

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Bombeo de agua del río Alameda con energía solar fotovoltaica
para cultivar hortalizas en la Comunidad Campesina de
Tоторa – Jesús Nazareno - Huamanga – Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:
Martín Oscar Pérez Conga**

Ayacucho – Perú

2019

A Dios por darme sabiduría, inteligencia, salud y ayudarme en momentos que más necesitaba.

Con el más inmenso amor, cariño admiración y gratitud a mi madre Agripina Conga Ataucusi y a mi padre Martin Pérez Huamán, símbolo eterno de trabajo, sacrificio y dedicación incesantes para mi formación profesional. Quiero que este sea un pequeño reconocimiento a su gran esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma mater* fuente de sabiduría y enseñanza.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a mi Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haber hecho de mí un profesional capaz de afrontar las adversidades de la vida académica y laboral.

A mi asesor Ing. Carlos Augusto Castañeda Esquen que siempre me motivó a realizar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO	13
1.1. Antecedentes	13
1.2. Fundamentos y nociones básicas de la energía solar	14
1.2.1. La energía solar	14
1.2.2. Unidades de medida	15
1.2.3. Irradiación	15
1.2.4. Insolación	16
1.2.5. Principio de conversión fotovoltaica.....	17
1.3. Sistema fotovoltaico.....	20
1.3.1. Tecnología de fabricación de celdas solares	20
1.3.2. Celdas de silicio mono y policristalino	21
1.3.3. Celdas de silicio amorfo.....	22
1.3.4. Panel fotovoltaico	23
1.3.5. Inversores	25
1.3.6. Baterías.....	26
1.3.7. Regulador de carga y descarga.....	26
1.3.8. Cargas o consumos.....	26
1.4. Equipo de bombeo	26
1.4.1. Bombas centrífugas.....	26
1.4.2. Bombas volumétricas	27
1.4.3. Bombas de cilindro	28

1.4.4. Bombas de diafragma.....	29
1.4.5. Bombas periféricas.....	29
1.5. Tanque de almacenamiento.....	30
1.6. Riego y sistema de riego	30
1.6.1. El riego.....	30
1.6.2. Sistema de riego	30
1.7. Cultivos.....	31
1.8. Hidráulica de sistema de bombeo	31
1.9. Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico.....	34

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	37
2.1. Ubicación	37
2.2. Precipitación y temperatura	39
2.3. Dimensión territorial	40
2.4. Materiales y equipos	41
2.5. Problemas específicos	42

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Resumen de la tecnología fotovoltaica.....	22
Tabla 1.2. Coeficientes de Hazen-Williams.....	23
Tabla 1.3. Tipos de sistemas de bombeo fotovoltaico.....	35
Tabla 3.1. Cálculo de demanda de agua (módulo de riego).....	68
Tabla 3.2. Flujo de caja.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Esquema de los efectos de la atmósfera sobre la radiación.....	14
Figura 1.2. Irradiación durante un día despejado.....	15
Figura 1.3. Irradiancia y horas solares pico (Insolación).....	16
Figura 1.4. Espectro electromagnético.....	17
Figura 1.5. Efecto fotoeléctrico.....	17
Figura 1.6. Generación eléctrica de una celda fotovoltaica.....	19
Figura 1.7. Diagrama típico de un sistema fotovoltaico para bombeo.....	20
Figura 1.8. Granos de silicio monocristalino y policristalino.....	21
Figura 1.9. Módulo de celdas solares de silicio monocristalino.....	21
Figura 1.10. Módulo de celdas solares de silicio policristalino.....	22
Figura 1.11. Detalle panel fotovoltaico.....	23
Figura 1.12. Curva característica I-V.....	24
Figura 1.13. Factor de forma o de llenado de un panel solar.....	25
Figura 1.14. Bomba centrífuga superficial (solar Ram).....	27
Figura 1.15. Esquema de una bomba centrífuga superficial.....	27
Figura 1.16. Esquema de una bomba volumétrica de cilindro.....	28
Figura 1.17. Bomba de cilindro.....	28
Figura 1.18. Bomba de diafragma.....	29
Figura 1.19. Bomba periférica.....	30
Figura 1.20. Hortalizas.....	31
Figura 1.21. Principales componentes hidráulicos de un sistema de bombeo de agua.....	32
Figura 2.1. Mapa del Perú.....	37
Figura 2.2. Mapa del departamento de Ayacucho.....	37
Figura 2.3. Mapa de la provincia de Huamanga.....	38
Figura 2.4. Mapa del distrito de Jesús Nazareno.....	38
Figura 2.5. Imagen satelital de la zona del proyecto.....	38
Figura 2.6. Ingreso al campo de cultivo.....	43
Figura 2.7. Fuente de oferta $Q= 50$ lt/s.....	43
Figura 2.8. Línea de conducción.....	44
Figura 2.9. Limpieza de campo.....	44
Figura 2.10. Área de cultivo a beneficiar.....	45

Figura 2.11. Componentes básicos de un sistema de bombeo de agua con paneles solares.....	51
Figura 2.12. Irradiación solar extraterrestre – Hemisferio Sur.....	58
Figura 3.1 Esquema de la instalación fotovoltaica.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico.....	81
Anexo 2. Resultado de aforo de la fuente.....	94
Anexo 3. Resultados de análisis físico de suelos.....	95
Anexo 4. Datos meteorológicos del lugar de experimento.....	97
Anexo 5. Análisis de demanda de agua para los cultivos.....	100
Anexo 6. Balance hídrico.....	101
Anexo 7. Resultados de muestra de infiltración.....	102
Anexo 8. Diseño de la línea de impulsión y pérdidas de carga en tubería y accesorio.....	103
Anexo 9. Diseño de un reservorio revestido con geomembrana.....	105
Anexo 10. Datos de radiación solar de nuestra parcela.....	106
Anexo 11. Diseño de un sistema fotovoltaica para bombeo de agua.....	108
Anexo 12. Metrado.....	112

RESUMEN

La base en la que se fundamenta el presente trabajo es el principio fotovoltaico, que explica cómo se transforma la energía del sol en energía eléctrica, para el funcionamiento de un sistema de bombeo de agua del río Alameda para cubrir la demanda hídrica de los cultivos de hortalizas, por lo cual se obtuvo los datos meteorológicos y sus respectivos cálculos y dimensionamientos de los sistemas. La demanda hídrica de los cultivos se calculó a partir de la precipitación, coeficiente de los cultivos (K_c), evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real. Por lo tanto, tenemos un módulo de riego de 0.58 l/s para 5 horas de riego en el mes de agosto (que es el mes donde se requiere más demanda de agua), para un área de 0.3 ha, a partir de este caudal se calculó la potencia de la bomba, para una impulsión de 44.29 m de la altura dinámica total, y se obtuvo una potencia de 1 Hp. Después de realizar el cálculo de la potencia de la bomba se dimensionó el sistema fotovoltaico para el funcionamiento de la bomba, a partir de las horas de sol de la zona que es 4.47 KW/m² en el mes de enero, lo cual se tomó el menor valor de radiación y la potencia de la bomba, y se obtuvo 5 paneles fotovoltaicas de 260 Wp de 24V. 2 baterías de 115 A cada uno de 12V, un inversor híbrido de 2000 W de 24V y accesorios para su respectiva instalación. El experimento duró desde 05 de enero hasta 31 abril 2019 con los cultivos como: perejil, espinaca, rabanito, culantro y arveja. Que dieron buenos resultados como se muestra en las fotos 20 y 21 del anexo.

Palabras clave: Radiación solar, sistema de bombeo fotovoltaica, energías renovables, bomba de agua, panel fotovoltaico, clima.

INTRODUCCIÓN

En la siguiente investigación se presenta cómo aprovechar la energía solar fotovoltaica a través de paneles solares, para elevar agua del río Alameda, que será usada para el sistema de riego por gravedad, para la producción de los cultivos de hortalizas en la comunidad campesina de Totorá.

Se hizo un estudio pertinente de la zona del proyecto. Para conocer los datos climáticos de esta zona, debido a que sirven para dimensionar el sistema fotovoltaico, de ello dependerá el número de paneles solares necesarios para accionar la bomba.

El estudio brinda la información necesaria, del bombeo solar aplicado a sistemas de riego, para las personas o familias que carecen de energía eléctrica convencional, y con la ayuda de un profesional puedan implementarlo dentro de sus terrenos cultivables. Se presenta paso a paso cuáles deben ser los cálculos y dimensionamientos de cada uno de los sistemas. Por ello, se muestra información relevante; tamaño del terreno que se desea cultivar, diferencia de altura de la fuente acuífera respecto del terreno, volumen de agua necesario al día, sistemas de riego, tipo de bomba y paneles solares.

Actualmente en la parte de la zona de Totorá, el problema es la falta de agua para el riego en los cultivos de hortalizas, ya que la mayoría de los agricultores siembran hortalizas y estos cultivos necesitan riego constante, por esta razón en las zonas más alejadas al río ya no se cultivan hortalizas, pero tenemos recursos acuíferos que pasa por una cota más baja de las áreas agrícolas que no son aprovechados y que se pueden bombear para cubrir la demanda hídrica de los cultivos.

Los cultivos de hortalizas, necesitan de riego constante para su buen desarrollo y calidad. La mayoría de estos cultivos se riegan en un determinado periodo de tiempo.

La agricultura es la única actividad que las familias de la comunidad de Totorá lo practican y es la sostenibilidad de su familia, y con este proyecto se mejorará la calidad de vida

La falta de energía para el bombeo de agua para riego en el campo, es una necesidad que debe suplirse, pero el uso de sistemas de bombeo que funcionan con energía eléctrica convencional y/o fósiles, producen costos de mantenimiento muy elevados y la energía renovable es una alternativa viable, pues sus costos de mantenimiento son bastante sostenibles a pesar de su considerable valor inversión inicial.

Uno de los propósitos de esta investigación es demostrar la aplicación del sistema fotovoltaica en zonas de nuestra región donde carecen de energía eléctrica convencional, ya que en algunos distritos hay tierras cultivables y que tienen fuentes acuíferas por debajo de sus tierras cultivables y que solo lo siembran en épocas de lluvia, pero con esta energía de sistema fotovoltaica se resolverá ese problema y se podrá sembrar en cualquier estación del año.

Objetivo general

Bombear agua del río Alameda con energía solar fotovoltaica para cubrir la demanda de agua de los cultivos de hortalizas en la comunidad de Totorá – Jesús Nazareno - Huamanga – Ayacucho

Objetivos específicos

1. Determinar cuáles son los parámetros y componentes del sistema fotovoltaica para el sistema de bombeo de agua.
2. Determinar la energía de un sistema de bombeo de agua del río Alameda para cubrir la demanda de agua de los cultivos de hortalizas (perejil, espinaca, rabanito, culantro y arveja), para regar un área de 0.3 ha en un tiempo de 5 horas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Los primeros sistemas de bombeo fotovoltaica se instalaron en España hace más de 30 años, las primeras instalaciones fueron realizadas en las comunidades rurales en 1978, después su producción fue en aumento llegando aproximadamente a más de 10.000 unidades en 1994 y aproximadamente medio millón en el año 2010 (Baldán, 2011).

Actualmente, el bombeo solar es una tecnología popular, útil y rentable por su facilidad de uso en diferentes campos de aplicación como el suministro de agua a zonas remotas en donde no es accesible la energía eléctrica; llevar agua potable a las casas, abastecer agua para el ganado y para el riego, entre otros.

Los sistemas fotovoltaicos de bombeo pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde 1,000 litros diarios para abreviar pequeños hatos o para consumo humano, hasta 50,000 litros diarios para hatos más grandes e irrigación de pequeñas parcelas. Estos sistemas son modulares, de manera que pueden optimizarse para las características específicas de cada proyecto (FIRCO Y SWTDI, 2000).

Para captar esta energía se necesita de paneles solares, inicialmente sus costos eran elevados y actualmente han bajado significativamente, y a través de los años la inversión para la instalación de esta infraestructura también ha disminuido en un 80 por ciento con una vida útil de 20-30 años. Comparando estos dos sistemas, el costo de la inversión inicial del sistema de bombeo solar es más elevado, sin embargo, a lo largo de la vida útil del sistema de bombeo los costos por concepto de reemplazo de piezas y mantenimiento son considerablemente más bajos, en comparación con un sistema de combustión diésel que los costos del combustible son elevados, así como su mantenimiento, reparación y tiempo de vida corto, mientras que la energía solar es

gratis. Obteniendo así con el sistema solar una disminución de costos para el acceso al agua usando energía limpia, disminuyendo las emisiones de CO₂ y contribuyendo positivamente al cambio climático (BANCO MUNDIAL, 2016).

1.2. FUNDAMENTOS Y NOCIONES BÁSICAS DE LA ENERGÍA SOLAR

En el presente capítulo, se expone ciertas nociones básicas, que permitan un mejor entendimiento de los factores que afectan la captación de energía solar. Además, se describir en los principios bajo los cuales funcionan los dispositivos de captación solar y tecnología de fabricación (Cortes, 2016).

1.2.1. La energía solar

La energía solar, es la energía radiante producida en el sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión, ésta llega a la tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. Sin embargo, del total de energía no toda llega a la tierra, ya que sólo $\frac{3}{4}$ partes de ella entran a través de la atmósfera, (Orellano Gusman, 2011), tal como se muestra en la figura 1.1.

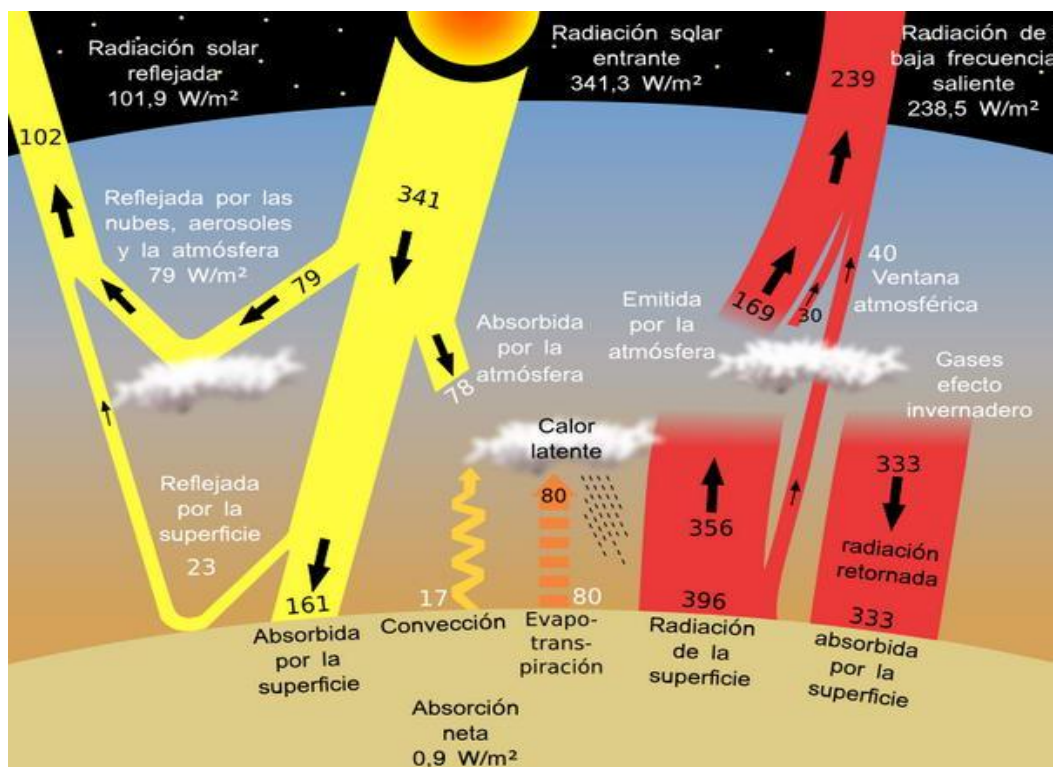


Figura 1.1. Esquema de los efectos de la atmósfera sobre la radiación

Fuente: Moran y Morgan, 1994.

1.2.2. Unidades de medida

Para determinar el valor de la radiación solar de un determinado lugar, se utilizan diferentes unidades. La más útil para aplicaciones fotovoltaicas, es el Kilowatt hora por metro cuadrado (KWh/m²); es importante hacer notar que ésta es una unidad de energía y no de potencia. También algunos libros, utilizan como unidad el Mega Joule por metro cuadrado (MJ/m²) o unidades de calor como calorías por metro cuadrado (Cal/m²) o BTU/ft². (Cortes, 2016)

$$1\text{KWh} / \text{m}^2 = 3.61\text{MJ} / \text{m}^2$$

$$1\text{KWh} / \text{m}^2 = 860\text{Cal} / \text{m}^2 = 317.02\text{BTU} / \text{ft}^2$$

1.2.3. Irradiancia

La potencia de la radiación solar, que se recibe en un instante dado sobre un captador de una superficie determinada, se le conoce como irradiación y se mide en unidades de W/m².

Se sabe que la atmósfera terrestre está constituida por gases, nubes, vapor de agua, partículas contaminantes y sólidos en suspensión, que constituyen lo que se conoce comúnmente como masa de aire (AM) 1. A medida que la luz solar la atraviesa, ésta sufre procesos como son: absorción, reflexión y refracción, y lo que, en consecuencia, hace que la irradiación disminuya su valor respecto de afuera de la atmósfera. Bajo condiciones de atmósfera limpia, sin ningún proceso óptico y estando el Sol en el cenit, la irradiación máxima que un captador podría recibir es de 1,000 W/m² como un valor promedio normalizado, (Cortes, 2016) , como se muestra en la figura 1.2.

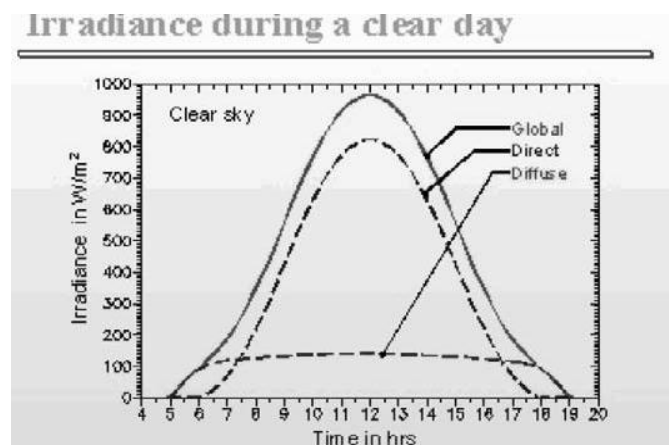


Figura 1.2. Irradiación durante un día despejado

Fuente: departamento técnico de SunFields Europe

Con el fin de proporcionar un estándar en la industria FV, los fabricantes de paneles han adoptado por definir una nueva unidad llamada SOL.

$$1\text{SOL} = \frac{1\text{KW}}{\text{m}^2} = \frac{100 \text{ mW}}{\text{cm}^2}$$

Con este valor, se determina la máxima potencia eléctrica de salida de un panel FV y, además, es de gran utilidad para comparar paneles de distintas procedencias.

1.2.4. Insolación

Es el valor acumulado de la irradiancia en un tiempo dado. Si el tiempo se mide en horas (h), la insolación tendrá unidades de Watts-hora por metro cuadrado (W-h/m²). Generalmente, se reporta este valor como una acumulación de energía que puede ser horaria, diaria, estacional o anual. La insolación también se expresa en términos de horas solares pico (HSP). Una hora solar pico es equivalente a la energía recibida durante una hora, a una irradiancia promedio de 1,000 W/m² (véase figura 1.3). La energía que produce un arreglo FV es directamente proporcional a la insolación que recibe. (Cortes, 2016)



Figura 1.3. Irradiancia y horas solares pico (Insolación)

Fuente: Departamento técnico de SunFields Europe

a. Espectro electromagnético

El espectro electromagnético (o simplemente espectro) es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles. El espectro de un objeto es la distribución característica de la radiación electromagnética de ese objeto.

