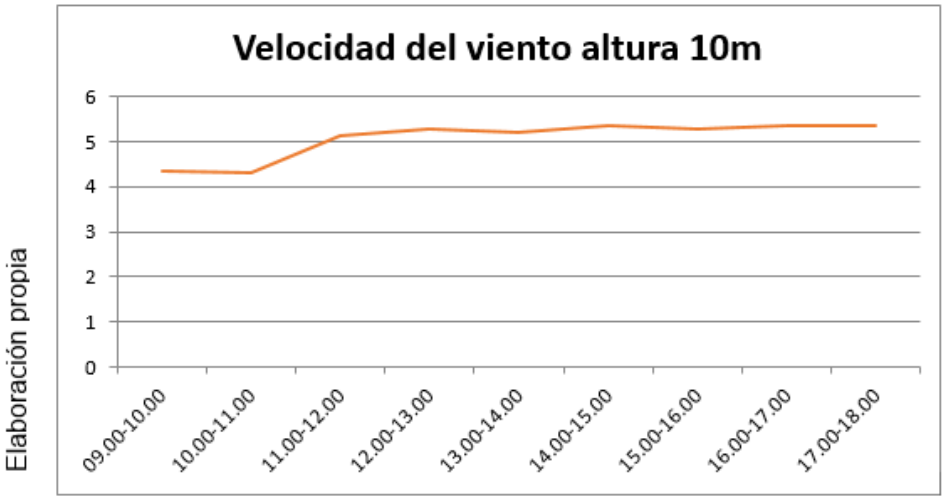
Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la tabla 11 se representa las mediciones de viento realizado el 01 de julio tiene como punto sobresaliente con las coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942.

Figura 21



Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En esta figura podemos ver que la mayor velocidad de viento se registran entre las 16:00 – 18:00 horas, lo cual es un dato reincidente.

Tabla 12

Día: 15 de Julio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,38	5,66	5,17	4,26	4,21	3,33	5,61	4,31	4,62
10.00-11.00		3,41	5,68	3,41	4,29	4,37	5,95	5,14	4,41	4,58
11.00-12.00		4,17	5,58	5,39	5,31	5,24	5,27	5,14	5,17	5,16
12.00-13.00		5,47	5,7	4,79	5,64	5,29	5,19	5,18	5,13	5,30
13.00-14.00		5,3	5,41	5,29	5,36	5,15	5,42	4,95	5,11	5,25
14.00-15.00		5,33	5,82	5,41	5,38	5,32	5,27	5,23	5,29	5,38
15.00-16.00		5,39	5,76	5,72	5,17	5,37	5,17	5,11	4,62	5,29
16.00-17.00		5,51	5,51	5,69	5,41	5,19	5,25	5,24	5,41	5,40
17.00-18.00		5,52	5,66	5,16	5,19	5,51	5,41	5,35	5,35	5,39

Elaboracion propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la tabla 11 se representa las mediciones de viento realizado el 15 de julio tiene como punto sobresaliente con las coordenadas UTM WGS 84 X=618296, Y=9254942.

Figura 22

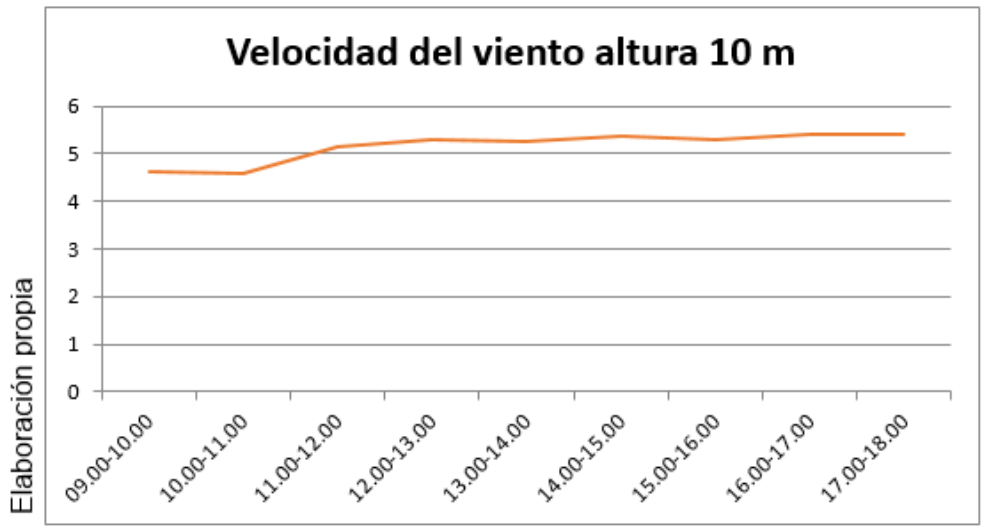


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

La velocidad de viento aumenta a partir de las 11:00 am y se prolonga 18:00 horas teniendo pequeñas variaciones lo cual es favorable para desarrollar la propuesta.

Tabla 13

Día: 31 de Julio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,41	5,68	5,19	4,29	4,23	3,35	5,63	4,33	4,64
10.00-11.00		3,43	5,8	3,43	4,31	4,39	5,98	5,17	4,43	4,62
11.00-12.00		4,19	5,61	5,41	5,33	5,27	5,31	5,18	5,19	5,19
12.00-13.00		5,49	5,72	4,81	5,67	5,31	5,21	5,21	5,16	5,32
13.00-14.00		5,33	5,43	5,31	5,39	5,18	5,45	4,97	5,16	5,28
14.00-15.00		5,35	5,83	5,45	5,41	5,35	5,31	5,25	5,33	5,41
15.00-16.00		5,41	5,77	5,76	5,21	5,41	5,19	5,13	4,65	5,32
16.00-17.00		5,53	5,53	5,73	5,47	5,21	5,26	5,26	5,43	5,43
17.00-18.00		5,52	5,68	5,19	5,21	5,55	5,43	5,37	5,37	5,42

Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

Esta tabla se realizó con los datos obtenidos el 31 de julio de 2016 teniendo como resultado el mayor registro de viento en el punto con las siguientes coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942.

Figura 23

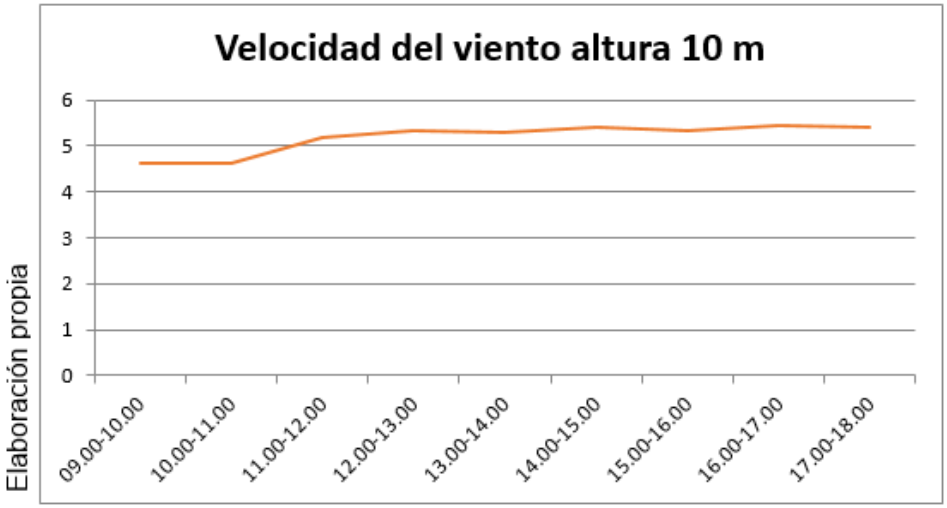


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

El promedio de viento más alto se registró entre las 16:00 – 17:00 horas el día 31 de julio de 2016.

Tabla 14

Día: 01 de Agosto de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,45	5,72	5,23	4,33	4,27	3,39	5,67	4,37	4,68
10.00-11.00		3,47	5,84	3,47	4,35	4,43	6,02	5,21	4,47	4,66
11.00-12.00		4,23	5,65	5,45	5,37	5,31	5,35	5,22	5,23	5,23
12.00-13.00		5,53	5,76	4,85	5,71	5,35	5,25	5,25	5,20	5,36
13.00-14.00		5,37	5,47	5,35	5,43	5,22	5,49	5,01	5,20	5,32
14.00-15.00		5,39	5,87	5,49	5,45	5,39	5,35	5,29	5,37	5,45
15.00-16.00		5,45	5,81	5,8	5,25	5,45	5,23	5,17	4,69	5,36
16.00-17.00		5,57	5,57	5,77	5,51	5,25	5,30	5,30	5,47	5,47
17.00-18.00		5,56	5,72	5,23	5,25	5,59	5,47	5,41	5,41	5,46

Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

La tabla 14 se realizó con los datos obtenidos el 01 de Agosto de 2016 teniendo como resultado el mayor registro de viento en el punto con las siguientes coordenadas UTM WGS 84 X=618296, Y=9254942.

Figura 24

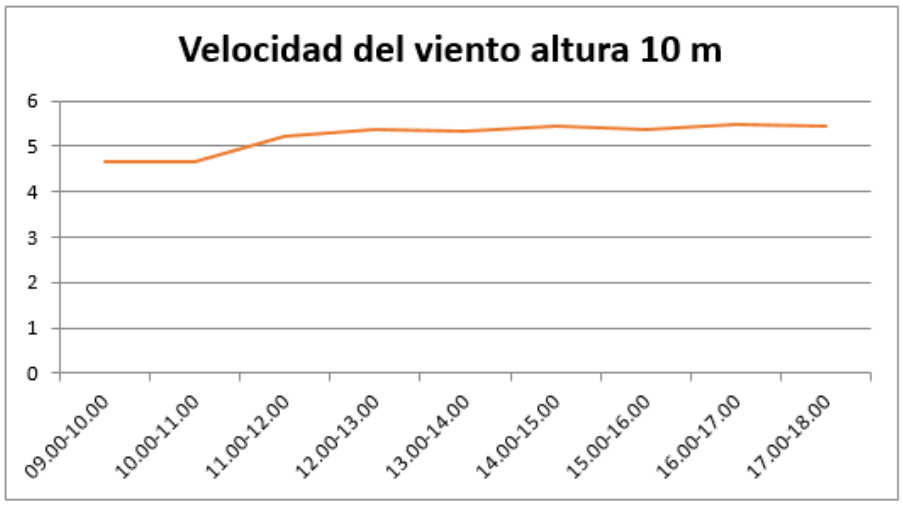


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la figura 24 se puede ver que la velocidad del viento aumenta a partir de las 10:00 am y se prolonga hasta las 18:00 horas.

Tabla 15

Día: 15 de Agosto de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,48	5,75	5,26	4,36	4,30	3,42	5,70	4,40	4,71
10.00-11.00		3,5	5,87	3,5	4,38	4,46	6,05	5,24	4,50	4,69
11.00-12.00		4,26	5,68	5,48	5,4	5,34	5,38	5,25	5,26	5,26
12.00-13.00		5,56	5,79	4,88	5,74	5,38	5,28	5,28	5,23	5,39
13.00-14.00		5,4	5,5	5,38	5,46	5,25	5,52	5,04	5,23	5,35
14.00-15.00		5,42	5,9	5,52	5,48	5,42	5,38	5,32	5,40	5,48
15.00-16.00		5,48	5,84	5,83	5,28	5,48	5,26	5,20	4,72	5,39
16.00-17.00		5,6	5,6	5,8	5,54	5,28	5,33	5,33	5,50	5,50
17.00-18.00		5,59	5,75	5,26	5,28	5,62	5,50	5,44	5,44	5,49

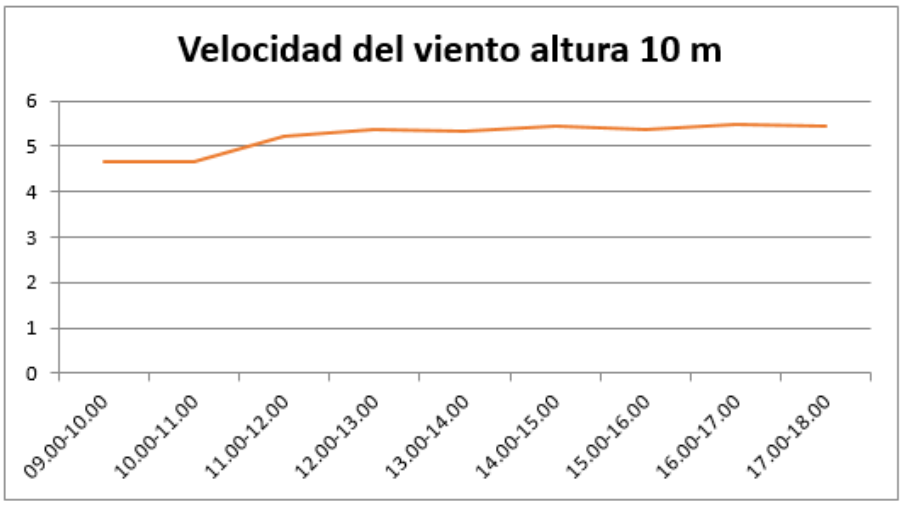
Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la tabla 15 se puede ver que la velocidad de viento más alta es de 5,87 m/s y el más bajo es de 3,5 m/s, estando este último en el rango de arranque del aerogenerador.

