



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

Generación de energía eléctrica a partir de energía eólica para el Sistema de Bombeo del proyecto GREENRAM en la localidad de Nuevo Montegrande – Pueblo Nuevo – Chepén – La Libertad

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTORES**

Ramírez Vásquez, Sandro Enrique (000-0003-0872-9034)  
Salazar Sánchez, Kevin Javier (0000-0002-4306-1220)

**ASESOR**

Dr. Paredes Rosario, Raúl Rosali (0000-0001-6146-2039)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Generación, Transmisión Y Distribución

**Trujillo – Perú**

**2021**

## **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico a mis padres Luis Ramírez Torres y Martha Vásquez Ramos, como demostración del amor y respeto por ello, agradeciendo su apoyo constante.

**Sandro Ramírez Vásquez**

Dedico esta investigación a mis padres Irene Sánchez Suarez y Jaime Salazar Valerio por su apoyo incondicional, una especial mención a mi hermana Yadira Salazar Sánchez por siempre estar presente en la realización de mi carrera y a lo largo de mi vida, como demostración del amor y respeto por ello, agradeciendo su apoyo constante.

**Kevin Salazar Sánchez**

## **Agradecimiento**

A Dios gracias por cada detalle de gratitud y momento durante la realización de mis estudios universitarios.

A mis padres, darles las gracias por motivo principales para alcanzar mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar, creer en mí y en mis aspiraciones.

A mis docentes que brindaron sus conocimientos conmigo y apoyándome a culminar la presente investigación.

**Sandro Enrique Ramírez Vásquez**

A Dios por su compañía incondicional, brindándome paciencia y sabiduría para afrontar la vida universitaria y como persona.

A mis padres y hermana, por su apoyo y consejos constantes que me impulsaron a seguir adelante en mi vida logrando mis objetivos.

A mis docentes que compartieron sus conocimientos conmigo ayudándome a culminar la presente investigación.

**Kevin Javier Salazar Sánchez**

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
índice de figuras .....	iv
Índice de tablas.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	35
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	35
3.2. Variables y Operacionalizacion .....	36
3.3. Población, muestra y muestreo .....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
3.5. Métodos de análisis de datos .....	37
3.6. Aspectos éticos.....	37
3.7. Procedimiento .....	38
IV. RESULTADOS.....	39
4.1. Estudios hidráulicos .....	39
4.2. Estudio Del Recurso Eólico.....	49
4.3. Estudios Electricos.....	60
4.4. Estudio de impacto medio ambiental.....	71
4.5. Estudio económico.....	74
V. DISCUSIÓN.....	82
VI. CONCLUSIONES .....	84
VII. RECOMENDACIONES .....	85
VIII. REFERENCIAS .....	86
IX. ANEXOS.....	92

## índice de figuras

<b>Figura 1.</b> .....	Bomba sumergible
5	
<b>Figura 2.</b> .....	Esquema bomba centrífuga
6	
<b>Figura 3.</b> .....	Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar
7	
<b>Figura 4.</b> .....	Rugosidad de la tubería
10	
<b>Figura 5.</b> .....	Anemómetro de cazoletas
13	
<b>Figura 6.</b> .....	Veleta
14	
<b>Figura 7.</b> .....	Termohigrometro
14	
<b>Figura 8.</b> .....	Barómetro
14	
<b>Figura 9.</b> .....	Turbina eólica
15	
<b>Figura 10.</b> .....	Generador tipo Savonius
16	
<b>Figura 11.</b> .....	Generador vertical Darrieus
16	
<b>Figura 12.</b> .....	Generador tipo Darrieus-Savonius
16	
<b>Figura 13.</b> .....	Aerogenerador horizontal de 03 alabes
17	
<b>Figura 14.</b> .....	Aerogenerador horizontal de 02 alabes
17	
<b>Figura 15.</b> .....	Aerogenerador horizontal de 01 alabe.
17	
<b>Figura 16.</b> .....	Componentes de un aerogenerador
18	
<b>Figura 17.</b> .....	Diferentes perfiles de la velocidad del viento según el emplazamiento
20	
<b>Figura 18.</b> .....	Comparación de arranque de motores
24	
<b>Figura 19.</b> .....	Triangulo de potencias
28	
<b>Figura 20.</b> .....	Contactor especial para condensadores
31	

<b>Figura 21.</b> .....	Partes de motor y bomba sumergible
44	
<b>Figura 22.</b> .....	Motor y bomba centrifugo de superficie
48	
<b>Figura 23.</b> .....	Interruptor automático tripolar EZC250 – TMD – 225 <sup>a</sup>
60	
<b>Figura 24.</b> .....	Soft Starter ATS22 – 440V/132kW/250A
60	
<b>Figura 25.</b> .....	Interruptor automático tripolar EZC100N – TMD – 60A
62	
<b>Figura 26.</b> .....	Soft Starter-ATS22 - 440V/ 45Kw / 88A
62	
<b>Figura 27.</b> .....	Interruptor automatico tripolar NSX400N – 400A
64	
<b>Figura 28.</b> .....	Banco de condensadores de 31.8 y 34.2 Kvar / 440V
66	
<b>Figura 29.</b> .....	Contactador capacitor Scheneider de 67Kvar / 440V
67	
<b>Figura 30.</b> .....	Banco de condensadores Schneider de 17.1Kvar / 440V
69	
<b>Figura 31.</b> .....	Contactador capacitor de 21kvar / 440V
69	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Rango recomendado de velocidad .....	8
<b>Tabla 2.</b>	Valores de diseño de rugosidad de tubos .....	10
<b>Tabla 3.</b>	Coefficiente de resistencias para válvulas y acoplamientos.....	11
<b>Tabla 4.</b>	Factor de fricción en la zona de turbulencia completa para tubería de acero comercial nueva y limpia.....	11
<b>Tabla 5.</b>	Valores típicos del parámetro $\alpha$ para diferentes terrenos.....	20
<b>Tabla 6.</b>	Clases de vientos para aerogeneradores en condiciones de viento estándar .. .....	22
<b>Tabla 7.</b>	Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados.....	26
<b>Tabla 8.</b>	Límites de caídas de tensión reglamentarias.....	26
<b>Tabla 9.</b>	Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. ....	27
<b>Tabla 10.</b>	Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.. .....	27
<b>Tabla 11.</b>	Potencia de contactores para condensadores según un fabricante. ....	30
<b>Tabla 12.</b>	Factores de emisión de Kg CO <sub>2</sub> .....	32
<b>Tabla 13.</b>	Datos de velocidad del viento .....	49
<b>Tabla 14.</b>	Datos de velocidad del viento .....	50
<b>Tabla 15.</b>	Distribución de Frecuencias y Acumulada .....	52
<b>Tabla 16.</b>	Parámetros de Linealización de Weibull para h=30m .....	52
<b>Tabla 17.</b>	Distribución de Weibull h=30m .....	53
<b>Tabla 18.</b>	Función acumulada de Weibull, velocidades inferiores y superiores.....	55
<b>Tabla 19.</b>	Tabla De Energía y Potencias Del Aerogenerador LS-100Kw .....	56

## Resumen

Se presenta esta tesis con la finalidad de proponer una alternativa más eficiente, técnicamente y económicamente, al sistema de bombeo del proyecto agrícola GreenRam en la localidad de nuevo Montegrande Chepén - La Libertad.

Se realizó un estudio hidráulico, hallando los elementos necesarios para el óptimo funcionamiento del equipo de bombeo.

El estudio eólico se ha realizado con el instrumento estadístico de la distribución de weibull, teniendo como resultados las tablas de probabilidades, según normas internacionales es el procedimiento adecuado a la hora de realizar un análisis del potencial eólico en un emplazamiento, se utilizó un anemómetro digital para la toma de registros de la velocidad del viento.

Se determinó los componentes necesarios para el sistema eléctrico, se dimensiono los conductores eléctricos, así como sus dispositivos de protección, además obtuvo la huella de carbono para comprobar que la generación eólica es amigable con el medio ambiente respecto a las demás comparados con el uso de combustible diésel y el SEIN.

Se realizó un análisis económico comparándolo con un sistema de bombeo convencional y con un sistema interconectado de red nacional (SEIN) para determinar qué tan viable es la propuesta en un futuro.

**Palabras claves:** energía eólica, potencial eólica, velocidad del viento.



## **Abstract**

This thesis is presented in order to propose a more efficient alternative, technically and economically, to the pumping system of the Green Ram agricultural project in the town of new montegrande Chepén - La Libertad.

A hydraulic study was carried out, which includes the necessary elements for the best functioning of the pumping equipment.

The wind study has been carried out with the statistical instrument of the distribution of weibull, having as results the probability tables, according to international standards it is the adequate procedure when carrying out an analysis of the wind potential in a site, a digital anemometer was used for taking records of wind speed.

The necessary components for the electrical system were determined, the electrical conductors were dimensioned, as well as their protection devices, and the carbon footprint was obtained to verify that the wind generation is friendly to the environment with respect to the others compared to the use of Diesel fuel and the SEIN.

A comparative economic analysis was carried out with a conventional pumping system and an interconnected national grid system (SEIN) to determine how viable the proposal is in the future.

**Keywords:** Wind energy, wind potential, wind speed

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, una de las principales fuentes de ingreso económico se encuentra en la agricultura siendo esta una actividad que se realiza desde la antigüedad, evolucionando sus métodos de mejora de producción e irrigación de los cultivos, en el cual el Perú tiene una de las mejores tierras de cultivo donde una de las regiones que cuentan con estas tierras de cultivo es la región La Libertad, pudiendo destacar entre sus cultivos: el arroz, el espárrago, la papa, la caña de azúcar entre otros.

En nuestra región La Libertad, en la localidad de Nuevo Montegrande en el distrito de Pueblo Nuevo de la provincia de Chepén se tiene previsto la ejecución del proyecto GreenRam la cual tiene como finalidad la siembra de cultivo de productos como la alfalfa, maíz, papa, yuca y principalmente la caña de azúcar siendo este último el principal producto a cultivar en un área de cultivo de 151.42 hectáreas.

El proyecto GreenRam abastecerá de agua a las 151.42 hectáreas mediante la construcción de dos reservorios de agua de 5100m<sup>3</sup> cada uno para dicha actividad, y los cuales serán llenados por medio de un pozo de agua.

El problema es que el proyecto GreenRam no cuenta con un sistema de bombeo para el abastecimiento de agua, así como tampoco tiene un suministro de energía que genere el accionamiento de los equipos del sistema de bombeo.

Esta problemática ocasiona que haya un retraso en la ejecución del proyecto el cual tiene la finalidad de sembrar, cosechar y comercializar caña de azúcar.

Sin embargo, se ha observado que en la zona a realizar el proyecto existe un buen número de horas de viento al día con una velocidad razonable por lo expuesto el presente estudio trata de definir si es viable técnica y económicamente el dimensionamiento e implementación de un sistema de generación eléctrica por medio de energía eólica.

## **1.1. Trabajos previos**

(Guananga,2013), **“Estudio De Un Sistema De Bombeo Eólico Con El Fin De Satisfacer Las Necesidades De Irrigación Agrícola En La Parroquia García Moreno, Pelileo.”**

Trabajo Estructurado De Manera Independiente

Universidad Técnica De Ambato. Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica

Ambato – Ecuador, 2013

### **Conclusiones**

En el lugar donde se realizo el estudio, la instalación de aerogeneradores es recomendable ya que los vientos existentes son de una magnitud superior a las mínimas recomendadas (5 m/s) para que estos equipos funcionen en forma óptima.

Con la ayuda de los datos registrados por la estación meteorológica ubicada a una altura de 10 m se obtuvo datos con mayor exactitud y confiabilidad, llegando a la conclusión de que en el mes de Julio, fue favorable en cuanto a energía entregada por el viento.

La velocidad promedio del viento imperante en el sector fue de 6.1 m/s, con la cual se determinó la potencia disponible para seleccionar un diámetro del rotor de 2,5 m. entre otros.

Se utilizará una bomba de pistón de diámetro de 3 pulgadas y una altura de bombeo de 15m, sistema permite bombear hasta una altura de 21 m. con lo cual se compensa las pérdidas producidas por el sistema.

En definitiva, la energía eólica no ha sido aprovechada en el país para resolver problemas de irrigación agrícola, pero se es un recurso que está al alcance de todos, y no parece razonable desaprovechar lo que nos pueda ofrecer.

(Medina, Chávez, 2014), **“Estudio Y Dimensionamiento De Un Sistema Híbrido Eólico Solar Para El Alumbrado De Las Vías Y El Cerco Perimétrico Del Campus Universitario De La Universidad Nacional Del Santa.”**

Tesis Para Optar El Título Profesional De Ingeniero En Energía

Facultad De Ingeniería. Escuela Académico Profesional Ingeniería En Energía

Chimbote Octubre, 2014

### **Conclusiones**

- El sistema híbrido eólico será la encargada de suministrar la energía requerida por el campus universitario para alimentar a la iluminación de las vías y cerco perimétrico en un 17% de la demanda necesitado para el sistema.
- De los datos recolectados en la medición de viento en el campus de la Universidad Nacional del Santa se determinó la velocidad promedio del viento, que es de 5m/s a 12 metros de altura (en la que trabajara el aerogenerador), obteniendo que tiene una velocidad mínima de 1m/s y una velocidad máxima de 9m/s.
- Mediante la recopilación de datos obtenidos de la NASA se determinó de la irradiación mensual, el promedio anual por día de 5.22 kW/m<sup>2</sup>.
- Para calcular el potencial eólico se procedió mediante el uso de la distribución de Weibull y la ficha técnica del aerogenerador entre ello la curva característica, las cuales será aprovechado la energía para el alumbrado de las vías y el cerco perimétrico del campus de la universidad Nacional del Santa y su energía eólica es de 129 100.25 kW/año.
- Por lo expuesto anteriormente se llegó a la conclusión, que la instalación de un sistema híbrido eólico solar es económicamente viable al determinarse que el VAN del sistema Híbrido es de US\$ 373 516.52 y tiene una facturación en energía de 0.130 US\$/Kw año, y el sistema actual tiene un VAN de US\$ 377 760.15 y tiene una facturación de energía de 0.164 US\$/Kw año.

(Arenas, Cedrón, 2014), **“Diseño De Una Micro Central Eólica De 50 Kw Para El Sistema De Iluminación Del Campus Ii De La Universidad Nacional Del Santa, Nuevo Chimbote”**

Para Optar El Título Profesional De Ingeniero En Energía  
Universidad Nacional del Santa. Facultad De Ingeniería  
Nuevo Chimbote, 2016

### **Conclusiones**

- Una vez recopilada los datos de mediciones de la velocidad del viento y mediante su respectivo analisis se determino que la localidad tiene una velocidad de 5ms y una direccion de viento entre SUR y SUR-SUROESTE.
- Se diseñaron 20 aerogeneradores con una potencia nominal de 2.5 kW cada uno, un diámetro de rotor de 11.5 metros, una torre de 30 metros de altura, un valor de  $C_p$  igual a 0.385 y una velocidad de arranque de 3m/s.
- Se procedió a considerar la ubicación y distribución de los aerogeneradores en el campus II de la Universidad Nacional del Santa de forma adecuada y ordenada, teniendo en cuenta las consideraciones pertinentes se ubicó la micro central eólica en la parte más próxima a la dirección del Sur. Sabiendo que el micro central eólico ocupa un lugar notablemente grande en el campus II, indicando que en el terreno tiene espacio para la realización de otros proyectos.
- Las características de los elementos eléctricos y de mando de la micro central eólica son: la conexión en 04 grupos de cinco aerogeneradores cada grupo. Una casa de fuerza con un total de 120 baterías para los 20 aerogeneradores y un regulador de carga para cada grupo de cinco aerogeneradores, que hacen un total de cuatro reguladores de carga.
- La potencia de la micro central eólica es 50 kW, y la energía que produce al año es igual a 396 813.24 kW/año, esto puede alimentar un total de 520 lámparas de exteriores de corriente continua de 70W de consumo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Sistema de bombeo (Fernández, 2012)

El sistema de bombeo es la que busca elevar la presión del fluido para romper la resistencia ofrecida por el sistema por donde circulara la distribución del agua.

Este sistema cuenta con la bomba hidráulica el cual convierte la energía mecánica en energía hidráulica agregando energía al líquido, produciendo un caudal y una determinada fuerza a su salida.

Las utilizaciones de las bombas de agua tienen dos finalidades, la primera es la absorción del agua por medio de pozo de agua y la segunda es la distribución del agua en sistema de tuberías de abastecimiento a un determinado lugar o necesidad.

- **Bombas sumergibles**

Las bombas sumergibles son conocidas por extraer líquidos de los pozos de agua y a su vez estas se encuentran sumergidas debajo del nivel de agua del pozo.

Su aspecto constructivo está distribuido de una parte eléctrica que viene a ser el motor eléctrico teniendo un cable especial resistente al agua y la parte mecánica donde se encuentra un conjunto de impulsores conectados en serie y tiene un flujo axial.

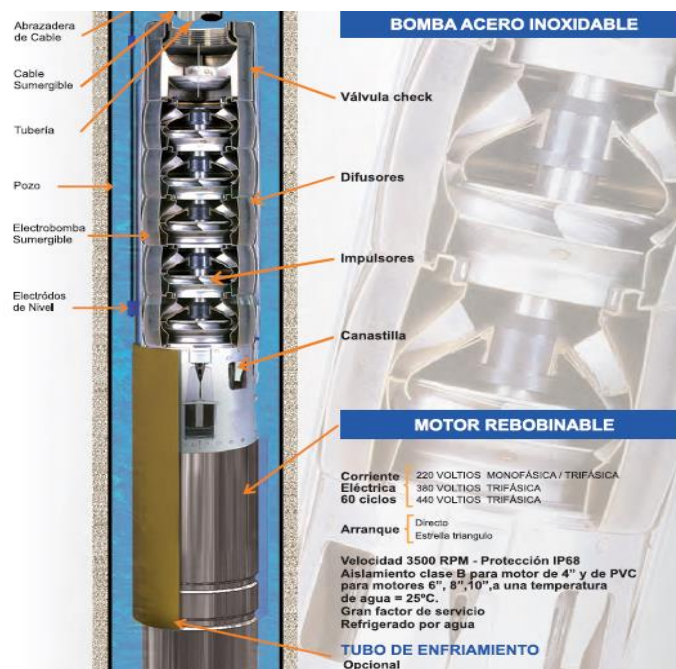


Figura 1. Bomba sumergible

- **Bombas centrifugas**

Las electrobombas centrifugas están conformadas por un motor eléctrico acoplado a una transmisión con el impulsor de flujo radial dentro de una carcasa. Por lo general las carcasas de las bombas centrifugas están compuestas por hierro fundido y el impulsor por bronce.

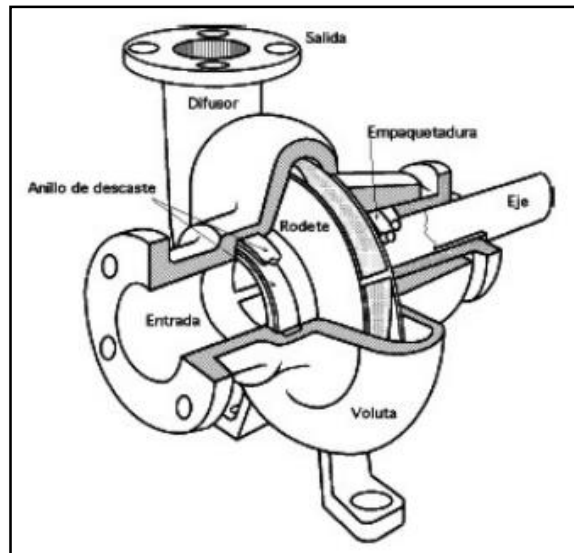


Figura 2. Esquema bomba centrifuga

## 2.2. Cálculo del sistema de bombeo

- **Determinación de los caudales (Fernández, 2012)**

La demanda se estima por medio de la aplicación de un método que nos permita obtener el consumo diario del agua y también el consumo total de una red o necesidad de consumo de un determinado proceso en un determinado tiempo.

Para determinar la demanda de agua necesaria para regar la caña de azúcar se procedió con la siguiente formula:

- **Demanda mensual de agua**

$$Q = Q_c * h_i * h_c * t \quad (1)$$

Donde:

$Q_c$  = caudal de cosecha (l/kg)

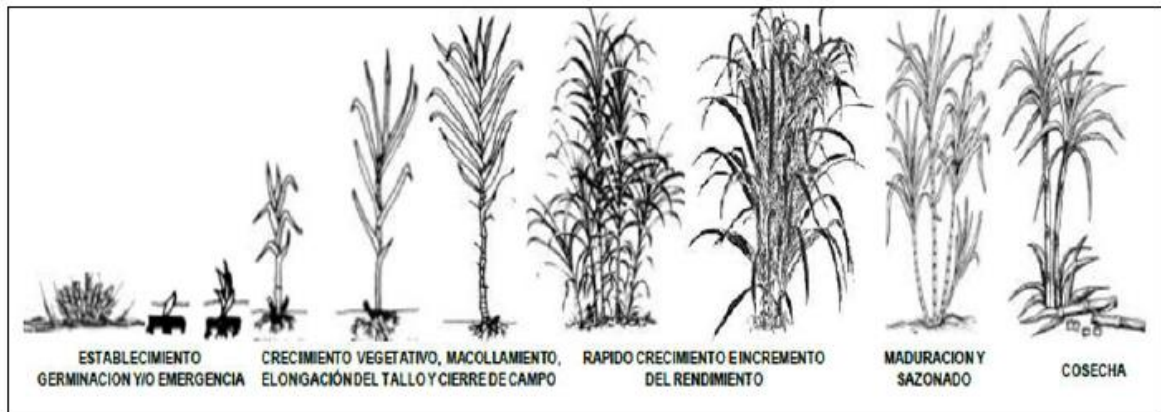
$h_i$  = huella hídrica (kg/ha)

$h_c$  = hectáreas por cosecha (ha/c)

$t$  = intervalo de producción de cosecha (c/mes)

Aquino (2015) indica que desde que se siembra hasta que se cosecha la caña de azúcar este se desarrolla con una duración de periodo variable, dependiendo en particular de la influencia del clima. El tiempo en que dura la siembra hasta la cosecha tiene una duración de 14 a 17 meses.

Obteniendo la demanda mensual del agua se puede obtener la demanda diaria del agua, para la aplicación de la formula, los datos se obtienen de los anexos 1, 2.



**Figura 3.** *Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar*

**Caudal.** - Es la cantidad de agua que circula por un ducto o tubería en una determinada unidad de tiempo, siendo sus principales unidades: metros cúbicos por hora ( $m^3/s$ ) y litros por segundo (l/s).

$$Q = v * A \tag{2}$$

$v$ = velocidad del fluido

$A$ = área donde circula el fluido

- **Diseño de la línea de succión** (Simbaña, 2018)

**Diámetro de tubería:** Robert L. Mott (2006) refiere en el diseño de diámetro de la tubería de succión la aplicación de una formula empírica conocida como la fórmula de Bresse para bombes discontinuos.

$$Di = 0.58733 * N^{0.25} * \sqrt{Q} \tag{3}$$

$Di$ = diámetro interior aproximado (m)

$N$ = número de horas de bombeo al día

$Q$ = caudal de bombeo ( $m^3/s$ )



### Velocidad del fluido ( $v$ )

$$v = \frac{4Q}{\pi * D^2} \quad (4)$$

$v$ = velocidad (m/s)

$D$ = diámetro de tubería (m)

$Q$ = flujo volumétrico (caudal)

**Tabla 1.** Rango recomendado de velocidad

Tipo de servicio	Rango recomendado de velocidad	
	pie/s	m/s
Líneas de succión	2 -- 4	0.6 -- 1.2
Líneas de retorno	4 -- 13	1.5 -- 4
Línea de descarga	7 -- 18	2 -- 5.5

Fuente 1. Robert L. Mott. (2006)

- **Ecuación general de la energía de fluidos (Fernández, 2012)**

**Teorema de Bernoulli:** Llamada también ecuación de Bernoulli indica como el movimiento de un fluido actúa a lo largo de línea de corriente.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (5)$$

Despejando de la ecuación de Bernoulli para la altura de bombeo es:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + H_B = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + hf_s + hf_i \quad (6)$$

Donde:

$H_B$ = altura dinámica de la bomba (m)

$hf_s$ = pérdidas primarias (m)

$hf_i$ = pérdidas secundarias (m)

$Z$  = Energía potencial

$\frac{v^2}{2g}$  = Energía cinética

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

**Fricción en tuberías:** La fricción en tuberías genera pérdidas de energía debido a que el fluido que pasa por la tubería se produce rozamiento con las paredes, codos, reducción y expansión a lo largo de una red de distribución.

**Pérdidas de carga en tubería recta:** Para realizar el cálculo de las pérdidas de energía se tomará la ecuación de Darcy producidas en piezas rectilíneas y tubos redondos largos. Dentro de la ecuación se tiene un factor de fricción ( $f$ ) que es adimensional.

$$hf_s = f \frac{L}{D_i} * \frac{v^2}{2g} \quad (7)$$

Donde:

$f$  = factor de fricción

$L$  = longitud total de tuberías (m)

$g$  = gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$D_i$  = diámetro de la tubería (m)

Velocidad del fluido (m/s)

Para determinar el factor de fricción dependen dos cantidades adimensionales que viene a ser la rugosidad relativa de la tubería y el número de Reynolds.

Simbaña (2018) refiere que el fluido según su comportamiento puede ser laminar o turbulento y estos vienen expresados con una magnitud llamada número de Reynolds ( $Re$ ) siendo su unidad de forma adimensional, teniendo en cuenta lo siguiente:

Número de Reynolds < 2000 = flujo laminar.

Número de Reynolds > 4000 = Flujo turbulento.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente se determina con la ecuación de Reynolds:

$$Re = \frac{v * D_i}{\gamma} \quad (8)$$

Donde:

$v$  = velocidad del fluido (m/s)

$D_i$  = diámetro de la tubería (m)

$\gamma$  = viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)

Los datos de las variables:  $\gamma$  y  $D_i$  se obtienen de los anexos 3 y 4

En la tubería a menudo presenta una rugosidad ( $\epsilon$ ) que depende del material de la que está hecho y el método de fabricación, estos datos se obtienen de la tabla 2 debido a que la rugosidad es algo irregular.

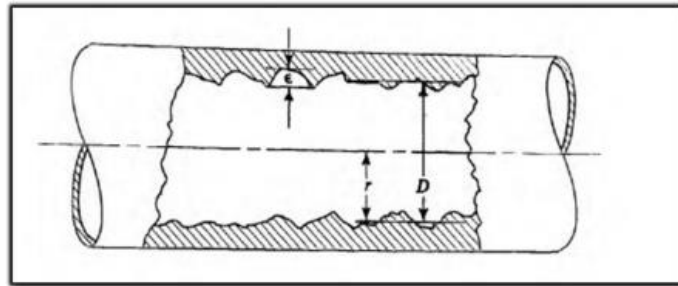


Figura 4. Rugosidad de la tubería

Mott (2006) indica que la forma más común para determinar el factor de fricción es usando el diagrama de Moody (anexo 5), esta viene a ser una gráfica que relaciona el factor de fricción con el número de Reynolds interpretadas en una serie de curvas paramétricas relacionadas con la rugosidad relativa ( $D/\epsilon$ ).

Tabla 2. Valores de diseño de rugosidad de tubos

Material	Rugosidad $\epsilon$ (mm)	Rugosidad $\epsilon$ (pie)
Vidrio	liso	liso
Plástico	$3.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-6}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1.5 \times 10^{-6}$	$5.0 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4.6 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1.5 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil, recubierto	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil, no recubierto	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-4}$
Concreto bien fabricado	$1.2 \times 10^{-4}$	$4.0 \times 10^{-4}$
Acero remachado	$1.8 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$

Fuente 2. Robert L. Mott. (2006)

- **Perdidas de presión en válvulas y conexiones**

En la red de distribución de tuberías también está conformado por válvulas y accesorios que cambian el flujo produciendo una pérdida adicional que se puede obtener mediante la longitud equivalente, y calculada con la siguiente ecuación:

$$hf_i = K * \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

Donde:

K= coeficiente de resistencia

v= velocidad del fluido (m/s)

g= gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Robert L. Mott (2006) nos indica que el coeficiente de resistencia (K) se determina mediante la fórmula:

$$K = \frac{L_e}{D} * f_T \quad (10)$$

En la tabla 3 se presenta el valor  $L_e/D$  que depende del tipo de accesorio al que este acoplado y el termino de  $f_T$  es el factor de fricción de la tubería a la que esta acoplado la válvula o acople y esta se obtiene de la tabla 4.

**Tabla 3.** Coeficiente de resistencias para válvulas y acoplamientos

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de tubería $L_e/D$
Válvula de globo – abierta por completo	340
Válvula de ángulo – abierta por completo	150
Válvula de compuerta – abierta por completo	8
• $\frac{3}{4}$ abierta	35
• $\frac{1}{2}$ abierta	160
• $\frac{1}{4}$ abierta	900
Válvula de verificación – tipo giratorio	100
Válvula de verificación – tipo bola	150
Válvula de mariposa – abierta por completo 2 a 8 pulg	45
• 10 a 14 pulg	35
• 16 a 24 pulg	25
Válvula de pie – tipo disco de vástago	420
Válvula de pie – tipo disco de bisagra	75
Codo estándar a 90°	30
Codo a 90° de radio largo	20
Codo roscado a 90°	50
Codo estándar a 45°	16
Codo roscado a 45°	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar – con flujo directo	20
• Con flujo en el ramal	60

Fuente 3. Robert L. Mott. (2006)

**Tabla 4.** Factor de fricción en la zona de turbulencia completa para tubería de acero comercial nueva y limpia

Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción $f_T$	Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción $f_T$
$\frac{1}{2}$	0.027	3 $\frac{1}{2}$ , 4	0.017
$\frac{3}{4}$	0.025	5	0.016
1	0.023	6	0.015
1 $\frac{1}{4}$	0.022	8 – 10	0.014
1 $\frac{1}{2}$	0.021	12 – 16	0.013
2	0.019	18 - 24	0.012
2 $\frac{1}{2}$ , 3	0.018		

Fuente 4. Robert L. Mott. (2006)

### 2.3. Potencia requerida por la bomba y el motor (Weg, 2018)

Fernández (2012) refiere que la potencia hidráulica de la bomba es:

$$P_H = \rho * Q * g * H_B \quad (11)$$

Donde:

$P_H$ = potencia hidráulica de la bomba ( $w = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ )

$\rho$ = densidad del fluido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$Q$ = caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$g$ = gravedad ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$H_B$ = altura dinámica de la bomba (m)

**Potencia aparente (S):**

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} (VA) \quad (12)$$

**Potencia activa (P):**

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi (w) \quad (13)$$

**Rendimiento ( $n_m$ ):**

$$n_m = \frac{P_u(W)}{P_a(W)} = \frac{1000 * P(kW)}{\sqrt{3} * U * I * \cos\varphi} \quad (14)$$

Donde:

$P_u$ = potencia útil (disponible en el eje)

$P_a$ = potencia absorbida (retira de la red)

Para obtener la potencia eléctrica necesaria para el motor trifásico acoplado a la bomba de agua se procede a calcular la potencia hidráulica y luego la potencia en el eje de la bomba con la ecuación:

$$P_{ejeb} = \frac{P_H}{n_b} (W) \quad (15)$$

Donde:

$n_b$ = rendimiento de la bomba

$P_{ejeb}$ = potencia en el eje de bomba

Una vez determinado la potencia en el eje de la bomba se pasa a calcular la potencia útil, potencia absorbida y aparente del motor eléctrico.

## 2.4. Generación de electricidad con energía eólica

- **Energía eólica** (Arias, Hachire y Joaquin, 2018)

Actualmente la energía eólica es de las fuentes de energía renovables más rentable económicamente, los generadores eólicos producen energía eléctrica con precios más competitivos en el mercado de suministro eléctrico.

La energía eólica viene a ser la conversión del movimiento de masas de aire en energía eléctrica, esta energía cinética que lleva el aire es aprovechada por la turbina y sus partes mecánicas para luego ser convertida en electricidad por medio del aerogenerador, para finalmente ser almacenada en bancos de baterías o ser inyectada directamente al sistema eléctrico nacional.

Una de las fuentes renovables que ha adquirido muchos más conocimientos nuevos es la energía eólica, que a lo largo del tiempo se ha venido desarrollando y conseguido una solidez, por lo que su explotación con proyectos para generar energía eléctrica es económicamente posible, en vez de fuentes de energía como la termonuclear, geotérmica, hidráulica entre otras, los países económicamente desarrollados tienen en funcionamiento este tipo de tecnología, haciéndola importante a este tipo de energía renovable.

**Instrumentos de medición:** Para la medición de la energía eólica se emplean generalmente cuatro tipos de instrumentos meteorológicos:

- Anemómetros que registran la velocidad del viento.



**Figura 5.** *Anemómetro de cazoletas*

- Veletas que toman la orientación del viento.



**Figura 6.** *Veleta*

- Termohigrómetros que miden la temperatura y humedad relativa del aire.



**Figura 7.** *Termohigrometro*

- Barómetros que toman la presión atmosférica de la zona en medición.

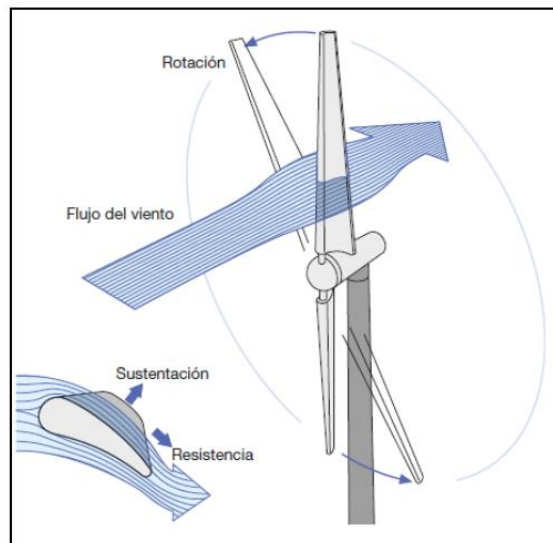


**Figura 8.** *Barómetro*

- **Aerogeneradores** (Arias, Hachire y Joaquin, 2018)

**Funcionamiento de las turbinas eólicas:** El principio de funcionamiento básico de los generadores eólicos es convertir la energía cinética del viento en electricidad

transformando el movimiento longitudinal que tiene el viento en movimiento circular a través de los alabes de las turbinas.



**Figura 9.** *Turbina eólica*

La forma del alabe de la turbina causa una diferencia de presión en la zona cercana a su superficie la cual provoca una fuerza resultante que tiene como dirección el centro de la turbina, causando la rotación cada vez que el viento incide en su superficie.

Por lo general la mínima velocidad que debe tener el viento para empezar el movimiento de las turbinas eólicas está entre 3 a 5 m/s y la velocidad nominal en la cual las turbinas genera energía en sus condiciones de diseño esta entre 12 a 14 m/s. La velocidad máxima de la mayoría de las turbinas es de 25 m/s, teniendo por entendido que para velocidades mayores puede presentar problemas de vibración, rotura, sobreesfuerzos, etc., sobre la turbina.

- **Tipos de turbinas eólicas**

**Aerogenerador de eje vertical:** Por lo general se usan para bajas cargas los cuales tienen la ventaja de trabajar con velocidades de diferentes direcciones.

Existen tres tipos de turbinas verticales:

- Generador Vertical Tipo Savonius: tienen en alabes en forma de semicilindros, se caracteriza por trabajar a velocidad lenta y eficiencia baja.





**Figura 10.** *Generador tipo Savonius*

- Generador Vertical de Darrieus: tiene una mejor eficiencia que del tipo Savonius, pero necesita un equipo que inicie un movimiento en el eje para iniciar el arranque del generador Darrieus.



**Figura 11.** *Generador vertical Darrieus*

- Generador vertical tipo Darrieus-Savonius: permite aprovechar las bajas velocidades, dar inicio al movimiento y las altas velocidades para generar un mejor aprovechamiento de la energía.