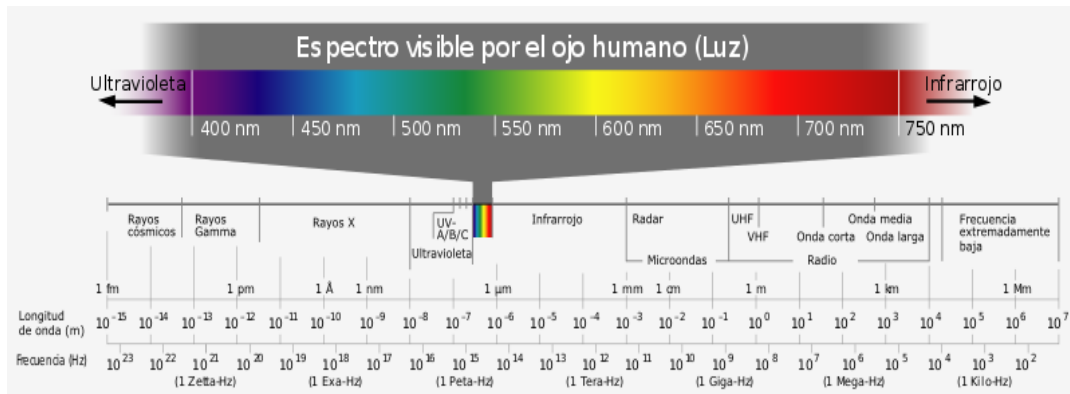


Figura 1.4. Espectro electromagnético

Fuente: okdiario.com

b. Efecto fotoeléctrico

Cuando la luz brilla en un metal, los electrones pueden ser expulsados de la superficie del metal en un fenómeno conocido como el efecto fotoeléctrico. También, a este proceso suele llamársele fotoemisión, y a los electrones que son expulsados del metal, fotoelectrones. En términos de su comportamiento y sus propiedades, los fotoelectrones no son diferentes de otros electrones. El prefijo foto simplemente nos indica que los electrones han sido expulsados de la superficie de un metal por la luz incidente.

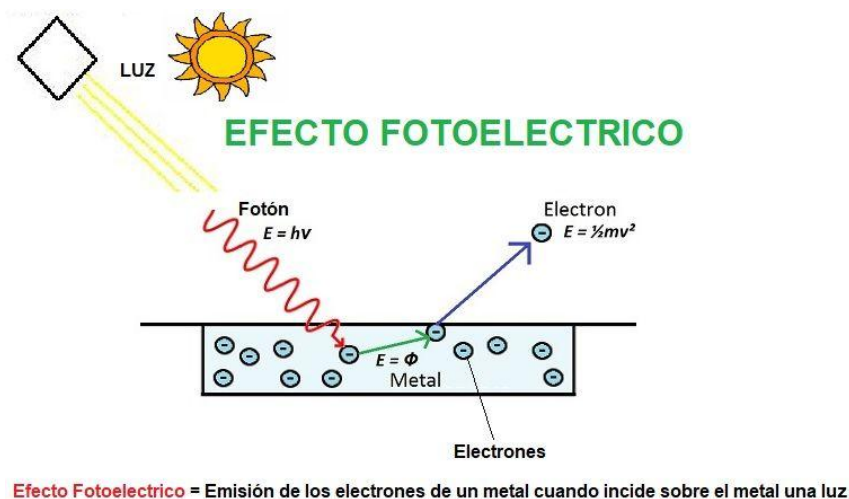


Figura 1.5. Efecto fotoeléctrico

Fuente: www.areatecnologia.com

1.2.5. Principio de conversión fotovoltaica

Según Sánchez et Al. (2017), “la materia está constituida por átomos, los cuales a su vez están formados por dos partes bien diferenciadas: el núcleo, dotado de una carga

eléctrica positiva y los electrones, con carga eléctrica negativa que compensa la del núcleo, formando de esta manera un conjunto eléctricamente neutro. Los electrones más externos se conocen como electrones de valencia. Los semiconductores son utilizados en la fabricación de las celdas solares porque la energía que liga a los electrones de valencia al núcleo es similar a la energía que poseen los fotones que constituyen a la luz solar. Por lo tanto, cuando la luz solar incide sobre el semiconductor (generalmente silicio), sus fotones suministran la cantidad de energía necesaria a los electrones de valencia para que se rompan los enlaces y queden libres para circular por el material. Por cada electrón que se libera, aparece un hueco. Dichos huecos se comportan como partículas con carga positiva (+). Cuando en el semiconductor se generan pares electrón-hueco debido a la absorción de la luz, se dice que hay una fotogeneración de portadores de carga negativos y positivos, los que contribuyen a disminuir la resistencia eléctrica del material. Este es el principio básico de operación de las fotoresistencias. En la Figura 1.4, se muestra una estructura simple de una celda solar en donde se ilustra el principio básico de la conversión fotovoltaica. La celda solar consiste en una unión de dos capas de materiales semiconductores tipo p y n con contactos eléctricos en la parte superior y en la inferior”.

- **Capa p:** Compuestas por las impurezas del boro en el silicio, generan una zona positiva, es decir tienen un electrón menos que el silicio, generan los huecos (+).
- **Capa n:** Compuestas por las impurezas de fósforo en el silicio, generan una zona negativa, es decir tienen un electrón más que el silicio, generan electrones libres de carga (-).

El espesor de éste “sándwich” puede variar, desde menos de una micra para el caso de semiconductores muy absorbentes (caso del silicio amorfo), hasta unos cientos de micra para el caso de semiconductores de baja absorción (caso del silicio cristalino). La unión entre las capas n (lado negativo) y p (lado positivo) es la responsable de que se forme un campo eléctrico interno que radica principalmente en la unión.

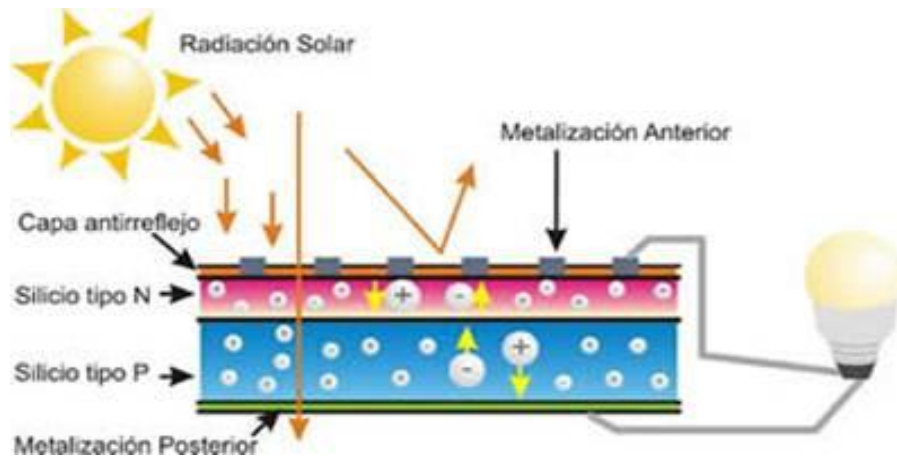


Figura 1.6. Generación eléctrica de una celda fotovoltaica

Fuente: Luz Ángela Herrera Palacios (2014)

Según Sánchez et Al. (2017), “Cuando la radiación luminosa en forma de fotones es absorbida por los semiconductores se generan, en exceso de su concentración en equilibrio, pares de portadores de carga eléctrica, electrones y huecos, los cuales deben de ser separados para poder usar la energía que cada uno representa. Estos portadores foto-generados viajan bajo un gradiente de concentración hacia la unión en donde son separados por efecto del campo eléctrico. Esta separación envía electrones foto-generados a la capa n y huecos foto-generados a la capa p, creándose una diferencia de potencial entre las superficies superior e inferior de las capas. La acumulación de cargas en las superficies del dispositivo da como resultado un voltaje eléctrico medible externamente. Este voltaje fotogenerado es lo que se conoce como el efecto fotovoltaico. Si se establece un circuito eléctrico externo entre las dos superficies, los electrones acumulados fluirán a través de él regresando a su posición inicial. Este flujo de electrones forma lo que se llama una corriente foto-generada o fotovoltaica. Bajo condiciones de circuito abierto (V_{ca}) el efecto fotovoltaico genera una diferencia de potencial entre la parte superior y la inferior de la estructura. Bajo condiciones de corto circuito, el proceso genera una corriente eléctrica (I_{cc}) que va de la parte positiva a la negativa (dirección convencional para la corriente eléctrica)”

a. Que es celda solar

Las celdas solares, también llamadas células, son dispositivos que convierten la energía solar en electricidad, ya sea por medio del efecto fotovoltaico o mediante la previa conversión de esa energía en calor o en energía química. En estas celdas, la luz incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas que produce una diferencia del

fotovoltaje o del potencial entre las capas, el cual es capaz de conducir la corriente a través de un circuito externo.

b. Que es un panel solar

Un panel solar es un aparato que utiliza la energía proveniente del sol para transformarla en energía eléctrica. Estos dispositivos están compuestos por celdas solares hechas de siliciocristalino, el cual tiene la propiedad de convertir la luz del sol en electricidad. Cuanto mayor sea el panel, mayor será la energía que reciba del sol y por ende mayor será la generación de electricidad.

1.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO

El presente capítulo, se encuentra dedicado a dar a conocer los diferentes componentes que conforman un sistema típico de bombeo fotovoltaico, en donde se describirán, cada uno de los elementos que configuran este sistema. En seguida, se muestra una figura 1.5 con una configuración típica de bombeo FV, para dar una idea de los elementos que intervienen en dicho sistema (Rubio, 2001).

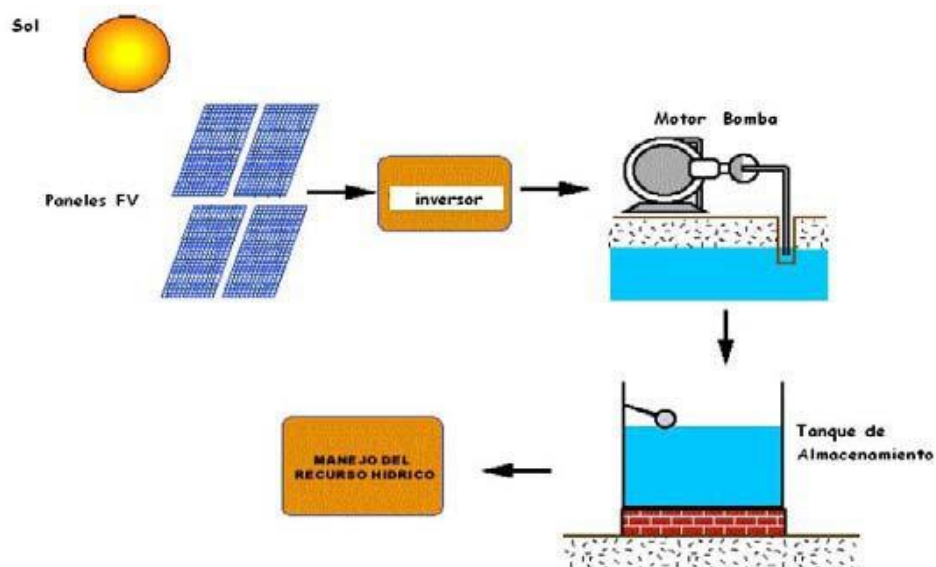


Figura 1.7. Diagrama típico de un sistema fotovoltaico para bombeo

Fuente: Productores mundiales de energía fotovoltaica

1.3.1. Tecnología de fabricación de celdas solares

Los dispositivos fotovoltaicos de aplicación a la conversión de la energía solar, deben construirse con materiales semiconductores sensibles a la radiación solar de forma que el efecto fotoeléctrico se produzca de forma eficiente.

En la actualidad, se encuentran altamente comercializadas las celdas de silicio monocristalino, silicio policristalino y silicio amorfo.

En la figura 1.6, se observa los dos tipos de materiales utilizados en la fabricación de celdas de silicio (Cortes, 2016).



Figura 1.8. Granos de silicio monocristalino y policristalino

Fuente: Universidad de Costa Rica EIE, Versión 1, Profesor José A. Conejo Badilla

1.3.2. Celdas de silicio mono y policristalino

Para fabricarlas el silicio es purificado de arena, cuarzo, amatista, ágata, pedernal, ópalo y jaspe, fundido y cristalizado ya sea en lingotes o en láminas delgadas; posteriormente, el silicio es rebanado en obleas delgadas para formar las celdas individuales, posteriormente las obleas se pulen por ambas caras. La mayoría de las celdas fotovoltaicas producen un voltaje de aproximadamente 0.5 V, independientemente del área superficial de la celda; sin embargo, mientras mayor sea la superficie de la celda mayor será la corriente que entregará. Este tipo de celdas solares, son las más producidas industrialmente como se muestran en las figuras 1.6 y figura 1.7, (Cortes, 2016).

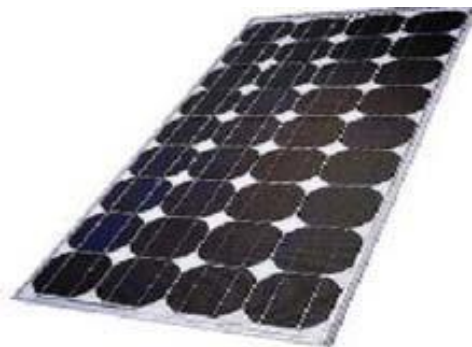


Figura 1.9. Módulo de celdas solares de silicio monocristalino.

Fuente: Global Sources



Figura 1.10. Módulo de celdas solares de silicio policristalino

Fuente: Global Sources

1.3.3. Celdas de silicio amorfo

La palabra amorfo significa carencia de estructura geométrica periódica. Los átomos de silicio que forman al sólido no tienen el patrón ordenado característico de los cristales como es el caso de las celdas anteriormente nombradas. La obtención de celdas solares de bajo costo, ha sido el objetivo del desarrollo de la tecnología de las celdas solares de silicio amorfo; sin embargo, hay algunos inconvenientes, como es el caso del bajo rendimiento de conversión fotovoltaico que tienen respecto de las otras celdas de silicio mono y policristalino. A continuación, se presenta una tabla 1.1 resumen de las principales ventajas y desventajas de la tecnología fotovoltaica de los tres tipos de celdas antes descritas (Cortes, 2016).

Tabla 1.1. Resumen de la tecnología fotovoltaica

Tipo de celda	Efic. (%)	Ventajas	Desventajas
Silicio mono cristalino	12 a 14	Tecnología bien desarrollada y probada Estable Mayor eficiencia	Emplea mucho material caro Mucho desperdicio Manufactura costosa
Silicio policristalino	11 a 13	Tecnología bien desarrollada y probada Estable Buena eficiencia Celdas cuadradas Menos costo que el monocristalino	Material costoso Mucho desperdicio Manufactura costosa Menor eficiencia que monocristalino
Silicio amorfo o película delgada	4 a 8	Utiliza muy poco material Alto potencial y producción muy rápida Costo bajo, 50% del silicio cristalino	Degradación pronunciada Menor eficiencia Menor durabilidad

Fuente: EliseoSebastian.com

1.3.4. Panel fotovoltaico

Un panel solar es un aparato que utiliza la energía proveniente del sol para transformarla en energía eléctrica. Estos dispositivos están compuestos por celdas solares hechas de siliciocristalino, el cual tiene la propiedad de convertir la luz del sol en electricidad

Principal componente, por no decir el más importante en este tipo de instalaciones.

Los módulos solares fotovoltaicos se construyen para una vida útil al menos de 20 años. Las causas principales de las fallas de los módulos son la rotura de las celdas, la delaminación del encapsulante que permite la entrada de la humedad y la rotura de las interconexiones de las celdas. Como se muestra en la figura 1.11.

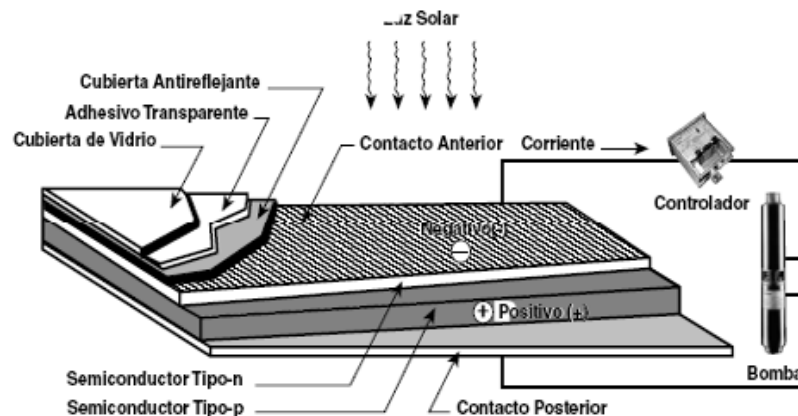


Figura 1.11. Detalle panel fotovoltaico

Fuente: Panel solar fotovoltaico - Tumblr

Habitualmente, los paneles independientes de la tecnología de fabricación vienen caracterizados por su curva I-V, que suele quedar definida por la tensión a circuito abierto (V_{oc}), por la intensidad de cortocircuito (I_{sc}), y por la potencia máxima o potencia pico ($P_{m\acute{a}x}$), todos ellos referidos generalmente a condiciones estándares, las cuales son:

- Irradiación: 1000 W/m^2
- Temperatura normal de incidencia en la celda: $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- Distribución espectral: AM 1.5 (masa de aire)
- A: área sobre el cual se integra el flujo de radiación (m^2)
- M: es la irradiancia espectral (W) o salida de la luz

Bajo estas condiciones, las siguientes cantidades son medibles: la potencia máxima $P_{\text{máx}}$ entregada por el módulo, la corriente de cortocircuito (I_{sc}) y el voltaje de circuito abierto (V_{oc})

En la siguiente figura 1.12, se puede apreciar una curva característica I-V (Corriente - Voltaje) de un panel Fotovoltaico.

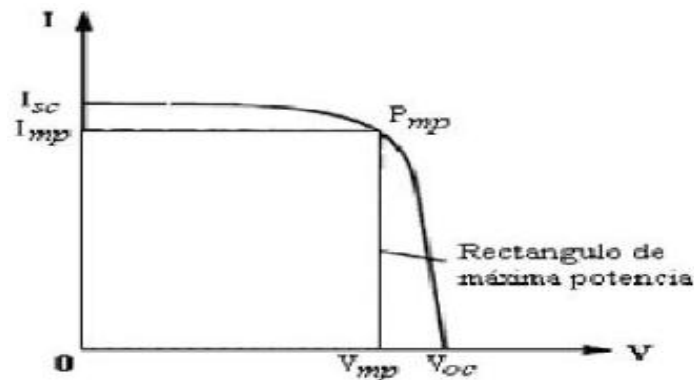


Figura 1.12. Curva característica I-V

Fuente: Panel solar fotovoltaico - Tumblr

1.3.4.1. Potencia máxima

Corresponde al máximo rectángulo que puede inscribirse al interior de la curva I-V, que representa la potencia máxima que puede generar una celda solar.

Este punto, denominado P_{mp} , se obtiene del producto de V_{mp} e I_{mp} , y viene dado por la ecuación:

$$P_{\text{mp}} = V_{\text{mp}} * I_{\text{mp}}$$

Dónde:

V_{mp} voltaje en el punto de máxima potencia

I_{mp} corriente en el punto de máxima potencia

1.3.4.2. Eficiencia paneles solares.

El rendimiento o eficiencia (η) de un panel solar, como el cociente entre la potencia máxima que puede dar a la carga y la potencia luminosa recibida por el panel y se encuentra dado por la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{V_{\text{mp}} * I_{\text{mp}}}{P_1}$$

P_1 : Potencia recibida por el panel.