Figura 25



Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

Los registros de viento del día 15 de agosto de 2016 tienen como resultado una velocidad de viento promedio de 5,5 m/s.

Tabla 16

Día: 30 de Agosto de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,51	5,77	5,3	4,39	4,32	3,46	5,73	4,42	4,74
10.00-11.00		3,53	5,89	3,54	4,41	4,48	6,09	5,27	4,52	4,72
11.00-12.00		4,29	5,7	5,52	5,43	5,36	5,42	5,28	5,28	5,29
12.00-13.00		5,59	5,81	4,92	5,77	5,40	5,32	5,31	5,25	5,42
13.00-14.00		5,43	5,52	5,42	5,49	5,27	5,56	5,07	5,25	5,38
14.00-15.00		5,45	5,92	5,56	5,51	5,44	5,42	5,35	5,42	5,51
15.00-16.00		5,51	5,86	5,87	5,31	5,50	5,30	5,23	4,74	5,42
16.00-17.00		5,63	5,62	5,84	5,57	5,30	5,37	5,36	5,52	5,53
17.00-18.00		5,62	5,77	5,3	5,31	5,64	5,54	5,47	5,46	5,51

Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

El registro de viento más alto obtenido el 30 de agosto es 5,89 m/s y el más bajo es de 3,53 m/s.

Figura 25

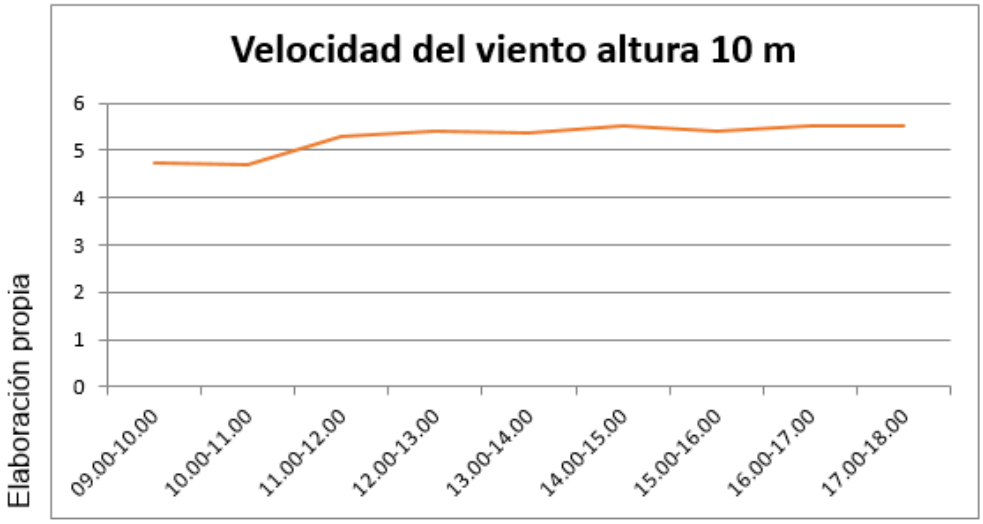


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la figura 26 se denota que la velocidad de viento aumenta desde la 10:00 -18:00 horas teniendo pequeñas variaciones.

Tabla 17

Día: 01 de Setiembre de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		4,55	5,8	5,35	4,43	4,35	3,51	5,77	4,45	4,78
10.00-11.00		3,57	5,92	3,59	4,45	4,51	6,14	5,31	4,55	4,76
11.00-12.00		4,33	5,73	5,57	5,47	5,39	5,47	5,32	5,31	5,32
12.00-13.00		5,63	5,84	4,97	5,81	5,43	5,37	5,35	5,28	5,46
13.00-14.00		5,47	5,55	5,47	5,53	5,30	5,61	5,11	5,28	5,42
14.00-15.00		5,49	5,95	5,61	5,55	5,47	5,47	5,39	5,45	5,55
15.00-16.00		5,55	5,89	5,92	5,35	5,53	5,35	5,27	4,77	5,45
16.00-17.00		5,67	5,65	5,89	5,61	5,33	5,42	5,40	5,55	5,57
17.00-18.00		5,66	5,8	5,35	5,35	5,67	5,59	5,51	5,49	5,55

Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la tabla 17 se representa las mediciones de viento realizado el 01 de setiembre tiene el punto sobresaliente con las coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942.

Figura 26

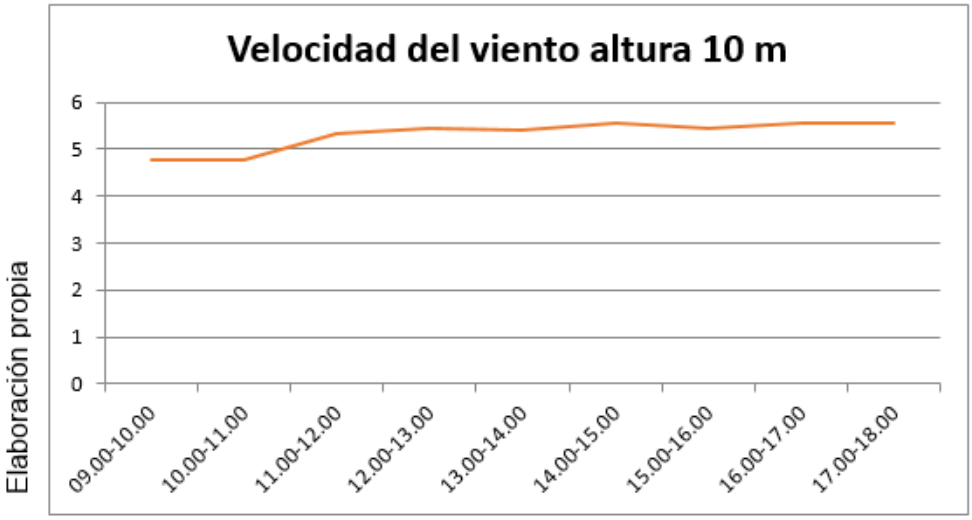


Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

En la figura 27 se denota que la velocidad de viento con mayor intensidad se registró entre las 17:00 y 18:00 horas.

Tabla 18

Día: 30 de Setiembre de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09.00-10.00		5,07	5,79	5,33	4,94	4,35	3,48	5,82	4,50	4,91
10.00-11.00		4,09	5,91	3,57	4,96	4,51	6,11	5,36	4,60	4,89
11.00-12.00		4,85	5,72	5,55	5,98	5,39	5,44	5,37	5,36	5,46
12.00-13.00		5,91	5,83	4,95	6,32	5,43	5,34	5,40	5,33	5,56
13.00-14.00		5,94	5,54	5,45	6,04	5,30	5,58	5,16	5,33	5,54
14.00-15.00		5,57	5,94	5,59	6,06	5,47	5,44	5,44	5,50	5,63
15.00-16.00		5,97	5,88	5,9	5,86	5,53	5,32	5,32	4,82	5,58
16.00-17.00		5,37	5,64	5,87	6,12	5,33	5,39	5,45	5,60	5,60
17.00-18.00		5,61	5,79	5,33	5,86	5,67	5,56	5,56	5,54	5,62

Elaboración propia

Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

Las mediciones realizadas el 30 de setiembre tuvieron la velocidad de viento más alta de 5,91 m/s y la más baja de 3,48 m/s.

Figura 27

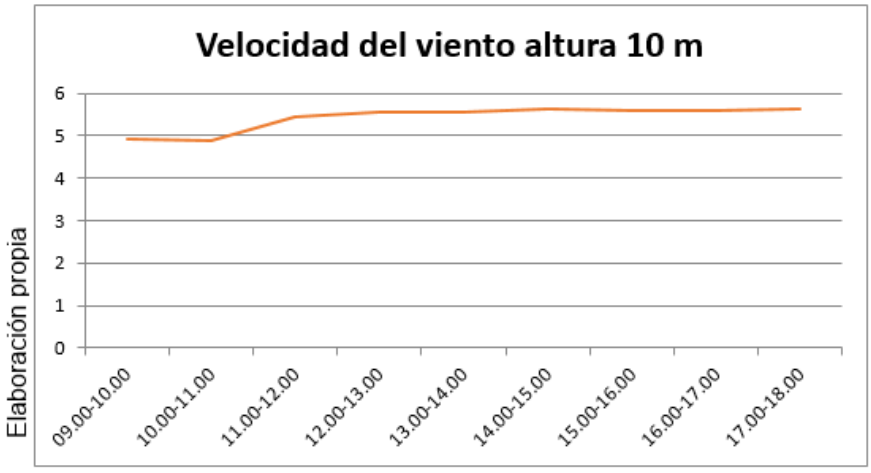


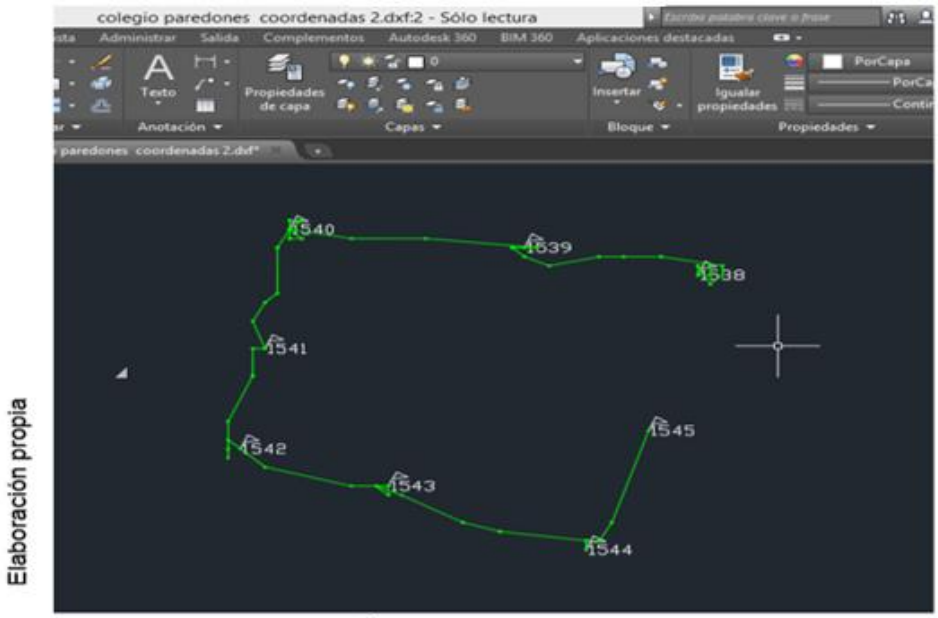
Grafico relación hora –velocidad del viento

Conclusión:

El promedio de viento más alto se registró entre las 14:00 y 15:00 horas el día 30 de setiembre.

El registro de velocidad de viento se realizó en un periodo de 4 meses (junio, Julio, Agosto y Setiembre) dando como resultado un promedio en la zona de estudio semejante a lo determinado en el Mapa eólico del Perú, siendo este que determina que para el departamento de Lambayeque es de 5 m/s. En la figura 29 se demuestra los puntos donde se realizaron estas actividades.

Figura 28



Elaboración propia

Área de 50m2 de donde se tomaron medidas de viento

Interpretación:

Los puntos donde se realizaron las mediciones fue en un área de 50m2 de donde se determinó el punto con mayor velocidad del viento, siendo el numero 2 el cual está determinado en las tablas anteriores con las siguientes coordenadas X=618296, Y=9254942, siendo este el punto de diseño del aerogenerador.

Figura 29

Elaboración propia

Ubicación del punto con mayor velocidad de viento

Para detallar esta imagen se utilizó un GPS Garmin que fue habilitado por la Municipalidad de Lambayeque, el cual sirvió para tomar los puntos de referencia del área de estudio, además se utilizó el siguiente software MAP SOURCE, BASE CAMP Y EL GOOGLE Eart con los cuales se facilitó el trabajo.