**Figura 12.** *Generador tipo Darrieus-Savonius*

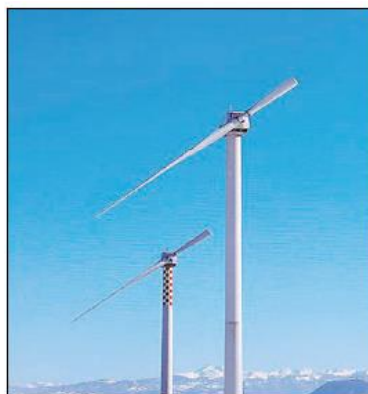
**Aerogenerador de eje horizontal:** Al darse la rotación con respecto al eje horizontal, mejora la eficiencia de aprovechamiento de la energía cinética comparado con las anteriores. Cabe mencionar que existen turbinas de 01, 02 y 03 alabes y multi alabes.



**Figura 13.** *Aerogenerador horizontal de 03 alabes*



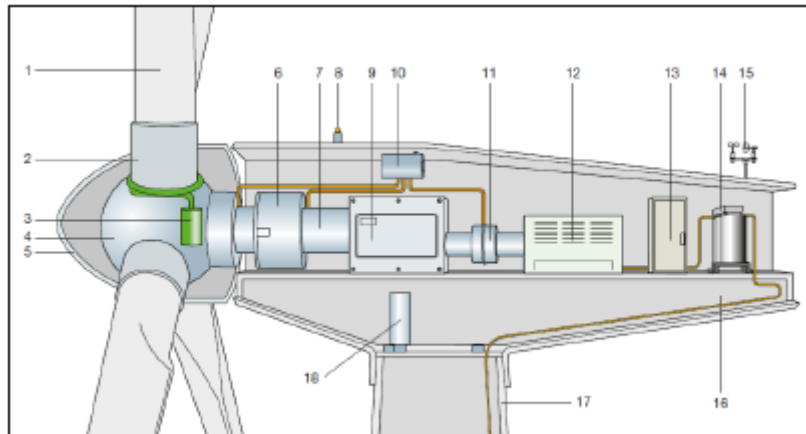
**Figura 14.** *Aerogenerador horizontal de 02 alabes*



**Figura 15.** *Aerogenerador horizontal de 01 alabe.*

- **Funcionamiento de centrales eólicas.**

Partes de un aerogenerador: Para describir los elementos que conforman un aerogenerador tomaremos como referencia el aerogenerador de 03 palas por ser el de mayor uso, siendo los componentes:



**Figura 16.** Componentes de un aerogenerador

1. Alabe
2. Soporte de la alabe
3. Actuador del ángulo de paso
4. Buje
5. Cubierta
6. Soporte principal
7. Eje principal
8. Luces de señalización aérea
9. Multiplicador
10. Dispositivos hidráulicos de refrigeración
11. Frenos mecánicos
12. Generador
13. Convertidor de potencia y dispositivos eléctricos de control, protección y seccionamiento.
14. Transformador
15. Anemómetros
16. Estructura de la góndola
17. Torre de soporte
18. Mecanismo actuador de la orientación

- **La Potencia del Viento (Chávez y Medina; 2014)**

Potencia del viento disponible: Se da cuando este sopla con una velocidad  $V$  a través de un área  $A$  perpendicular a  $V$ , es:

$$P_{viento} = \frac{1}{2} * \rho * A * V^3 \quad (16)$$

Donde:

$P_{viento}$  = potencia en el viento en vatios

$\rho$  = densidad del aire ( $\text{kg/m}^3$ )

$V$  = velocidad del viento ( $\text{m/s}$ )

$A$  = área perpendicular al viento en  $\text{m}^2$

Es normal que la potencia eólica teórica se exprese como potencia eólica específica, esto se da por unidad de área. Teniendo:

$$P_{viento} = \frac{1}{2} * \rho * V^3 \quad (\text{W/m}^2) \quad (17)$$

- **Clasificación de las velocidades**

Para realizar la clasificación de velocidades primero se debe realizar las mediciones de las velocidades en un intervalo de tiempo en el lugar de estudio utilizando como instrumento de medición el anemómetro, estas velocidades se registran en un cuadro de datos.

Estas mediciones por lo general se realizan a una determinada altura y por medio de la extrapolación se obtiene la velocidad de viento producida a una altura mayor a la que trabajara el generador eólico.

Cueva (2015), sostiene que la velocidad varía con la altura, siguiendo una ecuación, más conocida como la ley exponencial de Hellman:

$$V_2 = V_1 \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^\alpha \quad (18)$$

Donde:

$V_2$  = velocidad del viento a la altura  $h_2$

$V_1$  = velocidad del viento a la altura  $h_1$

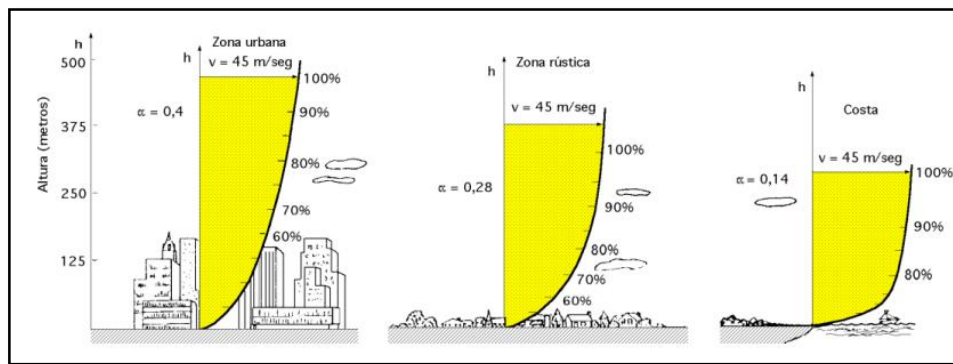
$\alpha$  = exponente de Hellman (varía con la rugosidad del terreno)

**Tabla 5.** Valores típicos del parámetro  $\alpha$  para diferentes terrenos

Terreno	Valor del exponente $\alpha$
Lugares llanos con hielo o hierba	0.08 ÷ 0.12
Lugares llanos (mar, costa)	0.14
Terrenos poco accidentados	0.13 ÷ 0.16
Zonas rústicas	0.2
Terrenos poco accidentados o bosques	0.2 ÷ 0.26
Terrenos muy accidentados y ciudades	0.25 ÷ 0.4

Fuente 5. Robert L. Mott. (2006)

En la Fig. 17 se muestran, las características típicas de diferentes emplazamientos para la ley exponencial de hellman.



**Figura 17.** Diferentes perfiles de la velocidad del viento según el emplazamiento

- **Análisis estadístico del viento**

Para caracterizar la velocidad del viento es a través de la distribución de probabilidad, usando normalmente las distribuciones de Rayleigh y Weibull.

**Distribución de Weibull** (Álvarez, Martínez y Alvarado; 2013)

Para determinar el potencial eólico se debe establecer parámetros de la ecuación de distribución de Weibull, siendo:

$$p(v) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (19)$$

Donde:

$p(v)$  = distribución de probabilidad de Weibull

$c$  = parámetro de escala (m/s)

$k$  = parámetro de forma

$v$  = velocidad del viento

El parámetro de escala es la velocidad promedio del viento en la zona de estudio y el parámetro de forma indica el grado de dispersión de los registros.

El método de los mínimos cuadrados permite obtener los parámetros de forma y escala, a través de la transformación doble logarítmica de la función de distribución acumulativa de Weibull  $F(v)$ .

$$\begin{aligned}
 F(v) &= 1 - e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} & (20) \\
 \Rightarrow \frac{1}{1-F(v)} &= e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \\
 \Rightarrow \ln \left[ \frac{1}{1-F(v)} \right] &= \ln \left[ e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \right] \\
 \Rightarrow \ln \left[ \frac{1}{1-F(v)} \right] &= \left(\frac{v}{c}\right)^k \\
 \Rightarrow \ln \left( \ln \left[ \frac{1}{1-F(v)} \right] \right) &= k \ln \left( \frac{v}{c} \right) \\
 \Rightarrow \ln \left( \ln \left[ \frac{1}{1-F(v)} \right] \right) &= k \ln(v) - k \ln(c) & (21)
 \end{aligned}$$

La expresión de la ecuación 21 representa la ecuación lineal de la forma:

$$y = kx - b \quad (22)$$

La cual es una recta de regresión lineal con:

$$y = \ln \left( \ln \left[ \frac{1}{1-F(v)} \right] \right); x = \ln(v) \text{ y } b = -k \ln(c) \quad (23)$$

De la ecuación 22 se concluye que el parámetro de forma (k), es la pendiente de la recta de regresión.

De la ecuación 23 se deduce de la formula el parámetro de escala (c), teniendo, por tanto:

$$\begin{aligned}
 b &= -k \ln(c) \\
 \Rightarrow -\frac{b}{k} &= \ln(c) \\
 \Rightarrow c &= e^{-\frac{b}{k}} & (24)
 \end{aligned}$$

## 2.5. Selección de aerogeneradores (Apón, 2013)

Para la elección del aerogenerador, se debe considerar factores como la densidad de potencia producida, clase de viento en el emplazamiento, el factor de carga del aerogenerador y la velocidad media del viento a la altura del buje.

- **Clases de viento de los aerogeneradores:**

Para escoger el tipo de aerogenerador adecuado para un determinado lugar se tiene en cuenta la clase del aerogenerador a seleccionar el cual esta definidos por la velocidad del viento medio anual siendo estas mediciones a la altura del buje, también se tiene en cuenta las ráfagas extremas que podrían ocurrir una vez cada 50 años y la cantidad de turbulencia que hay en la localidad don se realiza la medición.

Por otra parte, la clase de aerogeneradores están representadas por tres indicadas en la tabla 6, estos vienen definidas por la norma IEC 61400 (Comisión electrotécnica Internacional). La tabla 6 se obtiene de la norma técnica IEC 61400-1.

**Tabla 6.** Clases de vientos para aerogeneradores en condiciones de viento estándar

<b>Clases de vientos de los aerogeneradores</b>	<b>IEC I viento alto</b>	<b>IEC II viento medio</b>	<b>IEC III viento bajo</b>
Velocidad anual promedio	10m/s	8.5m/s	7.5m/s
Velocidad de ráfagas extremas que ocurren una vez cada 50 años	70m/s	59.5m/s	52.5m/s
Clases de turbulencia	A 18%	A 18%	A 18%
	B 16%	B 16%	B 16%

## 2.6. Salida Eléctrica de Aerogenerador

Generalmente los aerogeneradores brindan una ficha técnica de sus productos en las siguientes curvas características:

- Potencia- Velocidad de viento

- Salida de Energía mensual o anual - Velocidad promedio de viento

Cada valor de salida de energía se halla multiplicando la potencia por el número de horas al día para cada velocidad de viento. Esto se resume en la siguiente expresión:

$$E_i = P_i \times t_i \quad (25)$$

Dónde:

$E_i$  = Energía a la velocidad de "i" m/s

$P_i$  = producción de Potencia eléctrica a la velocidad "i" m/s

$t_i$  = Número de horas al día a la velocidad "i" m/s

Luego la salida de energía total al día (E) se calcula mediante:

$$E = \sum(E_i) = \sum(P_i \times t_i) \quad (26)$$

## 2.7. Cálculo de componentes eléctricos (Simbaña, 2018)

### Diseño de tablero de sistema de potencia de electrobombas

Para el diseño del sistema de Control y sistema de Potencia, se seleccionan los conductores eléctricos, disyuntores (interruptores), Contactores y arrancador de estado sólido.

### Cálculo de la corriente que generan los motores

Se debe calcular la intensidad nominal del motor ( $I_n$ ), la cual nos permitirá determinar el calibre de conductores eléctricos, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{HP * 746}{\sqrt{3} * U * n * \cos\phi} \quad (27)$$

Donde:

U: voltaje

n: rendimiento

$\cos\phi$  : Factor de potencia



## Selección de disyuntor, contactor, relé y arrancador de estado sólido

Para seleccionar el disyuntor Termomagnético será por medio de los catálogos de acuerdo a la corriente de carga.

$$I_n = I_d \quad (28)$$

$I_d$  = intensidad del disyuntor

El contactor se selecciona de los catálogos de acuerdo a la carga del motor.

El arrancador de estado sólido se selecciona tomando en cuenta la potencia del motor.

Para la selección del conductor eléctrico para la alimentación general y los motores eléctricos, teniendo presente la instrucción de la ITC-BT-47 del reglamento para baja tensión (BT), donde explica que los conductores han de ser dimensionados para una intensidad del 125% de la corriente nominal del motor.

$$I_{conductor} = 1.25 I_n \quad (29)$$

Esta intensidad ( $I_{conductor}$ ) será con la se seleccionará en el catálogo de conductores eléctricos.

- **Arrancador suave electrónicos (Siemens, 2013)**

Los arrancadores suaves electrónicos o soft starter protegen los elementos mecánicos de transmisión de la maquina durante el encendido y la parada protegiendo la red contra altos picos de corriente y generando un bajo consumo, esto permite que la red, el motor y componentes eléctricos queden protegidos frente a sobrecargas.

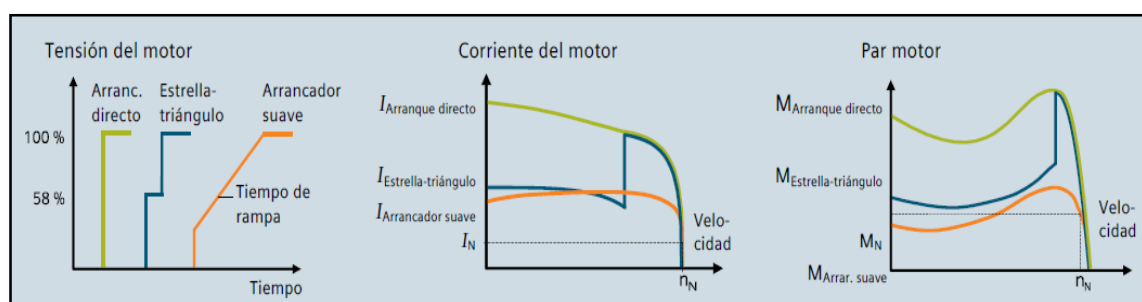


Figura 18. Comparación de arranque de motores

- Comparación entre tres tipos de arranques:

Arranque directo	Arranque estrella-triángulo	Arranque suave
Interruptor automático y contactor	Interruptor automático y 3 contactores (incl. función de relé de tiempo)	Interruptor automático y arrancador suave
<b>Aplicación recomendada</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para rangos de potencia bajos (&lt; 7,5 kW)</li> <li>• Para aplicaciones básicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para mayores rangos de potencia altos (&gt; 7,5 kW)</li> <li>• Para aplicaciones básicas</li> <li>• Adecuado para aplicaciones de seguridad gracias al aislamiento galvánico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para mayores rangos de potencia (&gt; 7,5 kW)</li> <li>• Para aplicaciones más complejas que exijan pares reducidos durante el arranque y la parada</li> </ul>
<b>Ventajas</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Costos de adquisición relativamente bajos</li> <li>+ Pérdidas bajas</li> <li>+ Adecuado para aplicaciones de seguridad gracias al aislamiento galvánico</li> <li>+ Aceleración más rápida gracias a que el par máximo se alcanza justo después del arranque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Pérdidas relativamente bajas</li> <li>+ Corriente de arranque del motor reducida</li> <li>+ Recomendado para un arranque más suave gracias a su par de arranque reducido e inalterable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Carga de red reducida gracias a la prevención de picos de corriente</li> <li>+ Bajo desgaste mecánico gracias al par mecánico de arranque y parada reducido</li> <li>+ Libre parametrización de condiciones de arranque o parada</li> <li>+ La mejor solución para arranque suave gracias a rampa ajustable</li> <li>+ Considerable ahorro de espacio con arrancadores suaves comparado con el arranque estrella-triángulo</li> </ul>
<b>Para tener en cuenta</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga de red elevada debida a picos de corriente al arrancar</li> <li>• Desgaste mecánico a causa de un par de arranque elevado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de adquisición mayores que en caso de arranque directo</li> <li>• Carga de red media/desgaste mecánico debido a picos de corriente al maniobrar la combinación estrella-triángulo</li> <li>• Mayor espacio necesario en el armario eléctrico, ya que se necesitan 3 contactores por cada motor.</li> <li>• Cableado mucho más complejo en el armario eléctrico (6 hilos en lugar de 3; excepción: uso de módulos de función SIRIUS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga de temperatura del motor puede aumentar a causa de la prolongación del tiempo de arranque</li> <li>• El aislamiento galvánico solo es posible con al menos un contactor adicional</li> </ul>

Fuente 6. siemens (2013)

- **Calculo de la caída de tensión** (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2003)

La Guía BT-anexo 2 nos indica como calcular la caída de tensión en una línea y comprobar que no es superior al 5 % de la tensión nominal.

$$\Delta U = \frac{c \cdot \rho_{\theta} \cdot P \cdot L}{U \cdot S} \quad (30)$$

Donde:

$\Delta U$ = caída de tensión

c= incremento de la resistencia en alterna (se puede tomar c=1.02)

$\rho_{\theta}$ = resistividad del conductor a la temperatura de trabajo del conductor ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )

P= potencia activa (w)

L= longitud de la línea (m)

S= sección del conductor eléctrico ( $\text{mm}^2$ )

**Tabla 7.** Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados.

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Fuente 7. Ministerio de Ciencia y Tecnología (2003)

Los límites de tensión vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 E ITC-BT-19 y son los siguientes.

**Tabla 8.** Límites de caídas de tensión reglamentarias

Parte de la instalacion	Para alimentar a	Caida de tension maxima en % de la tension de suministro	$e=\Delta U_{III}$	$e=\Delta U_I$
LGA: (Linea general de alimentacion)	Suministro de un unico usuario	No existe LGA	---	---
	Contadores totalmente concentrados	0.5%	2V	---
	Centralizaciones parciales de contadores	1.0%	4V	---
DI: (Derivacion Individual)	Suministro de un unico usuario	1.5%	6V	3.45V
	Contadores totalmente concentrados	1.0%	4V	2.3V
	Centralizaciones parciales de contadores	0.5%	2V	1.15V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12V	6.9V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12V	6.9V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20V	11.5V

Fuente 8. Ministerio de Ciencia y Tecnología (2003)

La guía BT-21 (2003) indica que para la selección de la tubería por donde estará alojado los conductores trifásicos se tiene en cuenta el cumplimiento de estas características según los ensayos mencionados en las normas UNE-EN 50.086-2-1, para tubos rígidos y UNE-EN 50.086-2-2, para tubos curvables.

La tubería debe ser de un diámetro de manera que ocasione un fácil acceso de los conductores eléctricos, esto se da aplicando la tabla 9.

**Tabla 9.** Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Fuente 9. Ministerio de Ciencia y Tecnología (2003), GUIA-BT-21

Para obtener el conductor de protección se usa la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S(mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección Sp(mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

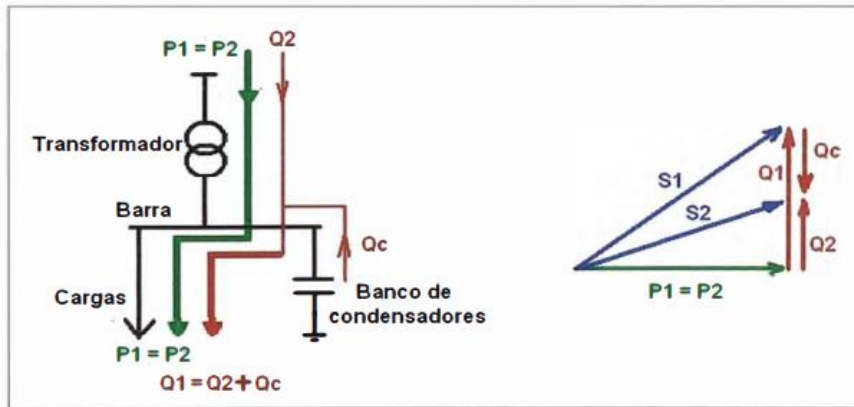
Fuente 10. Ministerio de Ciencia y Tecnología (2003), ITC-BT-19

## 2.8. Cálculo de banco de condensadores

### • Compensación reactiva (Bolaños, 2010)

La compensación reactiva es la que permite aumentar el factor de potencia de las cargas alimentadas de la red eléctrica la cual entrega una potencia reactiva acercando el factor de potencia a 1.

El aumento del factor de potencia ayudara al menor dimensionamiento de las líneas de alimentación, reducir los reactivos de la red eléctrica y a la vez evitar la penalidad que impone la compañía que suministra energía a los que tienen un factor de potencia bajo.



Fuente 11. Compensación reactiva

En la figura 17 nos indica que  $Q_1$  es la potencia reactiva requerida por la carga eléctrica,  $Q_c$  es la carga suministrada por el banco de condensadores y  $Q_2$  es la potencia reactiva suministrada por la red eléctrica.

Factor de potencia (FP):

$$FP = \frac{P}{S} \quad (31)$$

Donde:

FP= factor de potencia ( $\cos\varphi$ )

P= potencia activa (KW)

S= potencia aparente (KVA)

Potencia activa (P): capacidad de la máquina que trabaja en un determinado tiempo.

$$P = I * V * \cos\varphi \quad (32)$$

Potencia reactiva (Q):

$$Q = I * V * \sin\varphi \text{ (Kvar)} \quad (33)$$

Potencia aparente (S):

$$S = I * V \text{ (Kva)} \quad (34)$$

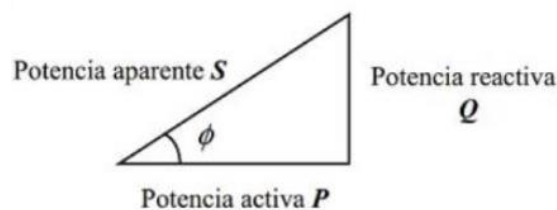


Figura 19. Triangulo de potencias

De lo cual tenemos las siguientes formulas:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (35)$$

$$\text{tang}\varphi = \frac{Q}{P} \quad (36)$$

Para el cálculo del banco de condensadores según lo descrito anteriormente se realiza con la siguiente formula:

$$Q_c = P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) \quad (37)$$

$Q_c$ = carga suministrada por el banco de condensadores

$\varphi_1$ = Angulo de fase sin condensador

$\varphi_2$ = Angulo de fase con condensador

Se determina la intensidad nominal de la carga reactiva que viene a ser la corriente de cada condensador:

$$I_{n_c} = \frac{Q_c}{\sqrt{3} * U * \text{sen}\varphi} \quad (38)$$

$I_{n_c}$  = intensidad nominal del condensador

- **Causas que producen un bajo factor de potencia** (Arcos y Chicaiza, 2015)

Un elevado consumo de energía reactiva se genera mayormente por:

- Gran cantidad de motores
- Equipos de aire acondicionado y refrigeración
- Una sub-utilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico.
- Un mal estado de la red físico de la red eléctrica.

Efectos de un bajo factor de potencia:

- Tales efectos se pueden clasificar de la siguiente manera:
- aumento de perdida por Efecto de joule
- sobrecalentamiento de cables
- sobrecalentamiento de bobinados de los transformadores de distribución
- Activación sin causa aparente de los dispositivos de protección
- Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de distribución
- Aumento de la caída de voltaje
- Incremento de la potencia aparente

- Incremento en la facturación eléctrica

- **Dimensionamiento del interruptor general (Bolaños, 2010)**

La capacidad del interruptor deberá ser como mínimo de 1,43 veces la capacidad nominal del banco; según la norma IEC 60831-2.

$$I_{dc} = 1.43 * I_{nc} \quad (39)$$

$I_{dc}$  = intensidad de disyuntor

- **Dimensionamiento de los contactores para condensadores (Weg, 2017)**

Estos contactores son especiales por ser de ayuda en la conexión y desconexión del banco de condensadores, estos cuentan con tres contactos auxiliares adelantados al cierre con unas resistencias (2 por fase) a través de los cuales los condensadores son pre-conectados a la red, disminuyendo así los picos de corriente de conexión.

Después que las resistencias de precarga han disminuido los picos de corriente, los contactos principales cortocircuitan las resistencias fluyendo por estos la corriente.

Unos milisegundos después del cierre del contacto principal se producen la abertura de los contactos auxiliares, garantizando así que toda la corriente fluya a través de los contactos principales.

Estos contactores son seleccionados por medio de catálogos de fabricantes donde tienen dimensionado diferentes contactores de potencias reactivas, en la tabla 11 se muestra las capacidades de contactores de condensadores de un fabricante.

**Tabla 11.** Potencia de contactores para condensadores según un fabricante.

I <sub>n</sub> AC-6b (T <sub>amb.</sub> = 55 °C)	Potencia reactiva para bancos de capacitores AC-6b (T <sub>amb.</sub> = 55 °C)					Contactos auxiliares por contactor		Bloque del contacto auxiliar suministro separado		Referencia para completar con el código de tensión de mando	Bobina	Bobina
	220 V 230 V	380 V 415 V	440 V	480 V	660 V 690 V	NA	NC	BCXMF10	BCXMF01		CA	CC
A	kvar	kvar	kvar	kvar	kvar						Peso kg	
16	6	10	12	12,5	17,5	1	-	-	-	CWMC9-10-30♦	0,395	-
						-	1	-	-	CWMC9-01-30♦		
22	8	15	16	17	25	1	-	-	-	CWMC18-10-30♦	0,395	-
						-	1	-	-	CWMC18-01-30♦		
30	11	20	23	25	34	1	-	1	-	CWMC25-10-30♦	0,440	-
						-	1	-	1	CWMC25-01-30♦		
40	15	26	30	33	45	1	-	1	-	CWMC32-10-30♦	0,670	0,69
						-	1	-	1	CWMC32-01-30♦		
60	25	40	45	50	65	1	-	1	-	CWMC50-10-30♦	1,370	1,42
						-	1	-	1	CWMC50-01-30♦		
77	30	50	60	65	87	1	-	1	-	CWMC65-10-30♦	1,370	1,42
						-	1	-	1	CWMC65-01-30♦		
93	35	61	71	77	106	1	-	1	-	CWMC80-10-30♦	1,595	1,595
						-	1	-	1	CWMC80-01-30♦		

### Corriente Alternada (0,75 x U<sub>c</sub>)

Código de tensión de la bobina	X06	X18	X32	X37	X42	X47	X50	X56
50 Hz	24 V	110 V	220 V	230-240 V	380 V	400-415 V	440 V	500 V

Código de tensión de la bobina	X04	X15	X26	X28	X30	X41	X42	X47
60 Hz	24 V	110 V	220 V	230 V	240 V	380 V	440 V	480 V

Fuente 12. Weg (2017)

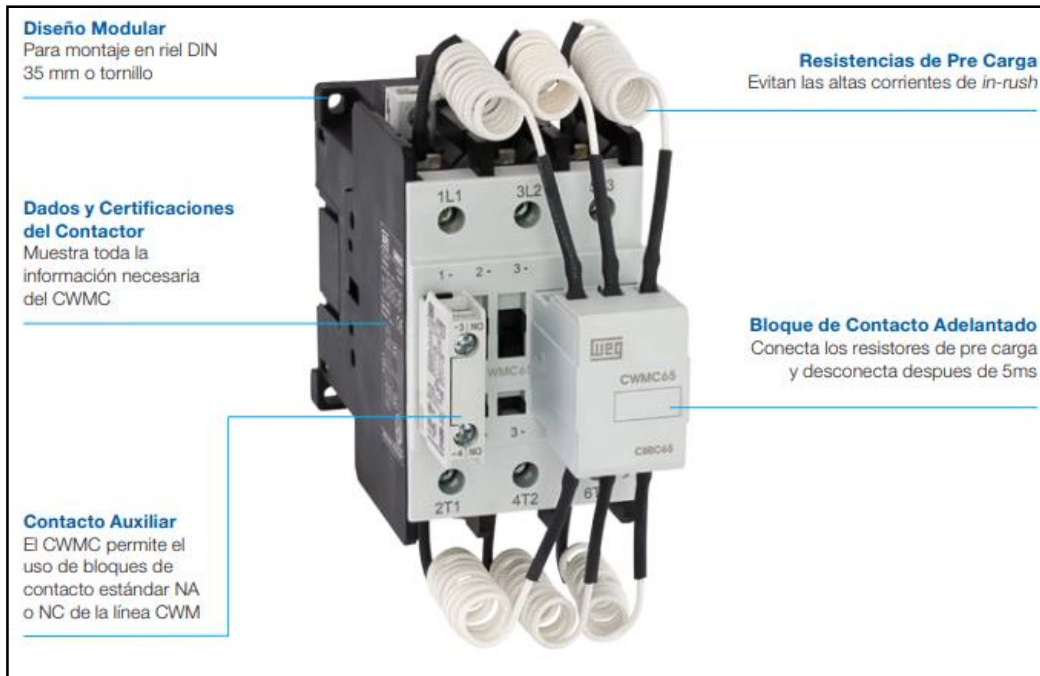


Figura 20. Contactor especial para condensadores

- **Dimensionamiento del conductor (Bolaños, 2010)**

Para la selección del conductor de los cables de alimentación de los condensadores, es necesario tener en cuenta que la capacidad del conductor o barras colectoras sea mayor o igual en 15% con respecto a la capacidad del interruptor general.

$$I_{conductor} = 1.15 * I_{dc} \quad (40)$$

## 2.9. Estudio de impacto medioambiental (Larios, 2017)

Las emisiones producidas por la generación eléctrica mediante centrales térmicas, energía nuclear, energía producida por gas o petróleo; estas emisiones gaseosas son nulas con respecto con la generación eólica mediante el aprovechamiento del viento.



Los elementos contaminantes como el dióxido de azufre, dióxido de carbono, etc., que afectan al medio ambiente siendo evitados de producirse de usar la energía eólica la cual contribuye a la estabilidad climática del planeta.

Cada kWh producido con energía eólica tiene 21 veces menos impacto medioambiental que el producido por el petróleo, 10 veces menos que el de la energía nuclear y 5 veces menos que el gas.

Para determinar la cantidad de emisiones gaseosas se da mediante la aplicación de la Huella de carbono.

El ministerio de energía y minas (2015) indica que la huella de carbono es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto; midiéndose las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Yglesias (2015) refiere que para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Huella\ de\ carbono_{Anual} = Cs[gl/año] * Factor\ de\ emision \left[ \frac{Kg\ CO_2}{gl} \right] \quad (41)$$

Donde:

Cs= consumo específico combustible

**Tabla 12.** Factores de emisión de Kg CO<sub>2</sub>

Factores de emisión de kgCO <sub>2</sub>		
	Factor	Unidades
Energía eléctrica	0,615	kgCO <sub>2</sub> /kWh
GLP	2,75	kgCO <sub>2</sub> /kilogramo
Diésel	9,7	kgCO <sub>2</sub> /galón
Gasolina	7,9	kgCO <sub>2</sub> /galón
Leña	1,7	kgCO <sub>2</sub> /kilogramo

Fuente 13. Ministerio de energía y minas (2014)

### **2.10. Formulación del problema**

¿Es factible suministrar energía eléctrica a partir de energía eólica para el sistema de bombeo del proyecto GreenRam en la localidad de Nuevo Montegrande - pueblo Nuevo – Chapén – La Libertad?

### **2.11. Justificación del estudio**

El presente estudio nos permitirá obtener la capacidad para seleccionar el sistema de bombeo, su potencia y distribución de agua, a su vez se tendrá la adecuada selección del sistema eólico donde se determinará su tamaño y velocidad del viento adecuados para el funcionamiento.

Al tener una adecuada demanda de la capacidad en el sistema de bombeo y eólico se pretende mejorar y reducir los costos al momento de la selección y compra de los accesorios para la implementación del proyecto Greenram.

Al contar con un diagrama de funcionamiento de la distribución de agua en el riego de la caña de azúcar y los accesorios adecuados para su realización esto generara una mejora en el tiempo de avance del proyecto y mejorar la organización y ambiente laboral de los trabajadores que participen del proyecto de GreenRam.

Esto permitirá poner en servicio y asimilar la tecnología actualizada en el sistema de generación eólica para el sistema de bombeo que permitirá el riego adecuado para los cultivos de caña de azúcar.

### **2.12. Hipótesis**

Es factible técnica y económicamente suministrar energía eléctrica a partir de energía eólica para el sistema de bombeo del proyecto GreenRam en la localidad de Nuevo Montegrande - pueblo Nuevo – Chapén – La Libertad.

## **2.13. Objetivos**

- **Objetivo general**

Elaborar una propuesta de suministro de energía eléctrica a partir de energía eólica para el sistema de bombeo del proyecto GreenRam en la localidad de Nuevo Montegrande –Pueblo Nuevo – Chepén- La Libertad.

- **Objetivos específicos**

- Efectuar estudio hidráulico.
- Realizar estudio del sistema eólico en la localidad de Nuevo Montegrande.
- Realizar estudio del sistema eléctrico.
- Realizar estudio de impacto medio ambiental
- Efectuar el análisis económico del estudio.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Nuestra investigación será de tipo aplicada donde Vargas (2009) indica que la investigación aplicada es la que se centra en la búsqueda de la aplicación o utilización de conocimientos adquiridos, así como también se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la practica basada en investigación, dando como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Por lo expuesto en nuestro proyecto se busca por medio de la aplicación de conocimientos obtenidos y que se obtendrán dar como resultado la implementación solucionar las necesidades requeridas por el proyecto GrennRam en la selección de uno o más aerogeneradores que suministre energía eléctrica a los componentes del sistema de bombeo para lo cual se harán una serie de mediciones del viento para demostrar si es viable nuestro proyecto.

Shuttleworth (2008) sostiene que el diseño de investigación descriptiva es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera. Por lo tanto, parte de nuestra recolección de datos es la observación del terreno obteniendo los primeros indicios de que en el lugar se presenta fuertes vientos a lo largo del día, el terreno es amplio que permite la circulación del viento sin ninguna obstrucción y también se observó el tipo de suelo en el que se implementara el proyecto GrennRam siendo este un parámetro esencial para determinar la demanda de agua requerida.

La investigación será no experimental longitudinal de tendencia donde Hernández (2004) sostiene que la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular las variables la cual se basa principalmente en la observación de fenómenos en su contexto natural para ser analizados posteriormente, también indica que al ser del tipo de diseño longitudinal de tendencia se emplea cuando el investigador desea analizar cambios a través del tiempo en determinadas variables dentro de alguna población en general. Teniendo en cuenta lo mencionado por Hernández, podemos afirmar que nuestra investigación será no experimental

longitudinal de tendencia debido a que realizaremos mediciones sin intervenir en las variables como el viento, temperatura y orientación, obteniendo una tabla de datos, tales mediciones se harán en un determinado tiempo e intervalos de tiempo.