1.3.4.3. Factor de forma o factor de llenado.

Este factor se define como el cociente entre la potencia máxima que la célula solar puede dar a la carga y la potencia teórica máxima definida por el punto (I_{sc} , V_{oc}): lo anterior, se puede apreciar de manera gráfica en la siguiente figura 1.11, donde se pueden ver las diferencias entre ambos rectángulos:

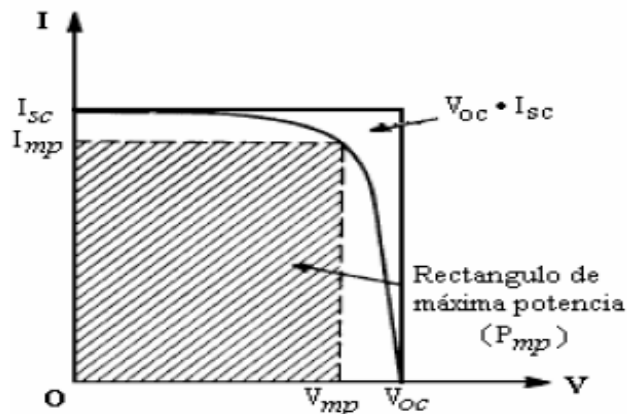


Figura 1.13. Factor de forma o de llenado de un panel solar

Fuente: SlidePlayer

El factor de forma viene dado por la siguiente ecuación:

$$FF = \frac{V_{mp} * I_{mp}}{V_{oc} * I_{sc}}$$

1.3.5. Inversores

Transforma la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) utilizable para el consumo. En algunos casos no es necesario su uso porque los equipos que se emplean y funcionan en corriente continua.

La corriente continua es el flujo de portadores de carga en una sola dirección, mientras que la corriente alterna cambia rápidamente la dirección del flujo de portadores de carga de una parte a otra. (Cortes, 2016).

Según el tipo de onda producido, los podemos clasificar en:

- Inversores de onda cuadrada
- Inversores de onda senoidal modificada
- Inversores de onda senoidal pura

1.3.6. Baterías

Es un sistema de acumulación para almacenar la energía eléctrica. Las baterías son también una medida de previsión para aquellos días con condiciones climáticas desfavorables. La mayoría de las baterías suelen ser de plomo-ácido. Existen dos tipos básicos: las monobloque y las estacionarias. En ocasiones, es frecuente la instalación de un grupo electrógeno, que en ausencia de radiación solar por condiciones climatológicas adversas se encarga de generar electricidad. Es un elemento opcional como garantía de suministro eléctrico. (Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación, 2002).

1.3.7. Regulador de carga y descarga

Es el dispositivo que controla la entrada en exceso de electricidad a la batería (sobrecarga) y también evita las sobredescargas. (Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación, 2002).

1.3.8. Cargas o consumos

Son los elementos (lámparas, bombas, etc.) que como su propio nombre indica consumen la energía eléctrica producida. La mayoría de estos equipos funcionan en corriente alterna, aunque existen algunos dispositivos que trabajan en continua, estando directamente conectadas. (Colegio oficial de ingenieros de telecomunicación, 2002).

1.4. EQUIPO DE BOMBEO

Las bombas comunes disponibles en el mercado han sido diseñadas pensando en una fuente de potencia constante. En los sistemas fotovoltaicos la potencia que proporcionan los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar, es por ello que la potencia generada por dichos módulos varía constantemente, y en consecuencia la potencia entregada a la bomba también. Es por esta razón que han sido diseñadas algunas bombas especiales para la electricidad fotovoltaica, las cuales desde el punto de vista mecánico se agrupan en centrífugas y volumétricas (QimiNET, 2011)

1.4.1. Bombas centrífugas

Este tipo de bombas posee un impulsor que a través de la fuerza centrífuga a alta velocidad cambia la dirección del agua de axial a una dirección radial. Las bombas centrífugas se pueden encontrar en dos formas: sumergibles y de superficie, así

como se puede observar en las figuras 1.12 y la figura 1.13. Tienen la capacidad de bombear el agua a 60 metros de carga dinámica total, o más, dependiendo del número y tipo de impulsores. Las bombas centrífugas de succión superficial poseen la ventaja que pueden ser inspeccionadas y ser reparadas fácilmente (QimiNET, 2011).



Figura 1.14. Bomba centrífuga superficial (Solar Ram)

Fuente: Alibaba

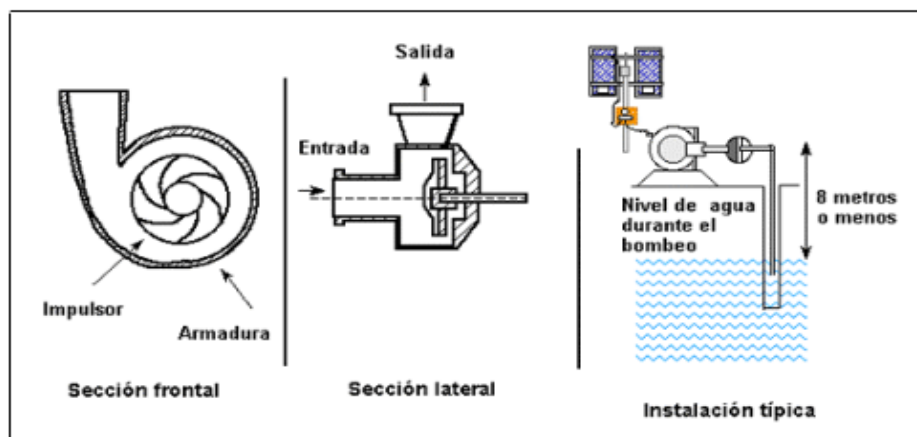


Figura 1.15. Esquema de una bomba centrífuga superficial

Fuente: BVSDE

1.4.2. Bombas volumétricas

Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajos caudales y/o donde la profundidad es grande. Como se ve en la figura 1.14.

Algunas de estas bombas usan un cilindro y un pistón para mover paquetes de agua a través de una cámara sellada, otras utilizan un pistón con diafragmas. Cada ciclo mueve una pequeña cantidad de líquido hacia arriba. El caudal es proporcional al

volumen de agua. Esto se traduce a un funcionamiento eficiente en un amplio intervalo de cargas dinámicas. Cuando la radiación solar aumenta también aumenta la velocidad del motor y, por lo tanto, el flujo de agua bombeada es mayor (QimiNET, 2011).

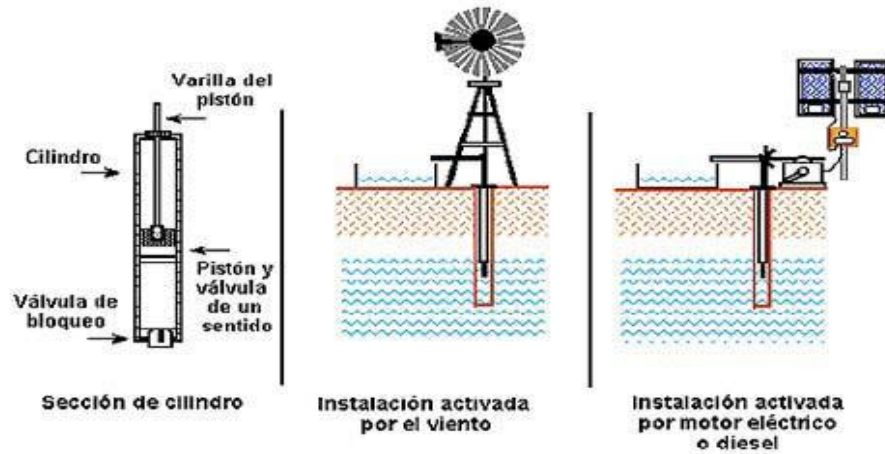


Figura 1.16. Esquema de una bomba volumétrica de cilindro

Fuente: Hospirent

1.4.3. Bombas de cilindro

Las bombas de cilindro han sido muy populares en aplicaciones de bombeo mecánico activadas por el viento, tracción animal o humana. Su principio consiste en que cada vez que el pistón baja, el agua del pozo entra a su cavidad y cuando este sube, empuja el agua a la superficie. Como se observa en la figura 1.17.

La energía eléctrica requerida para hacerla funcionar se aplica solo durante una parte del ciclo de bombeo. Las bombas de esta categoría deben estar siempre conectadas a un controlador de corriente para aprovechar al máximo la potencia otorgada por el arreglo fotovoltaico (QimiNET, 2011).



Figura 1.17. Bomba de cilindro

Fuente: Floresta

1.4.4. Bombas de diafragma

Las bombas de diafragma desplazan el agua por medio de diafragmas de un material flexible y resistente. Comúnmente los diafragmas se fabrican de caucho reforzado con materiales sintéticos. Así como se muestra en la figura 1.18.

En la actualidad, estos materiales son muy resistentes y pueden durar de dos a tres años de funcionamiento continuo antes de requerir reemplazo dependiendo de la calidad del agua.

Según (QimiNET, 2011), nos dice que “los fabricantes de estas bombas producen un juego de diafragmas para reemplazo que pueden adquirirse a un precio razonable. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.

Las bombas de diafragma son económicas. Cuando se instala una bomba de este tipo siempre se debe considerar el gasto que representa el reemplazo de diafragmas una vez cada dos o tres años. Más aun, muchas de estas bombas tienen un motor de corriente continua con escobillas.

Las escobillas también deben cambiarse periódicamente. Los juegos de reemplazo incluyen los diafragmas, escobillas, empaques y sellos. La vida útil de este tipo de bomba es aproximadamente 5 años del uso”.



Figura 1.18. Bomba de diafragma

Fuente: Amazon.es

1.4.5. Bombas periféricas

Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas,

dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía, así como se muestra en la figura 1.19. No se debe confundir a las bombas tipo difusor de pozo profundo, llamadas frecuentemente bombas turbinas, aunque no se asemeja en nada a la bomba periférica (QimiNET, 2011).



Figura 1.19. Bombas periférica

Fuente: Home Depot

1.5. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Almacenar agua en tanques de almacenamiento (reservorios) es mucho más barato que la utilización de baterías. El uso de baterías se justifica más cuando se requiere de bombear agua durante la noche, ya que la introducción de baterías en un sistema de bombeo FV podría reducir su confiabilidad e incrementar sus requerimientos de mantenimiento. (Sandia National Laboratories, 2004).

1.6. RIEGO Y SISTEMA DE RIEGO

1.6.1. El riego

Es la ciencia y arte de aplicar el agua al perfil del suelo en la cantidad suficiente y en el momento oportuno, para reponer el agua consumida por los cultivos o el agua requerida para suavizarlo y hacerlo laborable para las actividades agrícolas. (Vásquez, 2000).

1.6.2. Sistema de riego

Un sistema de riego es un conjunto de componentes que llevan agua desde la fuente a la parcela y la distribuyen sobre ella. El sistema tiene tres componentes: La infraestructura, la organización para su operación y mantenimiento, y el sistema de producción agropecuario bajo riego. Estos tres componentes en conjunto son vitales para que los proyectos de riego sean muy coherentes y funcionales. (Michael, 1999).

1.7. CULTIVOS

(Florencia, 2009), el cultivo es la práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas.

La agricultura es un arte milenario que tiene el propósito de cultivar la tierra mediante diferentes tratamientos y alternativas con el fin de obtener vegetales y frutos que puedan ser utilizados con propósitos alimenticios, medicinales y estéticos.

Las actividades de cultivo que ocurren a menudo por la acción del hombre pero que también responden a procesos naturales dan como resultado cereales, frutas, vegetales, forraje y otros. Se entiende por cultivo a todas las acciones humanas que tienen el fin de mejorar, tratar y transformar las tierras para el crecimiento de siembras. Para muchos países del mundo esta actividad es su principal sustento económico y, al mismo tiempo, es, junto con la ganadería, la principal acción que da alimento para la población mundial (Florencia, 2009).



Figura 1.20. Hortalizas

Fuente: Objetivo Bienestar

1.8. HIDRÁULICA DE SISTEMA DE BOMBEO

Antes de determinar el tamaño de un sistema de bombeo de agua, es necesario entender los conceptos básicos que describen las condiciones hidráulicas de una obra. El tamaño del sistema está en relación directa con el producto de la carga dinámica total (CDT) y el volumen de agua diario necesario. Este producto se conoce como ciclo hidráulico. La

carga dinámica total es la suma de la carga estática (CE) y la carga dinámica (CD) (Cortes, 2016),

$$CDT = CE + CD = [\text{Nivel estático} + \text{altura de la descarga}] + [\text{abatimiento} + \text{fricción}]$$

a. Carga estática

La primera parte, la carga estática, puede obtenerse con mediciones directas. Se trata de la distancia vertical que el agua se desplaza desde el nivel del espejo del agua antes del abatimiento del pozo hasta la altura en que se descarga el agua. La carga estática es entonces la suma del nivel estático y la altura de la descarga. La Figura 1.9 muestra estos componentes hidráulicos que conforman la carga estática (Cortes, 2016).

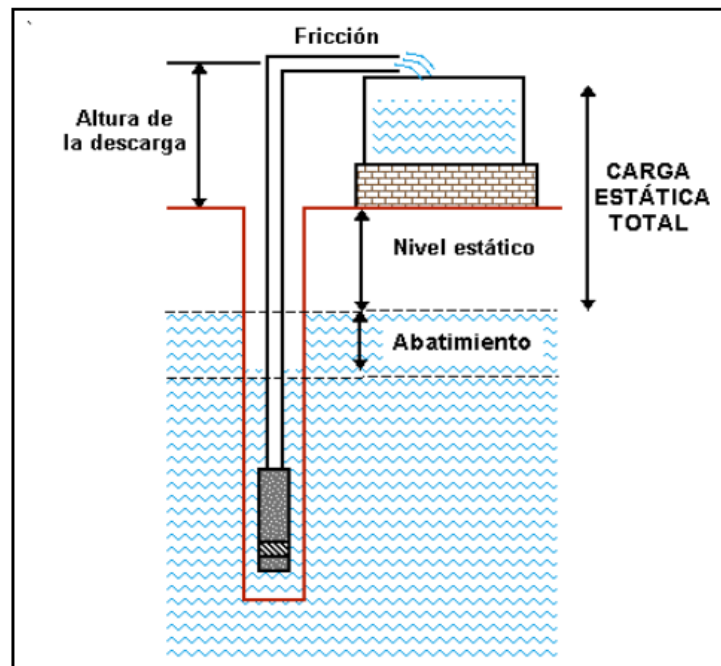


Figura 1.21. Principales componentes hidráulicos de un sistema de bombeo de agua

Fuente: Suelo Solar

Carga dinámica (Fricción)

La carga dinámica total, es el incremento en la presión causado por la resistencia al flujo al agua debido a la rugosidad de las tuberías y componentes como codos y válvulas. Esta rugosidad depende del material usado en la fabricación de las tuberías. Los tubos de acero producen una fricción diferente a la de los tubos de plástico PVC de similar tamaño. Además, el diámetro de los tubos influye en la fricción. Mientras más estrechos, mayor resistencia producida (Cortes, 2016).

Para calcular la carga dinámica, es necesario encontrar la distancia que recorre el agua desde el punto en que el agua entra a la bomba hasta el punto de descarga, incluyendo las distancias horizontales, así como el material de la línea de conducción y su diámetro interno. Con esta información se puede estimar la carga dinámica de varias maneras.

b. Valor por omisión

La carga dinámica es aproximadamente el 2% de la distancia de recorrido del agua o lo que es equivalente a la longitud total L de la tubería. Por lo general el resultado es una estimación conservadora si se asume que los sistemas de bombeo solar típicos tienen flujos de menos de 1 L/s y las bombas recomendadas se conectan a tuberías de diámetro amplio.

c. Tablas de fricción

Existen tablas publicadas por fabricantes que indican el porcentaje de pérdidas por fricción que debe considerarse en base al caudal, diámetro y material de las tuberías. Esta guía incluye en el apéndice unas tablas de fricción para tuberías de plástico PVC y acero galvanizado, así como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Coeficientes de Hazen-Williams

Material	Coefficiente de Hazen - Williams
Asbesto – cemento (nuevo)	135
Cobre y latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 - 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	105
Plomo	130 – 140
Aluminio	130

Fuente: Slideshare

d. Fórmula de Manning

Este es un método matemático que se puede realizar fácilmente con una calculadora de bolsillo. La fórmula de Manning se expresa así:

$$Hf = k \times L \times Q^2$$

1.9. DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

El diseño del sistema de bombeo pasa por evaluar, en primer lugar, los recursos locales y las necesidades de agua y, en segundo lugar, su implementación física. En consecuencia, las fases son las siguientes: (CECADE, s.f.)

1. Determinación de la demanda de agua.
2. Determinación de la carga dinámica total.
3. Determinación de la radiación solar de la zona.
4. Selección de la bomba y de los paneles solares.

En cuanto a los factores que influyen el diseño del sistema son:

- Las condiciones hidráulicas, como la profundidad del pozo y la elevación sobre el nivel de extracción del agua (tanque elevado), las características fisicoquímicas del agua y las pérdidas por tuberías y/o accesorios.
- La energía producida por el sistema fotovoltaico. Por ende existen dos alternativas en el diseño de una instalación fotovoltaica aislada para bombeo de agua: el bombeo solar directo o bombeo solar con uso de baterías. En el bombeo solar directo, únicamente se bombea agua cuando se tiene radiación solar disponible, pero esta se puede suplir con la utilización de depósitos de almacenamiento, mientras en los sistemas de bombeo solar con uso de baterías, la energía eléctrica es almacenada en forma de energía electroquímica reutilizable en periodos en los que no se dispone de radiación. La inclusión de sistemas de baterías para almacenar energía permite un bombeo controlado en el tiempo. Se hace una comparación de los diferentes arreglos de sistemas de bombeo fotovoltaico. (CECADE, s.f.). Podemos observar en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Tipos de sistemas de bombeo fotovoltaico.

Sistema de bombeo solar	Ventajas	Desventajas
Arreglo A: Bomba de corriente continua	<ul style="list-style-type: none"> • No requieren baterías: siempre bombean cuando hay radiación solar. • Las bombas son más eficientes que las bombas tipo AC. • Requieren menos módulos fotovoltaicos. • Bombas de buena calidad con un alarga vida (más de 20 años) 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede usar bombas ya instaladas. • No se puede usar la energía para otros fines. • Hay pocos fabricantes de calidad a nivel mundial. • Las reparaciones tiene que hacerlas técnicos especializados. • Los repuestos pueden durar poco tiempo y pueden ser costosos.
Arreglo B: Bombas AC con inversor especial.	<ul style="list-style-type: none"> • No requieren baterías: bombean cuando hay radiación. • Se puede usar las bombas ya instaladas. • Técnicos locales para realizar el mantenimiento y reparación de las bombas. • Precios accesibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede usar la energía para otros fines. • La eficiencia depende de la calidad de las bombas, aproximadamente 50%. • Las reparaciones del inversor pueden ser caras.
Arreglo C: Bombas AC con un sistema solar con baterías.	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas existentes se pueden usar. • Se pueden usar bombas comunes. • La reparación de las bombas pueden hacerla técnicos locales. • Los repuestos están disponibles localmente. • Un sistema central puede alimentar varias bombas. • La electricidad generada se puede usar para otros fines. • Se puede apoyar el sistema con una fuente exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren baterías para generar y mantener la red. • La eficiencia de las bombas depende de su calidad y es aproximadamente el 50%. • La ,adaptación de las bombas a la disponibilidad de la electricidad es más complicado. Requieren según el uso variadores de frecuencia.

Fuente: IDEA (2012)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

a. Ubicación geográfica

Geográficamente se encuentra ubicado entre los paralelos $13^{\circ} 04' 14.49''$ y $13^{\circ} 04' 59.72''$ de latitud sur y los meridianos $74^{\circ} 13' 08.39''$ y $74^{\circ} 12' 20.6''$ de longitud oeste. Según el sistema UTM, Coordenadas “La zona de proyecto (Terreno a instalar)”:

8547657.00 N

86352.00 E

Altitud media de la zona del proyecto (Terreno a instalar) 2,620 m.s.n.m.