Figura 30

Elaboración propia

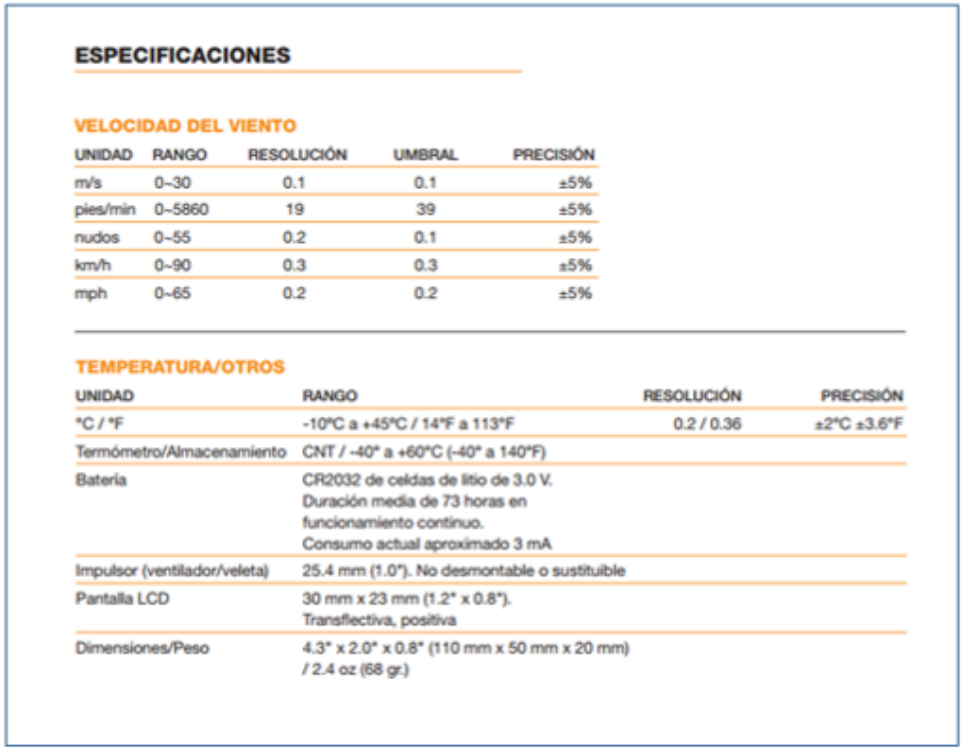
Esta foto pertenece a la mediciones de viento realiza en el área de estudio

Interpretación:

En esta imagen se muestra el Anemómetro de marca “CELESTRON” con el cual se tomaron las medidas de velocidad de viento en el área de estudio. Siendo estas realizadas a la altura de 10 m determinando la velocidad del viento para el trabajo del aerogenerador.

Los datos técnicos del anemómetro utilizado en este estudio se visualizan en la figura.

Figura 31



ESPECIFICACIONES

VELOCIDAD DEL VIENTO

UNIDAD	RANGO	RESOLUCIÓN	UMBRAL	PRECISIÓN
m/s	0~30	0.1	0.1	±5%
pies/min	0~5860	19	39	±5%
nudos	0~55	0.2	0.1	±5%
km/h	0~90	0.3	0.3	±5%
mph	0~65	0.2	0.2	±5%

TEMPERATURA/OTROS

UNIDAD	RANGO	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN
°C / °F	-10°C a +45°C / 14°F a 113°F	0.2 / 0.36	±2°C ±3.6°F
Termómetro/Almacenamiento	CNT / -40° a +60°C (-40° a 140°F)		
Batería	CR2032 de celdas de litio de 3.0 V. Duración media de 73 horas en funcionamiento continuo. Consumo actual aproximado 3 mA		
Impulsor (ventilador/veleta)	25.4 mm (1.0"). No desmontable o sustituible		
Pantalla LCD	30 mm x 23 mm (1.2" x 0.8"). Transflectiva, positiva		
Dimensiones/Peso	4.3" x 2.0" x 0.8" (110 mm x 50 mm x 20 mm) / 2.4 oz (68 gr.)		

Recuperado de http://www.celestron.com/media/796063/Windguide_Manual_Slang_web.pdf

Datos técnicos aerogenerador utilizado

3.3 Establecer las características y seleccionar el aerogenerador para el suministro de energía eléctrica en la I.E. San Francisco de Paredones

Según los resultados obtenidos en el Atlas eólico del Perú la velocidad media del viento es de 5 m/s en la zona costera del departamento de Lambayeque la cual ha sido determinada con años de estudio a cargo del consorcio Meteosim Truewind S.L- Latin Bridge Business S.A.

En la presente tesis se realizó mediciones de viento para corroborar lo determinado en este estudio. Siendo así que las lecturas del anemómetro detallan resultados que están dentro de lo determinado por el Atlas eólico.

Para determinar las características del aerogenerador se utilizara la velocidad media del viento ya mencionada.

El tipo de aerogenerador a usarse en este estudio es de eje vertical debido a que la velocidad del viento es baja en la zona.

3.3.1 Calculo de la potencia del aerogenerador

El proyecto piloto que se desarrolló en Malabrigo provincia de Ascope departamento de la Libertad en el año de 1996 por un periodo de 7 años determina que las horas de menor rendimiento se encuentran a partir de las 23:00 horas hasta las 5:00 horas, teniendo un periodo aproximado de 18 horas productivas para la generación de energía. Según los datos de este proyecto determina que el aerogenerador tuvo un periodo de trabajo continuo de 7 horas diarias.

En la tesis denominada “Evaluación del potencial eólico en la caleta de Yasila” elaborada por Monsalva Alarcón recopila los datos de los años 1985 y 1986, teniendo como horas de estudio las 7,13,19 horas de los dos años concluyendo que la velocidad del viento es de 5,59 m/s.

En este proyecto de investigación se tomara la velocidad del viento determinada por el Mapa eólico del Perú, que es de 5 m/s para el departamento de Lambayeque, ya que no se cuenta con un registro histórico propio, pues se realizó mediciones de la velocidad del viento en 5 meses los cuales no determinan con exactitud un promedio.

La energía que se desea suministrar en la institución educativa San Francisco de Paredones es de 2730,5 W por día, para lo cual se ha determinado darle un tiempo de trabajo al aerogenerador 7 horas – día.

La energía media que debe entregar el aerogenerador es de 390 W h, si se ve en las cargas tenemos una electrobomba de 1 HP siendo esta la que determinaría la potencia de entrega del aerogenerador.
El aerogenerador que se ha propuesto es de eje vertical. Es un generador tipo savonius el cual se ha propuesto por tener un arranque de con bajas velocidades de viento, no necesita un mecanismo de orientación a diferencia de los de eje horizontal resultando este ser muy costoso para el proyecto. El cual tendrá una potencia de 0,8 kW para el suministro de la institución educativa San

Francisco de Paredones ubicada en el distrito de san José departamento de Lambayeque.

Condiciones Ambientales

Las precipitaciones en esta zona son escasas se condiciona semidesértico, las temperaturas en verano según la estación de Reque varía entre 25,59 °C y 28,27 °C siendo esta su mayor temperatura que alcanza, lo cual se tendrá en cuenta para la selección del material del aerogenerador.

Ubicación del aerogenerador

El aerogenerador estará ubicado según el estudio realizado de mediciones de viento, en el punto con las siguientes coordenadas UTM WGS84 X=618296, Y=9254942, el cual tuvo los registros con mayor velocidad. En la siguiente figura se indica la ubicación de aerogenerador.

Figura 32

Elaboración propia

Ubicación del aerogenerador

Dimensionamiento del rotor

El aerogenerador que se ha propuesto es en savonius de arrastre y la funcionabilidad de este generador se fundamenta en la peculiar fuerza aerodinámica que desempeña el viento sobre las diferentes formas de sólidos, se determina:

$$F = C\frac{1}{2}\rho A\omega^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Siendo:

ρ: Densidad del viento

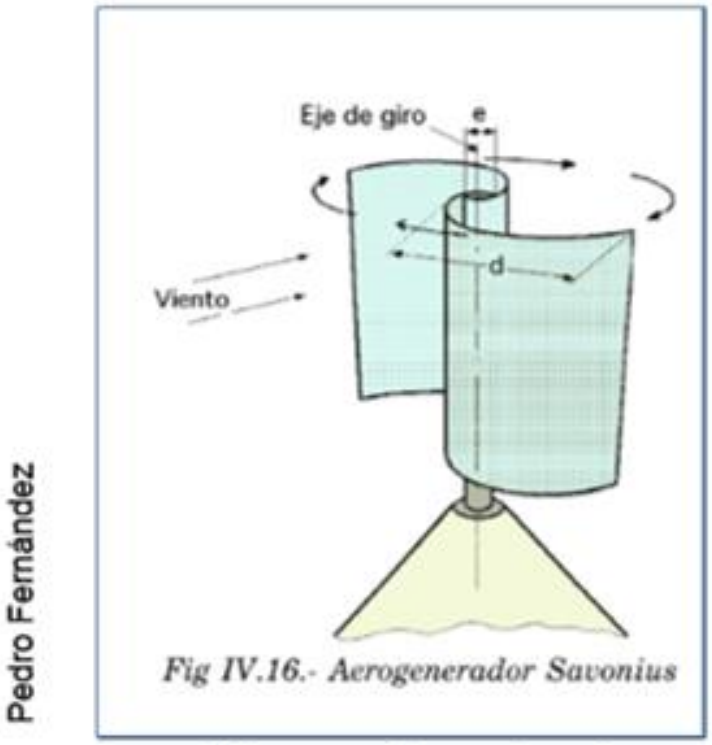
ω: Velocidad angular

A: Área transversal

C: Coeficiente aerodinámico

El coeficiente de arrastre en el rotor savonius de dos palas o canaletas es aproximadamente 1 para la parte cóncavo o curvado y oscila entre 0,12 – 0,25 para la parte convexa. Estos valores varían por la interferencia de las palas como se observa en la Fig. 15.

Figura 33



Rotor savonius accionado por la energía del viento

Las fuerzas aerodinámicas del viento que ejercen sobre las palas es semejante a la relación $(v-u)^2$ y $(u+v)^2$ siendo la potencia útil desarrollada por un aerogenerador denotada:

$$N_{util} = \frac{\rho S\{C_1 \ (v-u)^2.C_2\ (u+v)^2\}u}{2} \text{ ..... (2)}$$

Se utilizara la velocidad $(u+v)$ que está en la pala en un momento determinado, en la parte en que sopla el viento siendo la parte cóncava y $(v-u)$ en la parte convexa

$$F_{arrastre} = \frac{1}{2}\rho S\{(v+u)^2.0{,}2(v-u)^2\} \text{..... (3)}$$

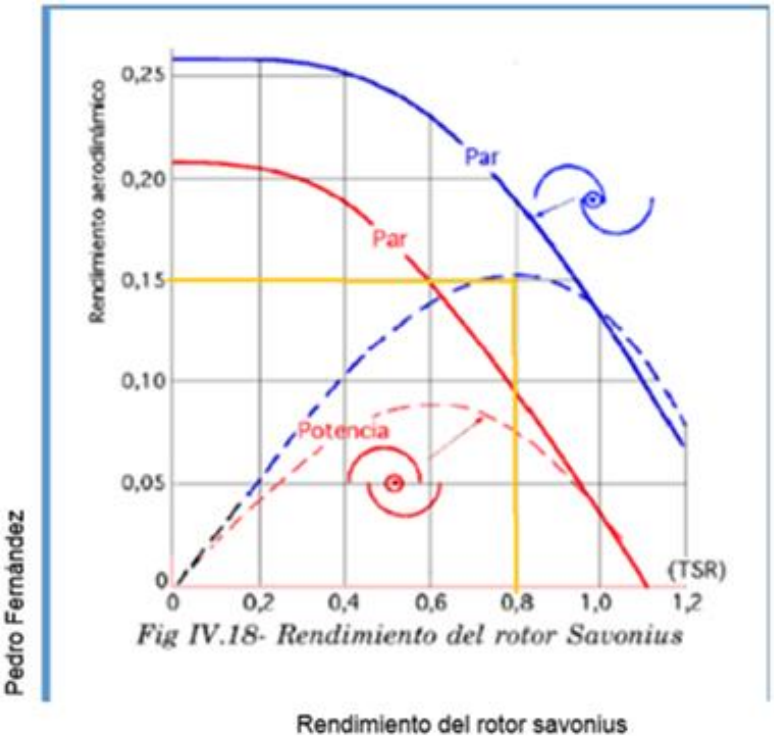
$$N_{util=}\frac{1}{2}\rho S\{(v+u)^2.0{,}2(v-u)^2\}u \text{..... (4)}$$

Otra expresión para la potencia útil en función del factor k de conversión de la energía del viento es:

$$N_{util=}\frac{1}{2}\rho A v^3 n\mathcal{K} \text{ ..... (5)}$$

En la expresión anterior la velocidad se da en $v^3 =$ m/s, A en m^2 , $\mathcal{K} = 0{,}00136$ y n siendo el rendimiento del rotor indicado en la (fig.16) indicando el valor del TRS; si el TRS se le da el valor 0,8 siendo el de que corresponde al de máxima potencia del rotor savonius, el rendimiento es de orden 0,15.