### 3.2. Variables y Operacionalización

- **Variable independiente:** potencial eólico

- **Variable dependiente:** potencia eléctrica

- **Operacionalización de variables:**

	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>INDEPENDIENTE</b> <b>Potencial Eólico</b>	Es el aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire que puede convertirse en energía mecánica y a partir de ella en electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial disponible en ambiente. (w)</li> <li>• Potencial eólico aprovechable (w)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad del viento (m/s)</li> <li>• Radio del rotor (m)</li> <li>• Coeficiente de potencia (adim)</li> <li>• Densidad del viento (Kg/m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla de datos de mediciones de viento (m/s)</li> </ul>	Intervalo (0 .....100Kw)
<b>DEPENDIENTE</b> <b>Potencia Eléctrica</b>	Es la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red eléctrica trifásico</li> <li>• Potencia aparente (Kva)</li> <li>• Potencia activa (Kw)</li> <li>• Potencia reactiva (Kvar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidad (A)</li> <li>• Tensión (V)</li> <li>• Factor de potencia (cos<math>\phi</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua diaria (m<sup>3</sup>/día)</li> </ul>	Intervalo (0 .....100Kwe)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

• **Población:**

Vientos de la provincia de Chepén – La Libertad

- **Muestra:**

Vientos de la localidad de Nuevo Montegrando para el proyecto de GreenRam  
Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- **Técnica de muestreo:**

Análisis de documentos: para el desarrollo de este proyecto se tendrá que tomar y analizar datos relacionados con respecto al suministro y generación de la energía eléctrica.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizará el siguiente instrumento:

Registro de datos

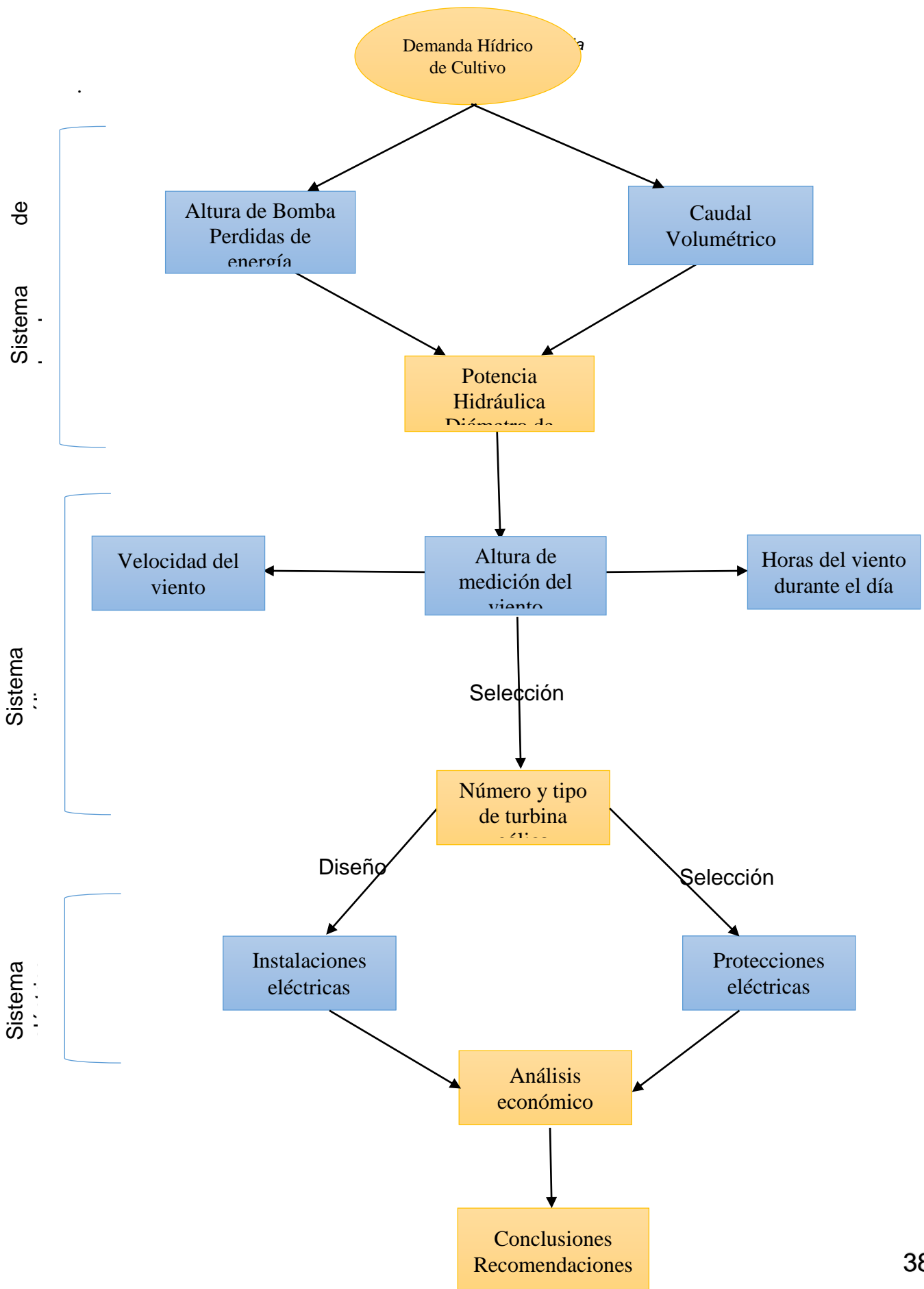
### **3.5. Métodos de análisis de datos**

Se aplicará el análisis cuantitativo el cual viene a tener la necesidad de medir, evaluar o valorar la realidad de mediciones desde un punto de visto objetivo, aplicando programas como Microsoft Excel para implementar las formulas adquiridas en el análisis de documentos los cuales proporcionan fórmulas para el desarrollo y la obtención de resultados para determinar la fiabilidad de la generación eléctrica a partir de la energía eólica.

### **3.6. Aspectos éticos**

La presente investigación se realiza teniendo en cuenta los principios éticos recomendados para este tipo de investigación, ya que es un trabajo inédito de los autores, y en caso existan aportes o datos consignados por otros autores, serán debidamente referenciados.

### 3.7. Procedimiento



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudios hidráulicos

- **Demanda mensual de agua para cultivo**

Del anexo 1 se obtendrán los datos de la huella hídrica (hi), del anexo 2 se tendrá los datos de hectáreas por cosecha (hc) y el tiempo de intervalos indicados en la ecuación 1.

$$Q_c = r * hi * hc * t$$
$$Q_c = (101 \frac{l}{kg})(112,120 \frac{kg}{ha})(151.42 \frac{ha}{cosecha})(\frac{1 cosecha}{14 meses})$$
$$Q_c = 122\,478\,446.5 \frac{l}{mes}$$

Hallamos la demanda diaria de agua para el cultivo:

$$Q_d = 122\,478\,446.5 \frac{l}{mes} \times \frac{1 mes}{30 dias}$$
$$Q_d = 4\,082\,614.88 \frac{l}{dia} = 4\,082.6 \frac{m^3}{dia}$$

Considerando las pérdidas de los canales de distribución del 20%, obtenemos que el caudal diario (Q<sub>d</sub>) para regar a los cultivos es:

$$Q_d = 4\,082.6 * 1.2 = 4\,899.12 \frac{m^3}{dia}$$

El volumen de agua del reservorio de distribución, que es de 5100 m<sup>3</sup>, satisface la demanda diaria de agua que requiere el cultivo.

- **Flujo volumétrico de cada bomba**

Tiempo de bombeo por día para las bombas: 4.5 horas

$$Q_b = 5100 \frac{m^3}{dia} \times \frac{1 dia}{4.5 h} = 1\,133.33 \frac{m^3}{h}$$
$$Q_b = 1\,133.33 \frac{m^3}{h} * \frac{1 h}{3600s}$$
$$Q_b = 0.3148 \frac{m^3}{s}$$



#### 4.1.1. Selección de tubería de distribución para bomba N°1

De la ecuación 3 tenemos:

$$Di = 0.58733 * N^{0.25} * \sqrt{Q}$$

$$Di = 0.58733 * 4.5^{0.25} * \sqrt{0.3148} = 0.480 \text{ m} = 480\text{mm}$$

Obtenemos el diámetro de la tubería en el anexo 4 la cual nos da como diámetro de tubería en SCH-40:

Dext= 508 mm

Espesor= 15.09mm

Di= 508 – 15.09\*2= 477.82mm

$$v = \frac{4Q}{\pi * Di^2} = \frac{4 * 0.3148 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 0.47782^2 \text{ m}} = 0.839\text{m/s}$$

Corroborando con la tabla 1 que la velocidad está dentro de lo permisible.

#### 4.1.2. Potencia hidráulica de bomba N°1

Despejando de la ecuación de Bernoulli según el caso, tenemos:

$$H_B = Z_2 - Z_1 + hf_s + hf_i$$

Pérdidas de carga en tubería recta:

$$hf_s = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

El Reynolds está dado por la ecuación:

$$Re = \frac{vDi}{\gamma}$$

Con  $v$  la velocidad de escurrimiento,  $\gamma$  la viscosidad cinemática y  $D$  el diámetro de la tubería.

Dado que  $\gamma = 1,011 \times 10^{-6} \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$  para agua a 20°C obtenidos de anexo 3.

$$Re = \frac{1.59 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.477\text{m}}{1.011 * 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 396\,529.1592 \text{ (adim)}$$

$$Re = 0.396 \times 10^5$$

Se interpreta en el Diagrama de Moody para sacar la aspereza relativa y a su vez obtener el coeficiente de fricción  $f$ : (anexo 5)

$$\text{aspereza relativa} = \frac{e}{D_i}$$

$$\text{aspereza relativa} = \frac{0.0015\text{mm}}{0.477\text{mm}} = 3.139 * 10^{-3} = 0.003139$$

Interpretando en el diagrama de moody el coeficiente de fricción es: 0.017

Perdidas mayores:

$$hf_s = f \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$hf_s = 0.017 * \frac{106.75\text{m}}{0.44782\text{m}} * \frac{0.839^2 \text{ m/s}}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf_s = 0.1624\text{m}$$

- **Perdidas de presión en válvulas y conexiones**

$$hf_i = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Según la tabla 3, nos brinda el coeficiente de resistencia para un codo estándar de 90° siendo 4 codos los que se encuentran en el sistema, y de la tabla 4 obtenemos el coeficiente de fricción para un diámetro de tubería de 20pulg:

$$K = \left(\frac{L_c}{D}\right) f_T$$

$$K_1 = [4][30 * 0.012] = 0.144$$

El coeficiente de fricción para la válvula tipo compuerta es:

$$K_2 = [8 * 0.012] = 0.096$$

El coeficiente de fricción para la válvula de retención o check es:

$$K_3 = 75 * 0.012 = 0.9$$

$$hf_i = (K_1 + K_2 + K_3) * \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_i = (1.44 + 0.096 + 0.9) \frac{(0.839 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.104\text{m}$$

Se calcula la altura de bombeo:

$$H_B = (Z_2 - Z_1) + hf_s + hf_i$$
$$H_B = 22.75m + 0.1624m + 0.104m = 23.0164m$$

Potencia hidráulica de la bomba 1 ( $P_H$ ):

$$P_H = \rho * Q * g * H$$

Con una temperatura a 20°C se obtiene la densidad del agua:

$$v = 0.001002 \frac{m^3}{kg}$$
$$\rho_{20c^\circ} = \frac{1}{v} = \frac{1}{0.001002 \frac{m^3}{kg}} = 998 \frac{kg}{m^3}$$

Potencia hidráulica es:

$$P_H = \left(998 \frac{kg}{m^3}\right) \left(0.3148 \frac{m^3}{s}\right) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (23.0164m)$$
$$P_H = 70936.8 w = 70.93kW$$

#### 4.1.3. Seleccionar bomba sumergible de agua para reservorio N°1

Mediante la curva característica de la bomba sumergible de la marca PLEUGER INDUSTRIES se determina el modelo de bomba de agua (anexo 6) y el motor eléctrico recomendado: (anexo 7)

En la curva característica de la bomba sumergible nos indica el caudal proporcionado por la bomba dependiendo de la altura dinámica (H) a la que va a trabajar: H= 23.0164m

Datos obtenidos (anexo 8):

Modelo: KN303 – 60HZ – 1750RPM

Rendimiento de la bomba ( $n_B$ ) = 78%

La potencia en el eje de la bomba ( $P_{ejeB}$ ) es:

$$P_{ejeB} = \frac{P_H}{n_B} = \frac{70.93KW}{0.78} = 90.95kW$$

La transmisión mecánica entre la bomba sumergible y motor sumergible es por medio de un acoplamiento directo, por lo tanto, la potencia en el eje de la bomba es la misma en el eje del motor eléctrico ( $P_{ejeM}$ ).

$$P_{ejeB} = P_{ejeM} = P_{util}$$

Determinamos la potencia absorbida de la red eléctrica:

$$P_a = \frac{P_{util}}{n_m} = \frac{90.95Kw}{0.87} = 104.54kW$$
$$S = \frac{P_a}{\cos\varphi} = \frac{104.54Kw}{0.79} = 132.33kVA$$

Determinamos la potencia útil del motor eléctrico y con ello observamos en la lista de motores sumergibles PLEUGER, seleccionamos el motor adecuado. (anexo 7)

Los datos obtenidos para el motor eléctrico sumergible (anexo 10) es:

- Modelo: MI740-4 / 60Hz / 1740RPM
- Potencia nominal o eje de motor: 108kW
- Intensidad nominal: 205A
- tensión nominal: 440V
- factor de potencia: 79%
- Rendimiento de motor: 87%

La potencia absorbida total de la selección del motor sumergible es:

$$S = \frac{P_{util}}{n_m * \cos\varphi} = \frac{108Kw}{0.87 * 0.79} = 157.14kVA$$

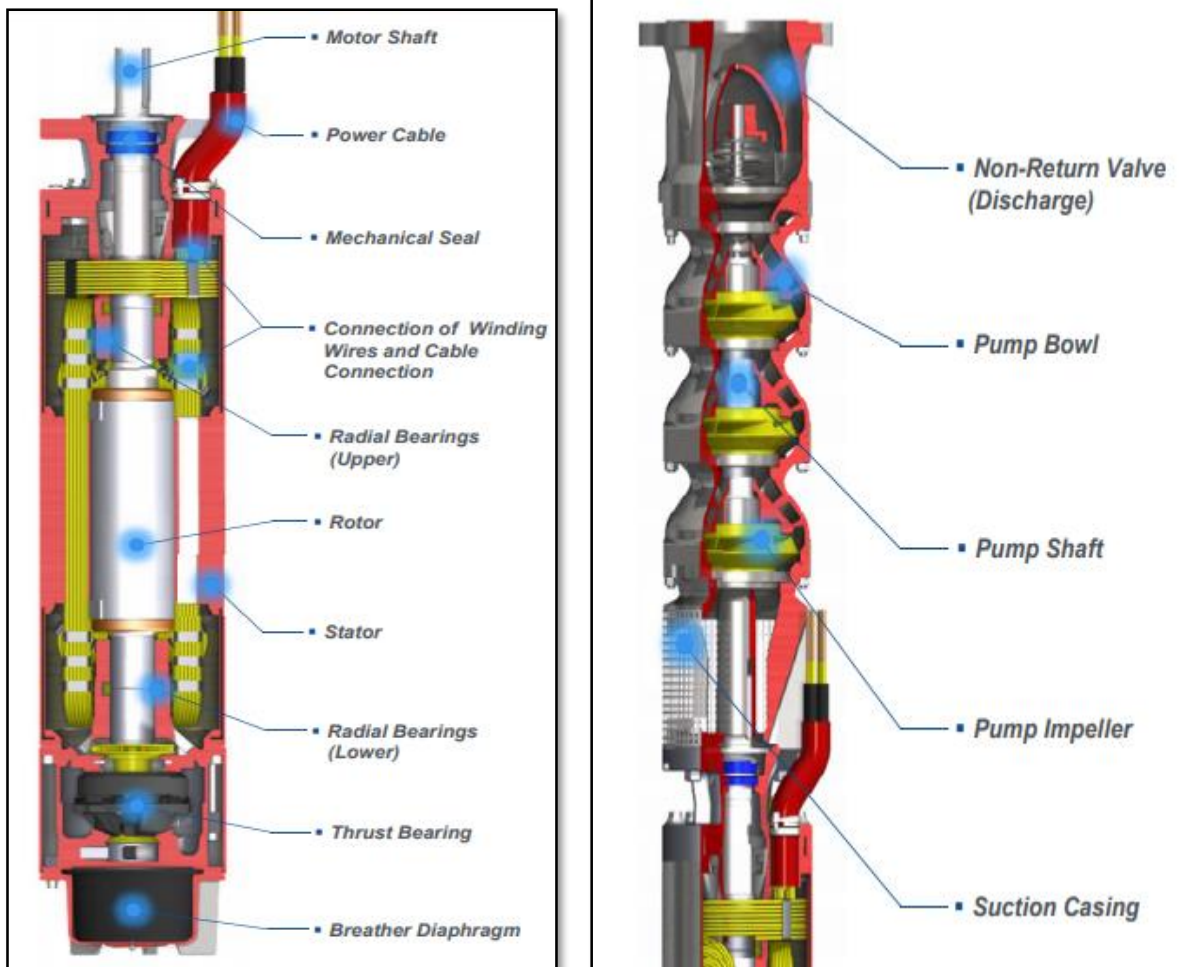


Figura 21. Partes de motor y bomba sumergible

#### 4.1.4. Selección De Tubería De Distribución Para Bomba N°2

$$Di = 0.58733 * N^{0.25} * \sqrt{Q}$$

$$Di = 0.58733 * 4.5^{0.25} * \sqrt{0.3148} = 0.480 \text{ m} = 480\text{mm}$$

Obtenemos el diámetro de la tubería en el anexo 4 la cual nos da como diámetro de tubería en SCH-40:

Dext= 508 mm

Espesor= 15.09mm

Di= 559 – 15.09\*2= 477.82mm

$$v = \frac{4Q}{\pi * Di^2} = \frac{4 * 0.3148 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 0.47782^2 \text{ m}} = 0.839\text{m/s}$$

Corroborando con la tabla 1 que la velocidad está dentro de lo permisible.

#### 4.1.5. Potencia hidráulica de bomba N°2

Altura de bombeo despejando ecuación de Bernoulli tenemos:

$$H_B = Z_2 - Z_1 + hf_s + hf_i$$

**Pérdidas de carga en tubería recta:**

$$hf_s = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

El Reynolds está dado por:

$$Re = \frac{vDi}{\gamma}$$

Con  $v$  la velocidad de escurrimiento,  $\gamma$  la viscosidad cinemática y  $D$  el diámetro de la tubería.

Dado que  $\gamma = 1,011 \times 10^{-6} \left[ \frac{m^2}{s} \right]$  para agua a 20°C obtenidos de anexo 3.

$$Re = \frac{1.59 \frac{m}{s} * 0.477m}{1.011 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 396\,529.1592 \text{ (adim)}$$

$$Re = 0.396 \times 10^5$$

Se interpreta en el Diagrama de Moody para sacar la aspereza relativa y a su vez obtener el coeficiente de fricción  $f$  (anexo 5):

$$\text{aspereza relativa} = \frac{e}{Di}$$

$$\text{aspereza relativa} = \frac{0.0015mm}{0.47782mm} = 3.139 * 10^{-3} = 0.003139$$

Interpretando en el diagrama de moody el coeficiente de fricción es: 0.017

$$hf_s = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$hf_s = 0.017 * \frac{793.5m}{0.47782m} * \frac{(0.839 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf_s = 1.207m$$

**Perdidas de presión en válvulas y conexiones**

$$hf_i = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Según la tabla 3, nos brinda el coeficiente de resistencia para un codo estándar de 90° siendo 7 codos los que se encuentran en el sistema, y de la tabla 4 obtenemos el coeficiente de fricción para un diámetro de tubería de 20pulg:

$$K = \left(\frac{L_c}{D}\right) f_T$$

$$K_1 = [7][(30)(0.012)] = 2.52$$

El coeficiente de fricción para el codo estándar de 45° es:

$$K = \left(\frac{L_c}{D}\right) f_T$$

$$K_2 = [(16)(0.012)] = 0.192$$

El coeficiente de fricción para las 2 válvulas tipo compuerta es:

$$K_3 = [2][(8)(0.012)] = 0.192$$

$$hf_i = (K_1 + K_2 + K_3) * \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_i = (2.52 + 0.192 + 0.192) * \frac{(0.839 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hf_i = 0.124\text{m}$$

Se calcula la altura de bombeo:

$$H_B = (Z_2 - Z_1) + hf_s + hf_i$$

$$H_B = 5.79 + 1.207\text{m} + 0.124\text{m} = 7.1212\text{m}$$

Potencia hidráulica de la bomba 2 ( $P_H$ ):

$$P_H = \rho * Q * g * H$$

Con una temperatura a 20°C se obtiene la densidad del agua:

$$v = 0.001002 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\rho = \frac{1}{v}$$

$$\rho = \frac{1}{0.001002 \text{ m}^3/\text{kg}} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Potencia hidráulica es:

$$P_H = \left(998 \frac{kg}{m^3}\right) \left(0.3148 \frac{m^3}{s}\right) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (7.1212m)$$
$$P_H = 21947 \text{ w} = 21.95Kw$$

#### 4.1.6. Seleccionar bomba de superficie de agua para reservorio N°2

Mediante la curva característica de la bomba de superficie de la marca KSB se determina el modelo de bomba de agua (anexo 12) y la potencia del motor eléctrico (anexo 13) requerido por la bomba centrífuga.

En la curva característica de la bomba de superficie nos indica el caudal proporcionado por la bomba dependiendo de la altura dinámica (H) a la que va a trabajar: H= 8.0484m

Datos obtenidos (anexo 14):

Modelo: Etanorm-R G M 250-300 – 60HZ – 1750RPM

Rendimiento de la bomba ( $n_B$ ) = 75%

La potencia en el eje de la bomba ( $P_{ejeB}$ ) es:

$$P_{ejeB} = \frac{P_H}{n_B} = \frac{21.95Kw}{0.75} = 29.26Kw$$

La transmisión mecánica entre la bomba de superficie y motor eléctrico de superficie es por medio de un acoplamiento tipo araña o cruceta.

En su estudio, Sabogal, B.; Palacios, J y Pantoja, C. (2013) nos indica que en la transferencia de potencia del motor a la bomba sea máxima, no obstante, después del alineamiento axial, lateral y angular exactos, se sabe que el acople entre bomba y motor no es perfecto o ideal, en lo cual se toma como base la eficiencia del acople de 98%.

$$P_{util} = \frac{P_{ejeB}}{n_{acople}} = \frac{29.26Kw}{0.98} = 29.86Kw$$



Determinamos la potencia absorbida de la red eléctrica:

$$P_a = \frac{P_{util}}{n_m} = \frac{29.86Kw}{0.936} = 31.9kW$$

$$S = \frac{P_a}{\cos\varphi} = \frac{31.9Kw}{0.85} = 37.53kVA$$

Al determinar la potencia de eje del motor (potencia útil) y con ello observamos en la lista de motores eléctricos WEG, seleccionamos el motor adecuado.

Los datos obtenidos para el motor eléctrico trifásico (anexo 15) es:

- Modelo: W22 / 60Hz / 1770RPM
- Potencia nominal o eje de motor: 37Kw
- Intensidad nominal: 61A
- tensión nominal: 440V
- Factor de potencia: 85%
- Rendimiento de motor: 93.6%

La potencia absorbida total de la selección del motor de la bomba de superficie es:

$$S = \frac{P_a}{n_m * \cos\varphi} = \frac{37Kw}{0.936 * 0.85} = 46.50kVA$$



**Figura 22.** Motor y bomba centrífugo de superficie

## 4.2. Estudio Del Recurso Eólico

### 4.2.1. Datos de velocidad de viento

Los registros que se muestran a continuación fueron tomados en territorio de propiedad del Proyecto Greeram, en la Localidad De Nuevo Montegrande Pueblo Nuevo Chepén La Libertad, tomados mediante un anemómetro digital, el día 09 de junio de 2019, a una altura de 2 metros.

**Tabla 13.** Datos de velocidad del viento

Orden	Hora	h1 = 02 metros V1 (m/s)	Orden	Hora	h1 = 02 metros V1 (m/s)
1	10:15	6.7	42	13:40	10.1
2	10:20	6.5	43	13:45	9.4
3	10:25	7.5	44	13:50	8.3
4	10:30	6.6	45	13:55	9.8
5	10:35	6.9	46	14:00	8.1
6	10:40	7.6	47	14:05	9.7
7	10:45	6.7	48	14:10	10.4
8	10:50	7.4	49	14:15	10.7
9	10:55	7	50	14:20	9.3
10	11:00	7	51	14:25	9.9
11	11:05	7.3	52	14:30	9.6
12	11:10	7.8	53	14:35	10.4
13	11:15	7	54	14:40	9.7
14	11:20	8.3	55	14:45	10.1
15	11:25	8.1	56	14:50	9.4
16	11:30	9	57	14:55	9.7
17	11:35	7.8	58	15:00	8.5
18	11:40	7.5	59	15:05	9
19	11:45	8.1	60	15:10	9.5
20	11:50	8.9	61	15:15	10
21	11:55	9	62	15:20	9.5
22	12:00	8.5	63	15:25	9.8
23	12:05	9.3	64	15:30	8.9
24	12:10	8.1	65	15:35	9.9
25	12:15	8.7	66	15:40	8.9
26	12:20	8.5	67	15:45	8.5
27	12:25	9.1	68	15:50	8.5
28	12:30	8.4	69	15:55	9.3

29	12:35	10.1	70	16:00	11.2
30	12:40	9	71	16:05	9.5
31	12:45	9.9	72	16:10	9.5
32	12:50	9	73	16:15	9.1
33	12:55	10.1	74	16:20	9.4
34	13:00	9.8	75	16:25	8.8
35	13:05	9.1	76	16:30	8.7
36	13:10	8.3	77	16:35	9.2
37	13:15	9.7	78	16:40	9.6
38	13:20	9.2	79	16:45	9.5
39	13:25	10.4	80	16:50	9
40	13:30	9.8	81	16:55	8.3
41	13:35	9.5	82	17:00	8.5

Fuente 14. *Elaboración propia*

#### 4.2.2. Procesamiento De Datos Obtenidos

Utilizando la ecuación de hellman obtenemos los valores actualizados de la velocidad del viento a una altura de 30 metros tomada de la tabla N°13.

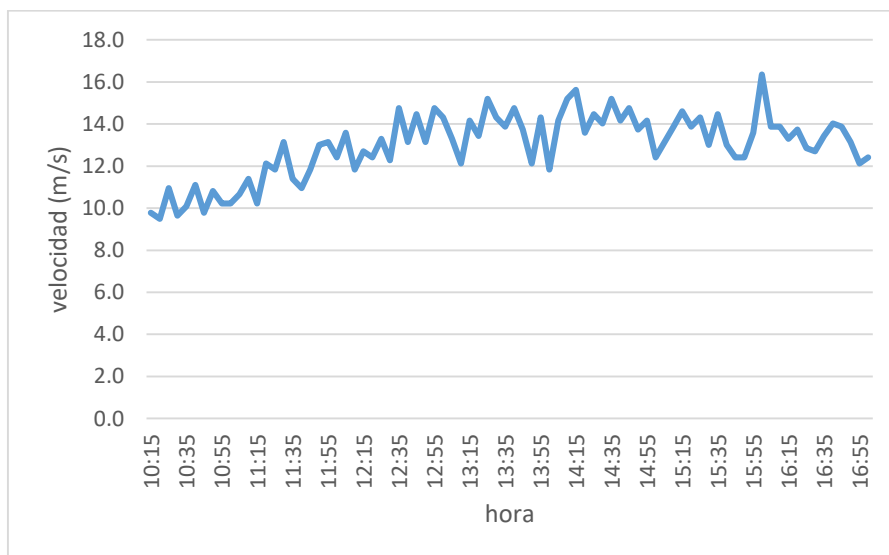
**Tabla 14.** Datos de velocidad del viento

orden	hora	h2 = 30 metros V2 (m/s)	orden	hora	h2 = 30 metros V2 (m/s)
1	10:15	9.8	42	13:40	14.8
2	10:20	9.5	43	13:45	13.7
3	10:25	11.0	44	13:50	12.1
4	10:30	9.6	45	13:55	14.3
5	10:35	10.1	46	14:00	11.8
6	10:40	11.1	47	14:05	14.2
7	10:45	9.8	48	14:10	15.2
8	10:50	10.8	49	14:15	15.6
9	10:55	10.2	50	14:20	13.6
10	11:00	10.2	51	14:25	14.5
11	11:05	10.7	52	14:30	14.0
12	11:10	11.4	53	14:35	15.2
13	11:15	10.2	54	14:40	14.2
14	11:20	12.1	55	14:45	14.8
15	11:25	11.8	56	14:50	13.7
16	11:30	13.1	57	14:55	14.2
17	11:35	11.4	58	15:00	12.4
18	11:40	11.0	59	15:05	13.1

19	11:45	11.8	60	15:10	13.9
20	11:50	13.0	61	15:15	14.6
21	11:55	13.1	62	15:20	13.9
22	12:00	12.4	63	15:25	14.3
23	12:05	13.6	64	15:30	13.0
24	12:10	11.8	65	15:35	14.5
25	12:15	12.7	66	15:40	13.0
26	12:20	12.4	67	15:45	12.4
27	12:25	13.3	68	15:50	12.4
28	12:30	12.3	69	15:55	13.6
29	12:35	14.8	70	16:00	16.4
30	12:40	13.1	71	16:05	13.9
31	12:45	14.5	72	16:10	13.9
32	12:50	13.1	73	16:15	13.3
33	12:55	14.8	74	16:20	13.7
34	13:00	14.3	75	16:25	12.9
35	13:05	13.3	76	16:30	12.7
36	13:10	12.1	77	16:35	13.4
37	13:15	14.2	78	16:40	14.0
38	13:20	13.4	79	16:45	13.9
39	13:25	15.2	80	16:50	13.1
40	13:30	14.3	81	16:55	12.1
41	13:35	13.9	82	17:00	12.4

Fuente 15. Elaboración propia

**Grafica 1. Histograma velocidades del viento a 30m de altura**



Fuente 16. Elaboración propia

Para determinar los datos de la tabla 15 se aplica mediante ayuda de Microsoft Excel obteniendo la siguiente tabla:

**Tabla 15.** Distribución de Frecuencias y Acumulada

Datos			Cálculos			
Lim. inferior	Lim. superior	Escala (V)	Frecuencia (fi)	Frecuencia acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (hi)	Frecuencia relativa acumulada (Hi)
9.5	10.5	10.0	8	8	0.0976	0.0976
10.6	11.6	11.1	7	15	0.0854	0.1829
11.7	12.7	12.2	15	30	0.1829	0.3659
12.8	13.8	13.3	23	53	0.2805	0.6463
13.9	14.9	14.4	24	77	0.2927	0.9390
15.0	16.0	15.5	4	81	0.0488	0.9878
16.1	17.1	16.6	1	82	0.0122	1.0000
n			82			

Fuente 17. Elaboración propia

#### 4.2.3. Determinación De Los Parámetros De Weibull

Utilizando Microsoft Excel, estimamos la recta que pasará por cada uno de los parámetros de linealización, así ordenamos la siguiente tabla:

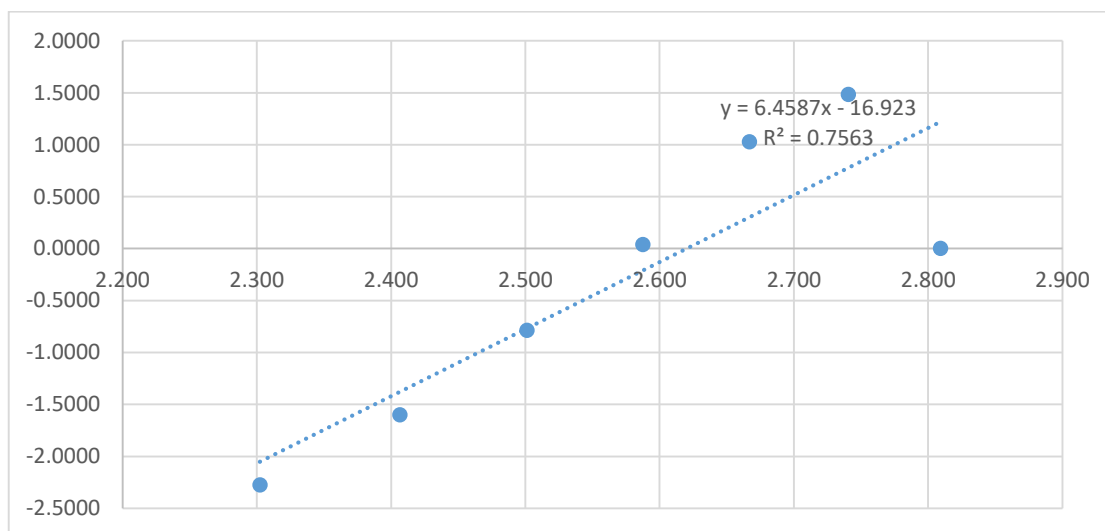
**Tabla 16.** Parámetros de Linealización de Weibull para h=30m

No	$x=\ln(V)$	$y=\ln(-\ln(1-F(V)))$
1	2.302	-2.2764
2	2.407	-1.5994
3	2.501	-0.7864
4	2.588	0.0387
5	2.667	1.0286
6	2.741	1.4831
7	2.809	0.0000

Fuente 18. Elaboración propia

De la cual se obtiene la siguiente gráfica:

**Grafica 2. Linealización de los Datos de Distribución**



Fuente 19. Elaboración propia

Con ello determinamos la ecuación de la función lineal, usando la Ec.28, determinamos los parámetros de Weibull:

k	6.4587
b	-16.923
c	13.738

#### 4.2.4. Distribución De Weibull

Después de determinar los parámetros de forma (k) y escala (c) de Weibull, se procede a construir la distribución de weibull.