Altitud máxima de la comunidad campesina de Totora 2,649 m.s.n.m.

Altitud mínima de la comunidad campesina de Totora 2595 m.s.n.m.

b. Ubicación Política

Departamento : Ayacucho.

Provincia : Huamanga.

Distrito : Jesús Nazareno

Zona : Comunidad campesina de Totora

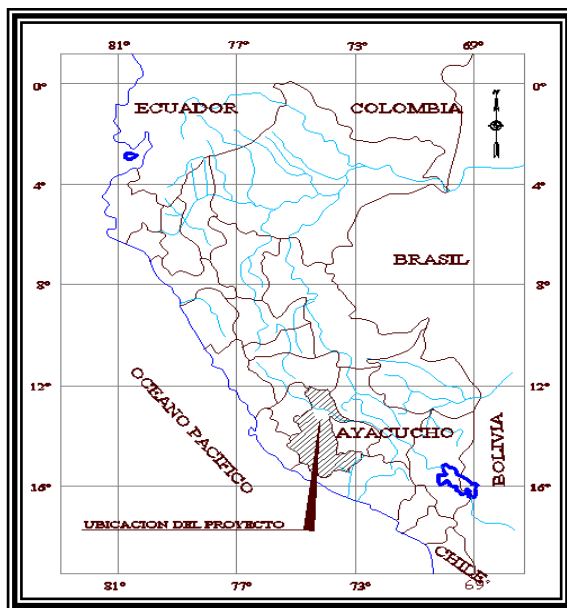


Figura 2.1. Mapa del Perú

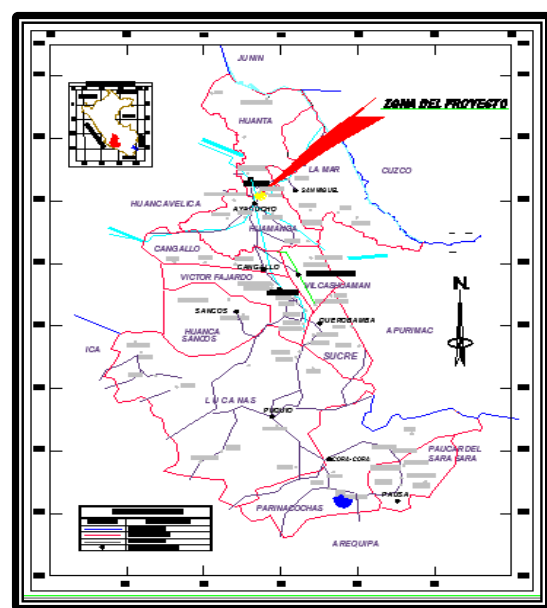


Figura 2.2. Mapa del departamento de Ayacucho

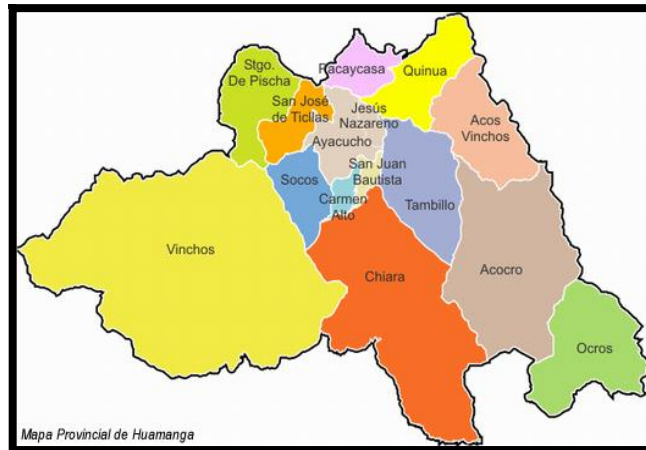


Figura 2.3. Mapa de la provincia de Huamanga

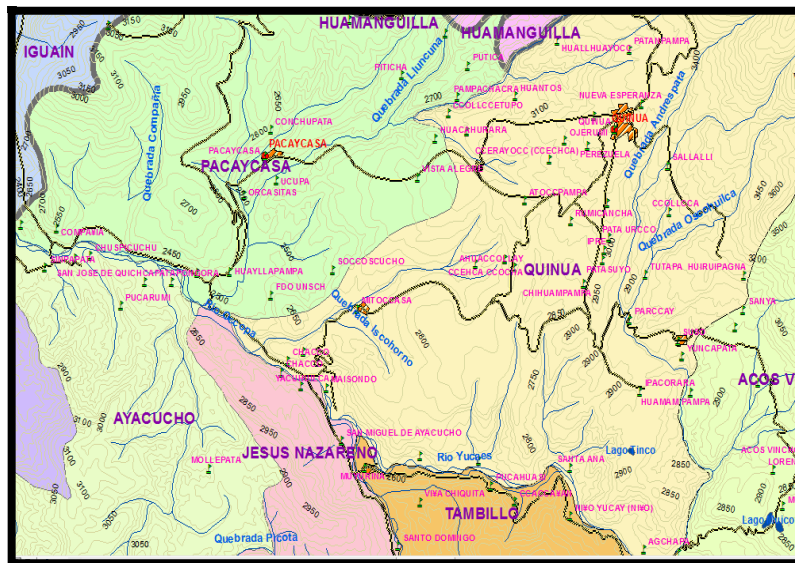


Figura 2.4. Mapa del distrito de Jesús Nazareno



Figura 2.5. Imagen satelital de la zona del proyecto

c. Extensión y altitudes

La comunidad campesina, tiene tierras de riego y secano, según la carta nacional y el levantamiento catastral. Se encuentra entre los rangos altitudinales de 2,490 m.s.n.m. al 2,616 m.s.n.m

d. Límites

El ámbito territorial del distrito de Ayacucho tiene los siguientes límites:

- Por el Norte con la población de la comunidad de Santo Domingo
- Por el Sur con la el distrito de Mariscal Cáceres
- Por el Este con la población de comunidad de Rumi chaca
- Por el Oeste con la población de Totora alta

e. Accesibilidad

El acceso a la comunidad campesina de Totora desde la ciudad de Ayacucho, es mediante una carretera asfaltada en una distancia de 5 km aproximadamente, dicho recorrido se realizar en un tiempo de 5 min, por vehículos de transporte público.

2.2. PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

Para la información climatológica, se tiene en consideración la estación meteorológica de INIA CANAAN, la cual se encuentra en funcionamiento, ubicada en la latitud 13°08'51" longitud 74°13'06", en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga – Ayacucho.

La precipitación pluvial, como expresión del comportamiento de los fenómenos de la naturaleza se inicia en el mes de septiembre y concluye en el mes de abril, mostrándose en forma agresiva en los meses de enero febrero y marzo, época donde incrementan el caudal de los ríos y riachuelos. La precipitación promedio anual 750 mm. Asimismo la humedad relativa más elevada se registra en el mes de marzo con 71.3%.

El clima del distrito de Jesús Nazareno como estado promedio de sus elementos, es templado, seco y saludable con una temperatura, promedio anual de 20.5° con variaciones de temperaturas máximas de 31° y temperaturas mínimas de hasta -2°.

2.3. DIMENSIÓN TERRITORIAL

a. Morfología

En la comunidad de Totorá se caracteriza por presentar una topografía de mediana pendiente natural que comprende, superficies onduladas, en la zona agrícola. Y se presentan pequeñas colinas con laderas de pendiente medianas a altas.

b. Pisos ecológicos

La zona del proyecto, se encuentra ubicada entre 2,608 a 2,614 m.s.n.m., característica que permite ubicarlo en el piso ecológico Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), el ecosistema es de clima seco y templado frío, 18° C a 20° C de biotemperatura media anual.

c. Agua

Los recursos hídricos en la zona del proyecto son escasos, debido a que no se cuenta con un sistema hidrográfico alimentado por deshielos en zonas cercanas, las aguas corrientes (ríos), nacen en las partes altas y fluyen de Sur a Norte hasta desembocar en el riachuelo de Alameda. La red hidrográfica lo conforma básicamente el río de Alameda que fluye en mayor proporción en época de lluvias. Los puquiales o aguas filtradas son también escasos.

d. Flora

La flora predominante en la zona del proyecto son las gramíneas, cactácea, las especies naturales propias de la zona son variadas, distinguiéndose los más predominantes: Molle (*Schinus molle*), Cabuya (*Agave sisilana*), Eucalipto, Maguey (*Agave americana*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Atajo (*Amarantus hybridus*), Cebadilla (*Avena stirensis*), Tuna (*Opuntia ficus indica*), Aliso, Qengua, etc.

e. Fauna

La existencia de animales es también variado, encontrándose: Zorros, Halcones, Gavilanes, Perdices, etc. En cuanto a la crianza de animales domésticos como: aves de corral, porcinos, equinos, vacunos, etc. siendo su producción muy reducida y tradicional, que no satisface al mercado local.

El recurso natural a disposición del hombre y siendo uno de los factores fundamentales dentro del contexto del paisaje agrario es el recurso suelo, constituido por materias orgánicas y elementos inorgánicos que cubre la corteza terrestre, donde crecen y desarrollan las plantas y animales.

2.3.1. Dimensión económica

a. Actividad agrícola

Una de las actividades principales de la comunidad de Totorá es la agricultura, con una relevancia.

b. Principales cultivos

La agricultura en la comunidad de Totorá, los cultivos más importantes producidos: es la alfalfa y hortalizas (verduras).

2.4. MATERIALES Y EQUIPOS

a. Materiales

- Wincha de 50 ml, que se utilizó para trabajos de campo.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Pintura.
- Prismas.
- Material bibliográfico propio y de la biblioteca de la UNSCH.

Base de datos disponibles como datos climáticos (PERC), planos (oficina de infraestructura - UNSCH), catálogos (internet, empresas privadas).

b. Equipos

- GPS Map 96 Csx.
- Estación total Topcon 105
- Computadora, para realizar el procesamiento y modelamiento de datos.
- Impresora y escáner.
- Calculadora Fx-570
- Software
- Google earth Pro 6.2.2.6

- ArcMap 10.3
- AutoCAD 2017
- AutoCAD Civil 3D 2007
- Estación meteorológica
- Multímetro de pinza

2.5. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- Cuáles son los parámetros y componentes del sistema fotovoltaica para el funcionamiento del sistema de bombeo
- Cuál será la potencia de la bomba para el bombeo de agua que requiere los cultivos de hortalizas

2.5.1. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se realizará los siguientes procedimientos:

a. Etapa de campo

Para lo cual se realizó una visita de campo para identificar la fuente de oferta de agua, la topografía del terreno, las áreas agrícolas potenciales que se podrá beneficiar con la instalación del sistema de riego por gravedad mediante el uso de energía fotovoltaica.

La siguiente etapa fue la recopilación de trabajos topográficos realizados en la zona del proyecto mediante equipos de precisión (estación total y GPS).

b. Etapa de gabinete

Procesamiento de los datos recopilados en el campo (datos topográficos con GPS y estación total) y planos catastrales existentes.

- Procesamiento del diseño agronómico.
- Procesamiento del diseño hidráulico y la potencia de la bomba.
- Cálculos para dimensionar un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua.

2.5.2. Procedimiento metodológico del trabajo de campo.

Se procederá a realizar la visita de campo para identificar la fuente de oferta de agua mediante el aforo, determinando un caudal de oferta de manante en $Q= 50 \text{ lt/seg}$, la

topografía del terreno, las áreas agrícolas potenciales que podrá beneficiar con la instalación del sistema de riego por gravedad mediante el uso de energía fotovoltaica.

Se procedió hacer un levantamiento topográfico del terreno, para las áreas de cultivo, línea de conducción, ubicación del sistema fotovoltaico, la captación y reservorio, como se muestran en las siguientes figuras.



Figura 2.6. Ingreso al campo de cultivo

Fuente: Elaboración propia

En esta figura podemos observar el área de cultivo donde se cultivará las hortalizas propuestos.



Figura 2.7. Fuente de oferta $Q= 50 \text{ lt/s}$

Fuente: elaboración propia

En esta figura podemos observar la captación para el bombeo de agua para cubrir la demanda de agua de nuestros cultivos.



Figura 2.8. Línea de conducción

Fuente: Elaboración propia

En esta figura podemos observar la línea de conducción por donde pasará agua por la tubería HDPE.



Figura 2.9. Limpieza de campo

Fuente: Elaboración propia

En estas figuras podemos observar la limpieza, siembra y el abonamiento de los cultivos.



Figura 2.10. Área de cultivo a beneficiar

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Procedimiento metodológico del trabajo de gabinete

Procesamiento de los datos recopilados en el campo (datos topográficos con GPS y estación total) y planos catastrales existentes.

De acuerdo con la topografía del lugar, fue necesario hacer un levantamiento topográfico y el procesamiento de los datos obtenidos en campo, del sector a experimentar, con el fin de determinar la superficie, forma, pendientes, localización y cotas de la fuente de oferta de agua al lugar donde se pretende situar el equipo de bombeo, lugar donde se ubicará la infraestructura de almacenamiento (reservorio). Este último con el objeto de calcular la carga dinámica total que va a requerir el sistema.

Procesamiento del diseño agronómico

Para realizar el cálculo del diseño agronómico, se tuvo presente las siguientes consideraciones.

Fuentes de abastecimiento de agua

Se identificó la principal fuente de agua para la zona del proyecto en la comunidad de Totorá siendo el río de Alameda ubicada en la parte más baja del terreno, la cual se realizó el aforo de caudal mediante el método volumétrico.

El cálculo del caudal del aforo se muestra en el anexo N° 02.

Suelo

Para el análisis físico se tomaron las muestras de suelo: Mediante el reconocimiento del área se eligió el punto de muestreo. En dicho punto de muestreo se tomó la muestra de suelo de 0-40 cms de profundidad, la cual se envió al laboratorio de suelos.

Los resultados técnicos del análisis físico se muestran en el anexo N° 03.

Información meteorológica

Para la información meteorológica se utilizó la estación de INIA CANAN, la cual se encuentra dentro de la zona del proyecto, siendo esta información de gran importancia para el cálculo del requerimiento hídrico. La información meteorológica se muestra en el anexo N° 04

a. Análisis del requerimiento hídrico

Evapotranspiración potencial (ET_o).

La evapotranspiración potencial (ET_o) es la cantidad de agua evaporada y transpirada por un cultivo, que cubre toda la superficie en estado activo de crecimiento y con un suministro adecuado y continuo de agua.

El método empírico utilizado para el cálculo de la ET_o fue el método de Hargreaves debido a la poca información meteorológica de la zona del proyecto, los datos meteorológicos utilizados son de la estación de CANAN INIA, Ver Anexo N° 05.

La fórmula que se aplico es la siguiente:

$$ET_o = MF * TMF * CH * CE$$

Dónde:

ET_o=ETP : Evapotranspiración potencial (mm/mes)

MF : Factor mensual de latitud, se obtiene de un cuadro

TMF : Temperatura media mensual (°F):

CH : Factor de corrección para la humedad relativa

CE : Factor de corrección para la altura o elevación del lugar.

$$CH = 0.166 * (100 - HR)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

HR = Humedad relativa media mensual (%)

La fórmula anterior se emplea para valores de HR mayores de 64%.

Para $HR < 64\%$, $CH = 1$

$$CE = 1.0 + 0.04 * \frac{E}{2000}$$

Dónde:

E : Altitud o elevación del lugar (m.s.n.m)

$$TMF = \frac{9}{5} * T(^{\circ}C) + 32$$

Dónde:

T($^{\circ}C$) : Temperatura media en grados Celsius

Cédula de cultivo

Representa al cronograma de siembra con los principales cultivos que se producirán en la zona del proyecto, de estiaje y cultivos permanentes en caso de perejil y otros.

Factor de cultivo (Kc)

Llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por cultivo del cual se quiere evaluar el consumo de agua, cuya información se obtuvo de los reportes de la FAO, previa corrección con el factor respectivo.

Factor Kc ponderado (kc-ponderado)

Este factor se obtiene a partir del área parcial de cada cultivo propuesto y de la cédula planteada.

$$Kc\text{-ponderado} = \frac{\sum(A * Kc)}{\sum A}$$

Evapotranspiración real del cultivo ETA o ETc

La ETc se obtiene a partir de la ecuación:

$$ETc = Kc * ETo$$

Precipitación efectiva (P. Efect)

Es la cantidad de agua del total de precipitación que aprovecha la planta para cubrir sus necesidades parciales o totalmente. Para el cálculo de la precipitación efectiva se utilizó la fórmula empírica del método de USDA SCS (P).

Precipitación efectiva
(Método USDA SCS (P))

$$Pe = Pt (125 - 0.2Pt)/125 \quad \text{para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$Pe = 125 + 0.1Pt \quad \text{para } Pt > 250 \text{ mm}$$

Pe: Precipitación efectiva (mm)

Pt: Precipitación total (mm)

Requerimiento neto de agua (Dn).

Es la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para que supla sus necesidades. Esta expresada como la diferencia entre la ETc y la P. Efect. A lo largo de todo el mes.

$$Dn = ETc * \text{días del mes} - P_{\text{efec}} \quad (\text{mm/mes})$$

Eficiencia de riego del proyecto (ef. riego)

Es el factor de eficiencia del sistema de riego, indica cuan eficientemente se está aprovechando el agua. Los valores varían entre las diferentes modalidades de riego. La eficiencia de aplicación para el uso del agua dependerá del método de riego que se emplee. Por gravedad (40% - 50%)

Requerimiento volumétrico bruto del agua (Db)

Es el resultado de dividir el volumen neto requerido entre la eficiencia de riego del proyecto cuyo resultado se da en mm/mes.

$$Db = \frac{D_n \text{ (mm/mes)}}{\text{Efic. riego}}$$

También para presenta la dotación bruta (m³/ha) se debe de multiplicar por 10 al valor obtenido. Además para la obtención de la Db del proyecto en (m³) se debe de multiplicar por las hectáreas a producirse según la cédula de cultivo.

Módulo de riego (Mr)

Es el requerimiento de agua que se presenta en el mes más crítico durante la cédula de cultivo.

$$Mr = \frac{ETC_{\text{máximo}} \text{ (mm/día)}}{\text{Efic. riego}}$$

Para obtener el módulo de riego en (lt/seg/ha) se realiza la siguiente conversión.

$$Mr = \frac{ETC_{\text{máximo}} \text{ (mm/día)}}{\text{Efic. riego}} * \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}}$$

Fuentes de abastecimiento de agua

La principal fuente de agua para la zona del proyecto es un río, la cual realizó el aforo para el cálculo del caudal de oferta.

Balance oferta - demanda

Con los valores de la demanda hídrica de los cultivos se realizó la comparación frente al caudal de oferta, para asegurar la cobertura de dicha demanda. Cuya comparación se muestra en el análisis de resultados. Anexo N°: 06

Cálculo de la humedad disponible en el suelo

Para el cálculo de la humedad disponible se requiere las características físicas e hídricas del tipo de suelo a regar, así como de los del cultivo:

Datos del análisis de suelo agrícola: ver anexo 03 y 07

Textura

Velocidad de infiltración (Vb)	: cm/hr
Densidad aparente (Da)	: (gr/cm ³)
Capacidad de campo (CC)	: %
Punto de marchites (PMP)	: %

Datos del cultivo

Prof. de raíces (Pr)	: cm
Humedad aprovechable (Pw)	: %

Luego determinar las necesidades de riego netas del cultivo, se determinó mediante la fórmula:

$$H = \frac{CC - PMP}{100} * Da * Pr * Pw$$

Dónde:

- H : Lámina de agua neta a reponer en cada riego (cm)
 CC : Humedad a capacidad de campo (%)
 PMP : Humedad en punto de marchitez permanente (%)
 Da : Densidad aparente del suelo (gr/cm³)
 Pr : Profundidad efectiva de las raíces (cm)
 Pw : Humedad aprovechable del suelo (variable de 0 a 1)

Cálculo de frecuencia de riego

$$FR = \frac{H * 10}{ETC}$$

Dónde:

- FR : Frecuencia de riego (días)
 H : Lámina de agua neta a reponer en cada riego (cm)
 ETC : Evapotranspiración máxima del cultivo (mm/día)

Frecuencia de riego ajustado

FR.ajus = Valor de la FR redondeado o asumido en días.