Figura 34



Se utilizara la ecuación 5 para determinar el área de barrido por el rotor, el cual tendrá una potencia de generación de 0.8 kW.

$$A = \frac{2 \times 0{,}8\ kW}{1{,}25\frac{Kg}{m^3} \times (5\frac{m}{s})^3 \times 0{,}15 \times 0{,}00136} = 50{,}2m^2$$

Se tiene que la máxima potencia que se puede obtener del viento ya sea en molino o aerogenerador es mediante la siguiente ecuación:

$$P = 0{,}15 \times D^2 \times V^3$$

$$D = \sqrt{\frac{800}{0{,}15x125}} = 6{,}5m$$

En el caso de los rotores savonius el área de barrido se da por

$$A = H.D$$

$$H = \frac{A}{D} = \frac{50{,}2}{6{,}5} = 7{,}72m$$

Velocidad de giro del rotor

Para determinar la velocidad que gira el rotor se utiliza la siguiente formula:

$$\lambda = \frac{\omega R}{\upsilon}$$

Donde

λ : Velocidad especifica (velocidad tangencial/ velocidad del viento)

ω : Velocidad angular [rd/s]

R : Radio del rotor del aerogenerador (m)

υ : Velocidad del viento [m/s]

Como se determinó en la figura 35, para un aerogenerador savonius la velocidad tangencial a la que alcanza su mayor potencia es de 0.8.

Tenemos

$$\lambda = \frac{\omega R}{\upsilon} = \frac{0{,}8 \times 5}{3{,}25} = 1{,}23 \text{ rd/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi\eta}{60} = \eta = 12\ rpm$$

El aerogenerador a utilizar en la institución educativa es el modelo AEOLOS V-5 kW de la marca AEOLOS será el siguiente

Figura 35

Recuperado http://www.proviento.com.pe

Aerogenerador Aeolos V 5k

3.3.2 Calculo del banco de baterías

Al haber calculado el consumo energético teórico de todo el sistema alimentar en la institución educativa denominándola (Et W h), es necesario calcular la energía real (E), en esta se considera el consumo que tienen los elementos propios de la instalación (baterías, inversor, entre otros).

$$E = \frac{E_t}{R} \text{ W h} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ (6)}$$

Donde R es factor de rendimiento total de la instalación.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times (1 - \frac{K_a \times N}{P_d}) \ldots\ldots\ldots \text{ (7)}$$

Siendo los factores utilizados en la fórmula 7 los siguientes:

K_b: Coeficiente de pérdidas del banco de baterías.

0.05 para sistemas que no tiene descargas profundas

0.1 sistemas que demanden descargas profundas

K_c: es el coeficiente de pérdidas en el conversor

0,05 se determina para inversores con trabajo régimen normal
0,01 para inversores en trabajo fuera del régimen

K_v: Este coeficiente pertenece para las pérdidas que se dan en conductores, efecto joule, entre otros se consideran valores entre 0,05 y 0,1

K_a: Es el coeficiente de auto descarga diaria
0,002 para baterías de gel o ciclo profundo
0,005 para baterías de plomo acido

N: Se designa al número de días de autonomía de la instalación
P_d: Se determina a la profundidad de descarga de la batería la cual no debe de sobrepasar del 80 %

Reemplazamos los valores de la instalación.

$$R = (1 - 0{,}1 - 0{,}05 - 0{,}1) \times (1 - \frac{0{,}002 \times 4}{0{,}7})$$

$$R = 0{,}74$$

Siendo la energía consumida:

$$E = \frac{390}{0{,}74} \text{ W h}$$

$$E = 527{,}03 \text{ W h}$$

$$C_{bat} = \frac{E \times N}{V \times P_d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$C_{bat} = \frac{527{,}03 \times 4}{12 \times 0{,}7} = 250{,}1\ A\ h$$

Con lo cual se determina que el banco de baterías contara con 5 baterías AGM 12V 150Ah UPower SP150, con esto se estaría proveyendo energía por 4 días críticos sin generación.

Figura 36

Elaboración propia

Batería de descarga profunda

3.4 Realizar el análisis técnico – económico de la propuesta

3.4.1 Inversión de la propuesta

Esta inversión se realizara con el fin de cubrir la demanda energética de la institución educativa San Francisco de Paredones.

Para determinar la factibilidad de esta propuesta se ha comparado con una segunda, siendo esta el suministro de energía a través de una concesionaria.

Para ambas propuestas se han tenido en cuenta los materiales, mano de obra, transporte, mantenimiento, los que intervienen en el desarrollo de cada propuesta o inversión como ha sido determinada.

Tabla 19

Equipo de generación eólica					
ITEM	Descripción	Marca	cantidad	Precio unid.	Sub total
1	Aerogenerador (marca AEOLOS V-5 kW)	AELOS V-5 KW	1	S/12 000,00	S/12 000,00
	Potencia nominal 5 000 W				
	Tensión nominal 220 V				
	Imanes permanentes				
	Velocidad de arranque 3,5				
Banco de baterías					
ITEM	Descripción	Marca	cantidad	Precio unid.	Sub total
2	Banco de baterías compuestas por 5 baterías de 12V capacidad 150 Ah	UPOWER	5	S/748,00	S/3 740,00
3	Transporte				S/500,00
Materiales					
4	Instalación y Montaje				S/1 446,60
	TOTAL				S/17 686,60

Elaboración Propia

Componentes que influyen en la instalación

3.4.2 Tiempo de evaluación de la propuesta

El tiempo de la propuesta se determinó en 60 meses, en el cual se reconocerán los beneficios obtenidos de la propuesta.

3.4.3 Gastos de operación y mantenimiento

Para estimar los costos de operación y mantenimientos se tuvo en cuenta las siguientes actividades y servicios:

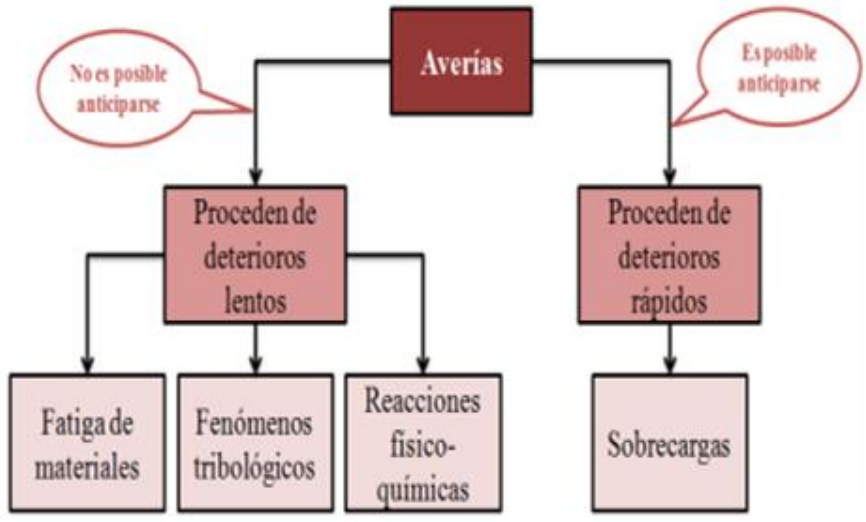
- Operación y mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento corrosivo
- Mantenimiento de sistemas de control

Siéndole este un micro aerogenerador los costos por mantenimientos son bajos siendo el costo estimado 4% de la inversión.

3.4.4 Tipos de averías

Los tipos averías que pueden tener un aerogenerador pueden ser como se demuestra en la figura.

Figura 37



Recuperado de http://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/13183/629187.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Se denota como se ocasionan las averías

Fatiga de materiales: Es el resultado de fuerzas variables que presionan los materiales que componen en este caso el aerogenerador pudiendo ser metales o compuestos. Perteneciendo a este grupo podemos mencionar grietas en las palas, torre, bastidor, entre otros (Pérez y Faulín, 2014, p. 83).

Fenómenos tribológicos: Es ocasionado por cuerpos con deslizamientos referentes entre si e impuestos a (desgaste, abrasión, adhesión, entre otros otros) de lo cual podemos tomar como ejemplos al desgaste de engranajes y rodajes (Pérez y Faulín, 2014, p. 83).

Reacciones físico – químicas: Se da por la corrosión que ocurren a los materiales metálicas no protegidas, como también de los polímeros debido a los rayos ultravioletas, el hidrogeno y el ozono (Pérez y Faulín, 2014, p. 83).

Los mantenimientos preventivos y correctivos se realizaran según la siguiente tabla:

Tabla 20

TIPO DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES A REALIZAR	MESES DEL AÑO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MANTENEMIENTO PREVENTIVO	1.- Comprobar y tarar los pares de apriete de los diferentes equipos y elementos.			X			X			X			X
	2.- Engrasar y cambiar de aceite la multiplicadora y otros elementos dinámicos del aerogenerador.												X
	3.-Revisar y mantener en estado de limpieza los equipos e instalaciones de energía eólica.			X			X			X			X
	4.-Revisar y mantener los equipos eléctricos para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.			X			X			X			X
	5.-redactar los informes y documentos asociados a las tareas de mantenimiento preventivo.			X	|		X			X			X
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1.-Detectar, analizar y valorar las averías usuales no especializadas.						X						X
	2.-Desarrollar una secuencia de actuación conforme a métodos y procedimientos sistemáticos en la solución de averías, garantizando la calidad y seguridad en la actuación.				X				X				X
	3.-Definir los equipos, herramientas e instrumentos necesarios para reparar la avería.				X				X				X
	4.-Reparar o sustituir el elemento averiado y comprobar el buen funcionamiento del mismo antes de restablecer el servicio.						X						X
	5.- Definir los protocolos necesarios para el restablecimiento del aerogenerador a su funcionamiento nominal.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6.- Redactar los informes y documentos asociados a las tareas de mantenimiento correctivo.						X						X

Recuperado http://www.aeeolica.org/uploads/documents/pe06/PE06

Procedimiento del mantenimiento del aerogenerador

3.4.5 Costo por generación de energía

Según el informe técnico central piloto malabrigo, en el cual se lleva a cabo una serie de análisis de los factores influyentes en la generación de energía eléctrica, fue realizado por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Siendo de gran ayuda para determinar el costo del kW h de la energía producida por el aerogenerador, siendo determinada por la siguiente formula.

C G: (CCA + C O&M) / (FC x H) =S/ .kW h

CCA: costo de capital anualizado S/. kW h

CO&M: costo de operación y mantenimiento S/ kW h

FC: factor de capacidad de la turbina

H: horas de funcionamiento promedio anual.

> Una de las diferencias de los grandes aerogeneradores es ser instalados en lugares donde hay grandes corrientes de viento, por lo contrario los pequeños aerogeneradores se instalan donde se necesitan. Si bien en sitios con velocidades bajas (4 m/s) puede llegar a casi 30% de factor de capacidad, en lugares con altas velocidades (7 m/s) sólo convierte entre 15 y 16%. Para valores intermedios, como 5 - 6 m/s, puede ser alcanzable un factor de capacidad de 25 y 21%, respectivamente. (Moreno, 2010, párr. 19)

Datos para el desarrollo:

Tabla 21

Costo de generación de energía en S/ KW h Aerogenerador de 5 KW	
Numero de turbinas	1
Tiempo en horas	2 520 h
Potencia nominal	5 kW
Factor de capacidad	0,25
Costos Costo de la instalación del aerogenerador en S/.	S/ 1 7686,60
Vida útil	20 años
Costo anualizado por S/ KW h	884,33
Costo fijo de operación y mantenimiento aprox. 4% de la inversión	S/ 35,37
Tasa de interés	10 %
Costo de generación	S/1,46

Elaboración propia

Determinación del costo de generación

3.4.6 Generación anual del aerogenerador

Habiendo seleccionado la ubicación del aerogenerador y determinar la velocidad del viento es necesario saber cuánta energía puede producir el aerogenerador y así saber si satisface las necesidades energéticas necesarias. Se utilizara la siguiente tabla para determinar la densidad de potencia (P/A).