**Tabla 17.** Distribución de Weibull h=30m

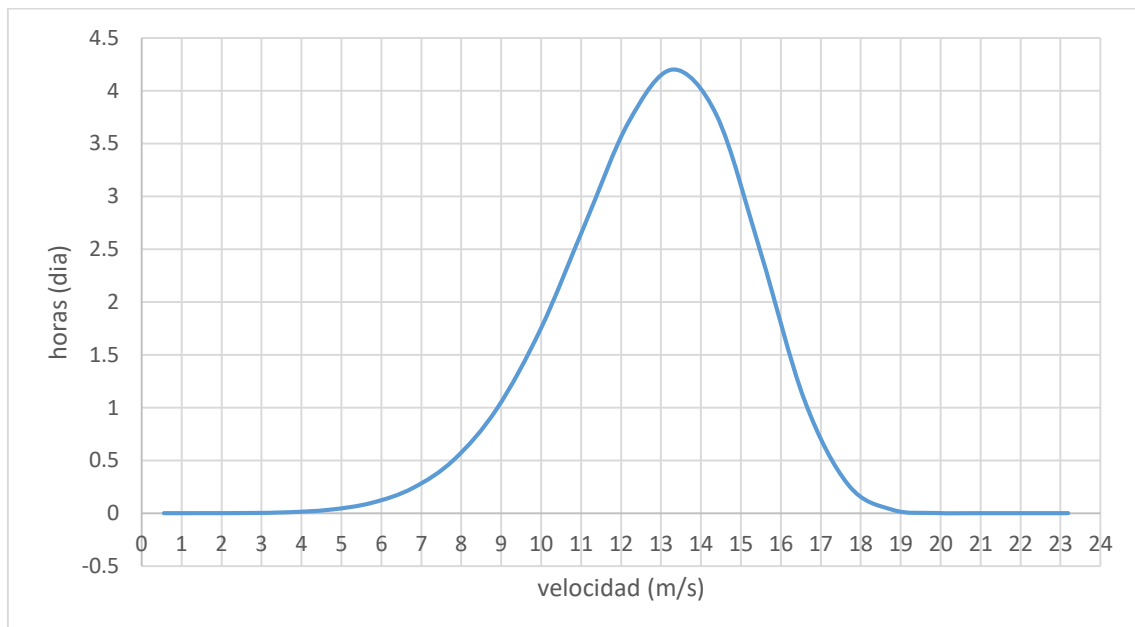
Lim. inferior	Lim. superior	Escala (V)	P(V)	horas día
0.1	1.0	1	0.00000001	2.83323E-07
1.1	2.1	2	0.00000370	8.87436E-05
2.2	3.1	3	0.00005709	0.001370257
3.2	4.1	4	0.00035039	0.008409291
4.2	5.2	5	0.00136339	0.032721303
5.3	6.2	6	0.00403450	0.096827903
6.3	7.3	7	0.00991833	0.238039967
7.4	8.3	8	0.02123458	0.509629999

8.4	9.4	9	0.04129121	0.990989013
9.5	10.5	10	0.07290386	1.749692527
10.6	11.6	11	0.11392244	2.734138531
11.7	12.7	12	0.15441768	3.706024417
12.8	13.8	13	0.17501799	4.200431831
13.9	14.9	14	0.15688823	3.765317565
15.0	16.0	15	0.10288934	2.469344131
16.1	17.1	17	0.04447874	1.067489745
17.2	18.2	18	0.01107161	0.265718678
18.3	19.3	19	0.00133676	0.032082357
19.4	20.4	20	0.00006322	0.001517272
20.5	21.5	21	0.00000090	2.16169E-05
21.6	22.6	22	2.811E-09	6.74734E-08
22.7	23.7	23	1.312E-12	3.14825E-11
				21.8698555

Fuente 20. *Elaboración propia*

Se puede ver que hemos hallado la distribución de frecuencias de Weibull, y se puede apreciar también con qué frecuencia una velocidad determinada se dará en un tiempo específico, al llevarlo a un día entonces debemos multiplicarlo por 24 horas. Podemos verlo en la siguiente gráfica:

**Grafica 3. Función de Densidad de Probabilidad de Weibull**



Fuente 21. *Elaboración propia*

Utilizando la ecuación de la función acumulada de Weibull se determinó la tabla de probabilidades de que existan velocidades de viento tanto inferiores como superiores a una determinada velocidad ( $V_x$ ) tenemos:

Velocidades de viento inferiores a una determinada velocidad ( $V_x$ ):

$$p(V \leq V_x) = \int_0^{V_x} p(V) dV = 1 - e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k}$$

Velocidades de viento superiores a una determinada velocidad ( $V_x$ ):

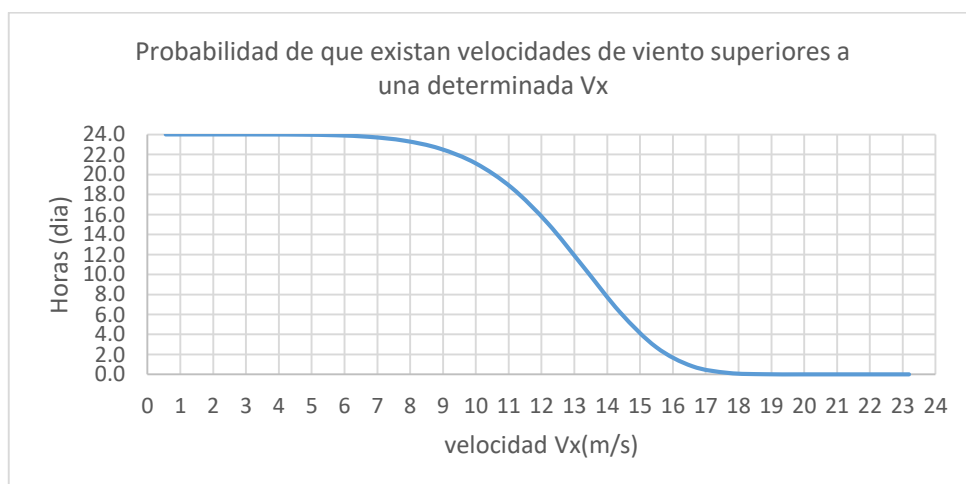
$$p(V \geq V_x) = 1 - p(V \leq V_x) = e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k}$$

**Tabla 18.** Función acumulada de Weibull, velocidades inferiores y superiores

Escala (V)	$V \geq V_x$	$V \leq V_x$	Escala (v)	$V \geq V_x$	$V \leq V_x$
1	1	1.01756E-09	12	0.62903435	0.37096565
2	0.99999909	9.13356E-07	13	0.44498781	0.55501219
3	0.99997672	2.32845E-05	14	0.25847854	0.74152146
4	0.99980074	0.000199263	15	0.11341068	0.88658932
5	0.99900498	0.000995018	17	0.03371792	0.96628208
6	0.99640176	0.003598245	18	0.00591263	0.99408737
7	0.98951997	0.010480034	19	0.00051365	0.99948635
8	0.97392302	0.026076976	20	1.7809E-05	0.99998219
9	0.94136995	0.058630054	21	1.8914E-07	0.99999981
10	0.87960463	0.120395369	22	4.4676E-10	1
11	0.77742912	0.22257088	23	1.599E-13	1

Fuente 22. Elaboración propia

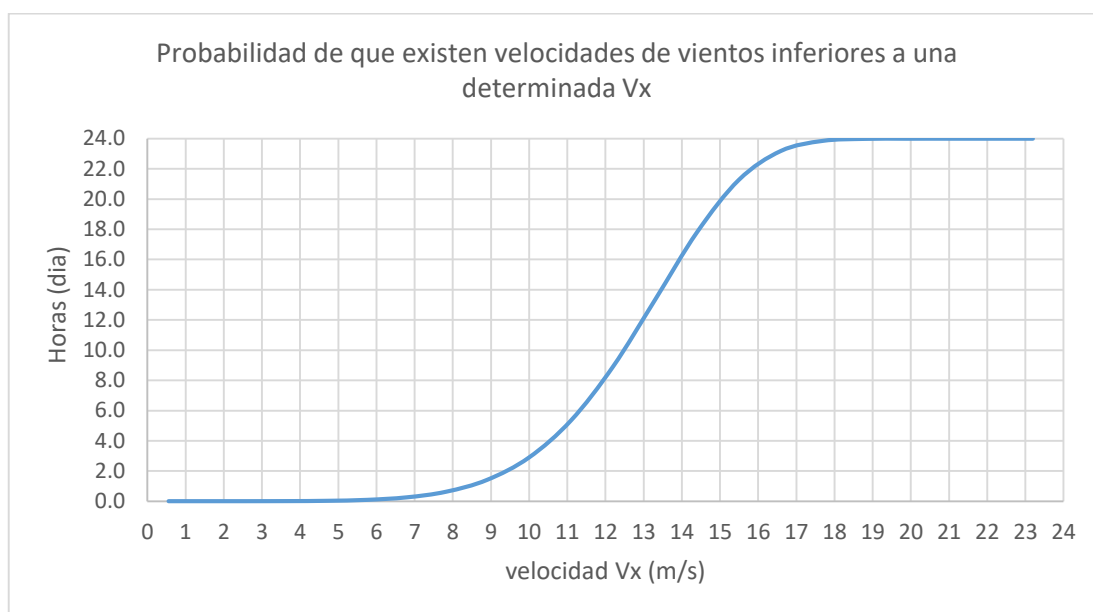
**Grafica 4.** Función acumulada de Weibull ( $V \geq V_x$ )



Fuente 23. Elaboración propia



**Grafica 5. Función acumulada de Weibull  $V \leq V_x$**



Fuente 24. Elaboración propia

#### 4.2.5. Salida Eléctrica De Aerogenerador

En la tabla 19 se muestran los valores de salida eléctrica del aerogenerador según la velocidad de viento y la distribución de frecuencias (Weibull). Los valores de potencia eléctrica útil del aerogenerador han sido tomados de las curvas que proporciona el fabricante en su ficha técnica.

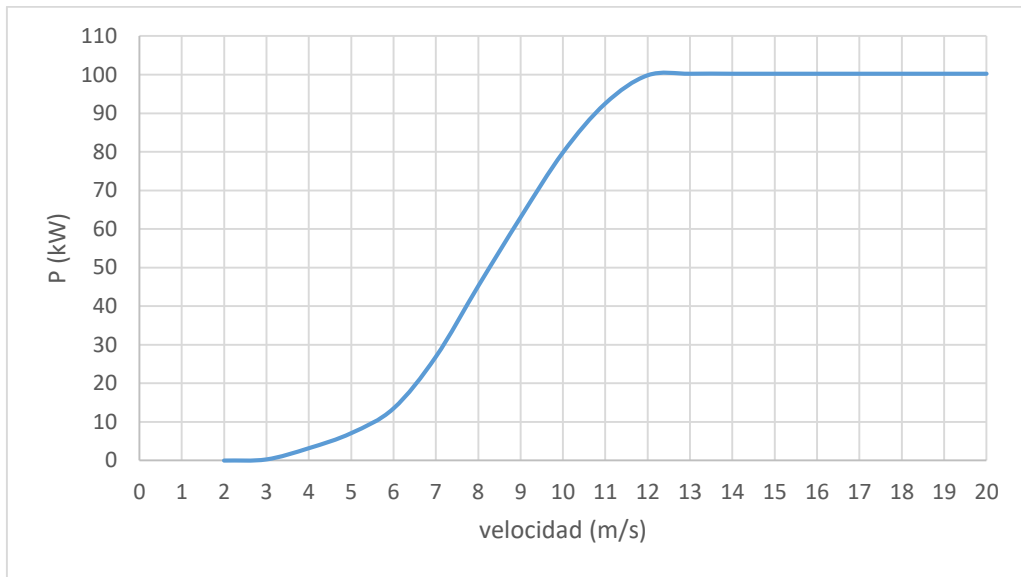
**Tabla 19.** Tabla De Energía y Potencias Del Aerogenerador LS-100Kw

Aerogenerador LS – 100kW			
Velocidad	potencia	horas (día)	Kw/h (día)
2	0	0.00	0.00
3	0.3	0.00	0.00
4	3.2	0.01	0.03
5	7.1	0.03	0.23
6	13.5	0.10	1.31
7	26.9	0.24	6.40
8	45.2	0.51	23.04
9	63	0.99	62.43
10	79.8	1.75	139.63
11	92.5	2.73	252.91
12	99.8	3.71	369.86
13	100.2	4.20	420.88

14	100.2	3.77	377.28
15	100.2	2.469	247.43
16	100.2	1.067	106.96
17	100.2	0.266	26.63
18	100.2	0.032	3.21
19	100.2	0.002	0.15
20	100.2	0.000	0.00
Energía diaria			2038.38

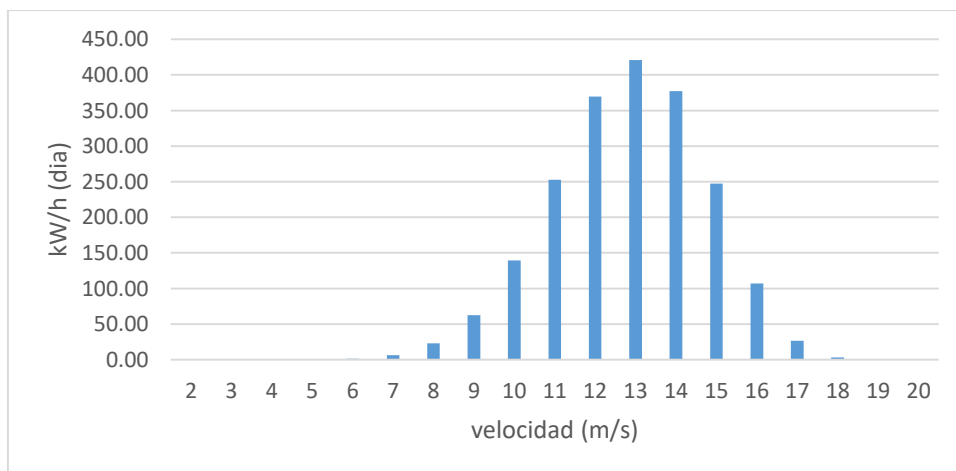
Fuente 25. Elaboración propia

**Grafica 6.** Curva de Potencia de Aerogenerador LS-100kW



Fuente 26. Catálogo de aerogenerador LS-100

**Grafica 7.** Curva de energía diaria LS-100kW



Fuente 27. Elaboración propia

#### 4.2.6. Cálculo de la demanda de energía

En el apartado de resultados, estudios hidráulicos, se determinó la potencia de las bombas que formaran parte del sistema de bombeo del proyecto, tomando en cuenta tales cálculos se tiene que la potencia necesaria que debería abastecer el aerogenerador son:

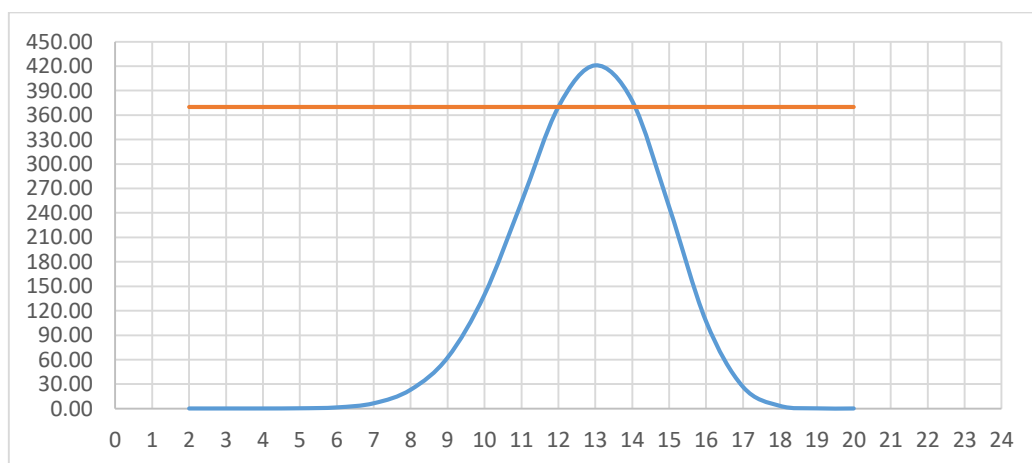
$$P_t = P_1 + P_2$$
$$P_t = 124.14 \text{ Kw} + 39.53 \text{ kw}$$
$$P_t = 163.67 \text{ kw}$$

Sabiendo el tiempo de operación de los equipos de bombeo se tiene la energía demandada:

$$E_d = P_t \times t_i$$
$$E_d = 163.67 \text{ kw} \times 4.5 \text{ h}$$
$$E_d = 736.51 \text{ kwh/día}$$

El sistema para suministro de energía se compone de 02 aerogeneradores LS-100kW de 100 kW de potencia nominal, por lo tanto, la demanda de energía se va a distribuir para las dos turbinas con la misma magnitud, por lo tanto, la energía demandada que tendrá cada aerogenerador es de 368.25 kwh/día.

**Grafica 8.** Comparación de energía generada con energía requerida en el día



Fuente 28. Elaboración propia

Las velocidades comprendidas entre 12 m/s a 14 m/s generaran la energía suficiente para satisfacer la demanda del sistema de bombeo.

En la tabla 19 se determinó la energía total al día que suministrara 01 aerogenerador es:

$$E_i = 2038.38 \text{ kWh/día}$$

La Energía total al día que abastecerá el sistema de suministro será:

$$E_t = N^\circ \text{ de turbinas} \times E_i$$

$$E_t = 2 \times 2038.38 \text{ kWh/día}$$

$$E_t = 4076.76 \text{ kWh/día}$$

Comparando la energía necesaria que debería abastecer el Aerogenerador y la energía que abastecerá el Aerogenerador seleccionado, tenemos:

$$4076.76 \text{ kWh/día} > 736.51 \text{ kWh/día}$$

La energía sobrante es de:

$$E_t = 4076.76 \text{ kWh/día} - 736.51 \text{ kWh/día}$$

$$E_t = 3340.25 \text{ kWh/día}$$

si la llevamos al año, se tendrá:

$$E_t = 3340.25 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ día}$$

$$E_t = 1\,219\,191.25 \text{ kWh/año}$$

$$E_t = 1\,219.2 \text{ MWh/día}$$

### 4.3. Estudios Electricos

#### 4.3.1. Selección de los sistemas de protección de electrobomba N°1

Intensidad nominal del motor sumergible:  $I_n = 205A$

$$I_n = I_d$$

La intensidad nominal es la misma que la del disyuntor por lo cual lo seleccionamos del catalogo de Schneider (anexo 19) el interruptor termomagnetico requerido para soparta dicha corriente nominal.

De la ficha tecnica extraemos los siguientes datos: (anexo 20)

- Interruptor automático tripolar Easypact EZC
- Tipo: EZC1250N – TMD - 225A
- Referencia: EZC250250N3225



**Figura 23.** Interruptor automático tripolar EZC250 – TMD – 225ª

#### Selección del arrancador suave electronico

Se selecciona del catalogo de arrancadores suaves marca SCHNEIDER (anexo 21)

De la ficha tecnica extraemos los siguientes datos: (anexo 22)

- Soft starter-ATS22 - 440V/ 200HP/132Kw/250A
- Codigo de referencia: Altistar ATS22C2556



**Figura 24.** Soft Starter ATS22 – 440V/132kW/250A

## Selección del conductor eléctrico trifásico para motor de bomba sumergible

$$I_{conductor} = 1.25I_n$$

$$I_{conductor} = 1.25 * 205A = 256.25A$$

Se determinó la corriente que debe soportar el conductor eléctrico y este se selecciona de la tabla de conductores para electrobomba sumergible. (anexo 23)

La selección del conductor para conectar el motor para la bomba sumergible será el cable N2XY 0,6/1 kV Multipolar C. Tierra (anexo 24), estos serán enterrados bajo tierra con tubería de PVC SAP.

- Calibre del conductor= 3Lx95mm<sup>2</sup> + 1PE x 50mm<sup>2</sup>
- Corriente que soporta: 305 A (ducto)

Teniendo en cuenta la tabla 9 nos indica que para la selección de el diametro de tubería requerida para alojar 03 conductores unipolares de 120mm<sup>2</sup> y un conductor de 70mm<sup>2</sup>, la tubería sera de 75mm<sup>2</sup> (diametro exterior de tubería), y de la tabla 10 indica la sección requerida para el conductor de protección a tierra sera de 70mm<sup>2</sup>. Comprobamos que la caída de tensión este dentro de lo permisible.

$$\Delta U = \frac{c * \rho_{\theta 70^{\circ}C} * P * L}{U * S}$$
$$\Delta U = \frac{1.02 * 0.021\Omega mm^2/m * 124000w * 50m}{440V * 120mm^2} = 2.51V$$
$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} * 100\% = \frac{2.51V}{440V} * 100\% = 0.57\%$$

La elección de la sección del cable es la correcta puesto que la caída de tensión está muy por debajo de los 5% permitidos indicados en la tabla 8.

### 4.3.2. Selección de los sistemas de protección de electrobomba N°2

Intensidad nominal del motor de superficie:  $I_n = 61A$

$$I_n = I_d$$

La intensidad nominal es la misma que la del disyuntor por lo cual lo seleccionamos del catalogo de Schneider en el anexo 19

De la ficha tecnica extraemos los siguientes datos: (anexo 25)

- Interruptor automático tripolar Easypact EZC
- Tipo: EZC100N – TMD - 60A
- Referencia: EZC100N3060



Figura 25. Interruptor automático tripolar EZC100N – TMD – 60A

### Selección del arrancador suave electronico

Se selecciona del catalogo de arrancadores suaves marca SCHNEIDER (anexo 21)

De la ficha tecnica extraemos los siguientes datos: (anexo 26)

Soft Starter-ATS22 - 440V/ 60HP / 45Kw / 88A

Codigo de referencia: Altistar ATS22D88S6



Figura 26. Soft Starter-ATS22 - 440V/ 45Kw / 88A

Selección del conductor electrico trifasico para motor de bomba de superficie

$$I_{conductor} = 1.25I_n$$
$$I_{conductor} = 1.25 * 61A = 76.25A$$

Se determinó la corriente que debe soportar el conductor eléctrico y este se selecciona de la tabla de conductores. (anexo 27)

La selección del cable para conectar el motor para la bomba de superficie se utilizará cables NYY unipolar, estos serán enterrados bajo tierra con tubería de PVC SAP.

- Calibre del conductor= 3Lx16mm<sup>2</sup> + 1PE x 16mm<sup>2</sup>
- Corriente que soporta: 85 A (ducto)

Teniendo en cuenta la tabla 8 nos indica que para la selección de el diametro de tuberia requerida para alojar 04 conductores unipolares de 16mm<sup>2</sup>, la tuberia sera de 32mm<sup>2</sup> (diametro exterior de tuberia), y de la tabla 10 indica la seccion requerida para el conductor de proteccion a tierra sera de 16mm<sup>2</sup>.

Comprobamos que la caida de tension este dentro de lo permisible.

$$\Delta U = \frac{c * \rho_{\theta 70^{\circ}C} * P * L}{U * S}$$

$$\Delta U = \frac{1.02 * 0.021 \Omega mm^2/m * 40000w * 50m}{440V * 16mm^2} = 6.085V$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} * 100\% = \frac{6.085V}{440V} * 100\% = 1.38\%$$

La elección de la sección del cable es la correcta puesto que la caída de tensión está por debajo de los 5% permitidos indicados en la tabla 8.

### **Selección de Interruptor general del tablero de electrobombas**

Para la selección del cable general que alimente a los dos motores de las bombas de agua se procede a sumar las dos cargas a ser energizadas:

$$I_t = I_{n1} + I_{n2}$$

Donde:

$I_t$ = intensidad total

$I_{n1}$  = intensidad nominal del motor de la bomba sumergible.

$I_{n2}$  = intensidad nominal del motor de la bomba de superficie.

$$I_t = 205A + 61A = 266A$$



Para la elección del disyunto general se selecciona con la intensidad total:

$$I_t = I_G$$

$I_G$ = intensidad de disyuntor general

La intensidad total es la misma que la del intensidad del disyuntor general por lo cual lo seleccionamos del catalogo de Schneider (anexo 28) el interruptor termomagnético requerido para soportar dicha corriente nominal.

De la ficha técnica extraemos los siguientes datos: (anexo 29)

- Interruptor automático tripolar Compact NSX
- Tipo: NSX400N – 400A
- Referencia: LV432693



Figura 27. Interruptor automático tripolar NSX400N – 400A

### Selección del conductor eléctrico trifásico para alimentación general.

$$I_{conductor} = 1.25I_t$$

$$I_{conductor} = 1.25 * 266A = 332.5A$$

Se determinó la corriente que debe soportar el conductor eléctrico para la alimentación general desde el tablero del aerogenerador hasta el tablero del sistema de electrobombas, esta alimentación se selecciona de la tabla de conductores NYY unipolar (anexo 27).

- Calibre del conductor= 3L x 150mm<sup>2</sup> + 1PE x 70mm<sup>2</sup>
- Corriente que soporta: 338 A (ducto)

Teniendo en cuenta la tabla 9 nos indica que para la selección del diametro de tubería requerida para alojar 03 conductores unipolares de 150mm<sup>2</sup> y 01 conductor de 70mm<sup>2</sup>, la tubería sera de 75mm<sup>2</sup> (diametro exterior de tubería ), y de la tabla 10 indica la seccion requerida para el conductor de proteccion a tierra sera de 70mm<sup>2</sup>. Comprobamos que la caída de tension este dentro de lo permisible.

$$\Delta U = \frac{c * \rho_{\theta 70^{\circ}C} * P * L}{U * S}$$

$$\Delta U = \frac{1.02 * 0.021 \Omega mm^2/m * 164000w * 50m}{440V * 150mm^2} = 2.61V$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} * 100\% = \frac{2.61V}{440V} * 100\% = 0.59\%$$

La selección de la sección del cable es la correcta puesto que la caída de tensión está por debajo de los 5% permitidos indicados en la tabla 8.

- **Selección de componentes de banco de condensadores**

#### **Banco de condensadores motor N°1**

Datos obtenidos para el motor electrico suermgible es:

- Modelo: MI740-4 / 60Hz / 1740RPM
- Potencia activa: 124Kw
- Intensidad nominal: 205A
- tension nominal: 440V
- factor de potencia: 79%

Se tiene un factor de potencia ( $\varphi_1$ ) que se obtiene del motor electrico, para la correccion del factor de potencia se requiere un valor cercano a 1, por lo tanto se calculara el banco de condensadores a  $\varphi_2 = 0.97$

Se aplica la siguiente ecuacion para determinar la potencia reactiva suministrada por el banco de condensadores.

$$Q_c = P(tang\varphi_1 - tang\varphi_2)$$

Donde:

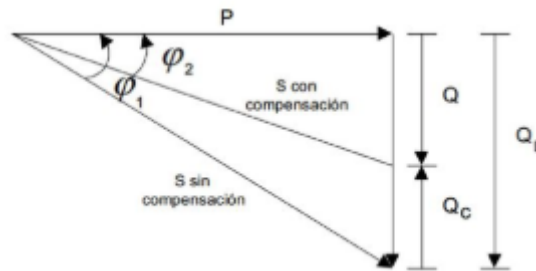
Qc= potencia reactiva suminstrada por el condensador

P= potencia util

$$\varphi_1 = \cos^{-1}(0.79) = 37.8^\circ$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1}(0.97) = 14^\circ$$

$$Q_c = 124Kw(\tan(37.8) - \tan(14)) = 65KVAR$$



Se selecciona el banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de la electrobomba 1, se escogerá del catálogo de la marca SCHNEIDER (anexo 30).

Se selecciona dos condensadores: 31,8Kvar y 34.2Kvar; la suma de ambos viene a ser 66Kvar que es cercano a lo calculado.

- Modelo: Varplus Can
- Referencia (31.8Kvar) = BLRCH315A378B48
- Referencia (34.2Kvar) = BLRCH339A407B48
- $Q_c = 66Kvar$
- $U_c = 440V$



**Figura 28.** Banco de condensadores de 31.8 y 34.2 Kvar / 440V

Se selecciona el contactor marca Schneider para el banco de condensadores de 66 Kvar 440V trifásico, seleccionamos el contactor del anexo 31.

De la ficha técnica se obtiene: (anexo 32)

- Referencia código: LC1DWK12M7
- Potencia de contactor: 67Kvar



**Figura 29.** Contactor capacitor Scheneider de 67Kvar / 440V

Pasamos a determinar la intensidad de la potencia reactiva y con ello determinamos la capacidad del conductor eléctrico que alimenta al banco de condensadores empleando las siguientes formulas:

$$Q_c = I_{n_c} * U * \sqrt{3}$$
$$I_{n_c} = \frac{Q_c}{U * \sqrt{3}} = \frac{66KVAR}{0.440 * \sqrt{3}} = 86.6A$$

$$I_{conductor} = 2 * I_{n_c}$$
$$I_{conductor} = 86.6A * 2 = 173.2A$$

Se selecciona el cable de alimentación del banco de condensadores del anexo 33 El tipo de cable es THW-90 de 35mm<sup>2</sup> el cual soporta una corriente de 197A Procedemos a seleccionar el disyuntor termomagnético del banco de condensadores con la ecuación:

$$I_d = 1.5 * I_{n_c}$$
$$I_d = 1.5 * 91.85A = 137.77A$$

Seleccionamos el disyuntor del banco de condensadores de la bomba N°1 por lo cual lo tenemos del catalogo de Schneider: (anexo 19):

- Interruptor automático tripolar Easypact EZC
- Tipo: EZC250N – TMD - 150A
- Referencia: EZC250N3150

### Banco de condensadores motor N°2:

Datos obtenidos para el motor electrico de bomba de superficie es:

- Modelo: MI740-4 / 60Hz / 1740RPM
- Potencia activa: 39.5Kw
- Intensidad nominal: 61A
- tension nominal: 440V
- Factor de potencia: 85%

Se tiene un factor de potencia ( $\varphi_1$ ) que se obtiene del motor electrico, para la correccion del factor de potencia se requiere un valor cercano a 1, por lo tanto se calculara el banco de condensadores a  $\varphi = 0.983$

Se aplica la siguiente formula para determinar la potencia reactiva suministrada por el banco de condensadores.

$$Q_c = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

Donde:

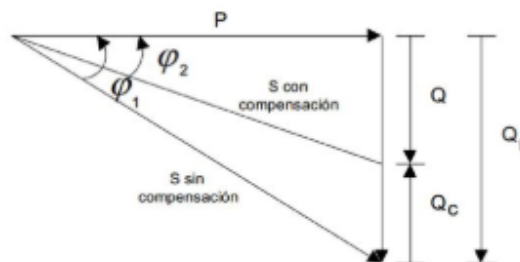
$Q_c$ = potencia reactiva suminstrada por el condensador

$P$ = potencia util

$$\varphi_1 = \cos^{-1}(0.85) = 31.78^\circ$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1}(0.983) = 10.58^\circ$$

$$Q_c = 39.5Kw(\tan(31.78) - \tan(10.58)) = 17.09KVAR$$



Se selecciona el banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de la electrobomba 2, se escogerá del catálogo de la marca SCHNEIDER (anexo 30).

Modelo: Varplus Can

- Referencia = BLRCH170A204B48
- $Q_c = 17.1Kvar / 440V$



**Figura 30.** Banco de condensadores Schneider de 17.1Kvar / 440V

Se selecciona el contactor marca Schneider para el banco de condensadores de 17.1Kvar 440V trifásico, seleccionamos el contactor del anexo 31.

De la ficha técnica se obtiene: (anexo 34)

- Referencia código: LC1DLKM7
- Potencia de contactor: 21Kvar



**Figura 31.** Contactor capacitor de 21kvar / 440V

Pasamos a determinar la intensidad de la potencia reactiva y con ello determinamos la capacidad del conductor eléctrico que alimenta al banco de condensadores empleando las siguientes formulas:

$$Q_c = I_{n_c} * U * \sqrt{3}$$
$$I_{n_c} = \frac{Q_c}{U * \sqrt{3}} = \frac{17.1KVAR}{0.440 * \sqrt{3}} = 23.44A$$

$$I_{conductor} = 2 * I_{n_c}$$
$$I_{conductor} = 2 * 23.44A = 46.88A$$

Se selecciona el cable de alimentación del banco de condensadores del anexo 31. El tipo de cable es THW-90 de 4mm<sup>2</sup> el cual soporta una corriente de 45A

Procedemos a seleccionar el disyuntor Termomagnético del banco de condensadores con la ecuación:

$$I_d = 1.5 * I_{n_c}$$

$$I_d = 1.5 * 23.44A = 35.16A$$

Seleccionamos el disyuntor del banco de condensadores de la bomba N°2 por lo cual lo tenemos del catalogo de Schneider: (anexo 17):

- Interruptor automático tripolar Easypact EZC
- Tipo: EZC100N – TMD - 40A
- Referencia: EZC100N3040

#### **4.4. Estudio de impacto medio ambiental**

Se procede el estudio medioambiental con respecto al uso de motobombas que se tuvo en un principio utilizar en el proyecto GrennRam para el abastecimiento de la demanda de agua necesaria para el riego del cultivo.

Teniendo en cuenta los datos de caudal y altura procedemos a seleccionar en curva característica de las motobombas, se tiene en cuenta el caudal que es  $1133\text{m}^3/\text{h}$  y la altura  $23.58\text{m}$  para el primer reservorio y para el segundo reservorio con una altura de  $8.05\text{m}$  y caudal de  $1133\text{m}^3/\text{h}$ .

De las fichas técnicas de las ambas motobombas tenemos los siguientes datos obtenidos de los anexos 35 y 36.

##### **Datos de motobomba 1:**

- Modelo de bomba: KDT4TPOW300-300/CCSP
- Modelo de motor: R605AZLD-1H
- Marca: Wifang kofo
- Rpm / potencia:  $1500\text{rpm}$  /  $110\text{Kw}$
- Combustible: diésel
- Consumo de combustible:  $218\text{g/Kwh}$

##### **Datos de motobomba 2:**

- Modelo de bomba: DT14SH-28<sup>a</sup>
- Modelo de motor: WP4. D66E200
- Rpm / potencia:  $1500\text{rpm}$  /  $60\text{Kw}$
- Combustible: diésel
- Consumo de combustible:  $210\text{g/Kwh}$

Se procede con el estudio medioambiental utilizando la tabla 12 donde nos indica el grado de dióxido de carbono por kilogramo que contamina el medio ambiente al ser expuestos cuando se accionan las maquinas que funcionan con combustible diésel. Para esto se utiliza lo que llamamos el cálculo de huella de carbono con la ecuación 52:



#### 4.4.1. Calculo de la huella de carbono para motobomba 1:

El motor diésel trabaja a 110kw, entonces se tiene el consumo de combustible en kg/h:

$$C_{S_1} = \frac{218g}{kwh} * 110kw = 23\ 980g/h = 23.98kg/h$$

Si la densidad del petróleo es:

$$\rho_{diesel} = 3.1493kg/gl$$
$$C_{S_1} = \frac{23.98kg/h}{3.1493kg/gl} = 7.6144gl/h$$

Si el equipo trabaja 4.5 horas al día, se tiene:

$$C_{S_1} = \frac{7.6144gl}{h} * 4.5h = 34.2648gl/dia$$

Al llevarlo al año se tiene el consume anual de combustible:

$$C_{S_1} = \frac{34.2648gl}{dia} * \frac{365dia}{año} = 12\ 506.652gl/año$$

Pasamos a obtener el consumo de dióxido de carbono que estaría emitiendo la motobomba 1 de ser utilizado en el proyecto GrennRam, de la tabla 12 se tiene el factor de emisión de KgCO<sub>2</sub> empelando la ecuación 45:

$$Huella\ de\ carbono_{Anual} = Cs[gl/año] * Factor\ de\ emision \left[ \frac{Kg\ CO_2}{gl} \right]$$

$$Huella\ de\ carbono_{1Anual} = 12\ 506.652 \frac{gl}{año} * \frac{9.7kgCO_2}{gl}$$

$$Huella\ de\ carbono_{1Anual} = 121\ 314.5244kg\ CO_2/año$$

#### 4.4.2. Calculo de la huella de carbono para motobomba 2:

El motor diésel trabaja a 60kw, entonces se tiene el consumo de combustible en kg/h:

$$C_{S_2} = \frac{210g}{kwh} * 60kw = 12\ 600g/h = 12.6kg/h$$

Si la densidad del petróleo es:

$$\rho_{diesel} = 3.1493 \text{ kg/gl}$$
$$Cs_2 = \frac{12.6 \text{ kg/h}}{3.1493 \text{ kg/gl}} = 4 \text{ gl/h}$$

Si el equipo trabaja 4.5 horas al día, se tiene:

$$Cs_2 = \frac{4 \text{ gl}}{h} * 4.5 \text{ h} = 18 \text{ gl/dia}$$

Al llevarlo al año se tiene el consume anual de combustible:

$$Cs_2 = \frac{18 \text{ gl}}{\text{dia}} * \frac{365 \text{ dia}}{\text{año}} = 6570 \text{ gl/año}$$

Pasamos a obtener el consumo de dióxido de carbono que estaría emitiendo la motobomba 1 de ser utilizado en el proyecto GrennRam, de la tabla 12 se tiene el factor de emisión de KgCO<sub>2</sub> empelando la ecuación 45:

$$\text{Huella de carbono}_{Anual} = Cs[\text{gl/año}] * \text{Factor de emision} \left[ \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{gl}} \right]$$

$$\text{Huella de carbono2}_{Anual} = 6570 \frac{\text{gl}}{\text{año}} * \frac{9.7 \text{ kgCO}_2}{\text{gl}}$$

$$\text{Huella de carbono2}_{Anual} = 63729 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

De usarse las dos motobombas tenemos la suma de dióxido de carbono al año que sería expuesto al medio ambiente de utilizarse este sistema de bombeo por motobomba, la cual es:

$$\text{Huella de carbono}_{Anual} = \text{Huella de carbono1}_{Anual} + \text{Huella de carbono2}_{Anual}$$

$$\text{Huella de carbono}_{Anual} = 121314.5244 \text{ kgCO}_2/\text{año} + 63729 \text{ kgCO}_2/\text{año}$$

$$\text{Huella de carbono}_{Anual} = 185043.5244 \text{ KgCO}_2/\text{año}$$

## 4.5. Estudio económico

### 4.5.1. Variante con Aerogeneradores

El coste de la inversión inicial del proyecto GrennRam se desglosa en la siguiente tabla:

<b>Suministro de materiales eléctricos</b>		
<b>materiales</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio (S/.)</b>
cable 3x4mm2	15m	72.08
cable 3x35mm2	15m	472.00
cable 3x16 mm2	50m	688.65
cable 3x95mm2	50m	5 268.05
cable 3x150 mm2	50m	6 625.79
disyuntor 3x40A/440v	1	264.60
disyuntor 3x60A/440v	1	264.60
disyuntor 3x150A/440v	1	488.25
disyuntor 3x225A/440v	1	630.00
disyuntor 3x315A/440v	1	2 082.15
contactor especial 30A/440v	1	366.68
contactor especial 93A/440v	1	1 286.47
arrancador de estado sólido 88A/440v	1	2 991.00
arrancador de estado sólido 250A/440v	1	4 745.00
banco de condensadores 21kvar	1	483.36
banco de condensadores 31.8kvar	1	645.00
Banco de condensadores 34.2 kvar	1	790.76
Electrobomba 01 37kw/440v	1	21 568.33
Electrobomba 02 108A/440v	1	22 500.00
<b>Total</b>		<b>S/. 72 232.77</b>

<b>Montaje Electromecánico</b>	<b>Precio (S/.)</b>
Gastos generales	3 500.00
Instalación De Tablero De Distribución	2 500.00
Montaje De Conductores	3 000.00
Instalación De Puesta A Tierra	2 300.00
Pruebas Y Puesta En Servicio	5 500.00
<b>Total</b>	<b>S/. 16 800.00</b>

<b>Obras Civiles</b>	<b>Precio (S/.)</b>
Movimiento De Tierras	6 000.00
Cimentación	15 000.00
Gastos generales	1 000.00
Mano De Obra	5 000.00
Equipos para protección personal	2 000.00
Jefe De Obra	3 000.00
<b>Total</b>	<b>S/. 32 000.00</b>

<b>Infraestructura eólica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Aerogenerador 100kw	02	174924.12	349 848.24
Torre h=30mts	02	65677.00	131 354.00
<b>Total</b>			<b>S/. 481 202.24</b>

<b>Inversión Inicial</b>	
Infraestructura eólica	481 202.24
Obras civiles	32 000.00
Montaje Electromecánico	16 800.00
Suministro Materiales Eléctricos	72 232.77
<b>Total</b>	<b>S/. 602 235.01</b>

El costo de mantenimiento de aerogenerador es:

$$C_{mantto} = C_{aerogenerador} * 5\%$$

$$C_{mantto} = 482 103.44 * 5\% = 24 105.172 \text{ soles/año}$$

El costo de operación de aerogenerador es:

$$C_{oper} = 930 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 11 160 \text{ soles/año}$$