Cálculo de Tiempo de riego

$$TR = \frac{FR_{ajus} * ETC}{(Efic. riego * Pluviometri)}$$

Dónde:

- TR : Tiempo de riego (hrs)
 FR ajus : Frecuencia de riego ajustado (cm)
 ETC : Evapotranspiración máxima del cultivo (mm/día)
 Pv : Pluviometría (mm/hr)

b. Procedimiento del diseño de un sistema de bombeo

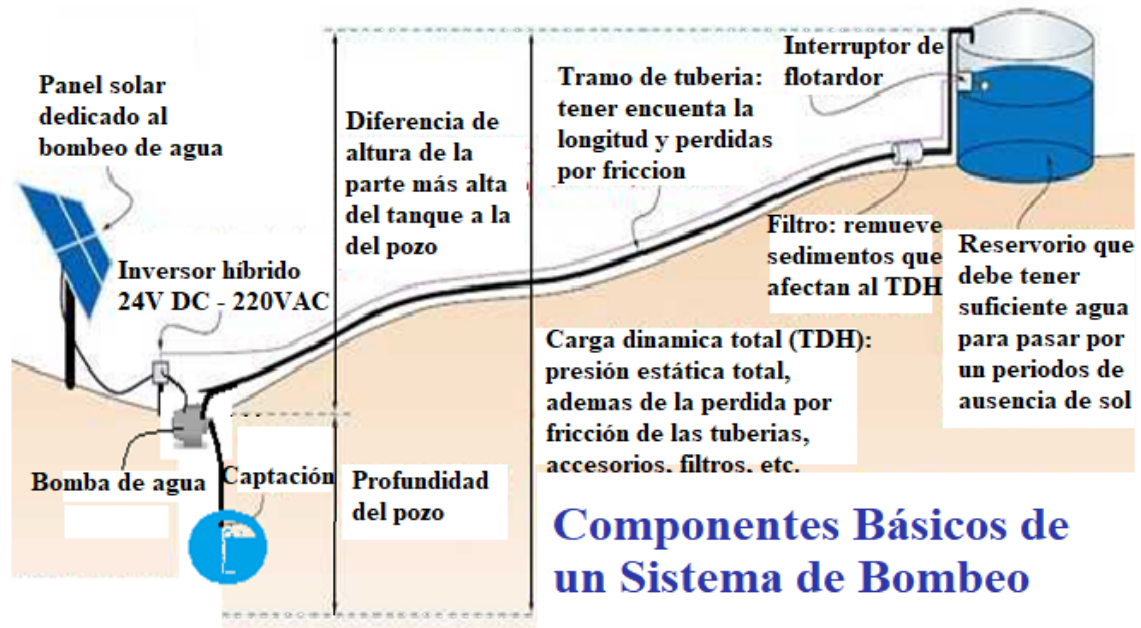


Figura 2.11. Componentes básicos de un sistema de bombeo de agua con paneles solares

Fuente: Electricidad Gratuita

Pérdidas de carga en tuberías (H_{ft}), (Martínez, M. 1993):

$$H_{ft} = 10.665 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.869}} \times L$$

Dónde:

H_{ft} : Pérdidas de carga en tubería, en M.C.A

Q : Caudal, en $m^3 s^{-1}$

L : Largo de la tubería, en m.

C : Coeficiente de rugosidad, adimensional.

D : Diámetro de la tubería, en m.

Para dimensionar el sistema de bombeo, se parte del cálculo del mes más crítico, vale decir, el mes donde las necesidades de agua son mayores, y que según los cálculos realizados de acuerdo con el caudal y tiempo de riego necesario para el cultivo.

Determinación de caudal de impulsión

La línea de impulsión se diseña con el caudal de demanda a impulsar en lt/seg) y las horas de bombeo a realizar. Ver anexo 08

Determinación del diámetro de tubería de impulsión:

Se realizó mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

Determinación del diámetro según fuente de CAPECO:

$$D = 1.3 * \left(\frac{X}{24} \right)^{1/4} * \sqrt{Q}$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en m.

X : N° de horas de bombeo.

Q : Caudal, en m³/s.

Determinación del diámetro según BRESSE.

$$D = 0.5873 * N^{0.25} * \sqrt{Q}$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en m.

N : N° de horas de bombeo

Q : Caudal, en m³/s

Determinación del diámetro asumiendo la velocidad óptima de reglamento V = 1.2 m/s:

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 * Q}{V * \pi} \right)}$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en pulgadas

V : Velocidad en m/s

Q : Caudal, en m³/s

π : Valor aproximado

Análisis de los resultados de los diámetros:

De acuerdo al reglamento para sistemas de impulsión se recomienda la utilización de diámetros de tuberías que te permitan velocidades:

$$1.00 \frac{m}{s} < V < 2.00 \frac{m}{s}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en pulgadas

V : Velocidad en m/s

Q : Caudal, en m³/s

π : Valor aproximado

Diámetro de la tubería de succión (vs)

Teniendo en cuenta la velocidad recomendadas para fluidos en entrada de bomba (tabla 1, adjunto en anexos), se tomará el diámetro comercial superior, se tendrá D" la velocidad en estas condiciones sería de:

$$V_s = \frac{Q}{A} \quad 0.6 \frac{m}{s} < V < 0.9 \frac{m}{s}$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en pulgadas

V_s : Velocidad de succión en m/s

Q : Caudal, en m³/s

A : Área de la sección de la tubería (m²).

Cálculo de altura de sumergencia

Luego de determinado el D" que cumpla con las condiciones mencionadas, calculara a la altura de sumergencia:

$$S = 2.5 * D + 0.1$$

Dónde:

D : Diámetro de la tubería, en pulgadas.

Determinación de las pérdidas de carga

El cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías del sistema de bombeo se desarrolla mediante el uso de las siguientes fórmulas:

De la fórmula de Darcy Weisbach.

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

H_f : Pérdida de carga (m/km)

- F : coeficiente de fricción de la tubería
 D : Diámetro (m)
 V : Velocidad en m/s

De la fórmula de SWAMEE - JAIN:

Para valores de Re mayores de 4,000 es recomendable usar la siguiente expresión:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log\left(\frac{K_s/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Dónde:

- f : Coeficiente de fricción de la tubería
 Ks : Rugosidad de la tubería (para PVC = 0.0015 mm)
 D : Diámetro de la tubería (m)
 Re : Número de Reynolds (adim)

Para el cálculo del número de Reynolds

$$Re = \frac{V * D}{u}$$

Dónde:

- Re : Número de Reynolds (adim)
 u : Viscosidad cinemática (para 20 °C = 0.9*10⁻⁶ m²/s)
 V : Velocidad del fluido en la tubería (m/s)

Pérdida de carga en accesorios

Aplicando la longitud equivalente en la ecuación:

$$H_f = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Dónde:

- Hf : Pérdida de carga en accesorios (m).
 K : Pérdidas aproximadas de k (Adjunto en el anexo).
 V : Velocidad del fluido en la tubería (m/s).

Determinación de la altura dinámica de la tubería

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} + Z_1 + HB + H_{perd.} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + Z_2$$

Dónde:

- P1 : Presión en el reservorio existente
- P2 : Caudal, en m³ s-1
- V2 : Peso específico del agua
- Z2 : Velocidad en el reservorio existente
- HB : Altura que genera la bomba para impulsar agua al reservorio
- H_{perd} : Pérdida de carga por fricción y accesorios.
- hi : Diferencia de nivel eje del rotor y nivel de descarga.
- hs : Diferencia de nivel de agua y eje de la bomba.

Altura que genera la bomba para impulsar agua al reservorio

$$HB = hs + hi + H_{perd} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Dónde:

- V2 : Peso específico del agua
- HB : Altura que genera la bomba para impulsar al reservorio
- H_{perd} : Pérdida de carga por fricción y accesorios.
- hi : Diferencia de nivel eje del rotor y nivel de descarga.
- hs : Diferencia de nivel de agua y eje de la bomba.
- g : Gravedad

Determinación de la sobre presión por cierre instantáneo

Velocidad de propagación de la onda.

$$a = \sqrt{\frac{1}{\rho * \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{e * E} \right)}}$$

Dónde:

- a : Velocidad de propagación de la onda (m/s)
- ρ : Densidad del agua (1000 kg/m³)
- D : Diámetro de la tubería (m)
- e : Espesor de la tubería (m)

- ε : Módulo de elasticidad del agua ($10 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$)
 e : Módulo de elasticidad de tracción ($8.61 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$)

Tiempo de cierre de la tubería:

$$T_c = \frac{2 * L}{a}$$

Dónde:

- T_c : Tiempo de cierre de una válvula (seg)
 L : Longitud de la tubería (m)

Sobre presión causada por el golpe de ariete:

$$\Delta H_a = \frac{V * a}{g}$$

Dónde:

- ΔH_a = Altura de carga de la sobre presión (m)

Determinación de la altura de carga dinámica máxima

$$\Delta H_{\max} = h_s + h_i + H_{\text{perd.}} + \Delta H_a$$

Dónde:

- ΔH_{\max} : Altura máxima de carga de agua (m)
 H_{perd} : Altura total de carga de agua por fricción (m)
 ΔH_a : Altura de carga por sobre presión (m)
 h_s : Diferencia de nivel de agua y eje de la bomba.
 h_i : Diferencia de nivel eje del rotor y nivel de descarga.

Determinación de la potencia de la bomba

La potencia de la bomba está definida por la siguiente ecuación:

$$HP = \frac{Q * \Delta H_{\max}}{75 * n}$$

Dónde:

- Q : Gasto en lt/seg
 H_{\max} : Altura dinámica de la bomba (m)
 n : Eficiencia recomendada por los fabricantes de bomba.

Elección del tipo de bomba

De acuerdo con las necesidades de caudal para el riego y los resultados obtenidos de las alturas de impulsión, se selecciona la bomba para cubrir los requerimientos.

a. Procedimiento de cálculo para sistemas fotovoltaico

Para realizar el cálculo o pre dimensionamiento del sistema fotovoltaico se realizará los siguientes procedimientos: Ver anexo 11

Determinación del promedio de energía eléctrica solicitada por la instalación receptora:
Se deberá tener en consideración la demanda generada por la bomba seleccionada, dicha demanda se expresa en vatios (W). Como el valor de la potencia de demanda de la bomba se da en HP, se realizar la conversión a (W), teniendo en cuenta el siguiente:

$$\text{Factor de conversión: } 1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

Consumo de energía diario en corriente alterna (Eelec CA)

$$E_{\text{elec CA}} = (100 + F_s) * E_{\text{CA}} / \eta_{\text{inv}}$$

Dónde:

F_s : Factor de seguridad (15 %)

η_{inv} : Eficiencia del inversor (96 %)

$E_{\text{elec CA}}$: Energía eléctrica de corriente alterna (Wh/día)

Consumo medio diario de energía eléctrica (Eelec)

$$E_{\text{elec}} = E_{\text{elec CC}} + E_{\text{elec CA}}$$

Dónde:

E_{elec} : Energía eléctrica (Wh/día)

$E_{\text{elec CC}}$: Energía eléctrica de corriente continua (Wh/día)

$E_{\text{elec CA}}$: Energía eléctrica de corriente alterna (Wh/día)

Determinación del promedio de radiación diaria

Tener en consideración la posesión de coordenadas del lugar de ubicación de los modelos fotovoltaicos.

Además, señalan que los módulos deberían ser montados con la orientación y ángulo requerido para un óptimo comportamiento de los equipos. Generalmente éste ángulo de inclinación según Siemens (en su guía de instalación general), puede ser calculado, usando la latitud del sitio más 15 grados, con los módulos haciendo frente al sur en latitudes norteadas y al norte en latitud sur.

$$\alpha = \text{Latitud} + 10^\circ$$

Datos de irradiación solar extraterrestre. (Hs):

Dichos datos son obtenidos de las estaciones meteorológicas, debido a que en la zona del proyecto la estación meteorológica no registra la información de irradiación solar extraterrestre.

Para realizar el cálculo de nuestro proyecto se utilizó del atlas de energía solar del Perú. Ver el anexo 10

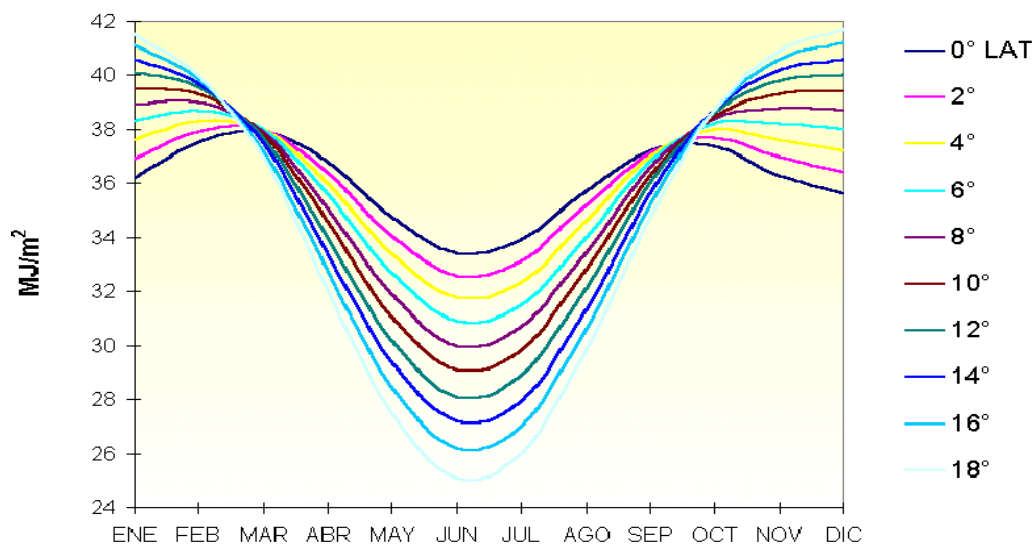


Figura 2.12. Irradiación solar extraterrestre – Hemisferio Sur

Fuente: Atlas de energía solar del Perú.

Para poder obtener el valor de irradiación solar se debe tener en consideración la posesión de las coordenadas del lugar de ubicación de los modelos fotovoltaicos.

Como la información de irradiación lo requerimos en (kWh*m²/día), y el reporte del atlas solar nos informa en (MJ/m²), realizaremos la conversión mediante el siguiente factor:

$$1 \text{ (MJ/m}^2\text{)} = 0.2778 \text{ (kWh /m}^2\text{)}$$

Determinación del peor mes o del mes más desfavorable

Para cada uno de los meses del año, se calcula el cociente entre el consumo medio total diario de energía eléctrica, E_{elec} y promedio de la radiación diaria disponible en el lugar de ubicación de los módulos fotovoltaicos, H_s .

$$Y_{max} = \frac{E_{elec}}{H_s}$$

Dónde:

Y_{max} : Representa 1000 veces la superficie necesaria que la radiación solar incida en esta zona expresada en (m^2)

E_{elec} : Energía eléctrica (Wh/día)

H_s : Irradiación solar extraterrestre ($kWh \cdot m^2 / día$)

Elección del tipo de panel fotovoltaico y en especial de la potencia pico

Llegado a este punto, se hace imprescindible realizar la elección del tipo de panel fotovoltaico, preferentemente que se encuentre de manera fácil en el mercado.

De dichas especificaciones técnicas obtener:

P_{mod} : Potencia del módulo (Wp)

V_{mod} : Tensión del módulo (V)

$V_{P,mod}$: Tensión del punto máximo de potencia (V)

$V_{OC,mod}$: Tensión de circuito abierto (V)

$I_{P,mod}$: Corriente en punto máximo de potencia (A)

$I_{SC,mod}$: Corriente de corto circuito (A).

Energía producido por un panel (E_{panel})

$$E_{panel} \text{ (Wh/día)} = H_s \text{ (kWh/m}^2 \cdot \text{día)} * P_{mod} \text{ (Wp)}$$

Dónde:

E_{panel} : Potencia producida por un panel (Wh/día)

H_s : Irradiación solar extraterrestre ($kWh \cdot m^2 / día$)

P_{mod} : Potencia del módulo (Wp)

Cálculo del número de paneles fotovoltaico

$$N_{mod} = 1.1 * (Y_{max} ((Wh/dia)(kWh/(m^2*dia))) / (P_{mod} (Wp)))$$

Dónde:

N_{mod} : Número de módulos

Wp : Potencia pico

P_{mod} : Potencia del modulo

Cálculo del número módulos conectados en serie y en paralelo:

Dado que el elevado número de módulos se adopta una tensión de trabajo (campo fotovoltaico, regulador y baterías) de = 24 V, es decir.

$$V_{T.acu} = 24 \text{ V}$$

Dónde:

$V_{T.acu}$: Tensión de trabajo (V)

Nº de módulos conectados en serie:

$$N_{S.mod} = V_{T.acu} / V_{mod}$$

Dónde:

$N_{S, mod}$: Número de módulos en serie

$V_{T.acu}$: Tensión de trabajo (V)

V_{mod} : Tensión del módulo (V)

$$N_{P.mod} = N_{mod} / N_{S.mod}$$

Nº de módulos conectados en paralelo:

Dónde:

$N_{P, mod}$: Número de módulos en paralelo

$N_{S, mod}$: Número de módulos en serie

N_{mod} : Número de módulos

Número de módulos totales:

$$N_{mod} = N_{S.mod} * N_{P.mod}$$

Potencia pico total del sistema de captación de energía (Pgen)

$$P_{gen} (Wp) = N_{mod} (N^{\circ} \text{ total de paneles}) * P_{mod} (Wp / \text{ modulo})$$

Dónde:

- N_{mod} : Número de módulos
 Wp : Potencia pico
 P_{mod} : Potencia del módulo
 P_{gen} : Potencia pico del sistema

Intensidad pico de salida del sub sistema de captación de energía (IP,gen):

$$I_{P,gen} (A) = I_{P,mod} * N_{P,mod}$$

Dónde:

- N_{mod} : Número de módulos
 I_{mod} : Intensidad del módulo
 I_{pgen} : Intensidad pico

Intensidad total de corto circuito del sub sistema de captación de energía (ISC,gen)

$$I_{SC,gen} (A) = I_{SC,mod} * N_{P,mod}$$

Dónde:

- $N_{(P,mod)}$: Número de módulos conectados en paralelo
 I_{scmod} : Intensidad total de cortocircuito del módulo
 I_{scpgen} : Intensidad total de cortocircuito.

Tensión nominal total de salida del sub sistema de captación de energía (Vgen)

$$V_{gen} (V) = V_{mod} * N_{S,mod}$$

Dónde:

- $N_{(S,mod)}$: Número de módulos conectados en serie
 $V_{,mod}$: Tensión del módulo
 $V_{,gen}$: Tensión nominal

Tensión pico total de salida del sub sistema de captación de energía (VP,gen):

$$V_{P,gen} (V) = V_{P,mod} * N_{S,mod}$$

Dónde:

$N_{(S,mod)}$: Número de módulos conectados en serie

$V_{(P,mod)}$: Tensión pico del módulo

$V_{(P,gen)}$: Tensión pico nominal

Tensión total en circuito abierto del sub sistema de captación de energía ($V_{OC,gen}$)

$$V_{OC,gen} (V) = V_{OC,mod} * N_{S,mod}$$

Dónde:

$N_{(S,mod)}$: Número de módulos conectados en serie

$V_{(oc,mod)}$: Módulo total del circuito abierto

$V_{(oc,gen)}$: Tensión total del circuito abierto

Dimensionamiento del sub sistema de acumulación de energía eléctrica

Debemos de fijar el número de días de autonomía de las baterías (ND)

ND = días de uso de batería.