Tabla 212

Recuperado http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia54/HTML/articulo03.htm

Velocidad media anual del viento, m/s	Velocidad media anual, km/h	Densidad de potencia anual, W/m²	Densidad de energía anual del viento, kWh/m²
3	10,8	30,9	270,7
4	15,2	73,3	642,1
5	18,0	143,2	1 254,4
6	21,6	247,5	2 168,1
7	25,2	393,1	3 443,5
8	28,8	586,7	5 139,5
9	32,4	835,4	7 318,1
10	36,0	1 146,0	10 039,0

Densidad de potencia por metro cuadrado

Siendo la expresión para calcular la Energía Anual Producida la siguiente:

EAP = (P/A) x (A) x (rendimiento total) x (2 520 h/año) / (1 000 W/kW)
EAP= 247,5 W/m2 x 7 m2 x 0,25 x 2 520 /1 000
EAP= 1 091,48 kW h/año

3.4.7 Suministro mediante concesionaria

Siendo otra de las opciones para abastecer la demanda energética de esta institución educativa mediante la energía eléctrica que es suministrada por una concesionaria en este caso “Electronorte” se debe realizar un proyecto de electrificación, el cual tendría que calcularse en base a la distancia de 400 m que existe entre el colegio San Francisco de Paredones y la sub estación más cercana, siendo está determinada como inversión 2 para lograr este objetivo.

Para realizar este proyecto se debe realizar los estudios de Factibilidad del proyecto, Declaración de impacto ambiental y Cira. Siendo estos los factores claves para dar luz verde al proyecto. En la siguiente tabla se detalla los montos por cada estudio realizar.

Tabla 23

ESTUDIOS A REALIZAR	
Factibilidad del proyecto	S/ 1000,00
Declaración de impacto ambiental	S/ 1 800,00
CIRA	S/2 500,00
TOTAL	S/ 5 300,00

Elaboración propia

Estudios previos al proyecto

Teniendo la distancia hacia la sub- estación existente se calculó.

El material a utilizar en el desarrollo del proyecto mediante la siguiente planilla de metrado.

Tabla 24

PROYECTO "INSTALACION ELECTRICA SAN FRANISCO DE PAREDONES"					
UBICACION: SAN JOSE - LAMBAYEQUE					
ITEM	**DESCRIPCION**	**METRADOS**		**COSTOS**	
		UNIDAD	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**PARCIAL S/.**
	METRADO Y PRESUPUESTO				
I	OBRAS PRELIMINARES				
1	**Trámites ante ENSA**				750,00
II	SISTEMA ELECTRICO				
1.00	CABLES Y CONDUCTORES				
1.01	Conductor auto portante de aluminio 1x16+16/25 mm2	rollo	2 500,00	0,40	1 000,00
2.00	**POSTES**				
2.01	Postes de concreto de 8/200 kg(incluye perilla)	Unid.	6,00	402,00	2 412,00
3.00	**LAMPARAS Y LUMINARIAS**				
3.01	Luminarias	Unid.	2	273,00	546,00
4.00	**RETENIDAS**	Unid.	3	680,00	2 040,00
5.00	**PUESTA A TIERRA**	Unid.	3	137,00	411,00
6.00	**MANO DE OBRA**	Unid.	5	1 600,00	8 000,00
7.00	**TRANSPORTE**	Unid.	4	220,00	880,00
	TOTAL				16 039,00

Elaboración propia

Componentes que influyen en el proyecto

3.4.8 Energía a suministrar por el concesionario periodo de evaluación

Siendo la energía consumida diariamente 2,73 kW h en la institución educativa San Francisco de Paredones, en la tabla 23 nos da el resultado en los 20 años de evaluación de la propuesta.

Tabla 25

Elaboración propia

Tiempo de evaluación						
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 20	Total S/.
S/ 697,97	S/ 697,97	S/ 697,97	S/ 697,97	S/ 697,97	S/ 697,97	13 759,20

Consumo de energía tiempo de evaluación

3.4.9 Flujo de Caja de la Implementación de la Propuesta

La inversión en cada año representa egresos en la evaluación del proyecto, mientras que el comprar energía representa una segunda inversión como alternativa, por lo tanto, en el cuadro, se muestran el estado de egresos de las propuestas.

Tabla 26

Elaboración propia

Inversión 1	**Costo Unitario**	**Costo total**
Monto total de la propuesta	S/.17 686,60	S/.23 443,52
Mantenimiento	S/.5 756,92	
Inversión 2	**Costo unitario**	**Costo Total**
Estudios previos al proyecto	S/.5 300,00	S/.35 098,00
Monto total de la propuesta	S/.16 039,00	
Consumo de energía	S/.13 759,20	

Comparación entre las dos inversiones

3.4.10 Análisis del VAN y la TIR

Teniendo en cuenta el monto de inversión del proyecto y considerando un periodo de 5 años se calcula el VAN y la TIR de la siguiente forma:

VAN

$$VAN = -A + \frac{Q1}{(1+K)^1} + \frac{Q2}{(1+K)^2} + \frac{Q3}{(1+K)^3} + \frac{Q4}{(1+K)^4} + \frac{Q5}{(1+K)^5}$$

Dónde:

A: El monto total a invertir en negativo

Q1, Q2, Q3, Q4, Q5: Flujo neto de caja que se presenta cada año.

K: Tasa de descuento, equivalente para mi proyecto que es de 10 %

T.I.R

$$0 = -A + \frac{Q1}{(1+K)^1} + \frac{Q2}{(1+K)^2} + \frac{Q3}{(1+K)^3} + \frac{Q4}{(1+K)^4} + \frac{Q5}{(1+K)^5}$$

Dónde:

A: El monto total a invertir en negativo

Q1, Q2, Q3, Q4, Q5: Flujo neto de caja que se presenta cada año.

K: Tasa de descuento, equivalente para mi proyecto que es de 10 %

Tabla 27

INDICADORES	VALOR
VAN neto S/.	23 443,52
TIR	15%
Tiempo de retorno	5 años
Rentabilidad	1,59

Elaboración propia

Resultados VAN, TIR

Conclusión:

El tiempo de recuperación de la inversión de la propuesta de un aerogenerador en la institución educativa es de 5 años respecto a la comparación con el suministro de energía eléctrica mediante una concesionaria, teniendo como resultados positivos para su desarrollo, los cuales están detallados en la tabla 27.

IV. DISCUSION

Este trabajo de investigación tiene el objetivo de determinar cuál es la mejor opción a tomar con respecto al suministro de energía eléctrica a la institución educativa San Francisco de Paredones, utilizando un aerogenerador de eje vertical tipo savonius, el cual tendrá un mejor desempeño por las características geográficas y climatológicas que presenta la zona y además se eligió este modelo por su mínimo ruido que produce en trabajo.

La disposición de los componentes eléctricos y electrónicos que se usaran en la institución para mejorar la calidad de enseñanza del educando, ayudara en el cálculo de los parámetros como: Máxima demanda, energía media, energía total, factor de carga entre otros.

Las mediciones de viento, temperatura y área de la zona de estudio, determinaran las características de los componentes a utilizar para el suministro de energía.

Pirique (2013, p.129). En la tesis de nombre “Estudio de factibilidad de realización de un proyecto de energía eólica, a realizarse en el instituto tecnológico universitario Guatemala-sur, itugs de pelín, escuintla”.

Llego a la conclusión que si es factible la implantación de aerogeneradores en dicha institución para satisfacer la demanda eléctrica minimizando la entrega de energía de la concesionaria reduciendo costos de energía. Pero dándole mayor importancia a lo que este proyecto ayudaría a minimizar la emisión de gases contaminantes hacia el medio ambiente. (Pirique, 2013, pp. 129)

Con respecto a esta conclusión estoy de acuerdo con lo determinado, siendo la misma que se está sugiriendo en esta propuesta ya que lo que estoy proponiendo es aprovechar los recursos naturales de la zona los cuales tienen las propiedades necesarias para la generación de energía y así ayudar a mitigar el calentamiento global debido a la emisión de gases contaminantes.

Maldonado y De Jerónimo (2008, pp. 95). En la tesis denominada “Ubicación de un parque de energía eólica en la costa ecuatoriana”, Universidad San Francisco de Quito.

Llega a la Conclusión que la alternativa más considerable es un parque eólico para solucionar los problemas de insuficiencia de energía eléctrica en las sociedades ecuatorianas que están alejadas de las redes de distribución ya existentes.

Con lo cual estoy de acuerdo, siendo las zonas más alejadas un impedimento para llevar energía eléctrica ya sea una línea de red secundaria o primaria resultaría no ser factible para las concesionarias lo cual significaría pérdidas económicas, es por ello que se deja de lado a las zonas alejadas de las líneas de transmisión eléctrica. Siendo mi propuesta utilizar un aerogenerador para suministrar energía eléctrica a la institución educativa San Francisco de Paredones la cual está alejada de las líneas de transmisión existentes.

Galindo (2013, pp. 82). En la tesis de nombre “Pre factibilidad de los parques eólicos marítimos”, Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica Zacatenco, México.

Concluye que es de suma importancia estudiar la compatibilidad de un proyecto dentro o fuera del mar con su entorno antes de empezar a ejecutarlo, lo cual nos brinda una secuencia en el proceso y una revisión continua.

Siendo el principal sustento para realizar un proyecto de generación de energía eléctrica a través del viento, es necesario tener un promedio de 7 años de estudio de la zona, con lo cual se determina la potencia a generar. Estando de acuerdo con lo sustenta Galindo en esta tesis pues para desarrollar proyectos de energía eólica debemos tener un registro histórico de velocidades del viento lo cual permitirá que el proyecto se desarrolle satisfactoriamente. La velocidad de viento para este estudio realizado fue la que está determinada en el Mapa eólico del Perú respecto al departamento de Lambayeque.

Jordán (2009, pp. 120) En la tesis de nombre “Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de san Juan de Marcona” Pontificia universidad católica del Perú.

El análisis presentado puede servir como precedente para que análisis similares se puedan realizar en otras zonas geográficas de nuestro país, empleando los recursos naturales con los que cuentan pudiendo ser estos la biomasa, energía solar, energía hidráulica utilizándolos como única fuente de energía o como base para el empleo de sistemas híbridos.

Al utilizar datos empleados por Galindo en su tesis como referencia para el cálculo de la velocidad media del viento, coincido con una de sus conclusiones la cual determina que los estudios realizados servirán para nuevos análisis que se realicen en zonas alejadas a las líneas de transmisión eléctrica.

V. CONCLUSIONES

Respecto a los objetivos trazados en el presente estudio se determinó lo siguiente:

En el diagnóstico realizado en la institución educativa san Francisco de Paredones se llegó a determinar que actualmente no cuentan con suministro de energía eléctrica, siendo esto una dificultad para la enseñanza de los niños.

Se hizo el cálculo y la selección de los componentes eléctricos que intervienen en el desarrollo de la propuesta, teniendo en cuentas las cargas eléctricas de la institución.

Se observaron varias deficiencias en las instalaciones realizadas ya que esta institución fue en un momento energizado con un generador estacionario, entre ellas el tipo de cable que cuenta no es el correcto siendo un THW-2,5mm2 lo cual no cumple con la norma RM N° 175-2008- MEM/DM, las lámparas son de muy elevada potencia, siendo estas remplazadas por lámparas LED reduciría notablemente la carga en el circuito I.

Se determinó que la energía que consumiría el centro educativo si se electrificara es de 2,73 kW h día, siendo este dato muy importante para el desarrollo de esta propuesta.

Las mediciones de viento realizadas en la zona de estudio fueron las que determinaron el tipo de aerogenerador a usar, escogiendo aerogenerador de eje vertical del tipo savonius, teniendo este entre sus características principales el arranque a bajas velocidades aproximadamente 1,5 m/s lo cual está cubriendo los entre los rangos de viento más bajos en la zona. Otra de las características importantes es mínimo ruido que genera siendo este un factor importante al estar instalada cerca de una Institución educativa.

El tiempo de trabajo del aerogenerador será de 7 horas, lo cual se determinó mediante los datos obtenidos del estudio piloto de malabrigo y Yasila.

Entre las características principales el aerogenerador debe tener una potencia de 5 kW como potencia nominal. Se llegó a determinar si es un 2 palas las medidas del rotor serán las siguientes h=7,7 m y el D=6,5m. Siendo el aerogenerador que presenta estas características en el mercado AEOLOS V-5kW de la marca AEOLOS.