#### 4.5.2. Variante con Motobombas

Los costos de la inversión inicial del sistema de bombeo con motobombas se desglosan en las tablas siguientes:

<b>Equipos de bombeo</b>		
Equipo	Cant.	Precio (S/.)
Motobomba 60 kw	01	19 407.55
Motobomba 110kw	01	52 475.92
<b>Total</b>		<b>S/. 71 883.47</b>

<b>Instalación y puesta en marcha</b>		
Equipo	Cant.	Precio (S/.)
Motobomba 60 kw	01	1 940.755
Motobomba 110kw	01	1 940.755
<b>Total</b>		<b>S/. 3 881.51</b>

<b>Transporte</b>	<b>Precio (S/.)</b>
Equipos de bombeo	1 500.00
Personal	500.00
Equipos de izaje	3 000.00
Herramientas	1 200.00
<b>Total</b>	<b>S/. 6 200.00</b>

<b>Resumen General</b>	
Equipos de bombeo	71 883.47
Instalación Y Puesta En Marcha	3 881.51
Transporte	6 200.00
<b>Total General S/.</b>	<b>S/. 81 964.98</b>

El consumo específico total de combustible funcionando ambas motobombas al año es:

$$C_{S_{total}} = 12\,506.652 \frac{gl}{año} + 6\,570 \frac{gl}{año} = 19\,076.652 \text{ gl/año}$$

Del anexo 39 se obtiene el costo del combustible diésel (12.45 soles/gl) con lo cual se determina el costo del combustible a utilizar.

$$Costo_{diesel_{anual}} = 19\,076.652 \frac{gl}{año} * 12.45 \frac{soles}{gl} = 237\,504.3174 \text{ soles/año}$$

El costo de mantenimiento de motobombas es:

$$C_{mantto} = C_{motobombas} * 5\% \\ C_{mantto} = 71883.47 * 5\% = 3\,594.17 \text{ soles/año}$$

El costo de operación de las motobombas es:

$$C_{oper} = 930 \frac{soles}{mes} * 12 \frac{meses}{año} = 11\,160 \text{ soles/año}$$

### 4.5.3. Variante con SEIN

Conlleva la interconexión con la SE Guadalupe 01(anexo 45) y la instalación de una red de transmisión en media tensión de 15km de distancia (anexo 44)

El coste de la inversión inicial:

<b>METRADO DE MATERIALES</b>			
<b>SECCION OBRA</b>	<b>DESCRIPCION</b>		<b>TOTAL</b>
1	postes y accesorios de concreto armado		10565.00
2	aisladores		3221.78
3	conductores		2855.40
4	cables 3x25mm2		687816.00
5	ferretería de postes y crucetas		585.40
6	retenidas		492.64
7	puesta a tierra		2486.58
8	transformadores		17900.00
9	transformadores de medición		12881.09
10	tableros de distribución		1330.00
11	seccionadores pararrayos terminaciones y acceso		1750.00
12	equipos de medición y accesorios		3185.50
13	fusibles de expulsión		104.04
<b>total suministro de materiales</b>			<b>745173.43</b>

<b>Montaje electromecánico de redes</b>			
1	postes estructuras crucetas ductos y pastorales		3655.20
2	aisladores		425.50
3	retenidas		468.00
4	puestas a tierra		2350.00
5	transformadores		750.00
6	transformador de medición		850.00
7	tablero de distribución		220.50
8	seccionadores		210.00
9	conductores		1200.50
10	equipos de medición		120.00
11	excavación para postes resanes		333.48
12	construcción de murete		320.00
13	elaboración expediente del estudio definitivo		2500.00
14	elaboración expediente conforme a obra		2200.00
15	conexión en caliente del sistema eléctrico		4585.80
<b>Total montaje electromecánico redes</b>			<b>20188.98</b>

<b>RESUMEN</b>	
Suministro De Equipos De Bombeo	44 068.33
Suministros De Materiales	745 173.43
Montaje Electromecánico De Redes	20 188.98
Transporte	1 992.68
Gastos Generales Directos	10 803.19
Gastos Generales Indirectos	1 906.45
Utilidades	1 906.45
<b>TOTAL GENERAL S/.</b>	<b>824 046.83</b>

Tarifa BT5B: tarifa con simple medición de energía 1E

No residencial:

Cargo fijo: 3.22 S/. / mes

Carga energía activa: 0.6097S/. / Kwh

Consumo potencia activa total de electrobombas: 165Kw

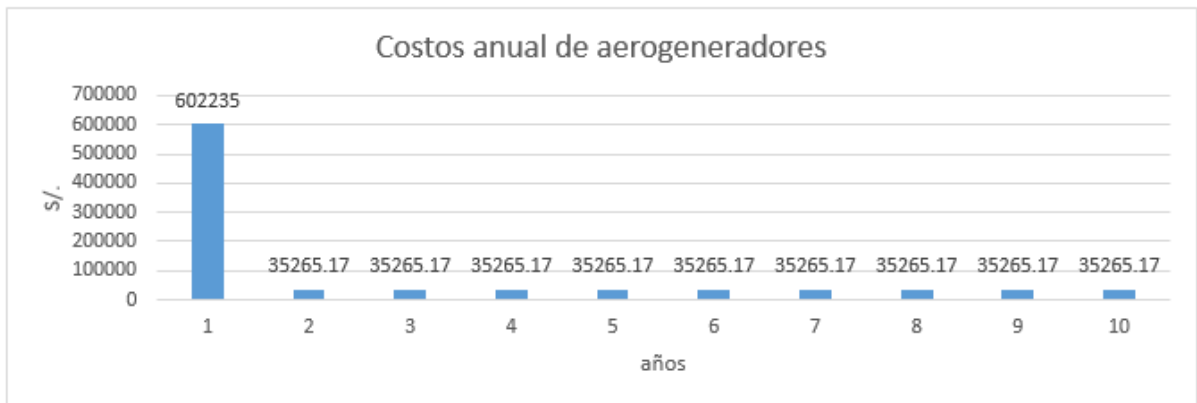
Obtenemos el costo anual de gastos por consumo de energía eléctrica, teniendo en cuenta que las electrobombas estarán accionadas 4.5h al día y los 365 días del año.

$$C_{SEIN} = \left( 0.6097 \frac{S/}{Kwh} * 165Kw * 4.5 \frac{h}{dia} * 365 \frac{dias}{año} \right) + \left( 3.22 \frac{S/}{mes} * 12mes \right)$$

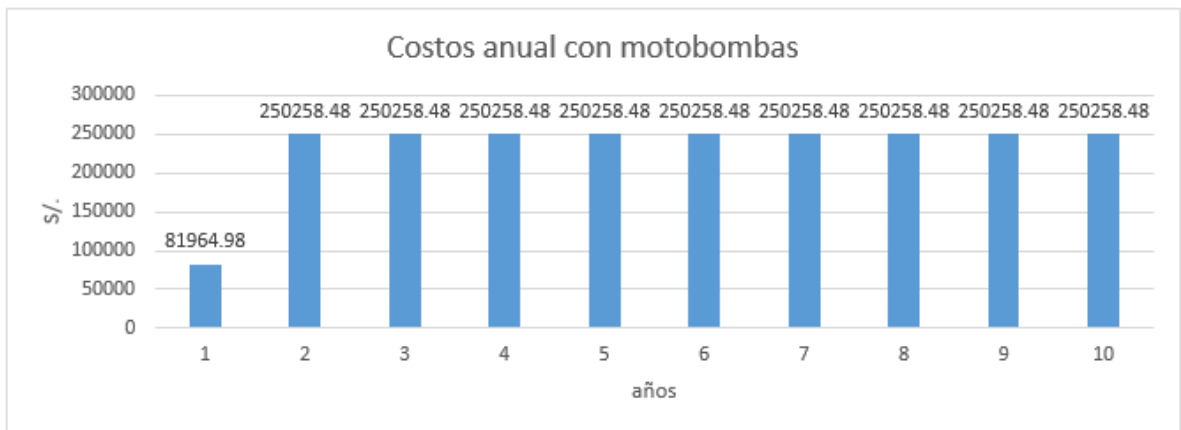
$$C_{SEIN} = 165\,274.96 \text{ soles/año}$$



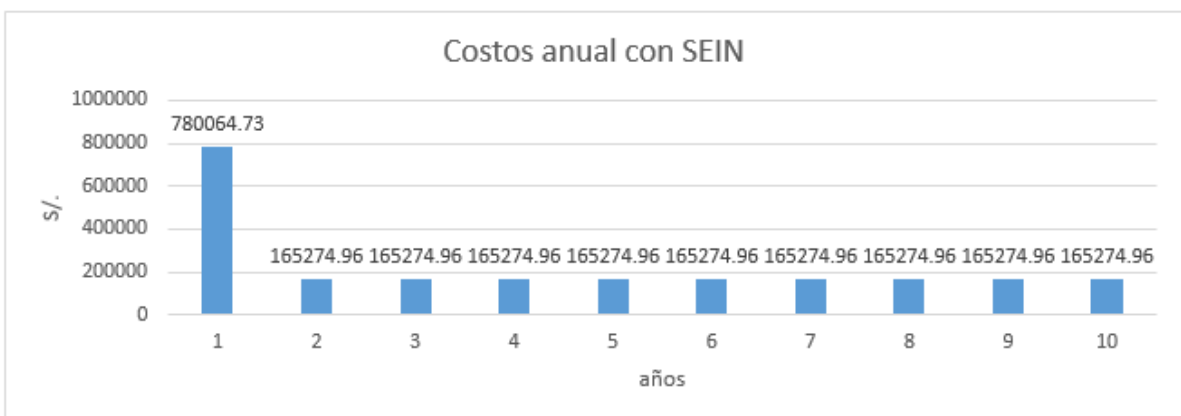
#### 4.5.4. Flujo de caja



Fuente 29. Elaboración propia



Fuente 30. Elaboración propia



Fuente 31. Elaboración propia

#### 4.5.5. Cuadro Comparativo

		<b>Aerogenerador</b>	<b>bombas</b>	<b>SEIN</b>
Inversión parcial S/.	Equipos	481 202.24	71 883.47	44 068.33
	Suministro de materiales	72 232.77	-----	745 173.43
	Montaje	16 800.00	3 881.51	20 188.98
	Gastos generales	32 000.00	6 200.00	14 616.09
<b>Total Inversión S/.</b>		602 235.01	81 964.98	824 046.83
Gasto anual S/./año	Costo mantenimiento	24 105.172	3 594.17	-----
	Costo de operación	11 160.00	11 160.00	-----
	Costo energía	-----	-----	165 274.96
	Costo combustible	-----	237 504.3174	-----
<b>Total gastos (S/./año)</b>		35 265.172	252 258.4874	165 274.96

Del SEIN a aerogenerador:

$$\Delta I = (602\,235.01 - 824\,046.83)\text{soles} = -221\,811.82\text{soles}$$

$$\text{beneficio} = 35\,265.172 - 165\,274.96 = -130\,009.788\text{soles}$$

Se determinó que la inversión con aerogeneradores es menor que con la del SEIN y también los gastos anuales.

De motobomba a aerogenerador:

$$\Delta I = (602\,235.01 - 81\,964.98)\text{soles} = 520\,270.03\text{soles}$$

$$\text{beneficio} = 35\,265.172 - 252\,258.4874 = -216\,993.3154\text{soles}$$

Se determinó que la inversión con aerogeneradores es mayor que con la de motobombas, pero los gastos anuales con aerogeneradores son mucho menores que los de motobomba.

De motobomba a SEIN:

$$\Delta I = (824\,046.83 - 81\,964.98)\text{soles} = 742\,081.85\text{soles}$$

$$\text{beneficio} = 165\,274.96 - 252\,258.4874 = -86\,983.5274\text{soles}$$

Se determinó que la inversión con motobomba es menor que con la del SEIN pero los gastos anuales con el SEIN son menores que los de motobomba.

## V. DISCUSIÓN

- se determinó la demanda de agua de 1133 m<sup>3</sup>/h para el área de cultivo de 151.42 ha, esto se da porque la tecnología de riego es por canales de acequia, si se usara un riego por goteo la demanda de agua disminuye un 40%, esto se da porque se evita las pérdidas por drenaje.
- Se seleccionó el motor sumergible de la marca Pleuger (bomba 1), teniendo una potencia absorbida de 108kw, porque suministra el caudal de 1133 m<sup>3</sup>/h a una altura de 23 metros que demanda el sistema de bomba, también se seleccionó el motor de superficie de la marca Weg (bomba 2), teniendo una potencia absorbida de 37kw porque esta entrega el caudal de 1133 m<sup>3</sup>/h a una altura de 7.12 metros que demanda el sistema de bombeo.
- Con un anemómetro digital se hizo el registro de la velocidad del viento a una altura de 2 metros durante un día, en la tabla 14 se observan en detalle los datos registrados, esto se hizo en intervalos de 5 minutos, porque con eso se tiene una mayor confiabilidad de datos al momento de analizarlo con las herramientas estadísticas.
- Usando de la ley exponencial de Hellman (ecuación 18), los resultados de velocidad a 2 metros cambian para 30 metros, debido a que esta ley demuestra que a más altura mayor es la velocidad del viento.
- Se realizó la distribución de probabilidades weibull, y se determinó que las velocidades de 12 m/s y 13 m/s tienen una frecuencia de 7 horas al día, satisfaciendo el tiempo que se requiere de operación del sistema de bombeo de 4.5 horas al día.
- La función acumulada de weibull arroja una probabilidad de 16 horas al día de incidencia de velocidades mayores a 12 m/s, con esto podemos decir que el aerogenerador trabajara un promedio de 16 horas a potencia nominal al día.

- Se seleccionó los arrancadores de estado sólido (soft starter) de marca Schneider según la capacidad de los motores eléctricos trifásicos de 124Kw y 45Kw, porque nos permite optimizar las secuencias de arranque y parada, aumenta la productividad, ahorra energía, protege y aumenta la vida útil del motor.
- Se seleccionó un banco de condensadores de 65Kvar porque no permite elevar el factor de potencia de a 97% disminuyendo así el consumo eléctrico y aliviando la sobrecarga de los conductores. Se seleccionó un banco de condensadores de 17.09Kvar porque nos permite elevar el factor de potencia de 85% a 98.3% aliviando así el sobrecalentamiento de conductores.
- De utilizar motobombas emitiría una cantidad de 185.043 toneladas de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, siendo una cantidad elevada de contaminación hacia el medio ambiente porque al quemar el combustible diésel se generan gases contaminantes, esto se evitará con el uso de sistemas eólicos.
- La utilización de aerogeneradores genera gastos anuales de s/. 35 265.172, esto es menor en comparación con los gastos anuales del sistema por motobombas que son s/. 252 258.4874, esto porque con motobombas se gasta en combustible diésel, mientras que en los aerogeneradores solo se gasta por operación y mantenimiento.
- La utilización de aerogeneradores genera gastos anuales de s/. 35 265.172, estos es menor en comparación con los gastos anuales del SEIN que son s/. 165 274.96, esto porque con el SEIN se gasta en la compra de energía eléctrica, mientras que en los aerogeneradores solo se gasta por operación y mantenimiento.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la demanda de agua que necesita el proyecto, obteniendo 4899.12 m<sup>3</sup> por día se determinó una tubería de 559mm de diámetro exterior para la línea de conducción del agua.
- Se seleccionó una electrobomba de 108kw y otra de 37kw de potencia nominal.
- Se obtuvo el histograma de velocidades del viento a 2 metros de altura, se determinó la distribución de weibull para una altura de 30 metros y se obtuvo la función de densidad de probabilidades de weibull expresado en horas al día.
- Se seleccionó 2 aerogeneradores modelo LS-100kw, y se determinó la energía diaria producida por el equipo eólico.
- Se determinó que el aerogenerador satisface la demanda de energía requerida por el proyecto, y que la propuesta presentada es viable técnicamente.
- Se seleccionaron los componentes eléctricos y sus dispositivos de protección, tales como conductores eléctricos, banco de condensadores, interruptores termomagnéticos, arrancador suave y sistema de puesta a tierra.
- Se obtuvo la huella de carbono anual utilizando equipos de bombeo diésel, siendo el resultado de 185.043 toneladas de CO<sub>2</sub>.
- Se determinó que la propuesta de un sistema eólico para abastecer de energía al sistema de bombeo del proyecto GreenRam es la mejor opción porque técnicamente el aerogenerador va abastecer de suficiente energía eléctrica al sistema de bombeo y también porque económicamente es la que menos gastos genera al año en comparación a otros sistemas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar un sistema de riego por goteo determinando la demanda de agua necesaria para el cultivo, realizando un análisis del tipo de línea de conducción del agua que sea más conveniente y reducir el consumo de agua.
- realizar un histograma de velocidades más extenso en el tiempo, lo recomendable sería de un año para tener una mayor confiabilidad del estudio, realizar la toma de datos a una altura mínima de 10 metros.
- Realizar un estudio de impacto ambiental utilizando la red eléctrica nacional
- Realizar una propuesta de venta a los usuarios cercanos con la energía sobrante producida por el sistema eólico

## VIII. REFERENCIAS

- Apón, I. (2013). *Evaluación del potencial Eólico para un emplazamiento Seleccionado en la región Piura utilizando GH-WINDFARMAER*. (tesis de pregrado). Recuperado de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2039/IME\\_177.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2039/IME_177.pdf?sequence=1)
- Arias, A., Hachire, C., Joaquin, P. (2018). *Evaluación Económica y Financiera para la viabilidad de un Proyecto de Energía Eólica, en el distrito de Ayabaca, departamento de Piura*. (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.esan.edu.pe/handle/ESAN/1402>
- Álvarez, W., Martínez, L. & Alvarado, A. (Noviembre de 2013) Aplicación de la ecuación de Weibull para determinar potencial Eólico en Tunja-Colombia. [XX Simposio Peruano Energía Solar]. Recuperado de: [http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/12/Alvarez-Casta%20B1eda-William\\_-\\_Aplicacion-Ecuacion-de-Weibull.pdf](http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/12/Alvarez-Casta%20B1eda-William_-_Aplicacion-Ecuacion-de-Weibull.pdf)
- Arcos, E. y Chicaiza, D. (2015). *Diseño y construcción de un tablero de control automático para la corrección del factor de potencia, empleando un módulo DCRA*. (tesis de pregrado). Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10583/1/CD-6261.pdf>
- Automatización: Contactores para Maniobra de Condensadores CWMC. (Octubre, 2017). Weg Recuperado de: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h4e/hd8/WEG-contactores-para-maniobra-de-condensadores-cwmc-50065202-es.pdf>
- Bolaños, J. (2010). *Diseño de un banco de condensadores automático en baja tensión para un sistema eléctrico industrial con presencia de cargas no lineales*. (tesis de pregrado) Recuperado de: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/9550/1/bolanos\\_bj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/9550/1/bolanos_bj.pdf)

Cueva, L. (2015). *“Diseño y construcción de un generador eólico de eje vertical tipo savonius para producir 20 watts”*. (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10538/1/CD-6238.pdf>.

Characteristic Curves Booklet 60 Hz. (Febrero, 2015). *KSB* Recuperado de: [https://shop.ksb.com/ims\\_docs/00/005056B602221EE4B188A9CE9C2E28F7.pdf](https://shop.ksb.com/ims_docs/00/005056B602221EE4B188A9CE9C2E28F7.pdf)

Chen, N. (s.f.). *10kw/20kw/30kw/50kw/100kw wind turbine generator / home wind turbine system / 220v wind turbine 360v*. Alibaba: global trade starts here. Recuperado de: [https://www.alibaba.com/product-detail/10KW-20KW-30KW-50KW-100KW-wind\\_60780178038.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC](https://www.alibaba.com/product-detail/10KW-20KW-30KW-50KW-100KW-wind_60780178038.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC)

Chen, L. (s.f.). *End suction diesel engine agriculture irrigation water pump*. Alibaba: global trade starts here. Recuperado de: [https://www.alibaba.com/product-detail/End-suction-diesel-engine-agriculture-irrigation\\_1099812281.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC](https://www.alibaba.com/product-detail/End-suction-diesel-engine-agriculture-irrigation_1099812281.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC)

Diagramas unifilares de transmisión secundaria de los sistemas de distribución eléctrica. (2012) Osinergmin. Recuperado de:

<http://www2.osinerg.gob.pe/GartCard/GartCard2013-01/Master%20Disco%202%20-%20Publicaciones/archivos/contenido/pdf/DiagUni/DIAGUNI2012.pdf>

Fernández, F. (2012). *Guía general para el cálculo, instalación y Mantenimiento de bombas hidroneumáticas*. (tesis de pregrado). Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0720\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0720_M.pdf)

Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Enero, 2015). *CONADESUCA*. Recuperado de:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Tcnica\\_Ca\\_a\\_de\\_Az\\_car.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Az_car.pdf)



- Ficha técnica anemómetro termómetro medidor de velocidad del viento. (Diciembre, 2018). *Grupo C&M*. Recuperado de: [http://www.grupocym.pe/cms/\\_imgs/ficha/FICHA-TECNICA ANEMOMETRO-GM816.pdf](http://www.grupocym.pe/cms/_imgs/ficha/FICHA-TECNICA ANEMOMETRO-GM816.pdf)
- Guía – BT - anexo 2: Cálculos de las caídas de tensión. (Septiembre, 2003). *Ministerio de Ciencia y Tecnología*. Recuperado de: [http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia\\_bt\\_anexo\\_2\\_sep03R1.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf)
- Guía – BT - 21: instalaciones de interiores – Tubos y canaletas protectoras. (Septiembre, 2003). *Ministerio de Ciencia y Tecnología*. Recuperado de: [http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia\\_bt\\_21\\_sep03R1.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia_bt_21_sep03R1.pdf)
- Guía secundaria Cap. 6. (Marzo, 2015). *Ministerio de energía y minas*. Recuperado de: [http://www.minem.gob.pe/giee/pdf/GUIA\\_SECUNDARIA\\_CAP6.pdf](http://www.minem.gob.pe/giee/pdf/GUIA_SECUNDARIA_CAP6.pdf)
- Hernández, R. (2004) Metodología de la investigación. Recuperado de: [https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n\\_no\\_experimental](https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n_no_experimental)
- Huella hídrica del Perú. Sector Agropecuario. (Febrero, 2015). *Ministerio de agricultura y riego*. Recuperado de: <http://www.wwf.org.pe/?253691/huell>
- Hidráulica Gral. y Aplicada: Gráfica y tablas. (2010). *UTN – FRBA*. Recuperado de: <https://docplayer.es/68542820-Utn-frba-hidraulica-gral-y-aplicada-c-u-r-s-o.html>
- ITC-TB-19: Instalaciones interiores o receptoras prescripciones generales. (Junio, 2003) *Ministerio de Ciencia y Tecnología* Recuperado de: [http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/ITC\\_BT\\_19.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/ITC_BT_19.pdf)
- Larios, M. (2017). *Estudio de Impacto Ambiental: Parque eólico “MAMUT” de 2.5MW*. (proyecto de ejecución). Recuperado de: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tramite\\_informacion\\_publica/18/02/EIA%20PE%20MAMUT.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tramite_informacion_publica/18/02/EIA%20PE%20MAMUT.pdf)

Lista de precios 2017. (Marzo, 2017). *Schneider* Recuperado de:  
[http://syzcominsa.pe/phocadownload/Catalogos/Schneider\\_Electric\\_2017.pdf](http://syzcominsa.pe/phocadownload/Catalogos/Schneider_Electric_2017.pdf)

Liang, F. (s.f.). *ow price 4-20 inch large flow agricultural irrigation diesel water pump*.  
Alibaba: global trade starts here. Recuperado de: [https://www.alibaba.com/product-detail/low-price-4-20-inch-large\\_60823393744.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC](https://www.alibaba.com/product-detail/low-price-4-20-inch-large_60823393744.html?spm=a2700.8443308.0.0.2a145e2c39qucC)

Mott, L. M. (2006). *Mecánica de fluidos*. Recuperado de:  
<https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/mecanica-de-fluidos-robert-mott-6ta-edicion.pdf>

Motores eléctricos. (Febrero, 2018). *Weg* Recuperado de:  
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h6e/h82/WEG-motores-electricos-guia-de-especificacion-50039910-brochure-spanish-web.pdf>

NYY. (Abril, 2011). *Promelsa*. Recuperado de:  
<http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000648.pdf>

Producción de caña de azúcar en el Perú, perspectivas. Recuperado. (Junio, 2017). *Ministerio de agricultura y riego*. Recuperado de: <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?download=11375:boletin-produccion-de-cana-de-azucar>

Precios de Referencias de Combustibles derivados de Petróleo. (Julio, 2019). *Osinermin*.  
Recuperado de:  
[http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/gart/PreciosReferencia/PrecioReferencia08072019.pdf](http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/PreciosReferencia/PrecioReferencia08072019.pdf)

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad. (julio, 2019) *Osinermin*.  
Recuperado de:  
<https://www.osinermin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=130000>

- RETIFLEX N2XY 0,6/1 kV FB Multipolar con cond. Tierra. (Enero, 2016). *Indeco*. Recuperado de: <http://scarlusac.com.pe/catalogo/Productos/cables/indeco/34.pdf>
- RETIFLEX N2XY 0,6/1 kV 3x95+1x50 mm<sup>2</sup> FB. (Julio, 2019). *Indeco*. Recuperado de: [https://www.nexans.pe/eservice/Peru-es\\_PE/pdf-product\\_540371282/RETIFLEX\\_N2XY\\_0\\_6\\_1\\_kV\\_3x95\\_1x50\\_mm2\\_FB.pdf](https://www.nexans.pe/eservice/Peru-es_PE/pdf-product_540371282/RETIFLEX_N2XY_0_6_1_kV_3x95_1x50_mm2_FB.pdf)
- Submersible Pumps. (Septiembre, 2018). *Pleuger Industries*. Recuperado de: [https://www.pleugerindustries.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/katalog/HED-00057\\_Pleuger\\_Pump\\_Catalog\\_60Hz\\_Rev\\_B.pdf](https://www.pleugerindustries.com/fileadmin/user_upload/downloads/katalog/HED-00057_Pleuger_Pump_Catalog_60Hz_Rev_B.pdf)
- Submersible Motors. (Septiembre, 2018) *Pleuger Industries*. Recuperado de: [https://www.pleugerindustries.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/katalog/PLEUGER\\_Motorkatalog\\_60Hz.pdf](https://www.pleugerindustries.com/fileadmin/user_upload/downloads/katalog/PLEUGER_Motorkatalog_60Hz.pdf)
- Simbaña, J. (2018). *Diseño de una estación de bombeo de agua de riego con su respectivo provincia de Sullana, departamento de Piura*. (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4531/JHONY%20DANIEL%20SIMBA%C3%91A%20CALLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sabogal, B. R., Palacios, J. R. y Pantoja, C. L. (2013). Energy optimization in pumping systems. *Informador Técnico* 77(1), 47 – 58. Recuperado de: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/44/49](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/44/49)
- Selección de motores eléctricos: WEG selección de productos. (s.f.). *Weg*. Recuperado de: [http://ecatalog.weg.net/TEC\\_CAT/tech\\_motor\\_dat\\_web.asp](http://ecatalog.weg.net/TEC_CAT/tech_motor_dat_web.asp)
- Shuttleworth, M. (2008). *Diseño de Investigación Descriptiva*. Recuperado de: <https://explorable.com/es/disenno-de-investigacion-descriptiva>
- THW-90. (Junio, 2011). *Promelsa* Recuperado de: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000464.pdf>

Tubos A53 /A106 API 5L/GR B SCH40/80/160. (Septiembre, 2015). *Representaciones Fiorella S:A.C.* Recuperado de: <http://www.fiorellarepre.com.pe/FichaTecnica/804610.pdf>

Type series booklet Etanorm-R. (Mayo, 2016). KSB. Recuperado de: [https://shop.ksb.com/ims\\_docs/C8/C863C9532A6E840DE10000000AD5062A.pdf](https://shop.ksb.com/ims_docs/C8/C863C9532A6E840DE10000000AD5062A.pdf)

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Yglesias, Y. (2015). *Estudio técnico y económico de la instalación de aerogeneradores para suministrar energía eléctrica a las viviendas del centro poblado playa blanca – Piura.* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <Http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/9709>

## IX. ANEXOS

*Anexo 1. Valores de huella hídrica verde, azul y total de los cultivos en Perú*

Producto	Huella Hídrica total (hm <sup>3</sup> )			Huella Hídrica (l/kg)		
	Verde	Azul	Total	Verde	Azul	Total
Arroz	878	2 163	3 041	313	767	1 080
Café	2 247	720	2 967	7 870	2 478	10 348
Papa	869	472	1 342	227	121	348
Alfalfa	173	1 030	1 204	33	166	199
Caña de azúcar	32	974	1 006	3	98	101
Trigo	371	136	508	1 697	611	2 307
Espárragos	14	408	422	43	1 174	1 217
Algodón	17	298	315	143	2 749	2 892
Maíz amiláceo	187	32	219	2 290	765	3 055
Uva	5	160	165	29	552	581
Quinoa	141	19	160	3 665	601	4 265
Palta	46	93	139	225	490	715
Alcachofa	8	77	85	61	572	632
Soya	2	4	6	478	1 946	2 424

Fuente 32. Ministerio de agricultura y riego (Febrero, 2015).

*Anexo 2. Perú producción de caña de azúcar*

AÑOS	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)
....	....	....	....
1955	6 097 566	35 898	169 858
1956	5 876 384	37 767	155 596
1957	6 077 792	39 353	154 443
1958	6 840 208	39 492	173 205
1959	6 543 824	41 367	158 189
1960	7 359 171	47 361	155 385
1961	7 288 136	47 075	154 820
1962	7 247 077	46 830	154 753
1963	7 697 310	49 160	156 577
1964	7 590 920	48 855	155 377
1965	7 498 940	46 520	161 198
1966	8 463 380	53 530	158 105
1967	7 942 800	49 670	159 911
....	....	....	....
2010	9 660 895	76 983	125 494
2011	9 884 936	80 069	123 455
2012	10 368 866	81 126	127 812
2013	10 992 240	82 205	133 717
2014	11 389 617	90 357	126 051
2015	10 211 856	84 574	120 744
2016 *	9 832 526	87 696	112 120

Fuente 33. CONADESU (Enero, 2015).

Anexo 3. Propiedades físicas del agua

Temperatura	Densidad	Viscosidad	Viscosidad cinemática	Módulo de elasticidad volumétrica	Tensión Superficial	Presión de Vapor
°C	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\mu$ N·s/m <sup>2</sup> ·10 <sup>-3</sup>	$\nu$ m <sup>2</sup> /s·10 <sup>-5</sup>	K Pa·10 <sup>7</sup>	$\sigma$ N/m·10 <sup>-2</sup>	$p_v$ Pa
0	999,9	1,792	1,792	204	7,62	588
1	999,9	1,732	1,732			
2	1000,0	1,674	1,674			
3	1000,0	1,619	1,619			
4	1000,0	1,568	1,568			
5	1000,0	1,519	1,519	206	7,54	882
6	1000,0	1,473	1,473			
7	999,9	1,429	1,429			
8	999,9	1,387	1,387			
9	999,8	1,348	1,348			
10	999,7	1,310	1,310	211	7,48	1.176
11	999,6	1,274	1,274			
12	999,5	1,239	1,240			
13	999,4	1,206	1,207			
14	999,3	1,175	1,176			
15	999,1	1,145	1,146	214	7,41	1.666
16	999,0	1,116	1,117			
17	998,8	1,088	1,089			
18	998,6	1,060	1,061			
19	998,4	1,034	1,036			
20	998,2	1,009	1,011	220	7,36	2.447
21	998,0	0,984	0,986			
22	997,8	0,961	0,963			
23	997,6	0,938	0,940			
24	997,5	0,916	0,918			
25	997,1	0,895	0,898	222	7,26	
26	996,8	0,875	0,878			
27	996,5	0,855	0,858			
28	996,3	0,836	0,839			
29	996,0	0,818	0,821			
30	995,7	0,800	0,803	223	7,18	4.297
35	994,1	0,723	0,727	224	7,10	
40	992,2	0,656	0,661	227	7,01	7.460

Fuente 34. UTN – FRBA (2010).



## Tubos A53 /A106 API 5L/GR B SCH40/80/160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 11/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire.

Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.



### TUBERÍA DE ACERO

#### Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

#### Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	SCH-40		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	10.31	79.71	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	11.13	94.55	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	12.70	123.31	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	14.27	155.81	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	15.09	183.43	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	-	-	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	17.48	255.43	30.96	442.11	59.54	808.27

Fuente 35. Representaciones Fiorella S.A.C. (Septiembre, 2015).



Anexo 5. Diagrama de Moody

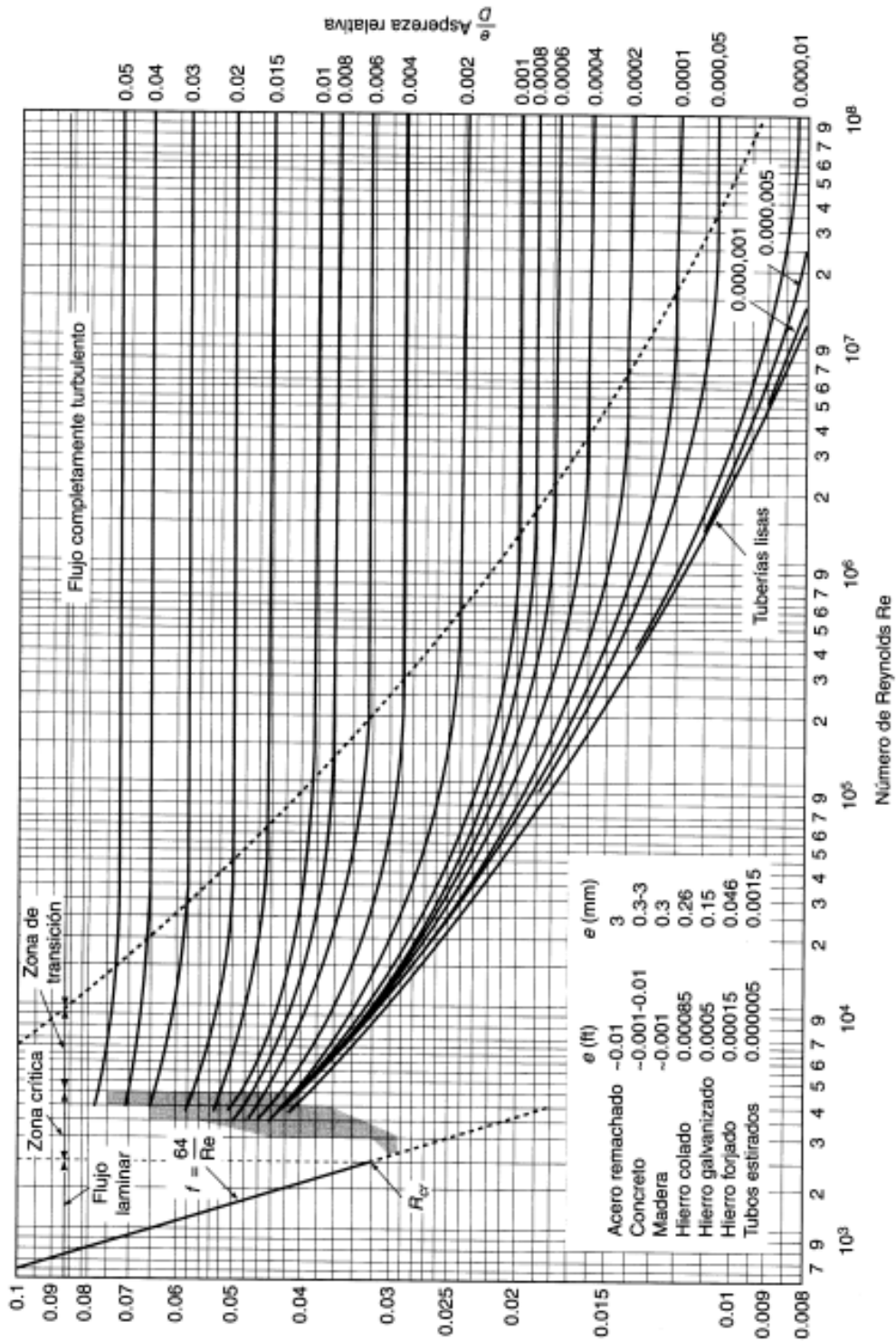
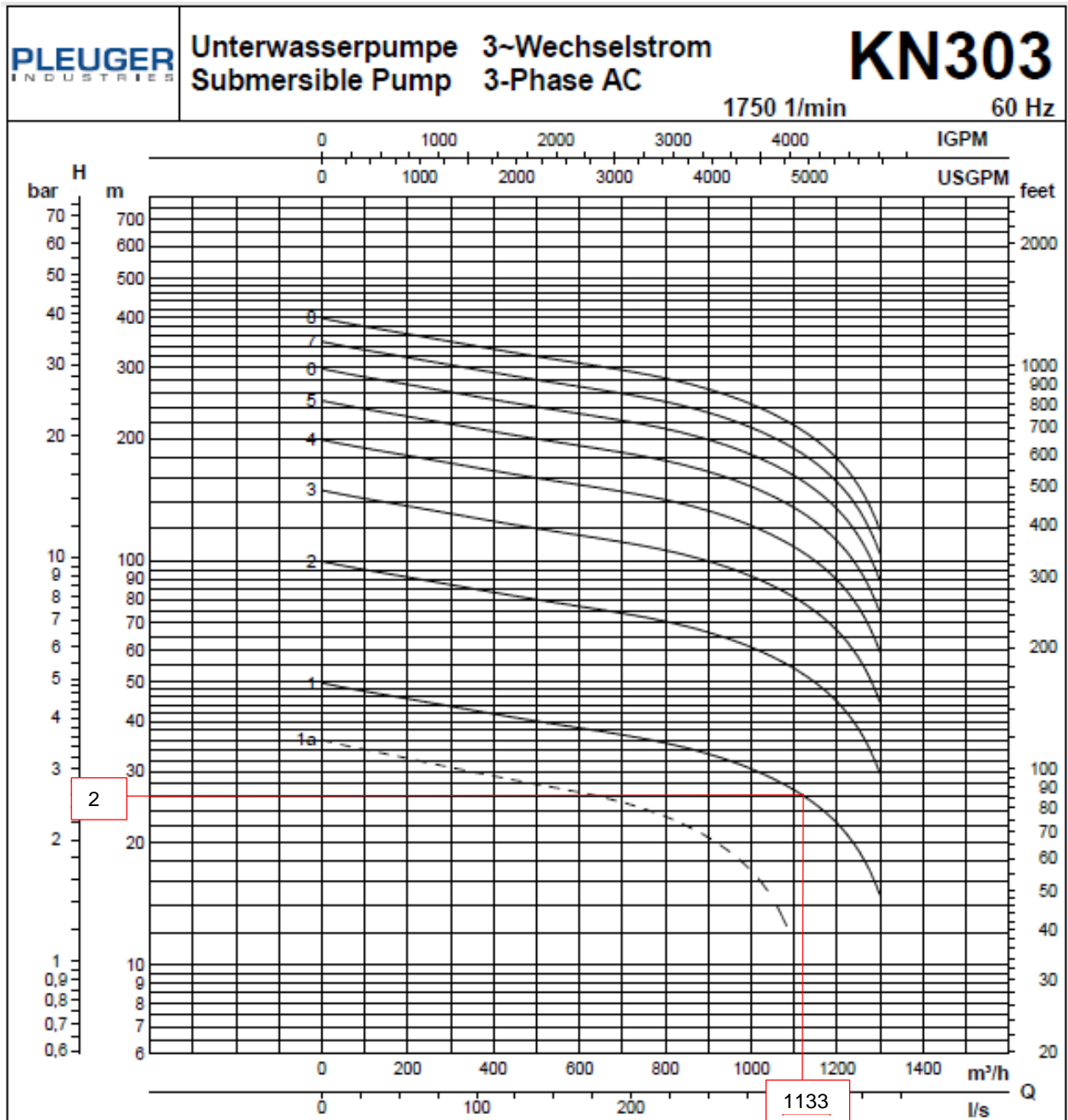


Diagrama de Moody. (De L.F. Moody, *Trans. ASME*, vol. 66, 1944.)