Profundidad máxima de descarga profunda (PD,max)

En acumuladores de plomo – ácido el PD,max = 0.6 y 0.8

En acumuladores de Ni / Cd el PD,max = 1

Profundidad máxima de descarga diaria (PD,diaria)

En acumuladores de plomo – ácido el PD,diaria = 0.2

En acumuladores de Ni / Cd el PD,diaria = 1

De estos valores se seleccionará la que corresponda a la batería utilizada.

Capacidad necesaria del sistema de acumulación ($C'_{T,acu}$, (Ah)):

$$C'_{T,acu} (Ah) = 1.1 * \frac{N_D * bateria (Wh / día)}{PD,max * V_{T,acu} (V)}$$

Dónde:

$C'_{T,acu}$: Capacidad del acumulador (Ah)

ND : Días de uso de batería.

PD, max : Profundidad máxima de descarga profunda

$V_{T,acu}$: Tensión de trabajo (V)

Adema, se debe cumplir:

$$C'_{T,acu} (Ah) \geq \frac{E_{elec,bateria} (Wh /día)}{P_{D,diario} * V_{T,acu} (V)}$$

Si, se cumple esta condición, entonces escogeremos un acumulador superior a la capacidad del acumulador. De las especificaciones técnicas del acumulador se obtendrá los siguientes datos:

Vacu : Tensión del acumulador (V)

C'acu : Capacidad del acumulador a comprar (Ah)

Nº de acumuladores conectados en serie:

$$N_{S,acu} = V_{T,acu} / V_{acu}$$

Dónde:

N_{S, acu} : Número de acumuladores en serie

V_{T,acu} : Tensión de trabajo (V)

Vacu : Tensión del acumulador (V)

Nº de acumuladores conectados en paralelo:

$$N_{P,acu} = C'_{T,acumod} / C'_{acu}$$

Dónde:

N_{P, acu} : Número de acumuladores en paralelo

C'_{T, acu} : Capacidad del acumulador (Ah)

C'acu : Capacidad del acumulador a comprar (Ah)

Número de acumuladores totales:

$$N_{acu} = N_{S,acu} * N_{P,acu}$$

Dimensionamiento del sub sistema de regulación (Inversores).

Tener en cuenta la tensión nominal del regulador.

$$V_{Reg} (V) = V_{gen} (V) = V_{T,acu} (V)$$

Además;

$$V_{Reg,max} (V) \geq 1.25 * V_{OC,gen} (V)$$

Con esta consideración procedemos a calcular la intensidad nominal de interruptor de conexión y desconexión de la corriente eléctrica desde el generador fotovoltaico hacia el sub sistema de acumulación ($I_{reg, gen-acu}$).

$$I_{Reg,gen-acu} (A) = 1.25 * I_{SC,mod} * N_{P,mod}$$

Dónde:

$I_{(Reg, gen-acu)}$: Intensidad nominal de interruptor del generador(A)

$N_{(P,mod)}$: Número de módulos conectados en paralelo

$I_{(SC,mod)}$: Intensidad total de cortocircuito del módulo (A)

Intensidad nominal de interruptor de acoplamiento entre la batería y los receptores ($I_{acu recep}$)

$$I_{acu recep} (A) = I_{acu, inv} \geq 1.25 * I_{max, inv} = 1.25 * \frac{P_{inv}}{(V_{T, acu} * n_{inv})}$$

Dónde:

$I_{(acu-recep)}$: Intensidad nominal de interruptor de acoplamiento (A)

P_{inv} : Potencia de salida del inversor en W (catálogo)

$V_{T,acu}$: Tensión de trabajo (V)

n_{inv} : Rendimiento máximo del inversor (90%)

Para cumplir la intensidad de regulación acumulada se requiere:

$$I_{Acu recep} = I_{acu, inv} \geq N^{\circ} inversores$$

Entonces, significa que debemos de escoger un inversor o inversores que posean una intensidad mayor a la intensidad nominal de interruptor de acoplamiento entre las baterías y los receptores. Ver anexo 11

Cálculo presupuestal del sistema de riego con bombeo fotovoltaico

La decisión de utilizar un sistema solar para bombeo de agua, depende en gran medida del costo del sistema y de los beneficios económicos que se esperan. Los sistemas de bombeo FV tienen un alto costo inicial comparado con otras alternativas de bombeo; sin embargo, no necesitan de combustible y requieren menos mantenimiento y atención del operador. Entre los principales componentes del análisis de costos tenemos:

Costos de inversión inicial

Según lo señalado a lo largo de este proyecto, se estimará el presupuesto para el riego con bombeo fotovoltaico, con almacenamiento de agua en altura, a través de un reservorio de geomembrana.

Teniendo en consideración las siguientes partidas:

- Costos del sistema fotovoltaica.
- Costo del sistema de bombeo.
- Reservorio de geomembrana.
- Costo de gastos generales.

Este costo del sistema se obtiene del producto entre el metrado y los costos unitarios de cada partida que lo conforma.

Costo de operación y mantenimiento

Este tipo de sistemas fotovoltaicos demandan muy pocos gastos de operación y mantención, reduciéndose a trabajos de inspección periódica de acuerdo con el tipo de componente en cuestión.

Costo de reemplazo

Este tipo de costo corresponde a la suma de todos los costos de reemplazo de equipos, debido a que la vida útil de algunos componentes del sistema resulta ser inferior a la vida útil de todo el sistema.

Este tipo de costo más los costos de instalación, operación y mantenimiento son los denominados costos de funcionamiento del sistema.

Análisis de rentabilidad del proyecto

Este tipo de análisis nos permite conocer si nuestro proyecto es rentable a lo largo del horizonte del proyecto (10 años), mediante los indicadores de VAN, TIR, B/C. En este análisis tiene gran importancia conocer el costo de producción, el rendimiento de los productos y los precios en chacra de estos productos. Para que el proyecto sea rentable debe cumplir las siguientes condiciones:

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los planos topográficos, del sistema de riego por gravedad con bombeo fotovoltaico se observó la fuente de agua a captar, la ubicación de la parcela a experimentar 0.3 ha, ubicación de módulos fotovoltaicos, la caseta de bombeo, el reservorio de geomembrana.

Diseño agronómico

Se calculó el diseño agronómico, a partir de las consideraciones:

Fuente de abastecimiento de agua

La principal fuente de agua para la zona del proyecto en la comunidad de Totorá, es un río, luego de determinar el aforo por el método volumétrico, la fuente posee un $Q = 50$ lt/seg de manera continua.

Suelo

Los análisis físicos del tipo de suelo de nuestra parcela que se encuentra en la Comunidad de Totorá arrojan una textura Franco Arenoso, con una CC: 23.20%, PMP: 24.20 % y una densidad aparente: 1.36 g.cc-1.

Información Meteorológica

Para la información meteorológica se utilizó la estación de INIA, la cual se encuentra dentro de la zona del proyecto en la latitud de $13^{\circ}10'42''S$, longitud de $74^{\circ}12'22.9''W$ y una altitud de 2800 m.s.n.m, siendo esta información de gran importancia para el cálculo del requerimiento hídrico.

Análisis del requerimiento hídrico

Evapotranspiración potencial (ET_o)

Con los datos meteorológicos de la estación de INIA, y mediante el método empírico de Hargreaves se obtuvo la evapotranspiración potencial máxima diario de $ET_o = 2.77$ mm/día y una máxima mensual de $ET_o = 86.02$ mm/mes. Que se presenta en el mes de agosto, debido a las sequías durante el año.

Teniendo en consideración los procedimientos de cálculos del ET_c , de la precipitación efectiva del requerimiento neto del agua (D_n) y la eficiencia de riego, de donde se obtuvo la siguiente demanda hídrica, para el sector de riego por gravedad.

Tabla 3.1. Cálculo de demanda de agua (módulo de riego)

FACTORES	Camp.I	Camp.II	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
días/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Arbeja	0,20	0,00					0,20	0,20	0,20	0,20	0,20			
RABANITO	0,03	0,00						0,03	0,03	0,03				
ESPINACA	0,04	0,00						0,04	0,04	0,04				
PEREJIL	0,03	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,03	0,03	0,03	0,30	0,30	0,30	0,30
Área cult./ mes (Has)	0,30	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,50	0,30	0,30	0,30
kc Ponderado			0,73	0,97	1,10	1,02	0,52	0,47	0,60	0,98	0,93	0,83	0,47	0,52
ETp (mm/día)			3,07	2,94	2,81	2,63	2,73	2,54	2,65	2,97	3,17	3,37	3,76	3,26
ETa(mm/día) ô UC			2,24	2,86	3,09	2,68	1,43	1,20	1,60	2,92	2,96	2,80	1,77	1,70
ETa(mm/mes) ô UC			69,50	79,95	95,82	80,38	44,39	35,86	49,60	90,59	88,78	86,75	53,02	52,61
Precip. Efectiva (mm/mes)			110,93	110,88	108,31	38,33	18,45	9,19	10,95	13,18	33,22	46,70	58,55	89,72
DA o Dn(mm/mes)			-41,44	-30,92	-12,49	42,05	25,94	26,66	38,65	77,41	55,55	40,04	-5,53	-37,12
Efic. Riego (%)			50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Dp o Db(mm/mes)			-82,88	-61,84	-24,98	84,09	51,89	53,32	77,31	154,83	111,11	80,08	-11,06	-74,23
Dp o Db(m ³ /Ha)			-828,76	-618,43	-249,80	840,93	518,88	533,24	773,06	1548,27	1111,06	800,82	-110,61	-742,31
Nº Horas de riego/día			24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Db (m ³)			-248,63	-185,53	-74,94	252,28	155,66	159,97	231,92	464,48	555,53	240,25	-33,18	-222,69
Db (l/s)			-0,09	-0,08	-0,03	0,10	0,06	0,06	0,09	0,17	0,21	0,09	-0,01	-0,08
Mod. Riego (l/s/Ha)			-0,31	-0,26	-0,09	0,32	0,19	0,21	0,29	0,58	0,43	0,30	-0,04	-0,28

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo de la figura del cálculo de la demanda de agua de los cultivos, seleccionamos el mes donde se necesita más agua, que es el mes de agosto con un módulo de riego de 0.58 l/s que cubrirá la demanda de agua.

Fuentes de abastecimiento de agua

A partir del caudal de oferta de $Q = 50 \text{ lt/s}$ de manera continua se calculó el volumen de oferta mensual en (m^3/mes).

Balance oferta - demanda

Luego del análisis de demanda se realizó el balance frente a la oferta del manantial de un $Q = 50 \text{ lt/s}$ y la demanda solo es 0.58 l/s hay más oferta y por tanto se precede.

a. Dimensiones del sistema de bombeo

El cálculo del mes más crítico, vale decir, el mes donde las necesidades de agua son mayores, y que según los cálculos realizados de acuerdo con el caudal y tiempo de riego necesario para el cultivo.

Datos técnicos.

- Caudal a impulsar $Q = 0.45 \text{ lt/seg}$.
- Horas de bombeo $X = 5 \text{ hr}$.
- Altura topográfica a bombear = 44.38 m
- Longitud de línea de impulsión $L = 100 \text{ m}$
- Altura de succión = 0.3 m

Determinación del diámetro de tubería de impulsión

Aplicando la formula respectiva se obtuvo:

Según CAPECO $D = 1 \text{ pulg}$.

Según BRESSE $D = 1 \text{ pulg}$.

Según la velocidad óptima asumida por reglamento $V = 1.2 \text{ m/s}$:

$$D = 1 \text{ pulg}$$

Por tanto, el diámetro asumido es de $D = 1''$

Análisis de los resultados de los diámetros

De acuerdo al reglamento para sistemas de impulsión se recomienda la utilización de diámetros de tuberías que permitan velocidades:

$$1.00 \frac{\text{m}}{\text{s}} < V < 2.00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En nuestro caso con \emptyset asumido de 1" la velocidad $V = 1.46$ m/s, con lo cual se cumple el reglamento.

Diámetro de la tubería de succión (vs)

Teniendo en cuenta la velocidad recomendadas para fluidos en entrada de bomba, se tomó el diámetro comercial $D = 1$ ", donde la $V = 0.65$ m/s, con lo cual se cumple con la siguiente recomendación:

$$0.6 \frac{m}{s} < V < 0.9 \frac{m}{s}$$

Determinación de la altura dinámica de la tubería

Aplicando las fórmulas respectivas y se obtuvo:

$$\text{Altura dinámica } H_{\text{perd}} = 5 + 0.18 = 5.18 \text{ m}$$

Determinación de la sobre presión por cierre instantáneo

Debido al pequeño caudal de impulsión y diámetro de la tubería de impulsión la sobre presión de cierre instantáneo es cero.

Determinación de la altura de carga dinámica máxima

Aplicando las fórmulas respectivas y se obtuvo:

$$\Delta H_{\text{max}} = 0.18 + 5 + 38.67 = 44.38 \text{ m.}$$

Determinación de la potencia de la bomba

La potencia de la bomba se determina aplicando la fórmula respectiva

$$\text{Potencia de bomba} = 1 \text{ Hp (considerando eficiencia de 70 \%)}$$

Elección del tipo de bomba

Considerando que se requiere una bomba de 1 HP, para impulsar una altura dinámica de 44.38 m, un caudal de 0.54 lt/s, se seleccionó una electrobomba periférica monoblock serie B marca Hidrostral, la que cuenta con las siguientes características:

Modelo: Electrobomba B1.1/2*2 - 3.4 T, de $n = 3500$ RPM.

Según nuestros datos de altura máxima de agua 44.29 m y los datos de caudal de impulsión $Q_{imp} = 0.52$ l/s (pero al momento de instalar el $Q_{imp} = 0.45$ l/p)

En resumen, el sistema de bombeo requiere:

$Q_{total\ imp} = 0.45$ lt/s

Para no poder sobredimensionar el sistema de bombeo se eligió realizar:

$Q_{imp} = 0.45$ lt/seg

X = 5 hrs (horas de bombeo)

$\Delta H_{max} = 44.29$ m

L impul = 3 m

D impul = 1 pulg

D succ = 1 pulg

Pot. Bomba calculada = 1 HP

Pot. Bomba comercial = 1 HP de B1.1/2 * 2 - 3.4T

Nº de bombas = 1 unid.

Entonces para bombear un $Q = 0.45$ lt/seg se requiere 01 bombas modelo 4SR33Gm/10, para bombear durante 5 hrs a una altura máxima de 44.29 m, los resultados del sistema de bombeo.

Según las especificaciones técnicas de una bomba de agua para la impulsión, seleccionada a partir de los cálculos matemáticos se obtuvo una potencia definida para un caudal adecuado, pero resulta que es otro caudal cuando se bombea el agua en la cabecera de la chacra, esto se debe a la calidad de agua, el clima y otros, hacer sus respectivos ajustes.

b. Cálculo del sistemas fotovoltaica

Determinación del promedio de energía eléctrica solicitada por la instalación receptora:

Habiendo calculado la potencia de bomba requerida, que es 01 unid de bomba modelo 4SR33Gm/10 de 1 HP de potencia, para impulsar una altura de 44.29 m, un caudal de $Q = 0.45$ lt/s. dicha demanda se expresa en vatios (W). Como el valor de la potencia de demanda de la bomba se da en HP, se realizó la conversión a (W).

Potencia total de la bomba = 1 HP = 746 W

- 05 paneles solares de 260Wp de 24V cada uno
- 02 baterías solares de 115 A de 12V cada uno
- 01 regulador de carga de 60 A de 24V
- 01 inversor de 2000W de 24V
- 50 m de cable de cobre de 2.5mm²
- 2 m de cable de cobre de 8mm²
- Accesorios de conexión de todo el sistema

Según las especificaciones técnicas de nuestros componentes fotovoltaicos (paneles solares, baterías solares, inversor y cables), deberían estar en un clima favorable o parámetros para su rendimiento al 100%, pero en nuestra área de experimento no cumple con sus condiciones favorables, por ello hay una pérdida de energía en nuestro sistema fotovoltaica, por ello se tiene un porcentaje de ajuste para nuestro sistema fotovoltaica.

Según (BALDAN, 2011) las instalaciones de sistemas de bombeo fotovoltaica en España fueron un éxito y fueron en aumento ya que operaban con la energía fotovoltaica, por esta razón se utilizó este sistema fotovoltaico para el bombeo de agua en nuestro país (Perú), en el departamento de Ayacucho, provincia huamanga y que también nos funcionó y se bombeo de manera eficaz para nuestros cultivos de hortalizas.

Según (FIRCO Y SWTDI, 2000), el sistema de bombeo fotovoltaico satisfacía a pequeños grupos de personas y también a pequeñas áreas de cultivo, en mi trabajo de investigación también fue cubierto la demanda de agua de los cultivos de hortalizas, con el sistema de bombeo fotovoltaica.

Según (BANCO MUNDIAL, 2016), nos informa que la inversión inicial del sistema de bombeo fotovoltaico es un alto costo, pero la operación y mantenimiento son mínimos y solo necesita de la energía solar, esta información se confirmó en mi trabajo de investigación ya que se adquirió todos los componentes del sistema fotovoltaico con un precio alto, pero la operación y mantenimiento me fueron mínimos y solo necesitaba de la energía solar, mas no de otra energía.

Costo de reemplazo

Este tipo de costo corresponde a la suma de todos los costos de reemplazo de equipos, debido a que la vida útil de algunos componentes del sistema resulta ser inferior a la vida útil de todo el sistema.

En el análisis de costo se consideró un monto de reemplazo de S/. 8,000.00 nuevos soles producido en el quinto año del horizonte del proyecto, dicho monto para reemplazo de cables, conectores, acumuladores, inversores, algún módulo fotovoltaico deteriorado, accesorios del sistema de bombeo, accesorios del sistema de riego presurizado, entre otros.

Análisis de rentabilidad del proyecto

Luego del análisis del presupuesto del sistema de riego con bombeo fotovoltaico, confrontando con los costos de producción, rendimientos de los cultivos y los precios de los productos se obtuvo el siguiente análisis de rentabilidad:

Tabla 3.2. Flujo de caja

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor Actual
1. Beneficios incrementales del VNP del proyecto	0,00	15.918,3	17.119,7	18.321,1	18.321,1	18.321,1	18.321,1	18.321,1	18.321,1	18.321,1	18.321,1	179.606,3
Valor neto de la producción en la situación con proyecto	0,00	19.814,0	21.015,4	22.216,8	22.216,8	22.216,8	22.216,8	22.216,8	22.216,8	22.216,8	22.216,8	0,0
Valor neto de la producción en la situación sin proyecto	0,00	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	3.895,7	0,0
2. Costos incrementales del proyecto	44.662,72	893,3	893,3	893,3	893,3	8.893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	61.595,3
Fase de inversión												
a.- Estudio												
Elaboración de estudios (expediente técnico)	660,04											
b. Ejecución												
Implantación del sistema de bombeo	44.002,68											
Capacitación en O&M del sistema de bombeo	850,00											
Instalación de cultivos nuevos o ampliación de área	0,00											
Gastos Generales (8 % CD)	3.520,21											
Supervisión (2.50 %)	1.100,07											
Liquidación (1% CD)	440,03											
Gestión del proyecto (1% CD)	440,03											
Fase post inversión												
Costos de Reposición						8.000,0						
Costos de O&M con proyecto		893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	893,3	
Costos de O&M sin proyecto (-)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3. Flujo Neto (1-2)	-44.662,72	15.025,01	16.226,40	17.427,80	17.427,80	9.427,80	17.427,80	17.427,80	17.427,80	17.427,80	17.427,80	118.011,07
VAN (soles) S/.	58.767,88											
TASA INTERNA DE RETORNO TIRs (%)	33,59%											

Fuente: Elaborado por el proyectista

De la tabla se observa que los parámetros del VAN y TIR a precios sociales es RENTABLE, indicadores que garantizan la implementación del sistema de riego por gravedad con bombeo fotovoltaico en la comunidad campesina de Totora – Ayacucho.