Se realizó la evaluación económica, los cuales indican que tendría un valor actual neto de 16300, 86, una Tasa Interna de Retorno del 14% mensual y una relación beneficio costo de 2,86 valores que hacen viable la ejecución del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

Diagnosticar el estado actual de la Potencia Instalada en la Institución educativa San Francisco de Paredones.

Reemplazar los fluorescentes Ho 39 W/840 instalados, los cuales para satisfacer el área de cada aula se necesitan 4 fluorescentes que sumarian una potencia de 152 W. El cambio se realizaría por focos led que sería su comparativo de 20 W resultando una potencia de 80 W prácticamente el 52% de la potencia actual.

Reemplazar el conductor de los circuitos I, II, III puesto que por ser una institución pública requiere un conductor libre de halógenos, siendo el recomendado NHX-90 con una sección del conductor 2,5 mm2 obtenido del cálculo realizado.

Implementar las puestas a tierra ya sea de los circuitos I, II, III como el pozo a tierra para el tablero de distribución.

Establecer las características y seleccionar el aerogenerador para el suministro de electricidad en el distrito de san José.

El aerogenerador recomendado es el modelo AEOLOS V- 5 kW de la marca AEOLOS, este aerogenerador tiene una potencia de 5 kW y una velocidad de arranque de 2,8 m/s, generando un ruido en trabajo de 30 db lo cual es permisible.

Realizar el análisis técnico – económico de la propuesta
Siendo los resultados factibles para el desarrollo de la propuesta, se recomienda sean tomados para llegar a concluir este propósito.

VII. REFERENCIAS

JORDAN, Joaquín. Estudio de la utilización de la energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de San Juan de Marcona. Tesis (Ingeniero Mecánico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009. 110 pp.

MALDONADO Diego, DE JERÓNIMO Daniel. Ubicación de un parque de energía eólica en la costa ecuatoriana. Tesis (Ingeniero Industrial). Quito: San Francisco de Quito, 2008. 96 pp.

GALINDO, Beatriz. Perfectibilidad de los parques eólicos marítimos. Tesis (Ingeniero Electricista). México: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco, 2013. 82 pp.

PERIQUE, Hugo. Estudio de factibilidad de realización de un proyecto de energía eólica, a realizarse en el instituto tecnológico universitario Guatemala – Sur, ITUGS de Palin, Escuintla, Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2013. 148 pp.

Libro de ciencia y tecnología Tecnologías Solar-Eólica-hidrogeno-pilas de combustible como fuentes de energía, POGGI, Héctor, “et al.”, México, México, 2009. 319 pp.
ISBN: 9786079506506

GUERRA, Victoria. Estudio de la factibilidad del uso de energías eléctricas alternativas en el Sur-Oeste de la isla Margarita, Estado Nueva Esparta. Tesis (Ingeniero Electricista). Puerto la Cruz: Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, 2010. 226 pp.

MORAGUEZ, Jaime y RAPALLINI, Alfredo. Energía Eólica, congreso Internacional de Distribución Eléctrica (CEDIL), Instituto Argentino de la Energía General Mosconi, Argentina, 2003

VEGA, Juan y RAMIREZ, Santiago. Fuentes de energía, renovables y no renovables, México, Alfaomega, 2014. 696 pp.
ISBN: 9786077078203

ROMAN, Raquel. Diseño y cálculo preliminar de una torre de un aerogenerador. Tesis (Ingeniero Industrial). España, Universidad Carlos III de Madrid, 2005. 187 pp.

RAMIREZ, Elmer. Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando energías renovables no convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable. Tesis (Doctorado en Ingeniería Industrial). Perú, Universidad mayor de San Marcos, 2015. 431 pp.

CUEVA, Luis. Diseño y construcción de un generador eólico de eje vertical tipo savonius para producir 20 W. Tesis (Ingeniero Mecánico). Ecuador, Escuela politécnica Nacional, 2015. 114 pp.

CAJAS, Jaime. Optimización del dimensionamiento de transformadores de distribución en base a su cargabilidad. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, 2015. 68 pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Datos técnicos de los fluorescentes utilizados

Descripción del producto	Potencia nominal	Índice de reproducción cromática Ra	Flujo luminoso a 25 °C	Flujo luminoso a 35 °C	Temperatura de color	Tono de luz (denominación)	Diámetro del tubo	Long. con casq pero sin pitones/conexión	Temperatura ambiente máx.flujo luminoso	Vida útil
HO 24 W/827 [1]	24,00 W	≥80	1750 lm	2000 lm	2700 K	LUMILUX INTERNA	16 mm	549,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 24 W/830 [1]	24,00 W	≥80	1750 lm	2000 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	549,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 24 W/840 [1]	24,00 W	≥80	1750 lm	2000 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	549,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 24 W/865 [1]	24,00 W	≥80	1600 lm	1900 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	549,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 39 W/827 [1]	38,00 W	≥80	3100 lm	3500 lm	2700 K	LUMILUX INTERNA	16 mm	849,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 39 W/830 [1]	38,00 W	≥80	3100 lm	3500 lm	3000 K	LUMILUX Warm White	16 mm	849,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 39 W/840 [1]	38,00 W	≥80	3100 lm	3500 lm	4000 K	LUMILUX Cool White	16 mm	849,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 39 W/865 [1]	38,00 W	≥80	2850 lm	3325 lm	6500 K	LUMILUX Cool Daylight	16 mm	849,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]
HO 49 W/827 [1]	49,00 W	≥80	4310 lm	4900 lm	2700 K	LUMILUX INTERNA	16 mm	1449,00 mm	35,0 °C	19000 h [2]

ANEXO 3

Diagrama de energía consumida W h/día

HORA	FLUORESCENTES 2-2x38+5w				Computadora 1	Computadora 2	Computadora 3	Computadora 4	Proyector	Electrobomba	Potencia (W)	Energía W-H
	Aula "**A**"	Aula "**B**"	Aula "C"	Baño 1X38W								
06:00 a. m.										746	746	373
06:30 a. m.												
07:00 a. m.				43							43	21,5
07:30 a. m.	172	172			110	110	110	110	180		964	482
08:00 a. m.					110	110	110	110	180		620	310
08:30 a. m.												
09:00 a. m.												
09:30 a. m.												
10:00 a. m.												
10:30 a. m.												
11:00 a. m.												
11:30 a. m.												
12:00 p. m.												
12:30 p. m.												
01:00 p. m.												
01:30 p. m.												
02:00 p. m.												
02:30 p. m.												
03:00 p. m.												
03:30 p. m.										746	746	373
04:00 p. m.					110	110	110	110			440	220
04:30 p. m.					110	110	110	110			440	220
05:00 p. m.												
05:30 p. m.												
06:00 p. m.												
06:30 p. m.	172	172									344	172
07:00 p. m.	172	172		43							387	193,5
07:30 p. m.	172	172		43							387	193,5
08:00 p. m.	172	172									344	172
08:30 p. m.												
09:00 p. m.												
09:30 p. m.												
10:00 p. m.												
10:30 p. m.												
11:00 p. m.												
11:30 p. m.												
12:00 a. m.												
12:30 a. m.												
01:00 a. m.												
01:30 a. m.												
02:00 a. m.												
02:30 a. m.												
03:00 a. m.												
03:30 a. m.												
04:00 a. m.												
04:30 a. m.												
05:00 a. m.												
05:30 a. m.												
TOTAL											5 461	2 730,5

ANEXO 4

Especificaciones técnicas del aerogenerador

Especificaciones para Aerogenerador Aeolos 5kw	
Potencia Nominal	5 kw
Máxima Potencia de Salida	6kw
Voltaje de Salida	220 V
Altura del Rotor	3.6 m (11.8 pies)
Diámetro del Rotor	3.0 m (9.8 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	1.5 m/s (3.4mph)
Velocidad Nominal del Viento	10 m/s (22.3 mph)
Velocidad de Sobrevivencia del Viento	50 m/s (111.5 mph)
Generador	Generador Magnético Permanente
Eficiencia del Generador	>0.96
Peso de Turbina	78 kg (171.6 lbs)
Ruido	<45dB(A)
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años

ANEXO 5

Especificaciones técnicas batería

UP-SP100

Product design features
• AGM-technology, maintenance free product (SMF)
• Power Supply & Starting power suitable
• More than 500 cycles at 75% D.O.D.
• More than 1000 cycles IEC 61427
• High resistance to deep and repetitive discharge cycles
• Internal gas recombination efficiency 98% - 99%
• One-way valve regulated system with flame-arrestor
• Delivered ready for use at 100% of its nominal capacity
• Long Service Life

Battery Layout

Specifications		
Nominal Voltage	12V	
Capacity	C1 (9.60V)	65 Ah
	C5 (10.20V)	80 Ah
	C10 (10.80V)	85 Ah
	C100 (10.80V)	100 Ah
	Cr (10.5V)	180 min
Dimension	Length	345 mm
	Width	175 mm
	Height	230 mm
Weight	28.3 kg	
Box type	C90	

Other Specifications	
Terminals	Standard cone
Handles	Yes (2)
QTY/PLT/Layer	36/1/4

Charging type	Parameter / Limits
Charge with constant current	Current limit: 10 - 20 % from C10 capacity rate
Charge with constant voltage	Voltage limit: 14.1 - 15.0 V per block
Float Charge Voltage (cycling)	Float voltage: 13.62 V per block @ 20°
Temperature Correction Factor	0.018 V per block / °C

ANEXO 6

Planilla de materiales

VALOR REFERENCIAL

SUMINISTRO DE MATERIALES PARA REDES SECUNDARIAS

SUMINISTRO ELECTRICO SAN FRANCISCO DE PAREDONES

UBICACIÓN: DISTRITO DE SAN JOSEPROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

SECCION : REDES SECUNDARIAS

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	METRADO		Metrado Total Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.
		UNID.	HUACA DE PIEDRA			
1,00	**POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO**					
1,01	POSTE DE CONCRETO DE 8/200kG (INCLUYE PERILLA)	u	6,00	6,00	402,00	2 412,00
	SUB-TOTAL 1:					**2 412,00**
2,00	**CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO**					
2,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16+16/25 mm²	Km		0,40	6500,00	2 600,00
	SUB-TOTAL 2:					**2 600,00**
3,00	**LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS**					
3,01	PASTORAL DE TUBO TIPO PARABOLICO A°G° PS/1.76m/1.78m/1½"ø/15°	u	2,00	2,00	35,80	71,60
3,02	ABRAZADERA A°G° P' DE 3/16" esp.1½"x120mmØ (POSTE) x 2"Ø (PASTORAL) - (RS), INCL. ARAND/PERN HEX.	u	2,00	2,00	15,80	31,60
3,03	ABRAZADERA A°G° P' DE 3/16" esp.1½"x135mmØ (POSTE) x 2"Ø (PASTORAL) - (RS), INCL. ARAND/PERN HEX.	u	2,00	2,00	15,80	31,60
3,04	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 50 W, INCL. EQUIPO	u	2,00	2,00	180,00	360,00
3,05	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 50 W	u	2,00	2,00	15,20	30,40
3,06	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA Al 25 mm² /Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA TIPO PERFORACIÓN	u	2,00	2,00	5,20	10,40
3,07	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25 mm² /Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO TIPO CUÑA	u	2,00	2,00	5,20	10,40
	SUB-TOTAL 3:					**546,00**
4,00	**RETENIDAS Y ANCLAJES**					
4,01	Retenida inclinada	u	3,00	3,00	350,00	1 050,00
	SUB-TOTAL 4:					**1 050,00**
5,00	**PUESTA A TIERRA**					
5,01	ELECTRODO COPPERWELD 16mmØ(5/8'') x 2,40m	u	3,00	3,00	67,00	201,00
5,02	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16 mm ø (5/8'')	u	3,00	3,00	3,78	11,33
5,03	TUBO DE PLASTICO DE PVC SAP DE 3/4''Ø X 1.5m DE LONG.	u	3,00	3,00	2,12	6,37
5,04	DOSIS DE BENTONITA	Bls	3,00	3,00	14,16	42,48
5,05	ARANDELA CUADRADA DE 150x150x10mm C/TUERCA DE BRONCE	u	3,00	3,00	4,91	14,73
5,06	CAJA DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA CON LOGO (SEGÚN REQUERIMIENTO)	u	3,00	3,00	45,00	135,00
	SUB-TOTAL 5:					**410,91**
	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				**S/.**	**10 043,51**