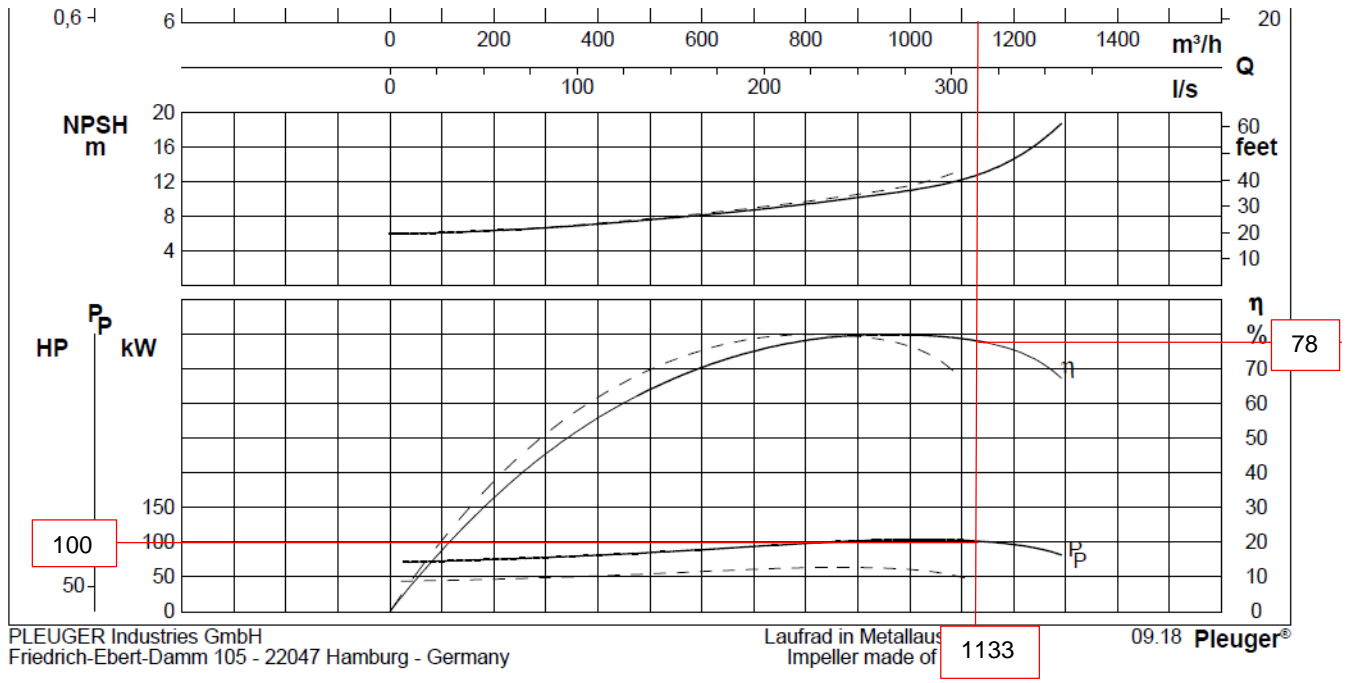
Fuente 36. Mott, L. M. (2006).

Anexo 6. Selección de bomba sumergible en curva característica



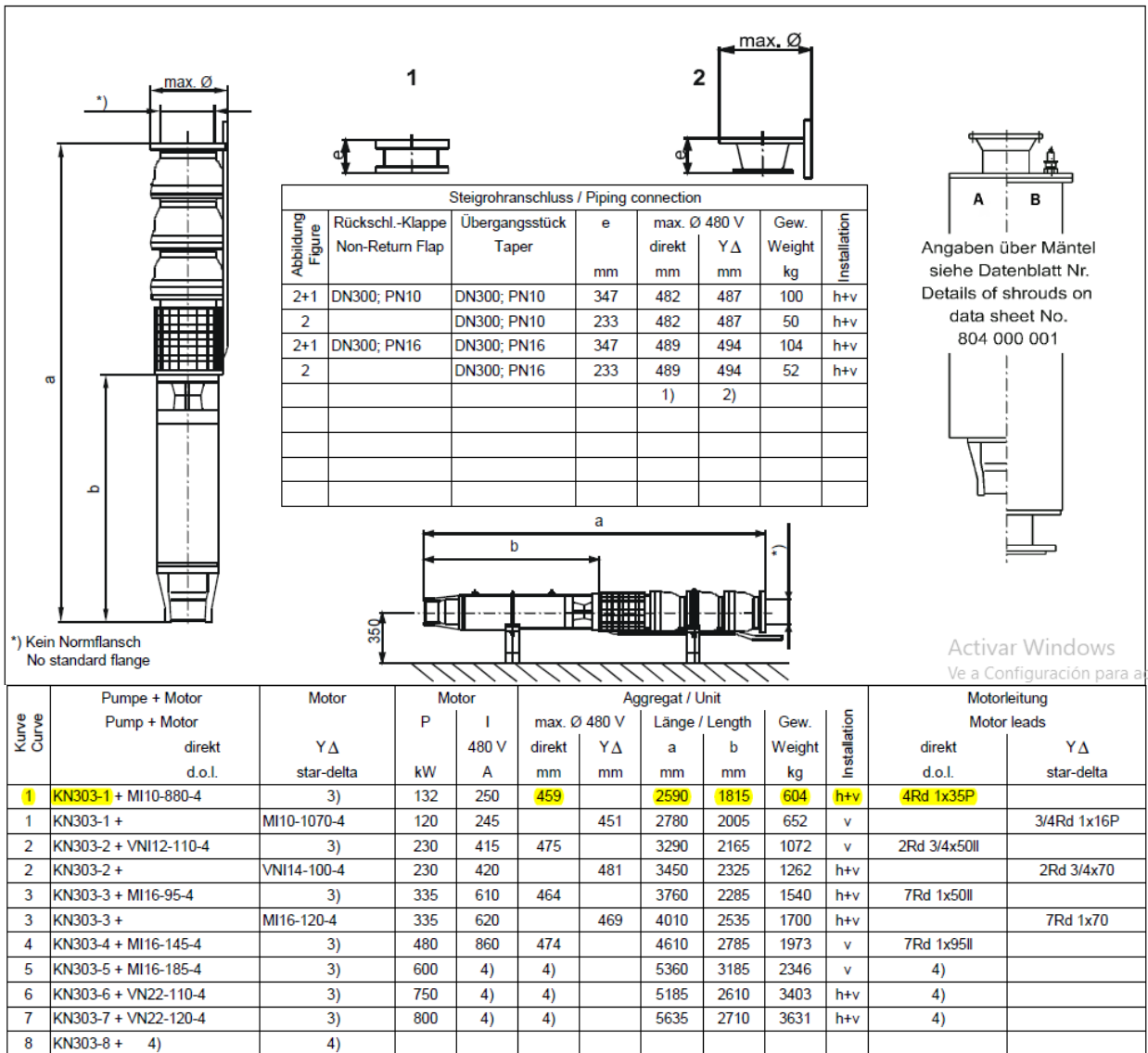
Fuente 37. Pleuger industries (Septiembre, 2018)

*Anexo 7. Selección de datos de rendimiento y potencia de motor de bomba sumergible en curva característica*



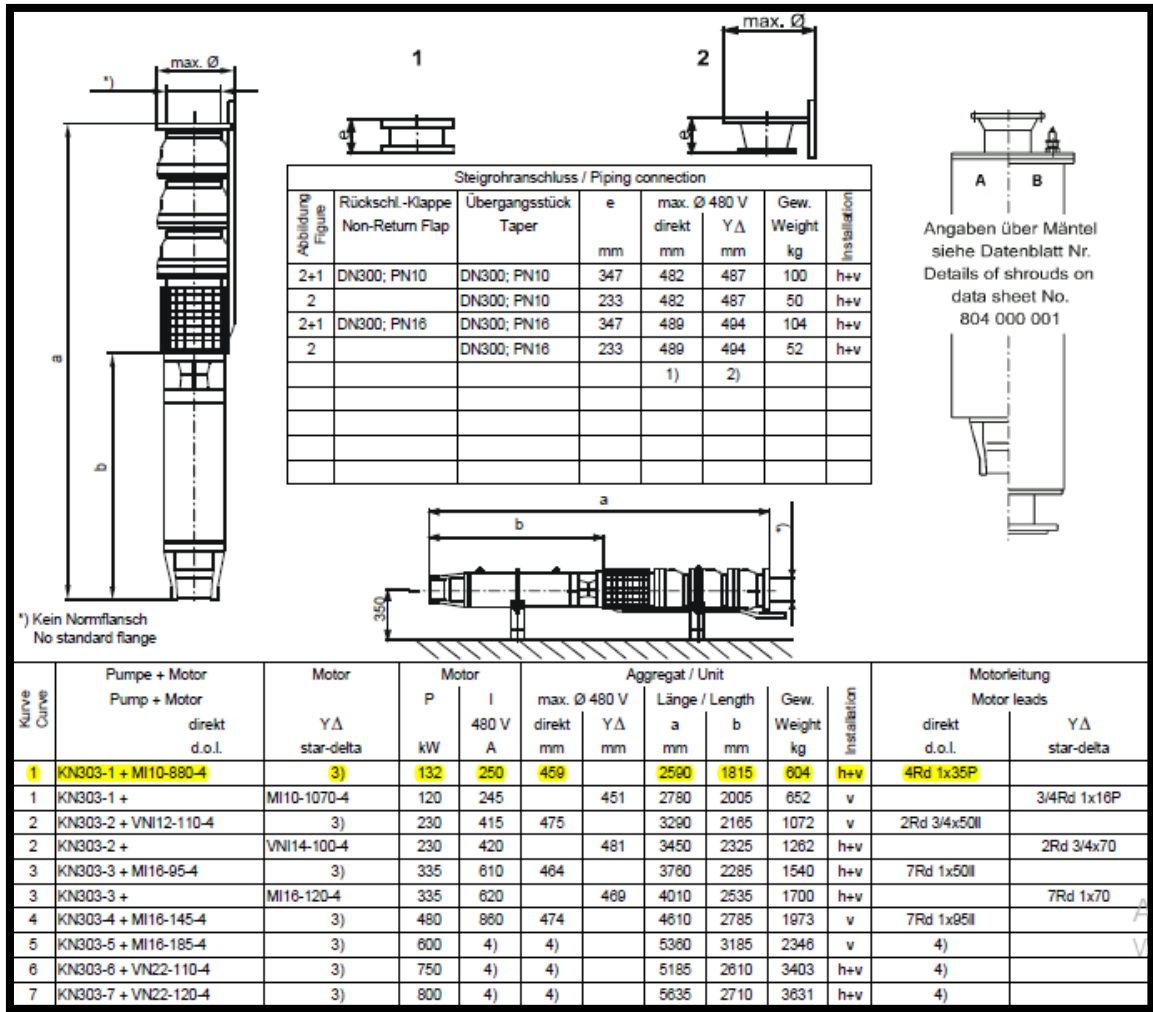
Fuente 38. Pleuger industries (Septiembre, 2018)

## Anexo 8. Parámetros de bomba de agua sumergible




Fuente 39. Pleuger industries (Septiembre, 2018)

Anexo 9. Especificaciones de la bomba sumergible



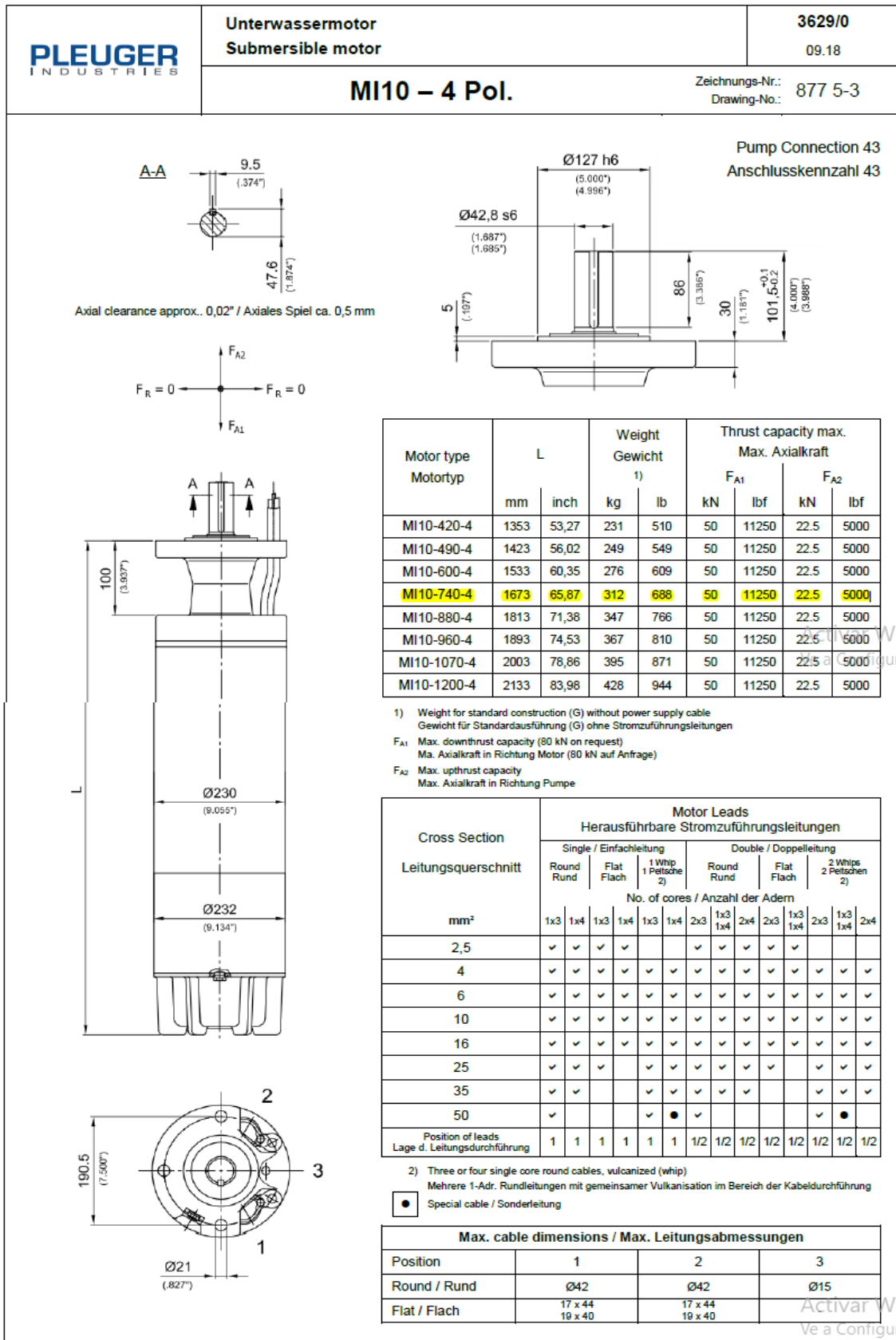
Fuente 40. Pleuger industries (Septiembre, 2018)

Anexo 10. Datos técnicos motores sumergibles

		<b>Unterwassermotor</b> <b>Submersible motor</b> <b>MI10 4 - pol. ST</b>								<b>E6007-440/1-20/2</b> 09.18							
		Spannung: Voltage: <b>440 V</b> +10/-10%			Frequenz : Frequency : <b>60 Hz</b>			Zeichnungs-Nr.: Drawing-No.: <b>877 5-3</b>									
Maximale Wassertemperatur: Maximum water temperature: <b>20 °C</b>						Minimale Stroomungsgeschwindigkeit an der Motoroberflaeche: Minimum water velocity at motor surface: <b>0,25 m/s</b>											
Verschmutzung durch Flusswasser oder Trinkwasser/ Contamination due to river water or drinking water																	
Ausfuehungsart: ST Standard						Type: ST Standard											
<b>Anlassart:</b> <b>Starting method:</b>		Direkt und Anlaßtrafo 70%U <sub>N</sub> Direct-on-line and autotransformer 70%U <sub>N</sub>								Anlaufwerte Starting characteristics Direkt / DOL      70 % U <sub>N</sub>			Standard-Motorleitung Standard motor leads				
Motortyp Motor type	Leistung Output kW	Strom Current A	Leistungsfaktor Power Factor			Wirkungsgrad Efficiency			Drehzahl Speed 1/min RPM	Anlaufwerte Starting characteristics Direkt / DOL      70 % U <sub>N</sub>					Anzahl Form NO. of leads shape	Länge Length m	Querschnitt Cross section mm <sup>2</sup>
			1/1	3/4	1/2	1/1	3/4	1/2		I <sub>A</sub> I <sub>N</sub>	M <sub>A</sub> M <sub>N</sub>	M <sub>K</sub> M <sub>N</sub>	I <sub>A</sub> I <sub>N</sub>	M <sub>A</sub> M <sub>N</sub>			
MI10-420-4	37	70	0,790	0,735	0,635	0,875	0,870	0,855	1755	5,5	1,0	2,5	2,3	0,35	1FI	7	4x10 <sup>1)</sup>
MI10-420-4	54	104	0,785	0,725	0,615	0,865	0,870	0,860	1745	4,8	0,9	2,2	1,9	0,30	1FI	7	4x16 <sup>1)</sup>
MI10-490-4	66	125	0,795	0,740	0,640	0,870	0,880	0,870	1740	4,7	0,9	2,2	1,9	0,30	4Rd	7	1x16P
MI10-600-4	86	163	0,800	0,750	0,645	0,865	0,875	0,865	1740	4,7	0,9	2,1	1,9	0,30	4Rd	7	1x25P
<b>MI10-740-4</b>	<b>108</b>	<b>205</b>	<b>0,790</b>	<b>0,735</b>	<b>0,630</b>	<b>0,870</b>	<b>0,880</b>	<b>0,870</b>	<b>1740</b>	<b>4,8</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>0,35</b>	<b>4Rd</b>	<b>7</b>	<b>1x35P</b>
MI10-880-4	132	250	0,795	0,740	0,630	0,875	0,880	0,875	1740	4,9	1,0	2,2	1,9	0,30	4Rd	7	1x35P <sup>1)</sup>
MI10-960-4	144	270	0,790	0,735	0,630	0,880	0,885	0,880	1740	4,9	1,0	2,3	1,9	0,35	4Rd	7	1x50P <sup>1) 2)</sup>
MI10-1070-4	158	300	0,790	0,735	0,625	0,875	0,880	0,870	1740	5,1	1,1	2,3	2,0	0,35	4Rd	7	1x50P <sup>1) 2)</sup>
MI10-1200-4	180	340	0,785	0,725	0,620	0,885	0,890	0,880	1740	5,1	1,1	2,4	2,0	0,35	3/4Rd	7	1x25P   <sup>1)</sup>

Fuente 41. Pleuger industries (Septiembre, 2018)

## Anexo 11. Parámetros de motor eléctrico sumergible

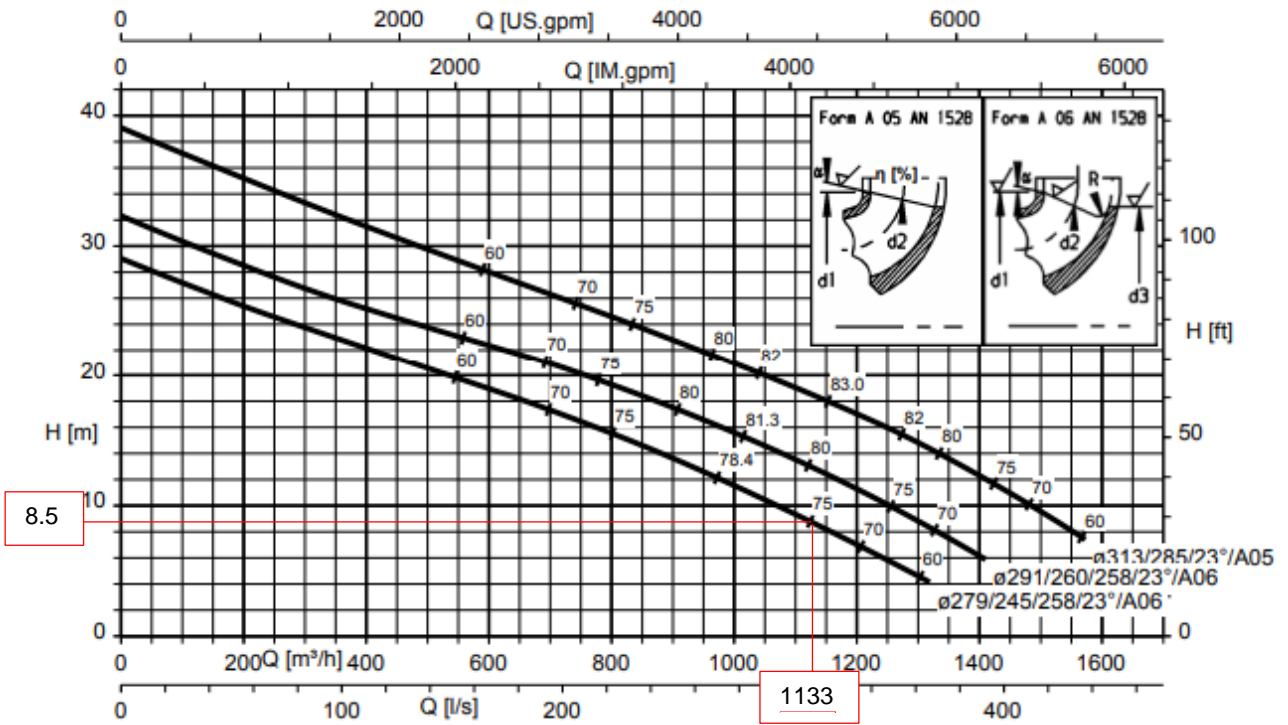


Anexo 12. Selección de bomba centrífuga de superficie en curva característica



Centrifugal Pumps with Shaft Seal  
Standardised Water Pump / Thermal Oil and Hot Water Pump

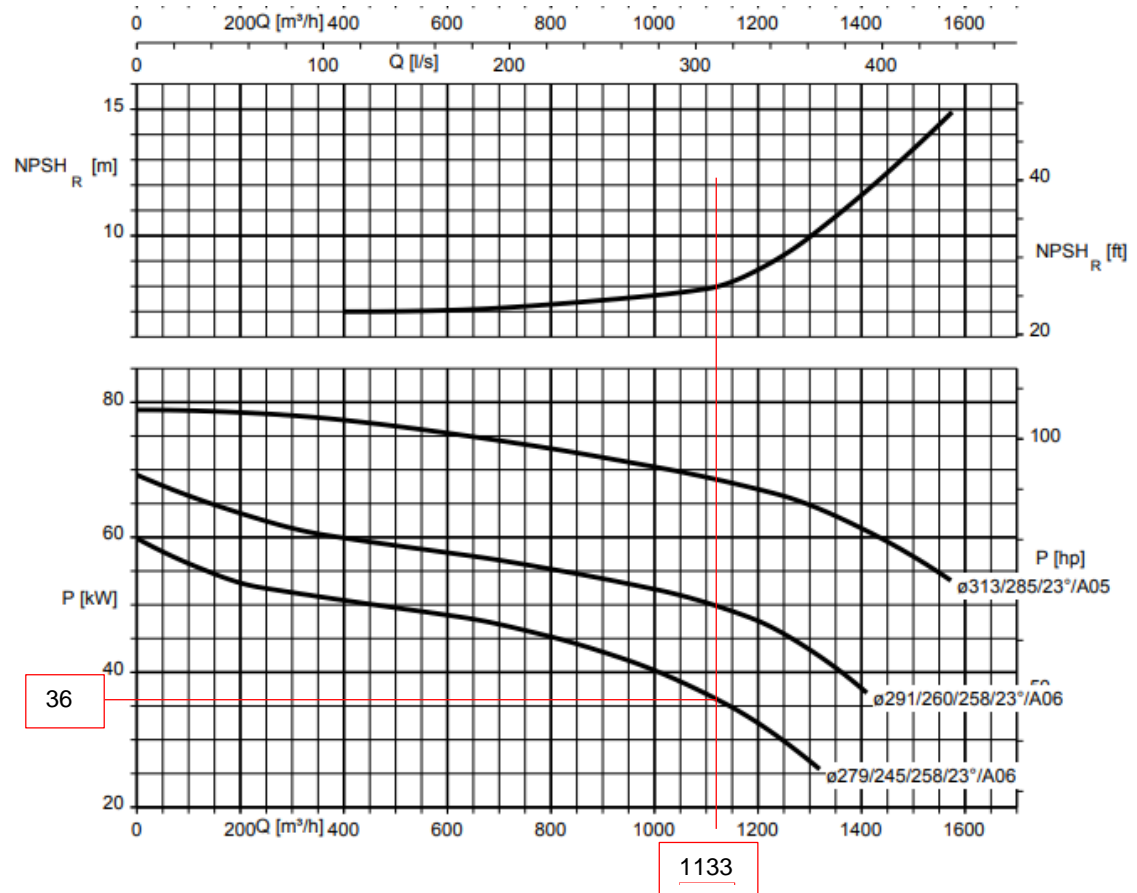
Etanorm-R 250-300, n = 1750 rpm



Fuente 43. KSB (Febrero, 2015)



*Anexo 13. Selección de datos de potencia de motor de bomba centrífuga de superficie en curva característica*



Fuente 44. KSB (Febrero, 2015)

*Anexo 14. Datos técnicos de bomba de superficie KSB*



**Centrifugal Pumps with Shaft Seal**  
Standardised Pump

**Centrifugal Pumps with Shaft Seal**

**Standardised Pump**

**Etanorm-R**



**Operating data**

Operating properties

Characteristic	Value	Value	
		50 Hz	60 Hz
Flow rate	Q [m <sup>3</sup> /h]	≤ 1900	≤ 2285
Head	H [m]	≤ 101	≤ 88
Fluid temperature	T [°C]	-30 to +140	
Operating pressure	p [bar]	≤ 16 (= Page 12)	

**Designation**

**Example: Etanorm-R G C1 300-400 X**

Designation key

Code	Description
Etanorm-R	Type series
G	Casing material
	G Grey cast iron
	S Nodular cast iron
C1	Impeller material
	C1 Stainless steel
	G Grey cast iron
	M Bronze
300	Nominal discharge nozzle diameter [mm]
400	Nominal impeller diameter [mm]
X	Additional code
	. <sup>1)</sup> Single-stage
	.1 Single-stage, modified
	/2 Two-stage
	X Fire-fighting pump

Fuente 45. KSB (Mayo, 2016)

*Anexo 15. Datos técnicos de motor trifásico WEG*

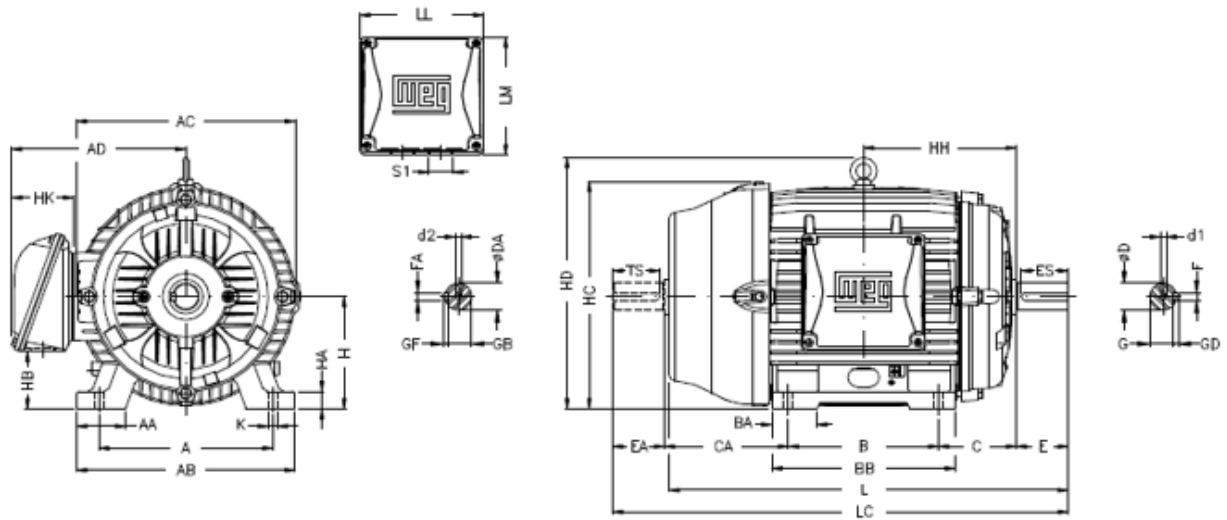
Cliente	:
Línea del producto	: W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

Carcasa	: 200L
Potencia	: 37 kW
Frecuencia	: 60 Hz
Polos	: 4
Rotación nominal	: 1770 rpm
Deslizamiento	: 1,67 %
Voltaje nominal	: 440 V
Corriente nominal	: 61,0 A
Corriente de arranque	: 378 A
Ip/In	: 6,2
Corriente en vacío	: 22,0 A
Par nominal	: 200 Nm
Par de arranque	: 250 %
Par máxima	: 260 %
Categoría	: ---
Clase de aislación	: F
Elevación de temperatura	: 80 K
Tiempo de rotor bloqueado	: 14 s (caliente)
Factor de servicio	: 1,15
Régimen de servicio	: S1
Temperatura ambiente	: -20°C - +40°C
Altitud	: 1000 m
Protección	: IPW55
Masa aproximada	: 241 kg
Momento de inercia	: 0,30743 kgm <sup>2</sup>
Nivel de ruido	: 69 dB(A)

	Delantero	Trasero	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
Rodamiento	6312 ZZ-C3	6212 ZZ-C3	100%	0,85	93,6
Intervalo de lubricación	---	---	75%	0,80	93,2
Cantidad de grasa	---	---	50%	0,72	93,0

Fuente 46. Weg (s.f.). Selección de motores eléctricos


Anexo 16. Dimensionamiento de motor trifásico WEG



A	AA	AB	AC	AD
318	82	385	402	319
B	BA	BB	C	CA
305	82	370	133	222
D	E	ES	F	G
55m6	110	80	16	49
GD	DA	EA	TS	FA
10	48k6	110	80	14
GB	GF	H	HA	HB
42.5	9	200	30	119
HC	HD	HF	HH	HK
407	464	218	285.5	119.5
K	L	LC	LL	LM
18.5	767	880	230	220
S1	d1	d2		
2xM50x1.5	DM20	DM20		

Fuente 47. Weg (s.f.). Selección de motores eléctricos

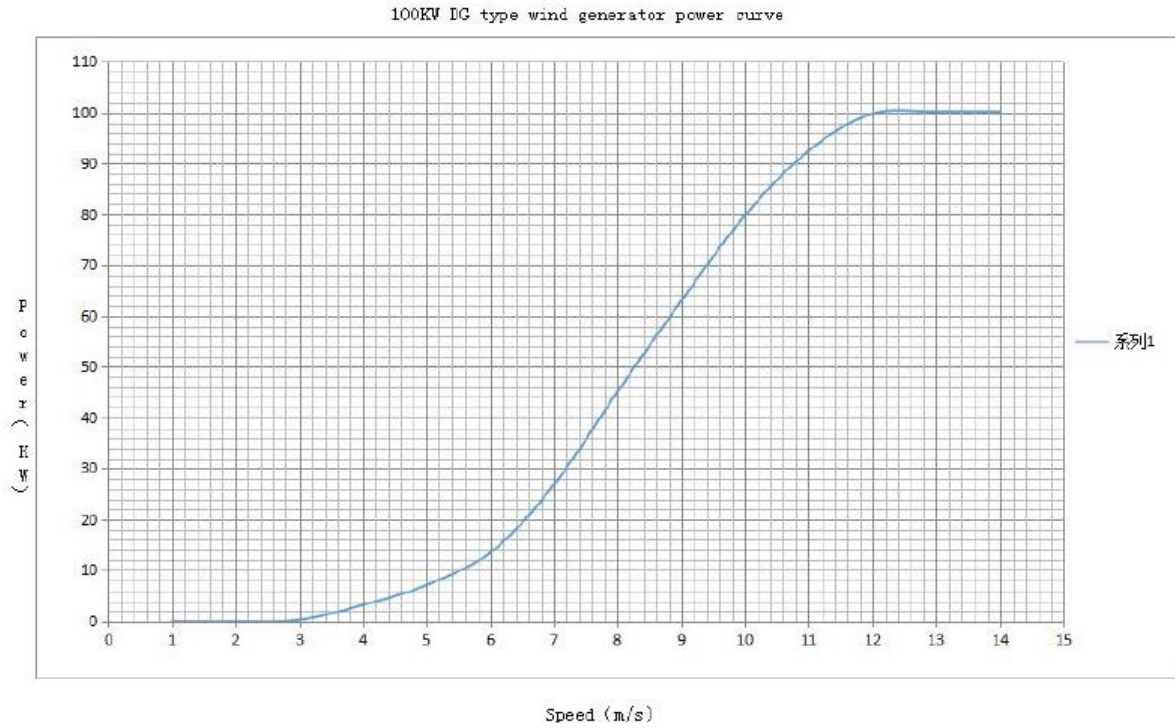
*Anexo 17. Ficha técnica de aerogenerador LS-100Kw*

Shanghai Laisa New Energy Technology Co., LTD NO.3568, Caoying Road, Qingpu District, Shanghai, China Attn: Nancy chen T: +8615125356434				
Quotation				
Item.NO	Model Number	Quantity(PCS)	Unit Price(USD)	Total price(USD)
Unit Price	LS- 100kw	1	53268	53268
Generator	Rated Power	100KW		
	Type of Alternator	Three-phase permanent magnet ac generator		
Operation Data	Max Power	110KW		
	Rated Voltage	380V/415 V		
	Start-up Wind Speed	2.5m/s		
	Rated Wind Speed	10m/s		
	Blades Quantity	3pcs		
	Blades Material	Reinforced glass fiber		
	Wheel Diameter	24m		
	Control system	Electronically controlled yaw protection		
	Lubrication	Grease injection		
	Magnetic steel	NdFeB		
Condition	Security Wind Speed	45m/s		
	Noise	≤35dB		
	Life Span	≥20years		
	Ambient Temp	-40°C~80°C		
<b>Note:</b>				
<b>A. Configuration</b>				
1.The Wind Turbine Power on-grid System is composed of Wind Turbine body,Tower,accessory,Contoller, Group and inverter;				
2.Wind Turbine Body includes:Blades, Generator, Tail and etc;				
3.The above price is only for wind turbine body,controller and inverter, other components will be quote as per requirement;				
<b>B.Price terms and Payment terms</b>				
1.The above price is EXW Factory USD price;				
2.By 100% payment before shipping;				
<b>C.Packing and Lead time</b>				
1.Packing: Wooden box ;				
2.The packaging dimension and weight just for reference ,it will be confirmed with the order;				
3.Lead time 10 working days after receive the payment;				
<b>D.Warranty</b>				
Laisa warrants every of our products to be free of defects in material and workmanship under normal use and service, for one year with wind generator.				