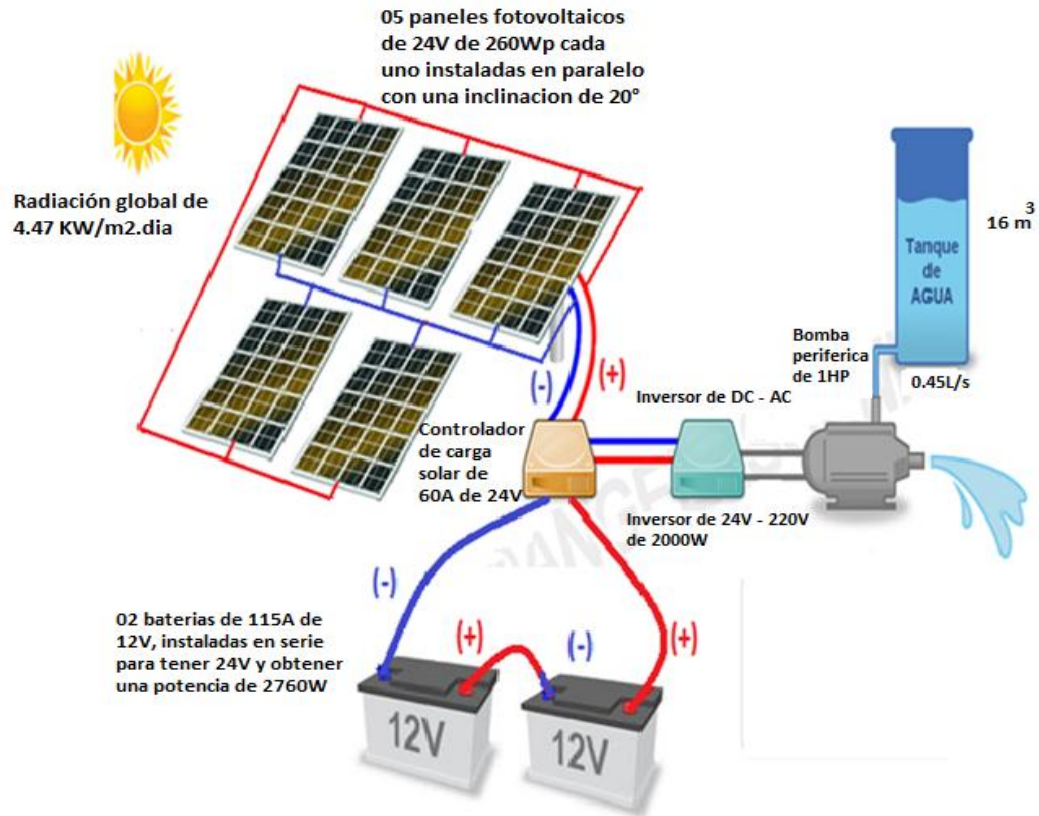


Figura 3.1. Esquema de la instalación fotovoltaica

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Se logró bombear agua del río Alameda con energía fotovoltaica en la comunidad campesina de Totorá con un caudal de 0.45 lt/s para una extensión de 0.3 ha. Y que se almacenó en un reservorio de geomembrana que tiene una capacidad de 16 m³, y que se llenó en dos días.
2. Los parámetros evaluados fueron: la radiación solar, la altura dinámica total del terreno, la precipitación, los cultivos, el relieve, la demanda hídrica de los cultivos, la temperatura y la fuente acuífera; los componentes del sistema fotovoltaica fueron: paneles solares, regulador de carga solar, baterías solares, un inversor de corriente, cables de cobre, conectores y accesorios.
3. En el sistema de bombeo se instaló 1 bomba 4HS02/02H MP de una potencia de 1 HP para impulsar un caudal de $Q= 0.45$ lt/s, a una altura dinámica total de 44.29m, donde se ubica el reservorio de geomembrana $V= 16$ m³, la bomba realizó un bombeo de 5 hr/día, además, se instaló una línea de impulsión con tuberías HPD de $\varnothing = 1''$ en una longitud de $L= 100$ m.
4. El costo de instalación del sistema de bombeo con energía fotovoltaica, haciende en el año cero un monto de S/. 44002.68 nuevos soles que incluyen los costos directos más los gastos generales, se prevé un costo de reinversión de S/. 8000.00 nuevos soles en el quinto año del horizonte del proyecto, el costo de operación y mantenimiento del sistema es de S/. 893.30 nuevos soles por año. En el cálculo del análisis de rentabilidad del proyecto a precios sociales mostrado en VAN: 58767.88, y un TIR: 33.59%, demuestran la rentabilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la instalación de equipos adecuados que puedan registrar los datos de radiación solar en el ámbito de la región de Ayacucho, con la finalidad de reducir el margen de error de los cálculos en los sistemas fotovoltaicos.
2. Aumentar las investigaciones en el uso adecuado de sistema fotovoltaico.
3. Realizar la implementación de este tipo de proyectos que nos ayudan a aprovechar las energías renovables, para la implementación de sistemas de riego.
4. Realizar un análisis físico-químico de los suelos agrícolas, para instalar qué tipo de cultivo se debe cultivar, ya que desconociendo esas características no se podrá tener una producción requerida.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AARÓN SÁNCHEZ JUÁREZ et al 2017. Aplicaciones fotovoltaicas de la energía solar en los sectores residencial, servicio e industrial. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 309
- BALDÁN, D. C. (2011). Estudio del ahorro mediante bombeo solar. España. Universidad Internacional de Andalucía. 76 p.
- BANCO MUNDIAL. (14 de Marzo de 2016). Paneles solares: la luz al final del túnel para miles de latinoamericanos. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/14/paneles-solares-luz-final-del-tunel-latinoamerica>, revisado el 07-03-2018
- CECADE (Centro de capacitación para el desarrollo, Perú). 2012. Sistema de bombeo de agua.
- COLEGIO OFICIAL De INGENIEROS De TELECOMUNICACIÓN, (2002). Energía Solar Fotovoltaica. Madrid, España.
- CORTES, E. J. (julio de 2016). Importancia técnica de los sistemas de riego por goteo por medio de energía solar para invernaderos y comunidades rurales. revista iberoamericana de producción académica y gestión educativa ISSN 2007 - 8412. Obtenido de pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/616/703, revisado el 08-03-2018
- FAO, (2006). Evapotranspiración del cultivo. Recuperado el 01 de agosto del 2013.
- FIRCO, UNAM, STWDI, Sandia National Laboratories. 2000. Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica. México. programa de energía renovable en México. Volúmenes 1 y 2.
- FLORENCIA, U. (enero de 2009). Definición de cultivos. Obtenido de: <https://www.definicionabc.com/general/cultivo.php>, revisado el 07-03-2018
- MARIANELLA GARCÍA VILLAS. 1999. Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo editorial. Madrid, España. 203 p. IEPALA
- ORELLANO GUSMAN, J. (2011). Ingeniería Ambiental. 99-101. (ALFAOMEGA, Ed.) S.A.C V. México. Obtenido de <https://www.alfaomega.com.mx/media/custom/upload/9789586828215.pdf>, revisado el 09-03-2018
- QIMINET. (08 de Octubre de 2011). Los diferentes tipos de bombas industriales. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/los-diferentes-tipos-de-bombas-industriales-2600543.htm>, revisado el 10-03-2018

RUBIO, P. R. (19 de Marzo de 2001). Guía de para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica. Factibilidad de la operación solar. Obtenido de <https://docplayer.es/3287113-Temixco-mor-a-19-de-marzo-del-2001.html>, revisado el 12-03-2018

SANDIA NATIONAL LABORATORIES, (2004). Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica. Albuquerque, Nuevo México.

VÁSQUEZ, A. (2000). El Riego – Principios básicos. Tomo I, II. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1
PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Ingreso al centro experimental.



Foto 2: Fuente de oferta de agua del manante un $Q= 50$ lt/seg.



Foto 3: Aforo del caudal de oferta del manante.



Foto 4: Ubicación de la zona de reservorio a plantear.



Foto 5: Área de cultivo a beneficiar.



Foto 6: Prueba de infiltración



Foto 7: Prueba de infiltración



Foto 8: Instalación del tensiómetro



Foto 9: Recolección de muestras para el análisis de físico de suelo

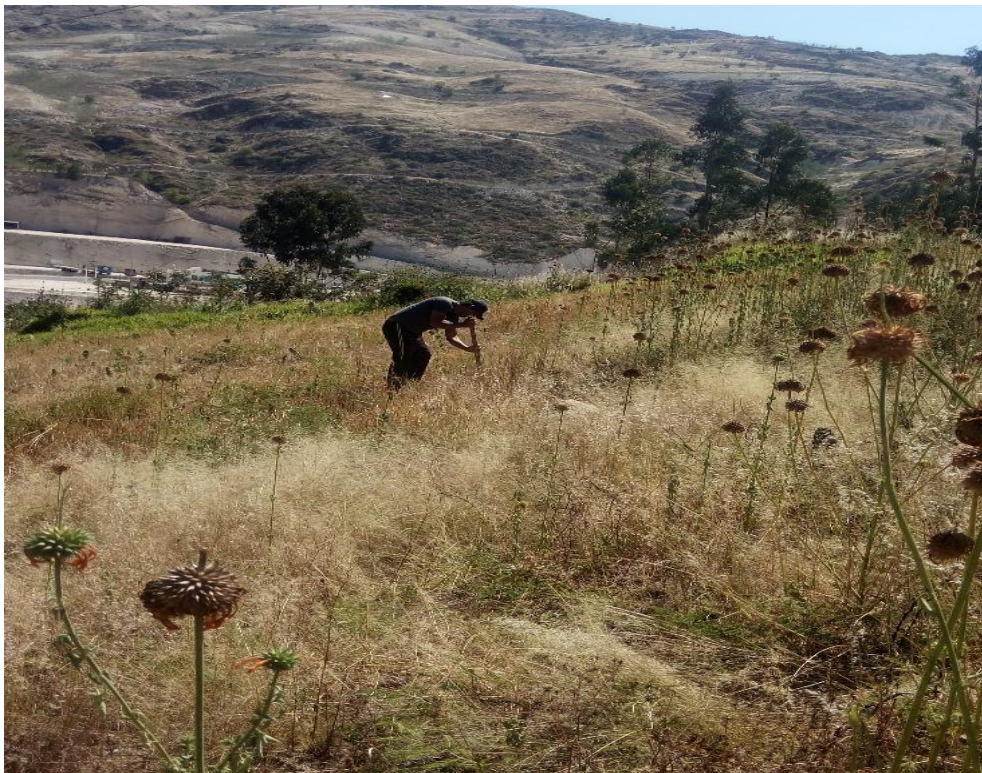


Foto 10: Muestreo



Foto 11: Limpieza y arado del terreno



Foto 12: Sembrado de los cultivos



Foto 13: Instalación de los paneles fotovoltaicos



Foto 14: Instalación del inversor y la baterías solares



Foto 15: Instalación de una electrobomba



Foto 16: Instalación de la línea de conducción con manguera HDPE de 1´



Foto 17: Funcionamiento del sistema de bombeo



Foto 18: Riego y abonamiento de las hortalizas



Foto 19: Riego de los cultivos



Foto 20: Cosecha de las hortalizas (rábano o rabanito)



Foto 21: Cosecha de las hortalizas (espinaca)



Foto 22: Registrando datos meteorológicos (radicación)



Foto 23: Estación meteorológica (Vantage PRO 2)



Foto 24: Pruebas de impulsión de bombas de 1hp y 0.5hp con un manómetro hidráulico.



Foto 25: Midiendo la corriente de los paneles fotovoltaicos



Foto 26: Sistema fotovoltaica

ANEXO 2.

RESULTADO DE AFORO DE LA FUENTE

RESULTADO DEL AFORO DE LA FUENTE DE AGUA DEL RIO DE ALAMEDA (lt/seg)

OBJETIVOS:

1.- Cuantificar la cantidad de agua que aflora en la fuente.

CAP1:

Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen de reposicion (m3)	Volumen de reposicion (lt)
4		0.4	0.05	50

$$Q(\text{lt/seg}) = \frac{V(\text{lt})}{T(\text{seg})}$$

Donde:

Q (lt/seg) : Caudal de la fuente en lt/seg.

T (seg) : Tiempo de llenado del pozo en seg.

V (lt) : Volumen de reposicion en litros.

$$Q(\text{lt/seg}) = 50 \text{ lt/seg.}$$



TOTAL DE CAUDAL: $Q(L/S) =$

ANEXO 3.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
Ayacucho – Perú
“Año del Diálogo y Reconciliación Nacional”

Región : Ayacucho HR. 0032
Provincia : Huamanga
Distrito : Jesús de Nazareno
Comunidad : Totorilla
Proyecto : “Tesis”
Solicitante : Sr. Martín Oscar Pérez Conga

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

Clave Muestra	Análisis Granulométrico			Clase Textural	Densidad Aparente (g/cc)	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchites (%)
	%Arena	%Limo	%Arcilla				
01	70.6	16.5	12.6	Fr-Ao	1.36	23.2	12.6

Ayacucho, 24 de Mayo del 2018.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Giron Molina
C.I.P. 77120



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996

Ayacucho – Perú

“Año del Diálogo y Reconciliación Nacional”

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Jesús de Nazareno
Comunidad : Totorilla
Proyecto : “Tesis
Solicitante : Sr. Martín Oscar Pérez Conga

ANALISIS FISICO DE SUELOS

METODO DEL CILINDRO

Clave Muestra	Humedad (%)	Peso Seco (g)	Densidad aparente (g.cm ⁻³)
01	18.2	331.74	1.37

Ayacucho, 24 de Mayo del 2018.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Giron Molina
A. D. 77420

ANEXO 4.

DATOS METEOROLÓGICOS DEL LUGAR DE EXPERIMENTO

SENAMHI SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU													
REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)													
ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2													
Departamento : AYACUCHO			Provincia : HUAMANGA			Distrito : SAN JUAN BAUTISTA							
Latitud : 13°10'.42"			Longitud : 74°12'22.9"			Altitud : 2780 msnm			Periodo : 05 años (2013 - 2017)				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
2013	72	74	72	70	52	48	52	48	50	51	56	65	
2014	75	72	77	68	65	51	51	59	63	66	66	72	
2015	67	67	71	64	50	40	37	52	46	48	49	63	
2016	69	74	66	68	64	53	51	60	58	57	63	67	
2017	76	75	77	66	53	60	54	58	55	18	S/D	S/D	
MEDIA	71.8	72.4	72.7	67.1	56.8	50.4	48.9	55.6	54.2	47.7	58.5	66.6	
REGISTRO DE PRECIPITACIONES MENSUAL (mm)													
ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2													
Departamento : AYACUCHO			Provincia : HUAMANGA			Distrito : QUINUA							
Latitud : 13°03'06"			Longitud : 74°08'32"			Altitud : 3240 msnm							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	92.00	57.10	122.00	13.10	0.00	0.00	0.00	0.00	35.20	40.90	48.50	129.80	538.6
1981	140.00	115.30	94.00	4.00	52.00	0.00	7.00	7.00	5.00	85.90	61.00	69.00	640.2
1982	56.50	326.50	445.60	46.00	48.80	0.00	31.70	15.90	61.60	112.60	114.70	189.20	1449.1
1983	216.70	193.20	127.70	62.80	14.10	42.10	12.60	5.10	32.30	95.40	118.50	146.80	1067.3
1984	95.30	90.80	123.10	19.40	27.30	11.60	13.70	16.30	26.90	70.50	89.80	131.30	716.0
1985	354.70	100.70	110.20	78.50	34.60	12.30	8.00	0.00	48.60	19.90	35.50	91.00	894.0
1986	120.50	188.40	153.70	57.40	0.00	0.00	24.00	19.00	0.00	41.20	4.20	153.00	761.4
1987	244.90	21.60	255.60	37.20	5.80	0.00	28.20	0.00	3.20	68.80	27.50	74.30	767.1
1988	280.10	187.40	297.60	76.80	8.50	0.00	17.80	37.20	50.00	38.60	26.20	172.70	1192.9
1989	264.00	369.50	240.70	18.20	23.90	41.60	0.00	43.60	46.60	23.90	17.30	63.60	1152.9
1990	179.40	123.00	115.90	6.40	16.80	0.00	1.20	9.70	29.90	38.50	45.40	123.60	689.8
1991	176.30	178.80	149.20	25.30	33.80	17.00	5.80	11.20	75.20	11.40	15.20	75.00	774.2
1992	78.20	148.40	73.90	43.40	18.50	0.00	16.30	10.40	31.80	54.50	100.10	97.00	672.5
1993	222.60	132.00	87.20	50.60	11.50	15.00	4.90	1.40	42.90	72.70	89.90	98.80	829.5
1994	89.20	126.90	159.50	35.00	22.90	0.00	6.20	17.70	11.20	35.50	70.50	64.60	639.2
1995	147.60	191.20	78.00	69.10	4.00	6.10	0.00	29.00	46.50	47.90	159.00	63.20	841.6
1996	147.00	153.10	104.50	39.50	29.70	0.00	0.00	0.00	16.50	15.50	52.70	133.70	692.2
1997	129.70	82.20	116.10	33.20	19.30	10.60	4.10	12.60	47.00	35.50	34.90	81.60	606.8
1998	132.50	31.60	39.60	36.90	11.40	55.40	2.40	30.90	26.60	87.40	125.20	125.80	705.7
1999	110.90	57.50	88.90	19.30	8.50	35.10	5.90	0.00	61.70	48.20	30.90	45.20	512.1
2000	97.10	99.00	73.00	35.90	0.00	21.70	8.80	33.10	8.10	61.80	52.40	50.60	541.5
2001	128.70	176.50	78.60	54.50	16.90	11.60	19.70	23.10	84.70	55.30	72.20	149.30	871.1
2002	119.30	138.00	100.30	82.20	4.00	7.30	0.00	17.00	32.40	32.50	54.30	146.80	734.1
2003	188.50	142.00	146.60	26.00	34.10	1.30	2.30	1.00	20.60	54.20	86.70	58.60	761.9
2004	91.30	110.60	128.30	47.80	2.30	0.00	0.50	17.00	30.30	35.70	49.40	82.60	595.8
2005	185.70	146.00	128.80	59.90	10.60	0.00	4.00	33.70	58.20	13.10	81.50	105.20	826.7
2006	105.50	173.20	141.40	20.20	6.20	4.70	0.00	6.40	5.80	79.50	57.00	71.20	671.1
2007	114.40	159.60	139.10	25.70	1.20	4.00	9.40	0.00	78.50	27.20	71.40	125.70	756.2
2008	146.10	205.20	126.50	19.60	41.50	11.20	43.70	5.80	16.80	64.10	14.50	111.60	806.6
2009	218.30	114.00	155.40	30.30	48.20	5.30	43.50	21.10	33.70	63.00	102.70	106.90	942.4
2010	91.50	173.20	111.30	33.80	31.40	1.40	46.90	15.70	73.20	51.60	98.50	170.40	898.9
2011	65.10	191.40	202.40	86.60	26.40	2.60	0.30	30.20	39.80	1.60	32.20	113.20	791.8
2012	73.80	106.50	92.50	8.60	16.10	15.60	21.60	14.40	34.80	47.60	64.80	173.50	669.8
2013	67.80	121.00	125.60	48.10	17.50	0.60	6.40	0.60	20.70	52.30	52.80	146.70	660.1
2014	115.20	125.30	152.60	55.50	1.20	2.40	0.00	14.30	6.90	65.20	93.50	82.60	714.7
2015	136.30	89.70	197.90	66.20	15.20	0.00	13.40	1.30	30.90	72.40	78.50	117.10	818.9
2016	106.70	154.60	95.60	29.90	32.10	10.00	7.10	1.40	27.10	59.40	41.60	75.20	640.7
2017	150.50	174.80	118.60	55.90	26.70	8.20	6.10	8.70	36.70	50.60	113.70	109.90	860.4
N° Reg	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
PROM.	144.2	144.1	139.4	41.0	19.0	9.3	11.1	13.5	35.2	50.8	65.4	108.6	781.73
MAX.	354.7	369.5	445.6	86.6	52.0	55.4	46.9	43.6	84.7	112.6	159.0	189.2	
MIN.	56.5	21.6	39.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	4.2	45.2	
DESV.	66.33	67.03	72.77	21.88	14.65	13.48	12.95	12.14	21.90	24.42	35.66	38.23	
P50%	129.2	140.0	124.4	37.1	16.9	4.4	6.3	11.9	32.4	51.1	59.0	108.4	
P75%	95.75	107.525	96.775	25.4	6.775	0	1.475	1.4	20.625	35.55	37.025	75.05	
P90%	76.88	74.79	78.42	16.67	1.2	0	0	0	6.57	18.58	23.53	63.48	
PE(mm)	110.9	110.9	108.31	38.3	18.4	9.2	10.9	13.2	33.2	46.7	58.55	89.7	

sual - untitled

Método Prec. Ef **Método USDA S.C.**

	Precipit. mm	Prec. efec mm
Enero	144.2	110.9
Febrero	144.1	110.9
Marzo	139.4	108.3
Abril	41.0	38.3
Mayo	19.0	18.4
Junio	9.3	9.2
Julio	11.1	10.9
Agosto	13.5	13.2
Septiembre	35.2	33.2
Octubre	50.8	46.7
Noviembre	65.4	58.6
Diciembre	108.6	89.7
Total	781.6	648.3