ANEXO 7

Presupuesto componentes de la propuesta

Equipo de generación eólica					
Ítem	Descripción	Marca	Cant.	Precio unid.	Sub total
1	Aerogenerador(marca AEOLOS V-5kW)	AELOS V-5 kW	1	S/12 000,00	S/12 000,00
	Potencia nominal 5000 W				
	Tensión nominal 220V				
	Imanes permanentes				
	velocidad de arranque 3.5				
Banco de baterías					
Ítem	Descripción	Marca	Cant.	Precio unid.	Sub total
2	Banco de baterías compuesta por 2 baterías de 12V capacidad 200 Ah	UPOWER	2	S/6 24,00	S/1 248,00

ANEXO 8

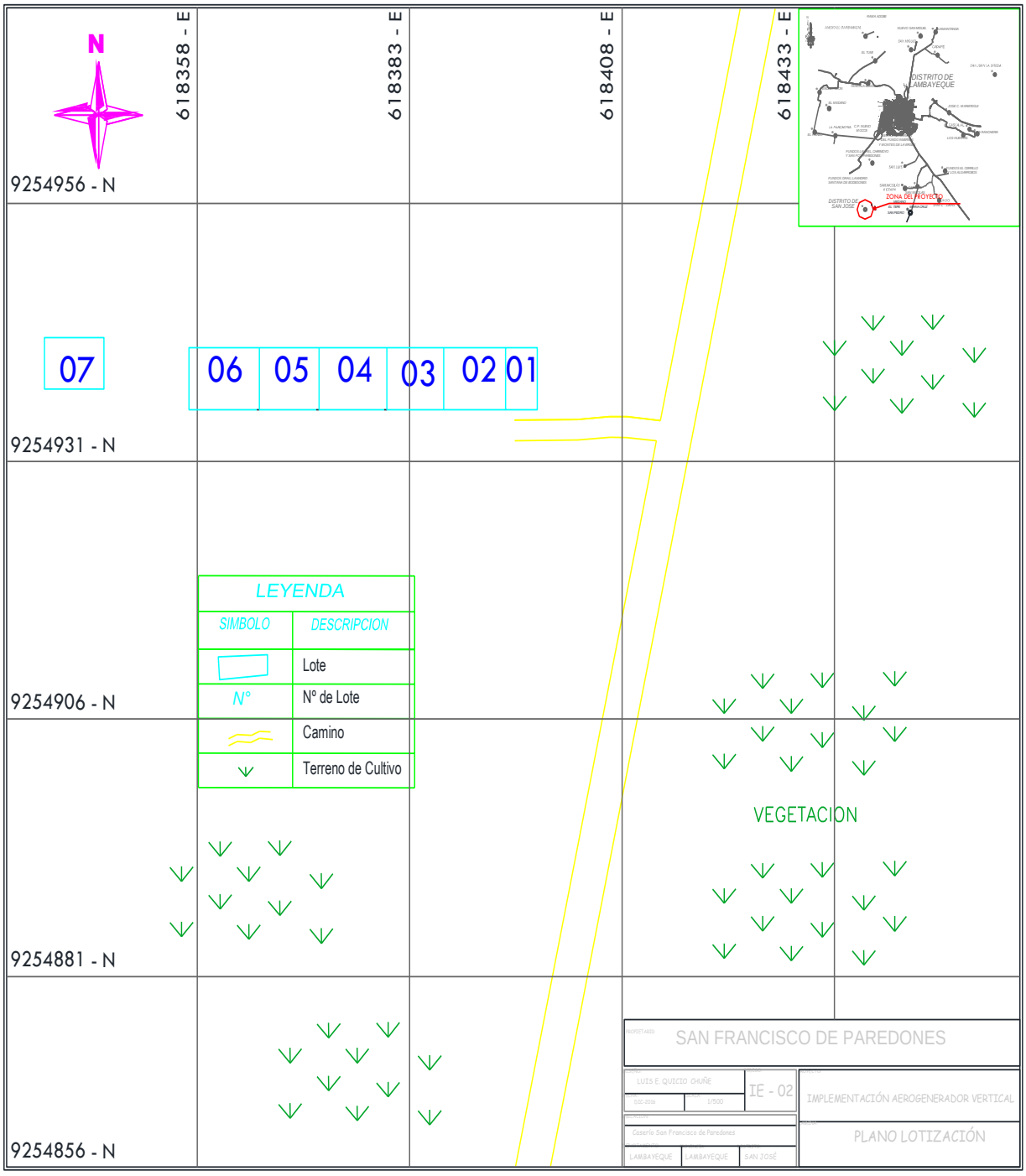
Presupuesto de mano de obra

Mano de Obra				
ITEM	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
4.01	Excavación anclaje de torre	1	S/50,00	S/50,00
4.02	montaje y anclaje de torre	1	S/500,00	S/500,00
4.03	cable 2x10 mm2	30m	S/12,5	S/375,00
Montaje				
ITEM	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
5.01	Montaje del aerogenerador	3	80	240
5.02	montaje baterías y conductor al tablero general	1	80	80
5.03	tubería de PVC SAP de 3/4" x 3m	11	17,7	194,7
5.04	codo de PVC SAP de 3/4"	2	3,8	7,6