Fuente 48. Chen, N. (s.f.).

**Anexo 18. Curva característica de aerogenerador LS-100Kw**

Speed (m/s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Power	0	0.3	3.2	7.1	13.5	25.9	46.2	63	79.8	92.5	99.8	100.2	100.2



Fuente 49. Chen, N. (s.f.).

## Anexo 19. Interruptores automáticos tripolares EasyPact EZC SCHNEIDER

# Interruptores Automáticos Tripolares EasyPact EZC

Cumplen con la norma  
IEC 60947-2



EasyPact EZC100

EasyPact EZC250

### EasyPact EZC

#### No regulables

Con unidad de disparo termomagnética

Referencia	Tipo	Corriente Nominal (A)	Capacidad de interrupción última Icu (kA)			Ics (% Icu)	Cantidad Indivisible	Precio S/
			240V	380V	440V			
EZC100N3020	EZC100N	20	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3025	EZC100N	25	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3030	EZC100N	30	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3040	EZC100N	40	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3050	EZC100N	50	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3060	EZC100N	60	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3080	EZC100N	80	25	18	10	50	1	264.60
EZC100N3100	EZC100N	100	25	18	10	50	1	264.60

Referencia	Tipo	Corriente Nominal (A)	Capacidad de interrupción última Icu (kA)			Ics (% Icu)	Cantidad Indivisible	Precio S/
			240V	380V	440V			
EZC250N3125	EZC250N	125	50	25	20	50	1	446.25
EZC250N3150	EZC250N	150	50	25	20	50	1	488.25
EZC250N3175	EZC250N	175	50	25	20	50	1	593.25
EZC250N3200	EZC250N	200	50	25	20	50	1	630.00
EZC250N3225	EZC250N	225	50	25	20	50	1	630.00
EZC250N3250	EZC250N	250	50	25	20	50	1	630.00



#### Especificaciones:

- EZC100N y EZC250N, tienen la misma profundidad (60 mm)
- Tensión de aislamiento Ui = 690V
- Corte plenamente aparente: La manija de operación no puede indicar la posición "Abierto" (Color verde visible), a menos que los contactos estén efectivamente abiertos
- Grado de polución III
- Temperatura de utilización: -25° C a + 70° C
- Instalación: Vertical, horizontal o sobre su espalda, sin ninguna desclasificación de sus características
- Para interruptores automáticos EasyPact de 1,2 y 4 polos: Líneas EZC100H y EZC 250H. Solicite precios y disponibilidad a nuestro servicio de Atención al Cliente.

Fuente 50. Schneider (Marzo, 2017).

*Anexo 20. Interruptor automático EZC250N3225 marca: SCHNEIDER*

**Product data sheet**  
**Characteristics**

**EZC250N3225**  
circuit breaker EasyPact EZC250N - TMD - 225 A  
- 3 poles 3d

**Main**

Range of product	EasyPact
Product or component type	Circuit breaker
Device short name	EasyPact EZC250N
Circuit breaker name	EasyPact EZC250N
Device application	Distribution
Poles description	3P
Protected poles description	3t
Network type	AC DC
Network frequency	50/60 Hz
[In] rated current	250 A ( 40 °C )
[Ui] rated insulation voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947-2
[Ue] rated operational voltage	250 V DC conforming to IEC 60947-2 550 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Breaking capacity code	N
Breaking capacity	20 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 110...130 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 125 V DC 1P conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 250 V DC 2P conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 380 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 400...415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 8 kA Icu at 550 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service breaking capacity	Ics 10 kA 125 V DC conforming to IEC 60947-2 Ics 10 kA 250 V DC conforming to IEC 60947-2 Ics 10 kA 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 25 kA 110/130 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 25 kA 220/230/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 4 kA 550 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 380 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 400/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category A
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic

Fuente 51. Schneider (Marzo, 2017).



**Anexo 21. Arrancador suave marca SCHNEIDER**

# Arrancadores suaves Altistart

## Coordinación de los dispositivos del circuito - motor

La coordinación de los dispositivos consiste en asociar un dispositivo de protección contra los cortocircuitos (fusibles o interruptor magnético), un contactor y un dispositivo de protección contra las sobrecargas, con el fin de interrumpir las corrientes de sobrecarga (1 a 10 veces la corriente nominal del motor) o de cortocircuito (>10 veces la corriente nominal) lo más rápido posible y sin riesgo para las personas e instalaciones.

¿Qué tipo de coordinación es necesario?

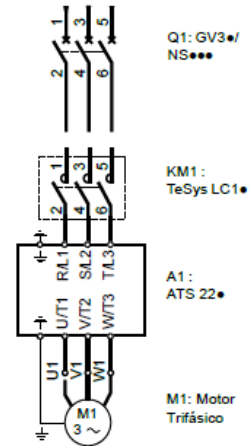
La selección de un tipo de coordinación depende de las condiciones de explotación de la instalación. Hay que buscar el mejor equilibrio entre las necesidades del usuario y el coste de la instalación.

Coordinación tipo 1:

- Servicio de mantenimiento calificado
- Bajo costo de los dispositivos de control
- La continuidad de servicio no es imprescindible

Coordinación tipo 2:

- La continuidad de servicio es imprescindible
- Servicio de mantenimiento no calificado
- Especificaciones técnicas de la instalación que estipulan la coordinación tipo 2



## Altistart 22

El arrancador suave con by pass integrado

- Control real en las 3 fases
- Diseñado para aplicaciones estándar
- Control de tensión y par durante el arranque y la parada
- Protección integral (motor, arrancador y máquina)
- Modbus integrado



Alimentación trifásica: 200 ... 480V 50/60 Hz

Referencia (1)	POTENCIA NOMINAL (1)				CORRIENTE NOMINAL (A)	alto x ancho x profundidad mm	Cantidad Indivisible	Precio S/
	220VAC		440VAC					
	HP	KW	HP	KW				
ATS22D17S6	5	4	10	7.5	17	265 x 130 x 169	1	1,740.00
ATS22D32S6	10	7.5	20	15	32	265 x 130 x 169	1	1,918.00
ATS22D47S6	15	11	30	22	47	265 x 130 x 169	1	2,156.00
ATS22D62S6	20	15	40	30	62	295 x 145 x 207	1	2,660.00
ATS22D75S6	25	18.5	50	37	75	295 x 145 x 207	1	2,989.00
<b>ATS22D88S6</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>88</b>	<b>295 x 145 x 207</b>	<b>1</b>	<b>3,319.00</b>
ATS22C11S6	40	30	75	55	110	356 x 150 x 229	1	3,921.00
ATS22C14S6	50	37	100	75	140	356 x 150 x 229	1	4,303.00
ATS22C17S6	60	45	125	90	170	356 x 150 x 229	1	4,573.00
ATS22C21S6	75	55	150	110	210	425 x 206 x 299	1	5,006.00
<b>ATS22C25S6</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>200</b>	<b>132</b>	<b>250</b>	<b>425 x 206 x 299</b>	<b>1</b>	<b>5,611.40</b>
ATS22C32S6	125	90	250	160	320	425 x 206 x 299	1	6,410.00
ATS22C41S6	150	110	300	220	410	425 x 206 x 299	1	7,661.00
ATS22C48S6	-	132	350	250	480	455 x 304 x 340	1	9,495.00
ATS22C59S6	200	160	400	355	590	455 x 304 x 340	1	11,606.00

(1) Selección recomendada para una aplicación con protección motor de clase 10. Aplicación estándar.

Fuente 52. Schneider (Marzo, 2017).

*Anexo 22. Soft Starter – ATS22 / 440V / 132kW para electrobomba N°1*

**Ficha técnica del producto** **ATS22C25S6**

**Características**

soft starter-ATS22-control 220V-power  
230V(75kW)/400...440V(132kW)/500V(160kW)

**Principal**

Gama de producto	Altistart 22
Tipo de producto o componente	Arrancador suave
Destino del produc	Motores asíncronos
Aplicación específica de producto	Bombas y vnetiladores
Nombre de componente	ATS22
Número de fases de la red	3 fases
[Us] tensión de alimentación nominal	230...600 V - 15...10 %
Potencia del motor en kW	132 kW 400 V 132 kW 440 V 160 kW 500 V 75 kW 230 V
Ajuste de fábrica actual	240 A
Potencia disipada en W	129 W for standard applications
Categoría de empleo	AC-53A
Tipo de arranque	Arranque con control de par (corriente limitada a 3,5 In)
Bar aislado flexibles	250 A connection in the motor supply line for standard applications
Grado de protección IP	IP00

**Complementario**

Estilo de conjunto	Con disipación de calor
Función disponible	Desviación interna
Límites tensión alimentación	195...660 V
Frecuencia de alimentación	50...60 Hz - 10...10 %
Frecuencia de red	45...66 Hz
Conexión de dispositivo en env	En la línea sumin. motor
[Uc] tensión del circuito de control	230 V -15...10 % 50/60 Hz
Consumo de circuito de control	20 W
Número de salida digital	2

Activar  
Ve a Cont

Fuente 53. Schneider (Marzo, 2017).

Anexo 23. Tabla de cable N2XY 0,6/1 kV FB Multipolar



**RETIFLEX N2XY 0,6/1 kV FB Multipolar con cond.tierra**

Nro.Fases	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Sección cond.Tierra [mm <sup>2</sup> ]	Max. DC Resist. Cond. 20° C [Ohm/km]	Amperaje enterrado 20° C [A]	Amperaje aire 30° C [A]
3	16	16	1,21	110	95
3	25	16	0,78	145	130
3	25	25	0,78	145	130
3	35	16	0,554	175	160
3	35	35	0,554	175	160
3	50	25	0,386	205	195
3	50	50	0,386	205	195
3	70	35	0,272	255	250
3	70	70	0,272	255	250
3	95	50	0,206	305	305
3	95	95	0,206	305	305
3	120	70	0,161	345	355
3	120	120	0,161	345	355
3	150	70	0,129	390	410
3	150	150	0,129	390	410
3	185	95	0,106	440	470
3	240	120	0,08	510	550
3	300	150	0,064	580	640
4	4	4	4,95	52	45
4	6	6	3,3	64	55
4	10	10	1,91	85	75
4	16	16	1,21	110	95
4	25	25	0,78	145	130
4	35	35	0,554	175	160
4	50	50	0,386	205	195

Fuente 54. Indeco (Enero, 2016).

## Anexo 24. Ficha técnica de cable RETFLEX N2XY 0,6/1 kV Multipolar C. Tierra

### RETFLEX N2XY 0,6/1 kV Multipolar C. Tierra aislado

RETFLEX N2XY 0,6/1 kV 3x95+1x50 mm<sup>2</sup> FB

Contacto  
Ventas Local  
ventas.peru@nexans.com  
exportaciones.peru@nexans.com

#### CARACTERÍSTICAS

Características de construcción	
Material del conductor	Cobre Temple Blando
Flexibilidad del conductor	Flexible Clase 5
Material de aislamiento	XLPE
Cubierta exterior	PVC
Color de cubierta	Negro
Libre de plomo	Si
Características dimensionales	
Número de fases	3
Sección del conductor	95 mm <sup>2</sup>
Diámetro del conductor	13,1 mm
Mínimo espesor de aislamiento	1,1 mm
Sección cond.Tierra	50 mm <sup>2</sup>
Mínimo Espesor aislamiento Cond. Tierra	1,0 mm
Mínimo espesor de cubierta	1,6 mm
Diámetro sobre cubierta	39,1 mm
Peso aproximado	3795 kg/km
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U	0.6/1 kV
Rigidez dieléctrica	3,5 kV
Tiempo Rigidez Dielectrica Vca al aislamiento	5 min.
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0,208 Ohm/km
Amperaje en aire a 30°C	305 A
Amperaje enterrado a 20°C	305 A
Amperaje ducto a 20°C	260 A
Características de uso	
Resistencia a Radiación Ultravioleta	UL 2556 - Resistencia a los rayos solares
No propagación de la llama	IEC 60332-1-2; FT1
Resistencia a aceites	ICEA S-95-658
Midspan	Yes
Temperatura máxima operación	90 °C
Temperatura de sobrecarga de emergencia	130 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C

Fuente 55. Indeco (Julio, 2019).

*Anexo 25. Interruptor automático EZC100N3060 marca: SCHNEIDER*

**Ficha técnica del producto** **EZC100N3060**  
**Características** disjuntor EasyPact EZC100N - TMD - 60 A - 3 polos 3d

<b>Principal</b>	
Gama de producto	EasyPact
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Nombre corto del dispositivo	EasyPact EZC100N
Nombre del interruptor automático	EasyPact EZC100N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3t
Tipo de red	DC CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal (In)	100 A ( 40 °C )
[U <sub>i</sub> ] tensión asignada de aislamiento	690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[U <sub>imp</sub> ] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV acorde a IEC 60947-2
[U <sub>e</sub> ] tensión asignada de empleo	250 V DC acorde a IEC 60947-2 550 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Código de poder de corte	N
Poder de corte	10 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 15 kA Icu at 400...415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 18 kA Icu at 380 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 110...130 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 5 kA Icu at 125 V DC 1P conforming to IEC 60947-2 5 kA Icu at 250 V DC 2P conforming to IEC 60947-2 5 kA Icu at 550 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] poder de corte en servicio	Ics 5 kA 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 Ics 9 kA 380 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 110/130 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 220/230/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 Ics 2.5 kA 125 V DC acorde a IEC 60947-2 Ics 2.5 kA 250 V DC acorde a IEC 60947-2 Ics 2.5 kA 550 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 Ics 7.5 kA 400/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Sí acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético

Fuente 56. Schneider (Marzo, 2017).

*Anexo 26. Soft Starter – ATS22D88S6 / 440V / 45kW para electrobomba N°2*

**Hoja de características del producto** **ATS22D88S6**  
**Características** arranq. suave-ATS22-contr. 220V-potenc. 230V  
 (22kW)/400...440V (45kW)/500V (55kW)

**Principal**

Gama de producto	Altistart 22
Tipo de producto o componente	Arrancador suave
Destino del producto	Motores asíncronos
Aplicación específica de producto	Bombas y ventiladores
Nombre de componente	ATS22
Número de fases de la red	3 fases
[Us] Tensión nominal de alimentación	230...600 V - 15...10 %
Potencia del motor en kW	22 kW 230 V 45 kW 400 V 45 kW 440 V 55 kW 500 V
Ajuste de fábrica actual	77 A
Potencia disipada en W	66 W p/ aplicaciones estándares
Categoría de empleo	AC-53A
Tipo de arranque	Arranque con control de par (corriente limitada a 3,5 In)
Bar aislado flexibles	88 A para conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones estándares
Grado de protección IP	IP20

**Complementario**

Estilo de conjunto	Con disipación de calor
Función disponible	Desviación interna
Límites tensión alimentación	195...660 V
Frecuencia de alimentación	50...60 Hz - 10...10 %
Frecuencia de red	45...66 Hz
Conexión de dispositivo en env	En la línea sumin. motor
[Uc] tensión de circuito de control	230 V - 15...10 % 50/60 Hz
Consumo de circuito de control	20 W
Número de salida digital	2

Activar  
Ve a Coni

Fuente 57. Schneider (Marzo, 2017).

Anexo 27. Tabla de cable NYY unipolar

**Usos**

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, engrapadas, etc.); a la intemperie, en ductos subterráneos o directamente enterrados. Pueden ser instalados en lugares secos y húmedos.

**TABLA DE DATOS TECNICOS NYY UNIPOLAR**

SECCION N° x mm <sup>2</sup>	N° HILOS	ESPESORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
1 x 6	7	1	1.4	7.9	112	72	54	58
1 x 10	1	1	1.4	8.5	150	95	74	77
1 x 16	7	1	1.4	9.7	222	127	100	102
1 x 25	7	1.2	1.4	11.3	330	163	131	132
1 x 35	7	1.2	1.4	12.3	431	195	161	157
1 x 50	19	1.4	1.4	13.9	568	230	196	186
1 x 70	19	1.4	1.4	15.6	778	282	250	222
1 x 95	19	1.6	1.5	18.1	1068	336	306	265
1 x 120	37	1.6	1.6	19.8	1323	382	356	301
1 x 150	37	1.8	1.6	21.6	1610	428	408	338
1 x 185	37	2	1.7	23.9	2007	483	470	367
1 x 240	37	2.2	1.8	26.9	2606	561	565	426
1 x 300	37	2.4	1.9	29.7	3243	636	646	480
1 x 400	61	2.6	2	33.1	4110	730	790	555
1 x 500	61	2.8	2.1	36.7	5118	823	895	567

**TABLA DE DATOS TECNICOS NYY BIPOLAR**

SECCION N° x mm <sup>2</sup>	N° HILOS	ESPESORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
2 x 6	1	1	1.8	15.9	378	68	48	56
2 x 10	1	1	1.8	17.5	500	90	66	75
2 x 16	7	1	1.8	18.7	650	116	89	95
2 x 25	7	1.2	1.8	22	945	145	118	120
2 x 35	7	1.2	1.8	24	1210	175	145	145

Fuente 58. Promelsa (Abril, 2011)

## Anexo 28. Interruptores automáticos tripolares Compact NSX y Compact NS

### Interruptores Automáticos Tripolares Compact NSX y Compact NS

Los interruptores Masterpact, NS, NSX y Acti 9 aseguran la coordinación de protecciones: Selectividad y Filiación



Compact  
NSX100F/160F



Compact  
NSX250F



Compact  
NSX400F/630N  
Con Micrologic 2.3



Compact con mando manual  
NS800/1000/1250N  
Con Micrologic 2.0



Compact con mando eléctrico  
NS800/1000/1250N  
Con Micrologic 2.0

#### Regulables, capacidad de interrupción estándar

Con unidad de disparo termomagnética

Referencia	Tipo	Regulación unidad de disparo TMD (A)		Capacidad de interrupción última Icu (kA)			Ics (%Icu)	Cantidad indivisible	Precio S/
		Térmica (I <sub>r</sub> )	Magnética (I <sub>m</sub> )	220V	380V	440V			
LV429637	NSX100F, TM16D	11.2-16	200	85	36	35	100	1	679.35
LV429636	NSX100F, TM25D	17.5-25	300	85	36	35	100	1	679.35
LV429635	NSX100F, TM32D	22.4-32	400	85	36	35	100	1	679.35
LV429634	NSX100F, TM40D	28-40	500	85	36	35	100	1	679.35
LV429633	NSX100F, TM50D	35-50	500	85	36	35	100	1	679.35
LV429632	NSX100F, TM63D	44.1-63	500	85	36	35	100	1	679.35
LV429631	NSX100F, TM80D	56-80	650	85	36	35	100	1	679.35
LV429630	NSX100F, TM100D	70-100	800	85	36	35	100	1	679.35
LV430631	NSX160F, TM125D	87.5-125	1000	85	36	35	100	1	800.10
LV430630	NSX160F, TM160D	112-160	1250	85	36	35	100	1	947.10
LV431631	NSX250F, TM200D	140-200	1000-2000	85	36	35	100	1	1,305.15
LV431630	NSX250F, TM250D	175-250	1250-2500	85	36	35	100	1	1,323.00

Con unidad de disparo electrónica

Referencia	Tipo	Regulación unidad de disparo (A)		Capacidad de interrupción última Icu (kA)			Ics (%Icu)	Cantidad indivisible	Precio S/
		Largo Retardo (I <sub>r</sub> )	Instantáneo (I <sub>sd</sub> )	220V	380V	440V			
LV429772	NSX100F (1)	16-40	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85	36	35	100	1	916.65
LV429770	NSX100F (1)	40-100	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85	36	35	100	1	916.65
LV430770	NSX160F (1)	64-160	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85	36	35	100	1	1,184.40
LV431770	NSX250F (1)	100-250	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85	36	35	100	1	1,521.45
LV432693	NSX400N (2)	160-400	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85 (4)	50	42	100	1	2,062.15
LV432893	NSX630N (2)	252-630	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85 (4)	50	42	100	1	3,463.95
33466	NS800N (3)	320-800	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85 (4)	50	50	100	1	6,339.86
33472	NS1000N (3)	400-1000	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85 (4)	50	50	100	1	7,327.78
33478	NS1250N (3)	500-1250	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	85 (4)	50	50	100	1	9,131.90

(1) Unidad de disparo Micrologic 2.2

(2) Unidad de disparo Micrologic 2.3

(3) Unidad de disparo Micrologic 2.0

(4) Ics=50 kA

Con mando eléctrico y unidad de disparo electrónica

Referencia	Tipo	Regulación unidad de disparo (A)		Capacidad de interrupción última Icu (kA)			Ics (%Icu)	Cantidad indivisible	Precio S/
		Largo Retardo (I <sub>r</sub> )	Instantáneo (I <sub>sd</sub> )	220V	380V	440V			
ZP0NS08N3M20FIEM7	NS800N mando 220V (5)	320-800	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	50	50	50	75	1	9,639.64
ZP0NS10N3M20FIEM7	NS1000N mando 220V (5)	400-1000	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	50	50	50	75	1	10,800.30
ZP0NS12N3M20FIEM7	NS1250N mando 220V (5)	500-1250	1.5 a 10 I <sub>r</sub>	50	50	50	75	1	12,792.08

(5) Unidad de disparo Micrologic 2.0. Incluye contacto SDE (señalización disparo por falla) y contacto auxiliar OF (señalización abierto-cerrado)

Especificaciones:

• Compact NSX100 a NSX630: U<sub>i</sub> = 800V, U<sub>e</sub> = 690V

Fuente 59. Schneider (Marzo, 2017).



*Anexo 29. Interruptor automático NSX250D, TM250D marca: SCHNEIDER*

**Ficha técnica del producto**  
Características

**LV432693**

circuit breaker Compact NSX400N - Micrologic  
2.3 - 400 A - 3 polos 3d

**Principal**

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Nombre corto del dispositivo	Compact NSX400N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3t
Tipo de red	CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal (In)	400 A ( 40 °C )
[Ui] tensión asignada de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
[Ue] tensión asignada de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Breaking capacity code	N (50 kA) AC
Poder de corte	10 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 22 kA Icu at 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 85 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 30 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 42 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 At 600 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 50 kA at 480 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 85 kA at 240 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508
[Ics] poder de corte en servicio	Ics 10 kA 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 11 kA 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 30 kA 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 42 kA 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 50 kA 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 85 kA 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Yes conforming to EN 60947-2 Yes conforming to IEC 60947-2

*Fuente 60. Schneider (Marzo, 2017).*

## Anexo 30. Banco de condensadores trifásicos SCHNEIDER

# Calidad de Energía

## Condensadores trifásicos: Varplus Can



### Condensadores

Referencia	Potencia reactiva (kVar) según las tensiones de operación									IN (A)	Tipo de envase	Ø (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Cantidad indivisible	Precio S/
	230V	240V	260V	380V	400V	415V	440V	480V	525V							
BLRCH042A050B24	4.6	5	5.9							13.1	HC	63	245	0.9	1	375.24
BLRCH083A100B24	9.2	10	11.7							26.1	RC	90	242	1.6	1	462.16
BLRCH109A130B24	11.9	13	15.3							34.1	TC	116	242	2.5	1	577.00
BLRCH131A157B24	14.4	15.7	18.4							40.9	TC	116	242	2.5	1	547.74
BLRCH083A100B40	3.3	3.6	4.2	9	10	10.7				14.4	LC	70	245	1.1	1	289.87
BLRCH104A125B40	4.1	4.5	5.3	11.3	12.5	13.4				18.0	MC	75	233	1.2	1	290.00
BLRCH125A150B40	5	5.4	6.3	13.5	15	16.1				21.7	RC	90	242	1.6	1	341.38
BLRCH167A200B40	6.6	7.2	8.5	18.1	20	21.6				28.9	TC	116	242	2.5	1	477.73
BLRCH200A240B40	7.9	8.6	10.1	21.7	24	25.8				34.6	TC	116	242	2.5	1	475.00
BLRCH208A250B40	8.3	9	10.5	22.5	25	26.9				36	TC	116	242	2.5	1	528.23
BLRCH250A300B40	9.9	10.8	12.7	27.1	30	32.3				43.3	TC	116	242	2.5	1	585.80
BLRCH333A400B40	13.2	14.4	16.9	36.1	40	43				57.7	VC	136	242	3.2	1	731.24
BLRCH089A106B48	2.4	2.6	3.1	6.6	7.3	7.9	8.9	10.6		12.7	LC	70	245	1.1	1	298.92
BLRCH104A125B48	2.9	3.1	3.7	7.8	8.7	9.3	10.5	12.5		15.0	MC	75	233	1.2	1	300.00
BLRCH125A150B48	3.4	3.8	4.4	9.4	10.4	11.2	12.6	15		18	RC	90	242	1.6	1	367.82
BLRCH170A204B48	4.7	5.1	6	12.8	14.2	15.2	17.1	20.4		24.5	RC	90	242	1.6	1	470.64
BLRCH208A250B48	5.7	6.2	7.3	15.6	17.3	18.7	21	25		30	TC	116	242	2.5	1	483.36
BLRCH227A272B48					18.9		22.9	27.2		32.8	TC	116	242	2.5	1	485.00
BLRCH258A310B48	7.1	7.7	9.1	19.4	21.5	23.1	26	31		37.2	TC	116	242	2.5	1	592.54
BLRCH288A346B48	7.9	8.6	10.1	21.7	24	25.8	29	34.6		41.6	VC	136	242	3.2	1	636.00
BLRCH315A378B48	8.7	9.5	11.1	23.7	26.3	28.3	31.8	37.8		45.5	VC	136	242	3.2	1	645.00
BLRCH339A407B48	9.3	10.2	11.9	25.5	28.3	30.4	34.2	40.7		48.9	XC	116	321	4.1	1	790.76
BLRCH100A120B52	2.3	2.5	2.9	6.3	7	7.5	8.4	10	12	13.2	LC	70	245	1.1	1	297.86
BLRCH125A150B52	2.9	3.1	3.7	7.9	8.7	9.4	10.5	12.5	15	16.5	RC	90	242	1.6	1	376.30
BLRCH172A206B52	4	4.3	5.1	10.8	12	12.9	14.5	17.3	20.6	22.7	RC	90	242	1.6	1	581.94
BLRCH200A240B52	4.6	5	5.9	12.6	13.9	15	16.9	20.1	24	26.4	TC	116	242	2.5	1	575.00
BLRCH250A300B52	5.8	6.3	7.4	15.7	17.4	18.7	21.1	25.1	30	33	TC	116	242	2.5	1	904.18
BLRCH344A413B52	7.9	8.6	10.1	21.6	24	25.8	29	34.5	41.3	45.4	VC	136	242	3.2	1	1,056.82

Fuente 61. Schneider (Marzo, 2017)

**Anexo 31. Contactores para banco de condensadores**

# Calidad de Energía

## Contadores para condensadores: LC1D\*K

Los Contactores LC1D\*K. están equipados con un bloque de contactos adelantados y con resistencias de preinserción que limitan el valor de la corriente a 60 In. Protegiendo al banco de condensadores de las corrientes transitorias y de las frecuencias elevadas en el momento del encendido, Actualmente se recomienda contactores específicamente diseñados para el mando de condensadores.

**Potencias máximas de empleo**

Corriente de llamada con cresta presumible de: 200 In.

Cadencia máxima:

LC1-DFK, DLK, DMK, DPK: 240 ciclos/hora

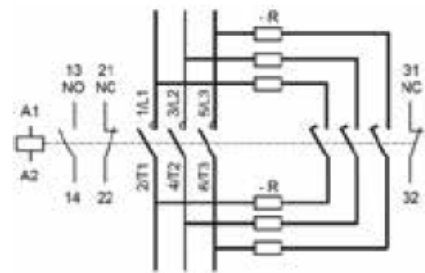
LC1-DTK, DWK: 200 ciclos/hora.

Resistencia eléctrica a la carga nominal:

LC1-DFK (400 V): 300.000 ciclos.

LC1-DLK, DMK, DPK, DTK, DWK (690 V): 200.000 ciclos.

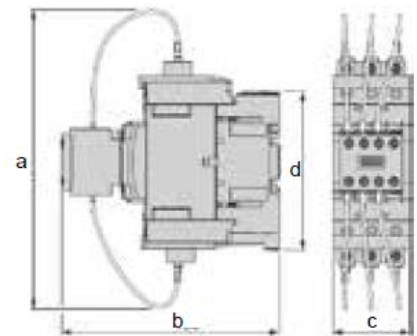
**Esquema eléctrico**



Característica del circuito de control en corriente alterna			LC1DFK	LC1DGK	LC1DLK	LC1DMK	LC1DPK	LC1DTK	LC1DWK	
Contactor			LC1D18		LC1D25	LC1D32	LC1D40A	LC1D65A	LC1D80	
Consumo medio a 20°C, y a U <sub>c</sub> 60Hz	llamada	Bobina a 60 Hz							220	
		Cos φ							0.75	
	Mantenimiento	Bobina a 50/60Hz	70 VA						140VA	245 VA
		Bobina a 60 Hz	-						-	22
		Cos φ	0.3						0.3	0.3
		Bobina a 50/60Hz	7.5 VA						13 VA	26VA



**Dimensiones**



**Contadores para Condensadores**

Referencia	Potencias reactivas (kVAr) según las tensiones				Dimensiones (mm)				Cantidad indivisible	Precio S/
	230V	400V /415V	440V	690V	a	b	c	d		
LC1DFKM7	7	13	13	21	91	121	45	77	1	256.47
LC1DGKM7	9	16	17	27					1	314.15
LC1DLKM7	11	20	21	33	103	127			1	366.68
LC1DMKM7	14	25	27	42					1	435.69
LC1DPKM7	17	30	32	50	166	156	55	113	1	645.81
LC1DTKM7	22	40	43	67					1	1,053.69
LC1DWK12M7	35	63	67	104	180	154	85	127	1	1,286.47

Fuente 62. Schneider (Marzo, 2017)

*Anexo 32. Ficha técnica de contactor para banco de condensadores N°1*

**Hoja de características del producto**  
Características

**LC1DWK12M7**  
TeSys LC1D.K Contactor para condensador - 3P  
- 60 kVAR - 415 V - 220 V AC

**Principal**

Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys LC1D.K
Tipo de producto o componente	Contactador para condensador
Nombre corto del dispositivo	LC1DWK
Aplicación del contactor	Corrección factor potencia
Categoría de empleo	AC-6B
Número de polos	3P
Composición del polo de potencia	3 NA
[Ue] tensión asignada de empleo	<= 690 V AC 50/60 Hz for power circuit
Potencia reactiva	63 kvar at 400...415 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 35 kvar at 230 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 67 kvar at 440 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 104 kvar at 660...690 V AC 50/60 Hz <= 60 °C
Tipo de circuito de control	AC 50/60 Hz
[Uc] tensión del circuito de control	220 V AC 50/60 Hz
Composición de los contactos auxiliares	1 a + 2 NC para circuito de señalización
Durabilidad eléctrica	300000 cycles at Ue 400 V 200000 cycles at Ue 690 V
Tipo de montaje	Carril DIN Placa
Normas	IEC 60070 IEC 60831 UL 60947-4-1 CSA C22.2 No 60947-4-1
Certificaciones de producto	CSA IEC UL
Conexiones - terminales	Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - with cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - cable stiffness: flexible - without cable end

Fuente 63. Schneider (Marzo, 2017).

Anexo 33. Tabla de cable THW-90



## THW-90

### Usos

Aplicación general en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control y en general en todas las instalaciones que requieran mayor capacidad de corriente al TW-80.

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm <sup>2</sup> )								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		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	4.1	47	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	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Fuente 64. Promelsa (Junio, 2011)

*Anexo 34. Ficha técnica de contactor para banco de condensadores N°2*

**Product data sheet**  
Characteristics

**LC1DLKM7**  
TeSys LC1D.K capacitor duty contactor - 3P - 20  
kVAR - 415 V - 220 V AC coil

**Main**

Range	TeSys
Product name	TeSys LC1D.K
Product or component type	Capacitor duty contactor
Device short name	LC1DLK
Contactor application	Power factor correction
Utilisation category	AC-6B
Poles description	3P
Power pole contact composition	3 NO
Device location in system	Line interruption Inside delta interruption
[Ue] rated operational voltage	<= 690 V AC 50/60 Hz for power circuit
Reactive power rating	21 kvar at 440 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 11 kvar at 230 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 33 kvar at 660...690 V AC 50/60 Hz <= 60 °C 20 kvar at 400...415 V AC 50/60 Hz <= 60 °C
Control circuit type	AC 50/60 Hz
[Uc] control circuit voltage	220 V AC 50/60 Hz
Auxiliary contact composition	1 NO + 2 NC for signalling circuit 3 NO early make for power circuit
Electrical durability	300000 cycles at Ue 400 V 200000 cycles at Ue 690 V
Mounting support	Plate DIN rail
Standards	IEC 60947-4-1 UL 60947-4-1 CSA C22.2 No 60947-4-1
Product certifications	IEC EAC KC UL CSA CCC

Fuente 65. Schneider (Marzo, 2017).

Anexo 35. Datos técnicos de motobomba 1

温州杰福机械设备有限公司  
WENZHOU DEFU MACHINERY CO.,LTD  
SHANGHAI Y&L PUMP CO.,LTD

Add: No.209 Wenchang Road, Foreign Agricultural Comprehensive Development Zone, WenZhou, China  
Website: www.defupump.com; www.youlipump.com Email: sale1@defucc.com; sales1@defupump.com  
Tel: +0086-577-86553155 Fax: +0086-577-86553150

QUOTATION

To: andro ramirez  
Add:

Quotation No: DQL201907028-1  
Date: 2019/7/2

Email: zandrox\_97@hotmail.com

Valid of Price: 2019/8/20

Tel:

Email: sale1@defucc.com

Att.: andro ramirez

Tel: 0086-15067784809

Att.: Lena

SHIPMENT FROM NINGBO CHINA TO PERU BY SEA

ITEM NO.	DESCRIPTION OF GOODS	QTY	UNIT PRICE	AMOUNT
		SET	USD	USD
1	Pump Information	1	US\$15,980.00	US\$15,980.00
	Pumping liquid			
	Material of Construction			
	Pump working point			
	Driving Motor			
Configuration	Pump+Diesel Engine+High Elastic Coupling+ 4Wheel: Trailer +Weather-proof+ Intelligent Control Panel+ Battery+Fuel Tank+ Common Base Plate			
<b>TOTAL FOB NINGBO CHINA</b>				<b>US\$15,980.00</b>

SAY TOTAL U.S DOLLARS FIFTEEN THOUSAND NINE HUNDRED AND EIGHTY ONLY

TRADE TERM: FOB NINGBO CHINA

PAYMENT TERM:30% TT IN ADVANCE, THE BALANCED BEFORE THE SHIPMENT

PRODUCTION TIME:45WORKING DAYS

GUARANTEE

Page of 1

Fuente 66. Chen, L. (s.f.).

## Anexo 36. Datos técnicos de motobomba 2

**DATOO MACHINERY**  
Your Pumping & Water Solution


**SHIJIAZHUANG DATOO MACHINERY**

Add: Rm 806, Jinhe Commercial E Building, Zhengding, China

E-mail: shanghai121@163.com

MOB: 86-15081815931 TEL: 86-311-83509100 FAX: 86-311-83509100

### QUOTATION SHEET


DATOO WATER PUMP UNIT						
To:	sandro ramirez (Peru)	From:	Frank L			
Attn:	zandrox_97@hotmail.com	Date	3/07/2019			
DIESEL WATER PUMP SET FOR WATER TRANSFER PROJECT						FOB CHINA
Model / Name	Specification	Engine Prime Power	Water Pump		Water Pump Model	Unit Price
		KW	Capacity(M3/h)	Head(M)		
DT14SH-28A	1.Engine: WEICHAI Brand 2. Water Pump: Horizontal Double Suction Water Pump	60	1100	8	14SH-28A (HS300-250-475A3)	\$5,910
<b>1. Pump Unit Specification</b>						
Pump Unit Model	DT14SH-28A					
Engine Model	WP4.1D66E200					
Rater Power	60kw					
Speed	1500rpm					
Cylinder No.	4					
Bore*Stroke	105*118mm					
Displacement	4.1L					
Intake way	Turbocharged					
Speed Governor	Mechanical					
Economic Fuel Consumption(g/KW.h)	210					
Water pump Model	14SH-28A (HS300-250-475A3)					
Capacity (M3/H)	1100					
Head (M)	8					
<b>2. Control system</b>						
1. Manually control the start and stop of the pump unit.						
2. The controller display parameters are as follows: speed, frequency, water temperature, oil pressure, and other parameters						
<b>Pictures: for reference</b>						
						
<b>Supply Scope:</b>						
1. Engine:	Brand-new engine.					
2. Water pump:	Brand new SH series Water Pump					
3. Base Frame:	Heavy duty steel channel base frame.					
4. Radiator:	Air cooled type diesel engine.					
5. Vibration Damper	Vibration damper between Engine/Water pump and base frame					
6. Controller:	Control system					

Fuente 67. Liang, F. (s.f.).



Anexo 37. Precios de referencia de combustibles derivados del petróleo

**Precio Reportado por los operadores de las Estaciones de Servicio y Grifos**



LA LIBERTAD

PACASMAYO

GUADALUPE

DB5 S-50 UV

Distrito	Establecimiento	Dirección	Teléfono	Precio de Venta (Soles por galón)
GUADALUPE	COMBUSTIBLES J. RAMIREZ C. E.I.R.L.	MZ. 1 LOTE 1 SECTOR LAS FLORES LIMONCARRO		12.20
GUADALUPE	GRIFO CONTINENTAL SAC	CARRETERA CIUDAD DE DIOS-CAJAMARCA KM. 5 VALLE JEQUETEPEQUE PREDIO LIMONCARRO SECTOR TAMARINDO		12.20
GUADALUPE	J.R.C. COMBUSTIBLES E.I.R.L.	CARRETERA PACASMAYO-CAJAMARCA KM. 8.4 SECTOR MARISCAL CASTILLA	949800427/949976713	12.20
GUADALUPE	GRUPO AMELIA E.I.R.L.	AV. INDUSTRIAL Nº 324 LOTE 07		12.25
GUADALUPE	MULTISERVICIOS G & M S.R.L.	CARRETERA A CAJAMARCA KM. 1.5 SECTOR PAMPAS DE JESUS		12.30
GUADALUPE	JUAN ORLANDO SILVA MARROQUIN	AV. NILA CERRUTI SIN LOTE 188 SECTOR CAFETAL III LA CALERA	949804911	12.40
GUADALUPE	GRIFOS DEL NORTE S.A.C.	AV. NILA CERRUTI Nº 285		12.44
GUADALUPE	SERVICIOS LA ESPERANZA	AV. PACASMAYO SIN KM. 880 CARRETERA PANAMERICANA NORTE		12.45
GUADALUPE	MULTISERVICIOS FADA S.R.L.	MZ. 02 SUBLOTE 02 - CENTRO POBLADO CIUDAD DE DIOS (CRUCE A CAJAMARCA)	044566308/848482841	12.45
GUADALUPE	MULTISERVICIOS VELASQUEZ S.R.L.	MZ. 35 LOTE 1, CP. GUADALUPE, SECTOR 1		12.45

Fuente 68. Osinergmin (Julio, 2019)

## Anexo 38. Tarifa eléctrica para usuarios en media tensión (parte 1)

### Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad

**Empresa: Hidrandina**

Pliego:  Vigencia:  Sector: 2 Interconexión: SEIN

MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
<b>TARIFA MT2:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	23.97
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	19.41
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	57.90
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	13.46
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	15.04
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
<b>TARIFA MT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	23.97
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	19.41
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	53.92
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	26.62
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	14.58
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	14.82
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
<b>TARIFA MT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	20.54
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	53.92
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	26.62
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	14.58
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	14.82
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
BAJA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
<b>TARIFA BT2:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	25.98
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.05
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	58.09
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	61.83
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	41.09
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
<b>TARIFA BT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	25.98
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.05
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	48.99
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	32.09
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	60.68
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	53.86
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28

Fuente 69. Osinerming (Julio, 2019)

*Anexo 39. Tarifa eléctrica para usuarios en media tensión (parte 2)*

<b>TARIFA BT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA</b>		
	<b>Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	22.28
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	48.99
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	32.09
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	60.68
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	53.86
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
<b>TARIFA BT5A:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E</b>		
	<b>a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	159.41
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.05
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	56.46
	<b>b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.70
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	188.88
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.05
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	56.46
<b>TARIFA BT5B:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.97
<b>TARIFA BT5B</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
<b>Residencial</b>	<b>a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.10
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	44.06
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.10
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	13.22
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	58.74
	<b>b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>		

Fuente 70. Osinerning (Julio, 2019)

*Anexo 40. Tarifa eléctrica para usuarios en media tensión (parte 3)*

	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.97
<b>TARIFA BT5D:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	47.75
<b>TARIFA BT5D</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
<b>Residencial</b>	<b>a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.10
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	34.50
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.10
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	10.35
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	46.00
	<b>b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	47.75
<b>TARIFA BT5E:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.34
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.93
<b>TARIFA BT5E</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>		
<b>Residencial</b>	<b>a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.25
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	44.03
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.25
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	13.21
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	58.70
	<b>b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.34
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.93
<b>TARIFA BT5C:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E - Alumbrado Público</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.35
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	58.95
<b>TARIFA BT6:</b>	<b>TARIFA A PENSIÓN FIJA DE POTENCIA 1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Potencia	ctm. S./W	22.07
<b>TARIFA BT7:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E</b>		
No residencial	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema recarga Códigos/Tarjetas	S./mes	2.30
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.03
<b>TARIFA BT7:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E</b>		
<b>Residencial</b>	<b>a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes</b>		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes	2.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	43.37
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes	2.22
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	13.01
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	57.83
	<b>b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes</b>		
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes	2.30
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	60.03

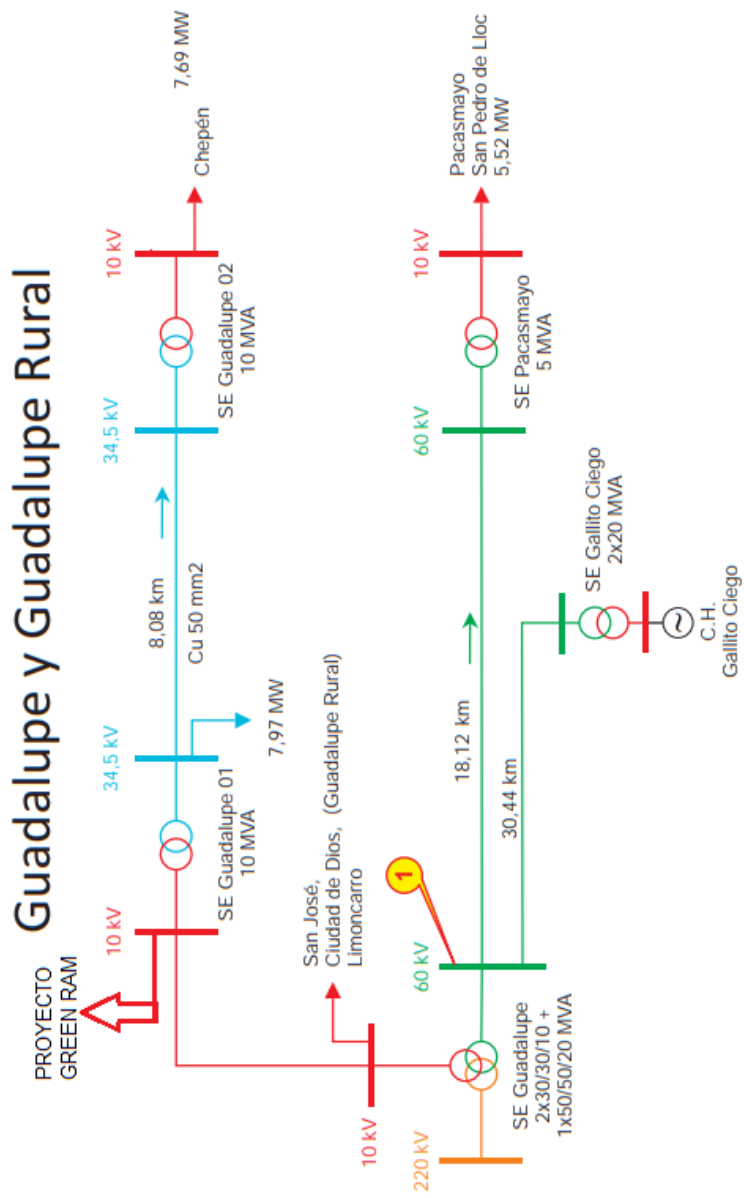
Fuente 71. Osinerming (Julio, 2019)



**Anexo 41.**  
*Distancia de sub estación de Guadalupe 01 a la localidad proyecto GreenRam*

Fuente 72. Google Maps (2019)

**Anexo 42.** *Sistema interconectado de Guadalupe a proyecto GrennRam*



Empresa de Distribución Eléctrica: Hidrandina

Fuente 73. Osinergmin (2012)

## Anexo 43. Ficha técnica de anemómetro

# FICHA TÉCNICA

## ANEMOMETRO TERMOMETRO MEDIDOR DE VELOCIDAD DEL VIENTO



Anemómetro GM816, equipo compacto portátil fácil de transportar, se utiliza para medir la temperatura ambiente, la velocidad del viento para el ámbito Agrícola, Electrodoméstico, Industrial, Oficina, tiene funciones de conmutación de múltiples unidades. El anemómetro digital también puede utilizarse para mediciones manuales o fijas y tiene las funciones de máximo, mínimo, etc.

### DATO GENERAL.

- Marca: Generico.
- Modelo: GM816.

### Características:

- Medición de la velocidad del aire y la temperatura
- Medida de velocidad de aire máxima / media / corriente
- °C / F selección de la unidad de temperatura;
- Cinco unidades de velocidad del aire: M / s, Km / h, pies / min, nudos, mph
- Escala de Beaufort;
- Pantalla de retroiluminación:
- Apagado manual / automático;
- Indicación de sensación térmica
- Indicación de batería baja

### Especificaciones:

A. Velocidad de aire				
unidad	rango	resolución	Umbral	precisión
m/s	0-30	0.1	0.1	. +/- 5%
Ft/min	0-5860	19	39	
Knots	0-55	0.2	0.1	
Km/hr	0-90	0.3	0.3	
Mph	0-65	0.2	0.2	
B. Temperatura				
unidad	rango	resolución	precisión	
°C	-10°C - + 45°C	0.2	. +/- 2°C	
°F	14°F - 113 °F	0.36	. +/- 3.6°F	
Batería		CR2032 3.0V		
Termómetro		Termómetro NTC		
Temperatura de funcionamiento		10C + 45C (14F-113 F)		
humedad de funcionamiento		Menos del 90% de HR		



### PESO Y TAMAÑO

- Tamaño del artículo: 40 x 18 x 105mm
- Peso del artículo: 52 Gr.

### CONTENIDOS DEL PAQUETE

- 1 \* Anemómetro.
- 1 \* Lazo de llevar.
- 1 \* manual de instrucciones Ingles
- 1 \* manual de instrucciones Castellano

RPC : 992033862 - 992033492

Web: [www.grupocym.pe](http://www.grupocym.pe) Correo: [comercial@grupocym.pe](mailto:comercial@grupocym.pe)

Calle Los Álamos Mz. F2 Lote A8 Urb. Campoy - SJL

Fuente 74. Grupo C&M (2018)

*Anexo 44. Toma de datos de velocidad del viento*



*Fuente 75. Elaboración propia*

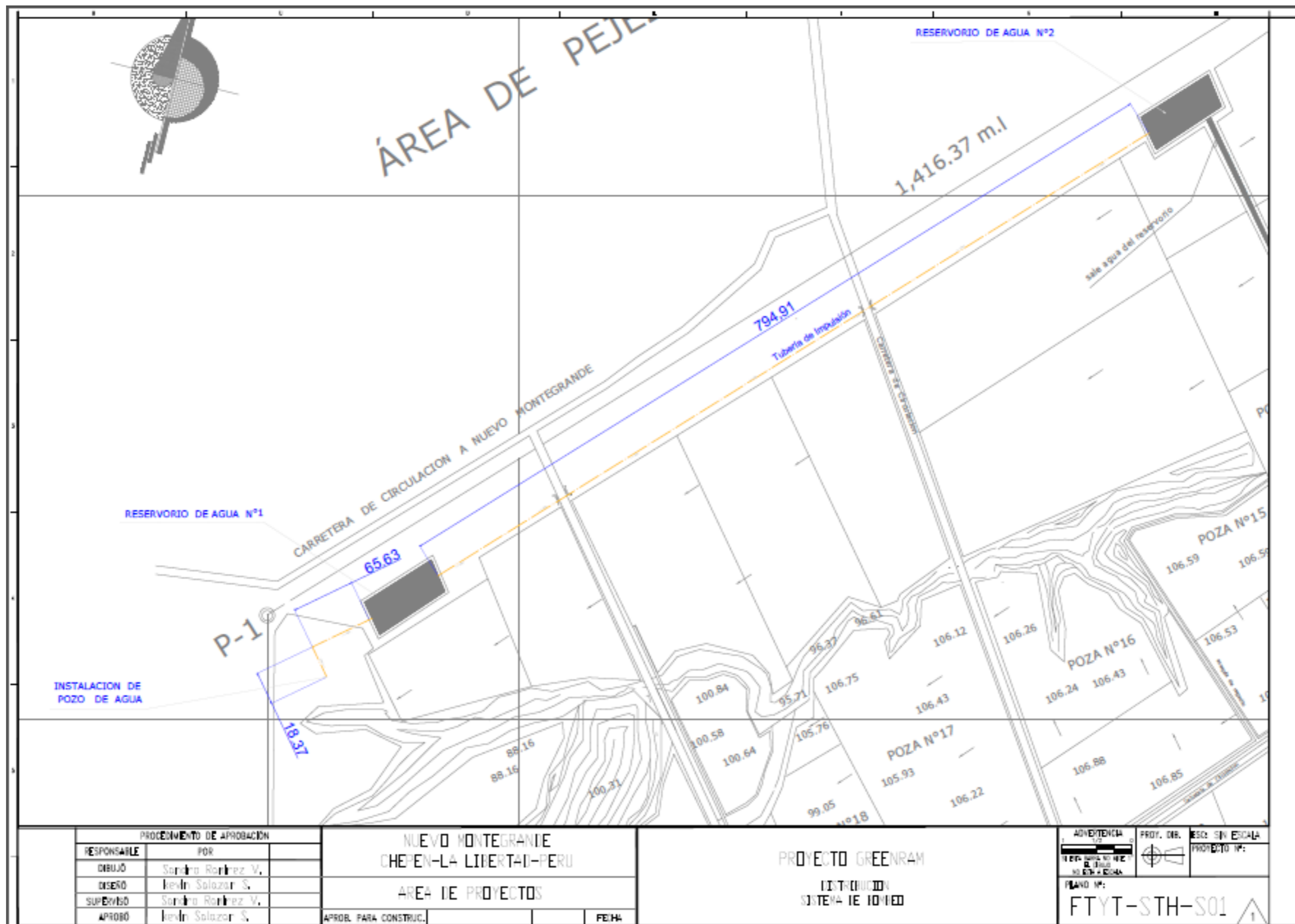


*Anexo 45. Toma de datos de velocidad de viento (parte 2)*

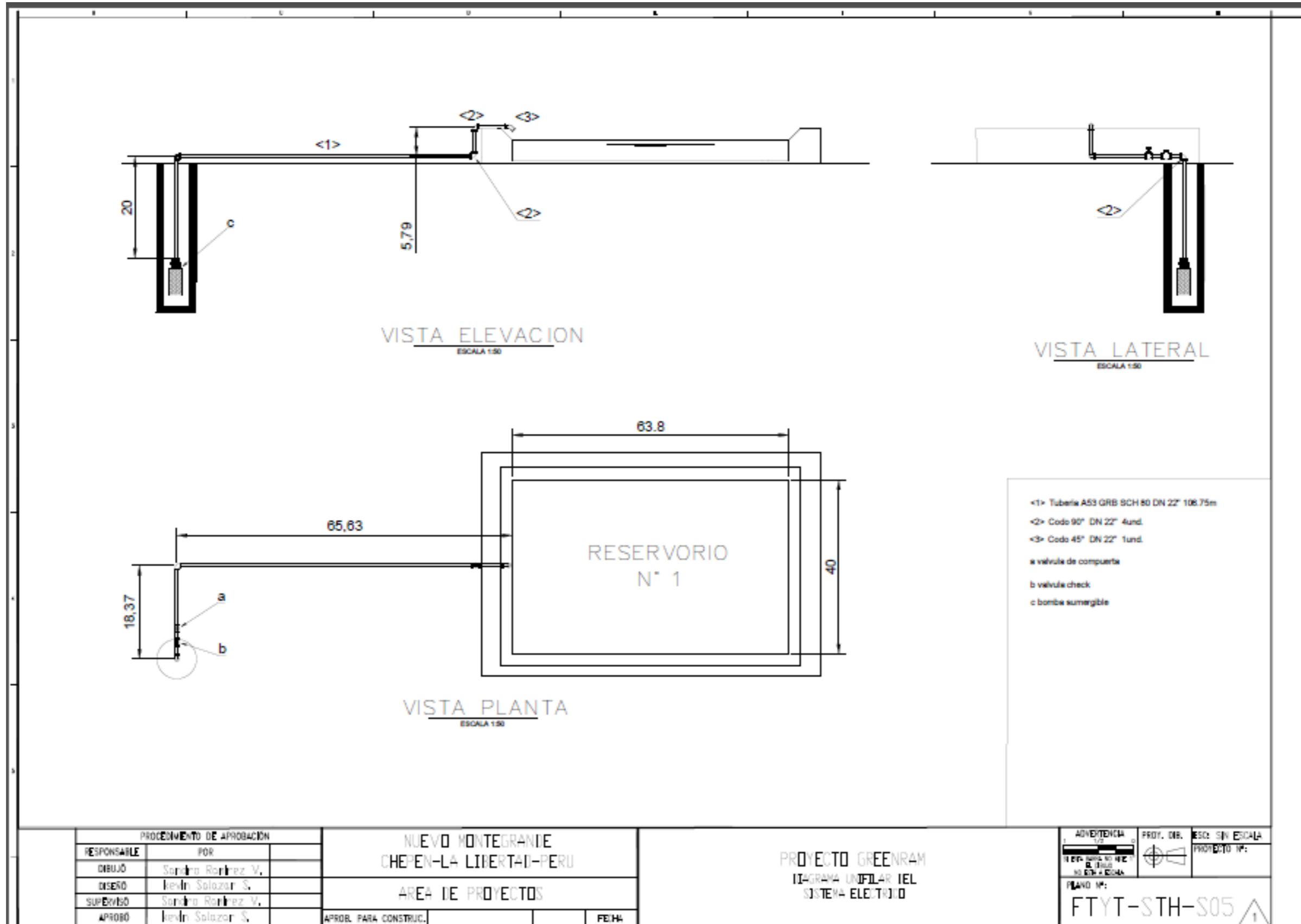


Fuente 76. Elaboración propia

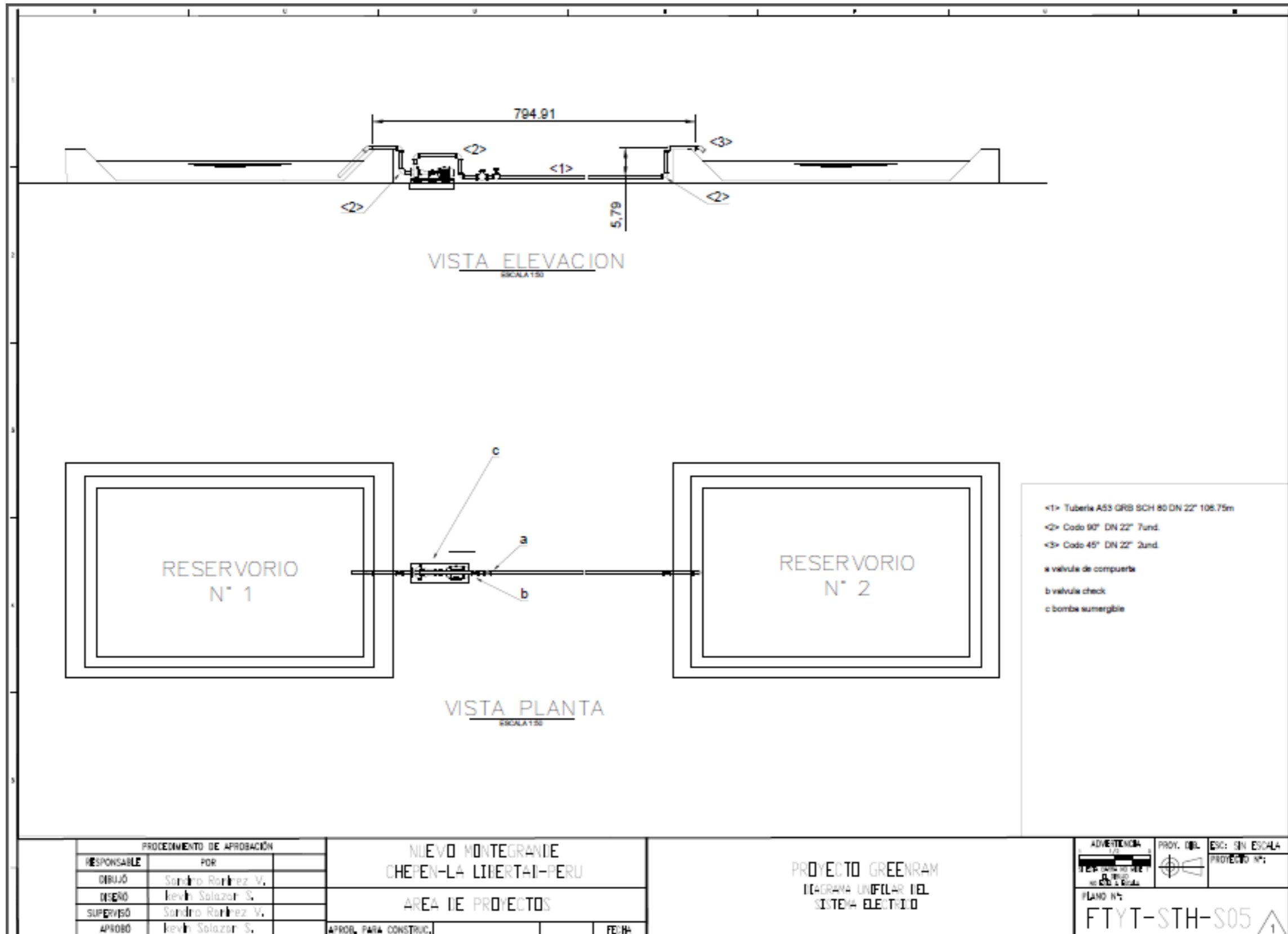
Anexo 46. Planos de distribución de sistema de bombeo en proyecto GreenRam



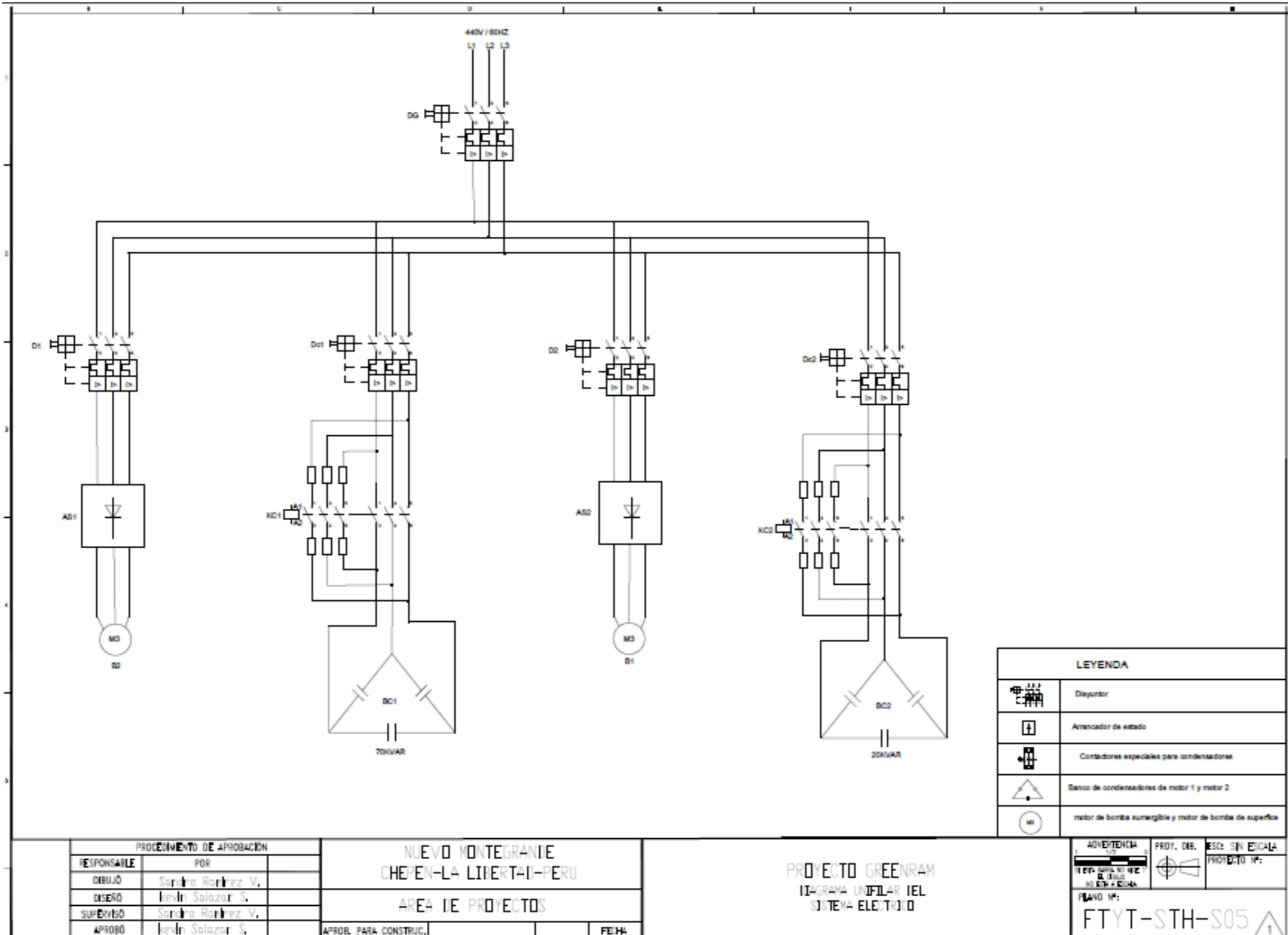
Anexo 47. Plano de esquema de bomba sumergible



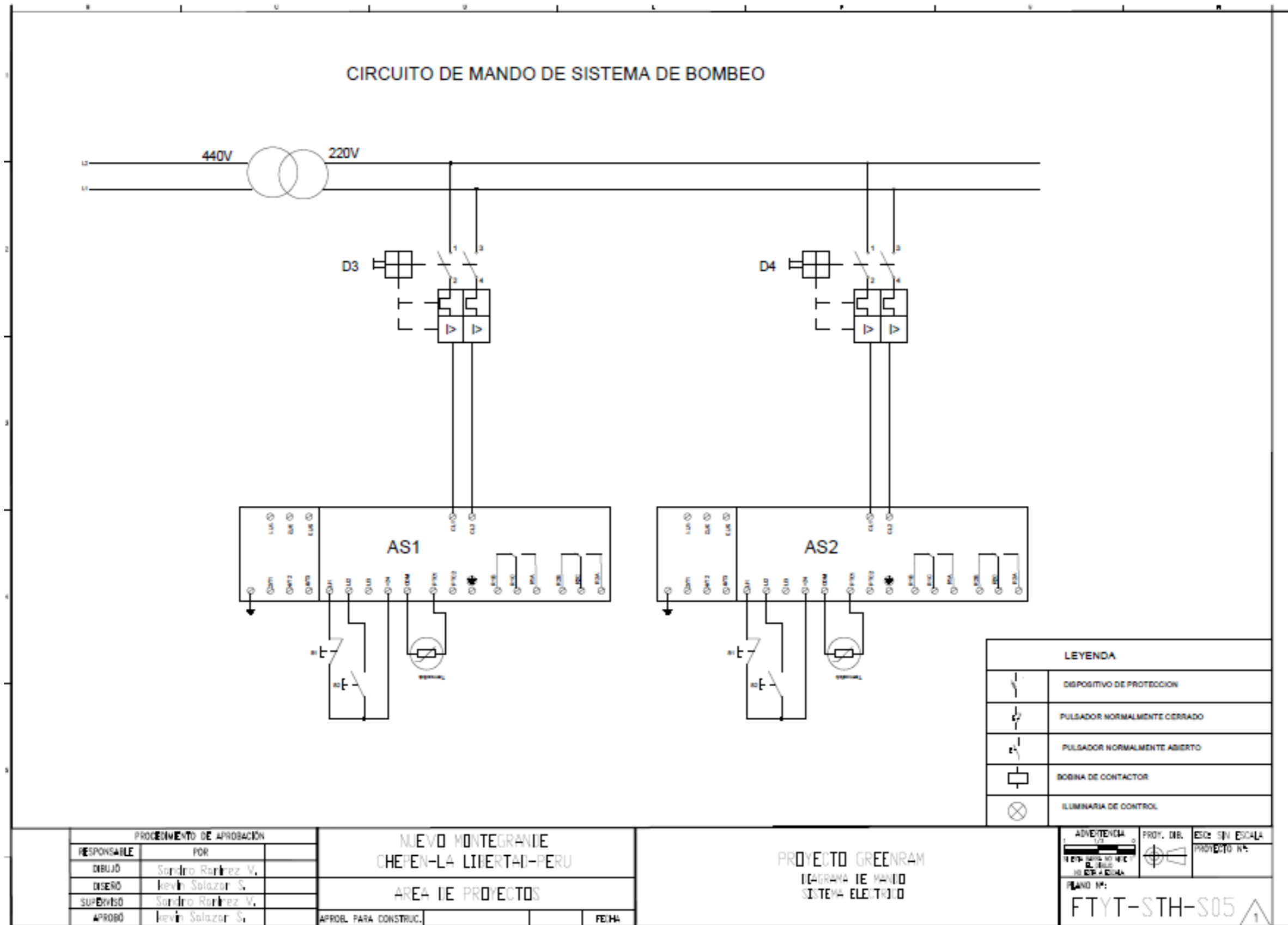
Anexo 48. Plano de esquema de bomba de superficie



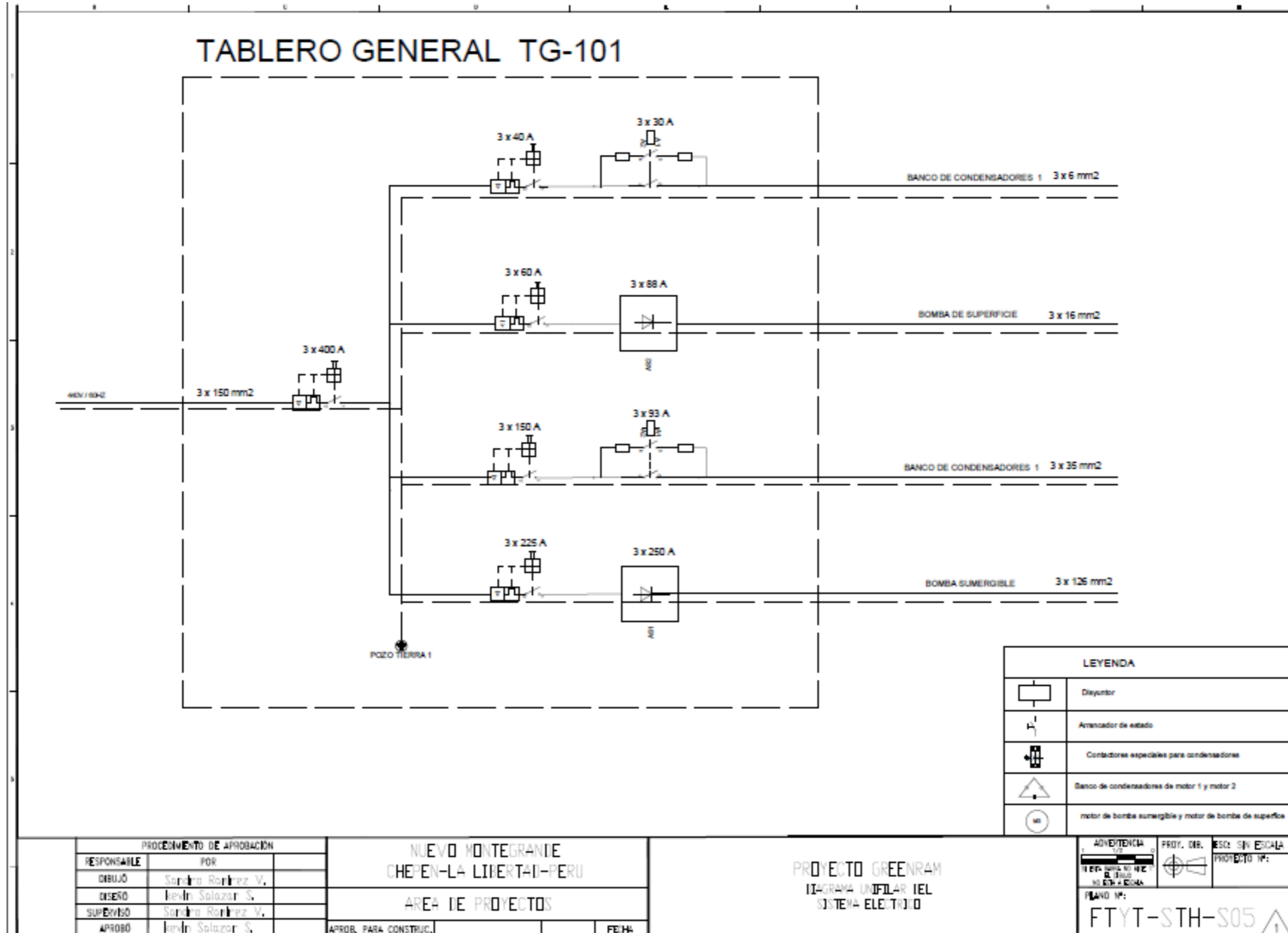
Anexo 49. Plano de esquema de fuerza de sistema de bombeo



Anexo 50. Plano de circuito de mando del sistema de bombeo



Anexo 51. Plano de diagrama unifilar del sistema del circuito de sistema de bombeo



Anexo 52. Plano general del sistema de aerogeneradores