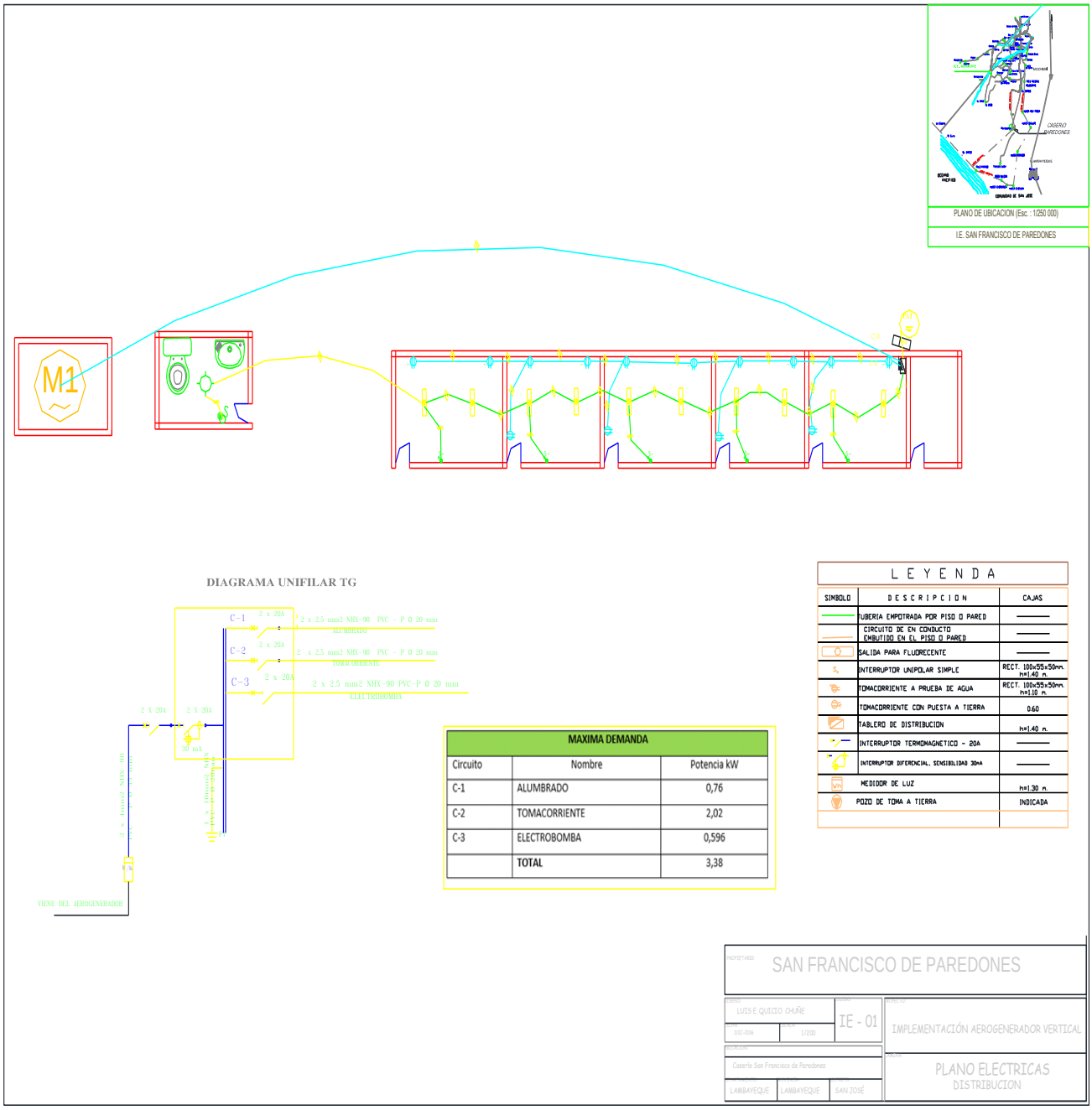
ANEXO 9

Planos y Láminas

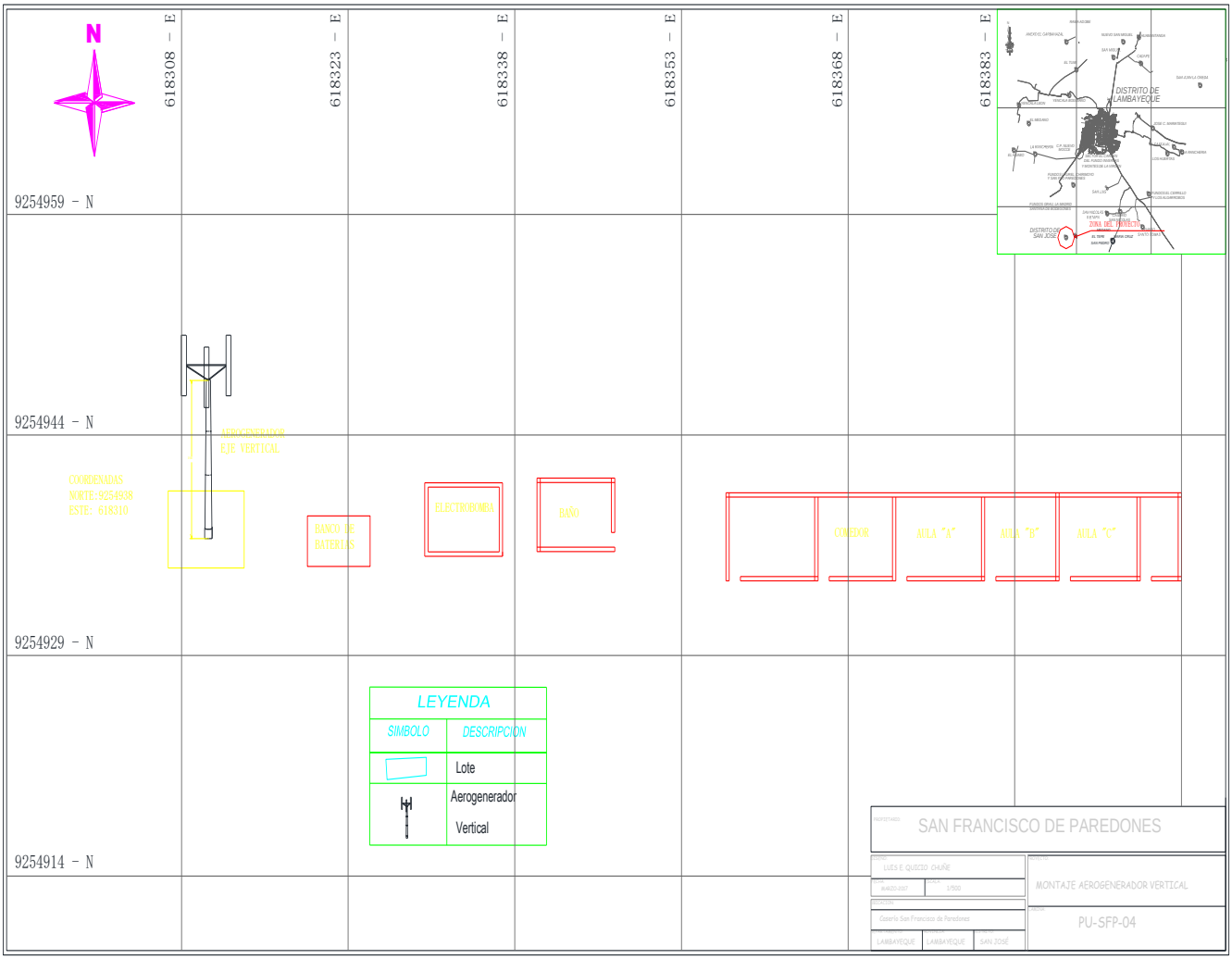
PLANO LOTIZACIÓN



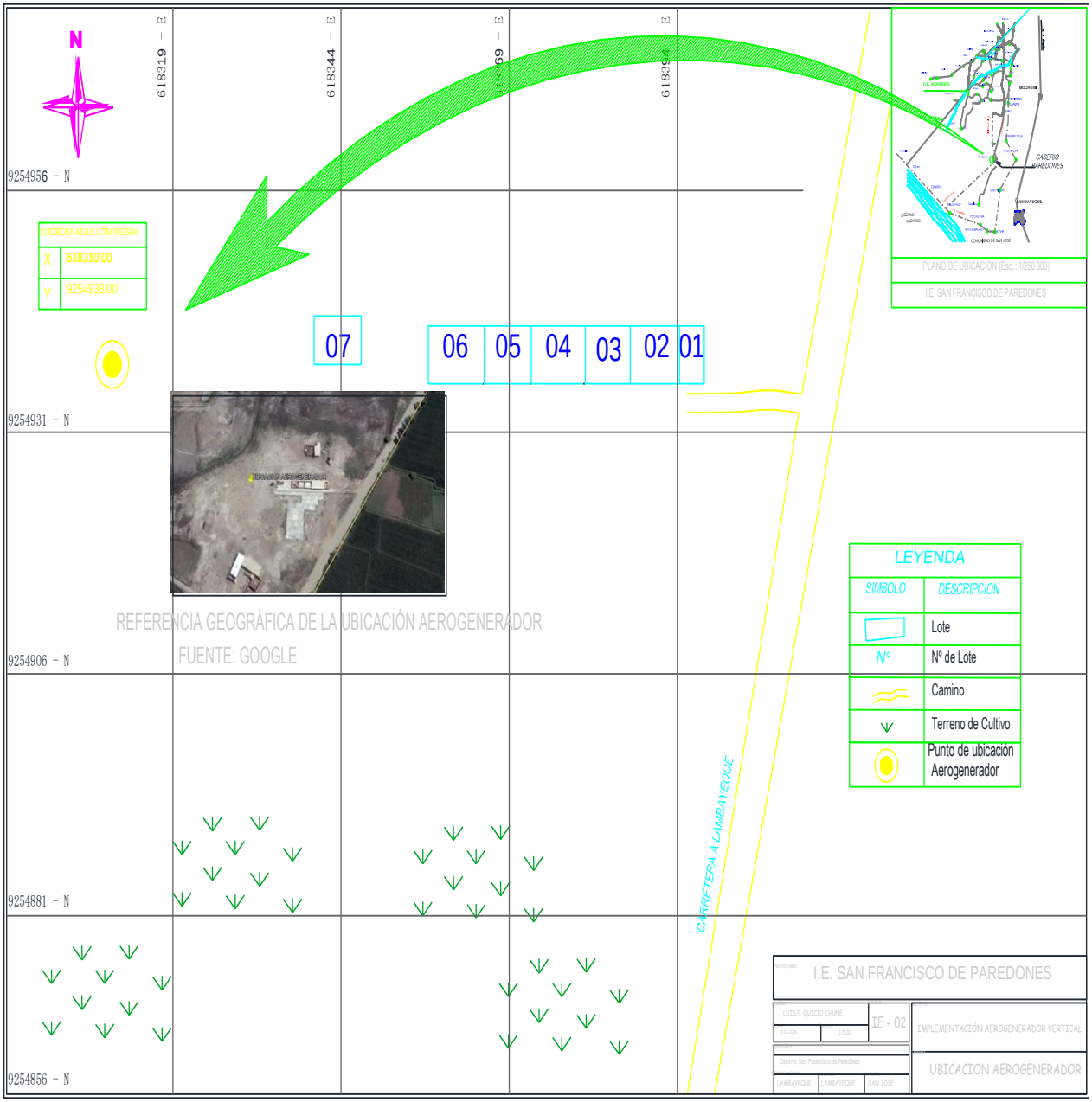
PLANO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



PLANO MONTAJE



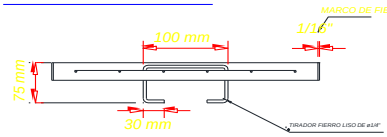
PLANO UBICACIÓN



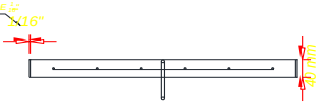
LAMINA TAPA PUESTA A TIERRA

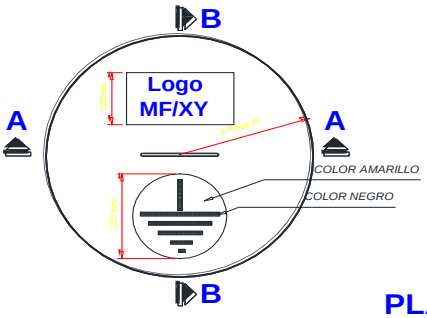
TAPA DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA

SECCION A-A



SECCION B-B

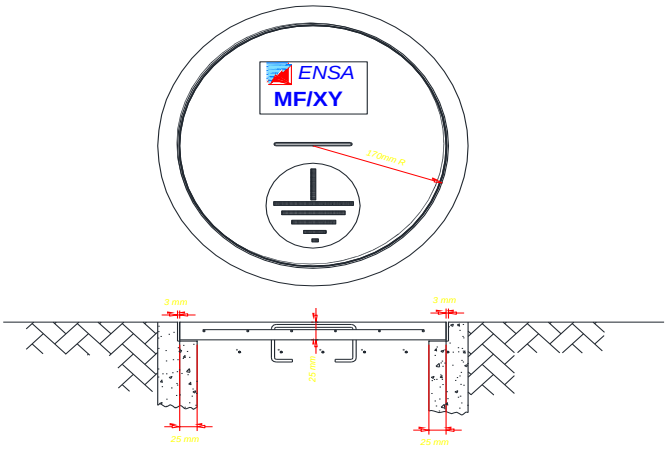




MF : Marca del fabricante, color negro

XY : Año de fabricación, color negro

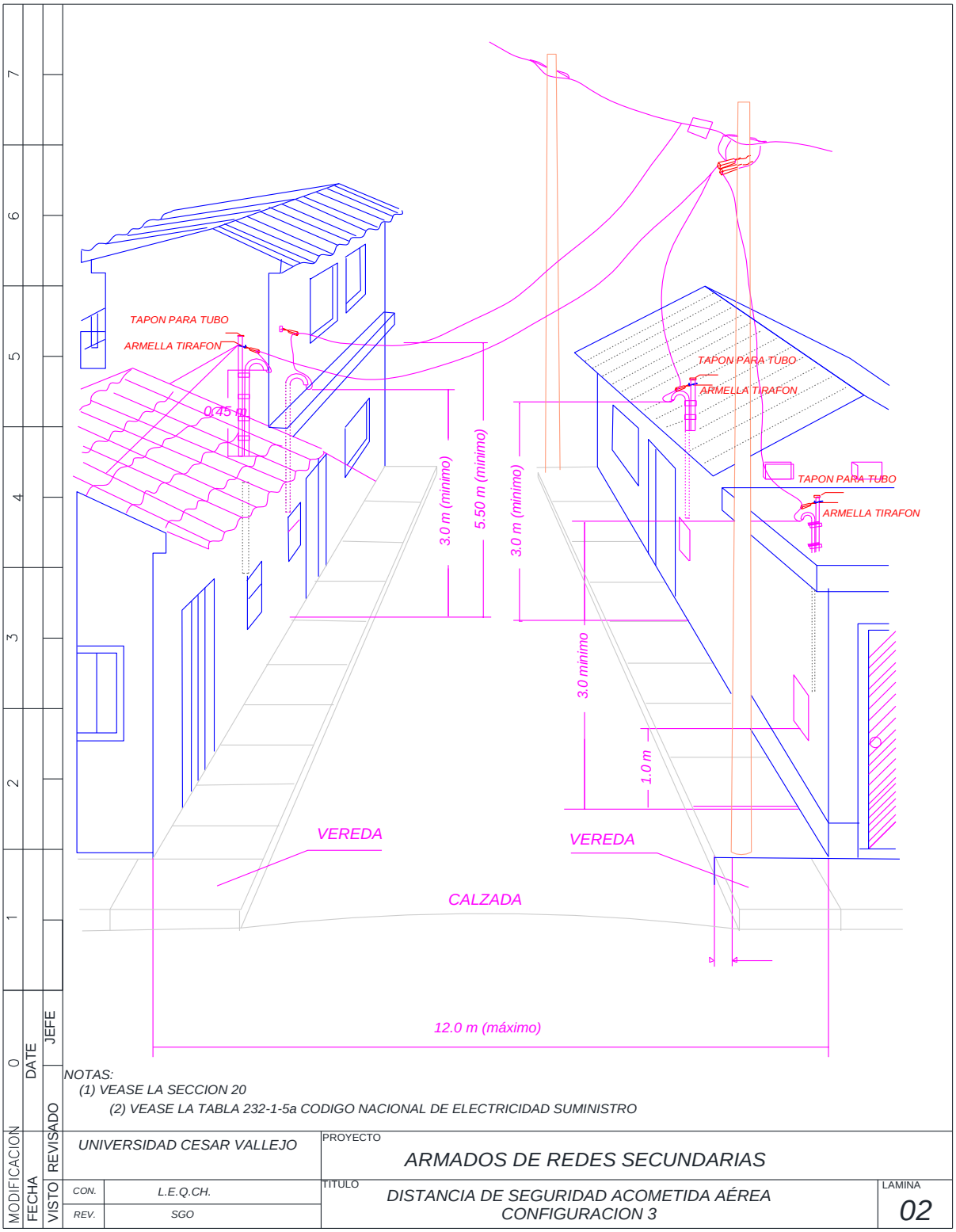
PLANTA



MODIFICACION	FECHA	VISTO		
0	DATE	REVISADO	JEFE	

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		PROYECTO: ARMADOS DE REDES SECUNDARIAS	
CON.	L.E.Q.CH	TITULO: TAPA DE REGISTRO PARA PUESTA A TIERRA	LAMINA: 01
REV.	SGO		

LAMINA DISTANCIA MINIMA ACOMETIDA



NOTAS:
(1) VEASE LA SECCION 20
(2) VEASE LA TABLA 232-1-5a CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUMINISTRO

MODIFICACION	0				
FECHA	DATE				
VISTO	JEFE				
REVISADO		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	PROYECTO	ARMADOS DE REDES SECUNDARIAS	
		CON. L.E.Q.CH.	TITULO	DISTANCIA DE SEGURIDAD ACOMETIDA AÉREA CONFIGURACION 3	LAMINA 02
		REV. SGO			

ANEXO 10

Instrumento

Día: 01 de Junio de 2016		Velocidad del Viento (m/s) Altura: 10 m								
		Coordenadas UTM WGS84								Promedio
Hora	X	618329	618315	618296	618294	618292	618304	618320	618325	
	Y	9254939	9254942	9254944	9254931	9254292	9254916	9254909	9254922	
09:00-10:00										
10:00-11:00										
11:00-12:00										
12:00-13:00										
13:00-14:00										
14:00-15:00										
15:00-16:00										
16:00-17:00										
17:00-18:00										

ANEXO 11

Instrumento

TIPO DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES A REALIZAR	MESES DEL AÑO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MANTENEMIENTO PREVENTIVO	1.- Comprobar y tarar los pares de apriete de los diferentes equipos y elementos.												
	2.- Engrasar y cambiar de aceite la multiplicadora y otros elementos dinámicos del aerogenerador.												
	3.-Revisar y mantener en estado de limpieza los equipos e instalaciones de energía eólica.												
	4.-Revisar y mantener los equipos eléctricos para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.												
	5.-redactar los informes y documentos asociados a las tareas de mantenimiento preventivo.												
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1.-Detectar, analizar y valorar las averías usuales no especializadas.												
	2.-Desarrollar una secuencia de actuación conforme a métodos y procedimientos sistemáticos en la solución de averías, garantizando la calidad y seguridad en la actuación.												
	3.-Definir los equipos, herramientas e instrumentos necesarios para reparar la avería.												
	4.-Reparar o sustituir el elemento averiado y comprobar el buen funcionamiento del mismo antes de restablecer el servicio.												
	5.- Definir los protocolos necesarios para el restablecimiento del aerogenerador a su funcionamiento nominal.												
	6.- Redactar los informes y documentos asociados a las tareas de mantenimiento correctivo.												