PRECIPITACION EFECTIVA
(Metodo USDA SCS (P))

$$Pe = Pt (125 - 0.2Pt)/125 \text{ para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$Pe = 125 + 0.1Pt \text{ para } Pt > 250 \text{ mm}$$

Pe: Precipitacion efectiva (mm)
Pt: Precipitacion total (mm)

111.948

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS MENSUALES(°C)

ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2

Departamento : AYACUCHO Provincia : HUAMANGA Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Latitud : 13°10'.42" Longitud : 74°12'22.9" Altitud : 2780 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	9.3	9.9	9.8	4.5	3.6	2.3	0.9	1.2	2.3	2.7	3.3	2.7
2014	2.1	1.8	1.4	1.1	-0.3	-0.8	-1.7	-0.3	0.4	0.9	1.1	0.7
2015	0.4	-0.1	0.3	0.1	-1.0	-2.5	-2.9	-2.4	-1.2	-0.1	0.5	-0.4
2016	-0.6	0.0	0.0	-0.2	7.6	6.8	5.6	6.0	7.2	8.1	8.4	8.1
2017	7.8	8.1	7.8	7.0	6.2	4.7	4.2	4.0	6.1	6.6	6.6	7.1
MEDIA	3.8	4.0	3.9	2.5	3.2	2.1	1.2	1.7	2.9	3.6	4.0	3.6

SIN DATO: S/D

REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS MENSUALES(°C)

ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2

Departamento : AYACUCHO Provincia : HUAMANGA Distrito : SAN JUAN BAUTISTA
 Latitud : 13°10'.42" Longitud : 74°12'22.9" Altitud : 2780 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	20.3	20.5	20.7	20.2	19.5	19.0	19.8	20.0	19.7	20.2	21.4	18.3
2014	17.9	16.7	16.6	17.3	18.1	18.3	17.5	18.9	18.7	19.2	20.6	17.6
2015	18.9	17.6	17.3	17.5	18.6	17.4	18.2	18.9	19.2	20.6	20.6	17.4
2016	19.0	17.8	18.5	19.7	18.7	17.4	16.8	18.8	19.8	19.4	20.7	18.3
2017	18.3	18.5	17.8	18.3	18.7	19.4	18.3	18.5	18.4	18.9	21.2	19.7
MAX	20.3	20.5	20.7	20.2	19.5	19.4	19.8	20.0	19.8	20.6	21.4	19.7

SIN DATO: S/D

REGISTRO DE TEMPERATURA MENSUAL (°C)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T.M.M.	12.05	12.23	12.28	11.35	11.34	10.73	10.51	10.83	11.38	12.13	12.70	11.65
REGISTRO DE VELOCIDADES DE VIENTO DIARIAS (m/s)												
ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2												
Departamento : AYACUCHO			Provincia : HUAMANGA				Distrito : SAN JUAN BAUTISTA					
Latitud : 13°10'.42"			Longitud : 74°12'22.9"				Altitud : 2780 msnm					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	2.4	2.0	2.0	3.3	3.0	3.3	3.4	3.0	3.1	3.3	3.5	3.0
2014	2.8	2.0	2.2	3.1	2.7	2.5	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	2.5
2015	3.0	2.3	2.5	2.6	3.0	2.8	2.8	3.0	2.8	3.1	2.6	2.5
2016	2.7	2.4	2.7	2.9	2.6	2.8	2.6	2.7	3.7	2.7	3.1	2.4
2017	2.7	2.4	2.3	2.6	2.4	2.4	2.4	2.7	3.1	3.1	2.6	2.2
MEDIA	2.7	2.2	2.3	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	3.2	3.1	3.0	2.5
REGISTRO DE EVAPORACIÓN DE TANQUE MENSUAL (mm)												
ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2												
Departamento : AYACUCHO			Provincia : HUAMANGA				Distrito : SAN JUAN BAUTISTA					
Latitud : 13°10'.42"			Longitud : 74°12'22.9"				Altitud : 2780 msnm					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2010	120.6	105.0	128.6	101.8	118.8	127.0	136.6	138.5	145.3	164.7	181.6	142.1
2011	171.8	147.1	171.1	113.1	101.0	122.7	130.9	126.2	148.6	166.4	144.4	145.9
2012	115.2	121.6	111.4	126.0	141.7	114.6	131.7	139.5	173.3	162.0	170.1	145.5
2013	130.7	72.4	94.1	99.3	120.6	124.3	128.0	160.8	139.1	129.2	165.8	148.3
2014	94.6	95.0	83.3	108.6	112.0	106.3	120.2	122.2	139.3	124.9	194.2	151.4
MEDIA	126.6	108.2	117.7	109.8	118.8	119.0	129.5	137.4	149.1	149.4	171.2	146.6
REGISTRO DE HORAS DE SOL MENSUAL (Hrs)												
ESTACION : LA INIA CANAAN - 472AD10E, Tipo Automatico - Sutron, Meteorologica 2												
Departamento : AYACUCHO			Provincia : HUAMANGA				Distrito : SAN JUAN BAUTISTA					
Latitud : 13°10'.42"			Longitud : 74°12'22.9"				Altitud : 2780 msnm					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	4.1	5.5	5.6	5.3	7.8	9.1	8.4	8.0	6.5	6.7	4.2	4.0
1996	S/D	4.3	4.4	5.1	8.0	8.2	8.1	7.5	6.8	6.6	7.0	5.3
1997	6.0	4.6	4.7	6.6	8.4	7.8	8.4	8.7	6.0	7.2	6.2	5.7
1998	3.7	3.8	4.5	5.9	7.2	8.7	9.2	7.5	7.3	6.2	6.6	4.1
1999	3.1	4.3	4.3	6.7	6.7	6.9	7.9	5.8	5.0	5.8	5.9	5.3
2000	4.3	5.4	5.8	7.4	9.2	7.1	8.7	7.3	7.5	6.2	6.5	3.9
2001	4.6	3.1	3.2	4.6	6.3	8.3	7.1	8.8	7.0	6.2	8.3	5.1
MEDIA	4.3	4.4	4.6	5.9	7.7	8.0	8.3	7.7	6.6	6.4	6.4	4.8

ANEXO 5.

ANÁLISIS DE DEMANDA DE AGUA PARA LOS CULTIVOS

CALCULO DE DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO														
FACTORES	Camp. I	Camp. II	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
días/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Arbeja	0.20	0.00					0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
RABANITO	0.03	0.00							0.03	0.03				
ESPINACA	0.04	0.00						0.04	0.04	0.04				
PEREJIL	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Area cult.	0.30	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.23	0.27	0.30	0.30	0.23	0.03	0.03	0.03
kc Ponderado			0.73	0.97	1.10	1.02	0.52	0.47	0.60	0.98	0.93	0.83	0.47	0.52
ETp (mm/dia)			3.07	2.94	2.81	2.63	2.73	2.54	2.65	2.97	3.17	3.37	3.76	3.26
ETa(mm/dia) ð UC			2.24	2.86	3.09	2.68	1.43	1.20	1.60	2.92	2.96	2.80	1.77	1.70
ETa(mm/mes) ð UC			69.50	79.95	95.82	80.38	44.39	35.86	49.60	90.59	88.78	86.75	53.02	52.61
Precip. Efectiva (mm/mes)			110.93	110.88	108.31	38.33	18.45	9.19	10.95	13.18	33.22	46.70	58.55	89.72
DA o Dn (mm/mes)			-41.44	-30.92	-12.49	42.05	25.94	26.66	38.65	77.41	55.55	40.04	-5.53	-37.12
Efic.Riego (%)			50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Dp o Db (mm/mes)			-82.88	-61.84	-24.98	84.09	51.89	53.32	77.31	154.83	111.11	80.08	-11.06	-74.23
Dp o Db (m3/Ha)			-828.76	-618.43	-249.80	840.93	518.88	533.24	773.06	1548.27	1111.06	800.82	-110.61	-742.31
NºHoras de riego/dia			24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Db (m3)			-24.86	-18.55	-7.49	25.23	119.34	143.97	231.92	464.48	255.54	24.02	-3.32	-22.27
Db (l/s)			-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.04	0.06	0.09	0.17	0.10	0.01	0.00	-0.01
Mod.Riego (l/s/Ha)			-0.31	-0.26	-0.09	0.32	0.19	0.21	0.29	0.58	0.43	0.30	-0.04	-0.28

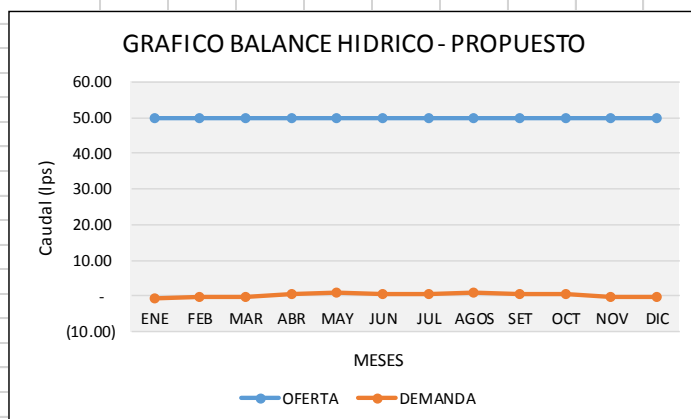
ANEXO 6. BALANCE HÍDRICO

REGISTRO DE FUENTE DE AGUA (m3.)

PROVINCIA	: HUAMANGA	
DISTRITO	: JESUS NAZARENO	
LOCALIDAD	: COMUNIDAD CAMPESINA DE TOTORA	
PUNTO DE CAPTACION PARA EL BOMBEO		
CAPACIDAD = 50 L.P.S		
$Q =$	50.00	lt/s
Caudal continuo equivalente es :		50.00 lt/s

CUADRO DE BALANCE HÍDRICO PROPUESTO

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
Nº días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Caudal Ofertado (lt/seg): Qo	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Caudal Demandado (lt/seg): Qd	(0.52)	(0.43)	(0.16)	0.54	0.85	0.37	0.55	0.91	0.59	0.50	(0.07)	(0.46)
Balance Hídrico	EXCESO	50.52	50.43	50.16	49.46	49.15	49.63	49.45	49.09	49.41	49.50	50.07
	DÉFICIT											



ANEXO 7.

RESULTADOS DE MUESTRA DE INFILTRACIÓN

RESULTADOS DE MUESTRA DE INFILTRACION - MUESTRA N° 01							
METODO CILINDRO INFILTROMETRO							
TEXTURA DEL SUELO : FRANCO - ARENOSO							
CRONOM	TIEMPO MIN		LECTURA (cm)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VELOCIDAD DE INFILTRACION (cm/h)	
	PARCIAL	ACUM		PARCIAL	ACU	INSTANTANEA (I)	PROMEDIO (IP)
0.0	0.00	0.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	1.00	1.00	15	3.00	3.00	180.00	150.00
0.02	1.00	2.00	13	2.00	5.00	120.00	140.00
0.03	1.00	3.00	11.3	1.70	6.70	102.00	130.50
0.04	1.00	4.00	9.5	1.80	8.50	108.00	126.00
0.05	1.00	5.00	8.4	1.10	9.60	66.00	116.00
0.08	1.00	6.00	7	1.40	11.00	84.00	111.43
0.11	1.00	7.00	6	1.00	12.00	60.00	105.00
0.14	1.00	8.00	15.5	2.50	14.50	150.00	110.00
0.17	3.00	11.00	10.2	5.30	19.80	106.00	109.00
0.22	3.00	14.00	7	3.20	23.00	64.00	100.00
0.27	3.00	17.00	14.5	3.50	26.50	70.00	95.00
0.33	3.00	20.00	8.5	6.00	32.50	120.00	98.57
0.39	5.00	25.00	11.7	6.30	38.80	75.60	94.15
0.49	5.00	30.00	6	5.70	44.50	68.40	90.00
0.59	5.00	35.00	6.5	11.50	56.00	138.00	96.67
1.09	10.00	45.00	0	6.50	62.50	39.00	84.13
1.29	10.00	55.00	0	18.00	80.50	108.00	88.39
1.49	30.00	85.00	0	18.00	98.50	36.00	70.12
2.09	30.00	115.00	0	18.00	116.50	36.00	61.29

FUNCION DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION MUESTRA N°01

TIEMPO ACUM	D INFILTRAC	LOG. T=X	LOG. T=Y	X2	Y2	X*Y
0.01	150.00	-2.000	2.18	4.0000	4.7354	-4.352
0.02	140.00	-1.477	2.15	2.1815	4.6059	-3.170
0.03	130.50	-1.301	2.12	1.6926	4.4758	-2.752
0.04	126.00	-1.176	2.10	1.3830	4.4116	-2.470
0.05	116.00	-1.079	2.06	1.1642	4.2620	-2.228
0.06	111.43	-0.875	2.05	0.7656	4.1902	-1.791
0.07	105.00	-0.737	2.02	0.5432	4.0852	-1.490
0.08	110.00	-0.632	2.04	0.3994	4.1673	-1.290
0.11	109.00	-0.547	2.04	0.2992	4.1511	-1.114
0.14	100.00	-0.436	2.00	0.1901	4.0000	-0.872
0.17	95.00	-0.347	1.98	0.1204	3.9114	-0.686
0.20	98.57	-0.260	1.99	0.0676	3.9750	-0.518
0.25	94.15	-0.187	1.97	0.0350	3.8960	-0.369
0.30	90.00	-0.088	1.95	0.0077	3.8191	-0.172
0.35	96.67	-0.007	1.99	0.0000	3.9413	-0.014
0.45	84.13	0.061	1.92	0.0037	3.7054	0.117
0.55	88.39	0.171	1.95	0.0292	3.7885	0.333
0.85	70.12	0.259	1.85	0.0671	3.4070	0.478
1.15	61.29	0.332	1.79	0.1102	3.1948	0.593
		-10.326	38.139	13.060	76.723	-21.767

DETERINACION DE LA FUNCION DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Ib)

Donde:

$n = 19$

$B = -0.14$

$Ao = 1.93$

$a = 6.472$

$Ib = 61.776$ mm/hr

$Ib = aTo^b$

$b = \frac{n(\sum XiYi) - \sum Xi \sum Yi}{n \sum X^2i - (\sum Xi)^2}$

$Ao = \frac{\sum Yi}{n} - \frac{B \sum Xi}{n}$

$a = Anti \log .Ao$

$Ib = a * -10b^b$

ANEXO 8

DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y PERDIDAS DE CARGA EN TUBERÍA Y ACCESORIO

SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES FOTOVOLTAICOS CON FINES DE RIEGO (LINEA DE IMPULSION)

DISEÑO DE LA LINEA DE LA LINEA DE IMPULSION 0.45 LPS

1. DATOS

Caudal maximo diario	0.094	lps
Numero de horas de bombeo (N)	5.00	horas
Caudal de bombeo (Qb)	0.451	lt/seg

$$Q_b = Q_{md} * \left(\frac{24}{N}\right)$$

2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a la fórmula de Bresse:

Diámetro de tub de impulsión 33 mm

$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b^{0.45})$$

Diametro Nominal	33.00	mm
Diametro Interno	29.40	mm
Diametro	1.00	pulg

se considera para reducir la perdida de carga

3. Velocidad media del flujo

$$V = \frac{4 \cdot Q_b}{\pi \cdot D_c^2}$$

Velocidad media 0.60 m/s

Las velocidades deben estar comprendidas entre 0,6 a 2,0 m/s para las líneas de impulsión,

Si la velocidad no se encuentra dentro de los rangos permitidos para líneas de impulsión que son definidos en la sección de criterios y parámetros de diseño, el diámetro se cambia a uno en el cual se cumpla estas exigencias.

PERDIDAS DE CARGA EN TUBERIAS Y ACCESORIOS

perdida en tubería							
f =	0.0218						
L =	100	suma de las tuberías de succión e impulsión					
D =	0.0254				DESNIVEL =	38.67	m
v =	0.60						
g =	9.81						
Hf =	1.57480315	3.867					
perdida en accesorios							
Ks =	9.7	suma de la cantidad de accesorios					
v =	0.60						
g =	9.81						
hf =	0.17798165						
PERDIDA TOTAL Hf =		5.6197848					
H bomba = desnivel + pérdidas							
Hb =	44.2897848						
POTENCIA DE LA BOMBA							
Hb =	44.2897848						
ρ =	1600						
g =	9.81						
Q =	0.00058	m ³ /seg					
n =	0.7						
Pb =	576.00004	w					
Potencia del motor							
Pm =	640.000045	640 W			HP =	0.85790891	0.86
					HP = 1		

2. Pérdidas en carga de accesorios.

$$H_f = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde : Hf : Pérdidas en accesorios (m)
 K : Factor de pérdida de accesorios.
 V : Velocidad (m/s)

3. Pérdidas en carga de accesorios.

De la fórmula de Darcy Weisbach

$$H_f = f * \frac{L * V^2}{D * 2g}$$

Determinación de las pérdidas de carga

1. Pérdidas en tubería de impulsión:

De la fórmula de Darcy Weisbach

$$H_f = f * \frac{L * V^2}{D * 2g}$$

El coeficiente de fricción según Swamee – Jain

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{K_s / D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde: f : Coeficiente de fricción de las tuberías.
 Ks : Rugosidad de la tubería. (PVC = 0.0015)
 D : Diámetro de la tubería (M)
 Re : Número de Reynolds.

Determinación de altura dinámica

De la ecuación de continuidad.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} + Z_1 + H_B + H_{perd.} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + Z_2$$

La altura de pérdidas de carga está dada:
 H_{perd} = H_{perd. Impul} + H_{perd. Acces} + H_{perd. suc}

Determinación de altura dinámica máxima

$$\Delta H_{max} = h_s + h_i + H_{perd} + \Delta H_a$$

Determinación de la potencia de bomba

Definida por la ecuación:

$$P = \frac{Q * \Delta H_{MAX}}{75 * n}$$

Donde:
 P : Potencia de bomba (HP)
 ΔH_{max} : Altura dinámica (m)
 Q : Caudal de impulsión (l/seg)
 n : Eficiencia de bomba (85 %)

ANEXO 9.

DISEÑO DE UN RESERVORIO REVESTIDO CON GEOMEMBRANA

Area	0.30	Ha
Largo (m)	54.77	m
Ancho (m)	54.77	m

CÁLCULO DE VOLUMEN

Para Maíz

N° de plantas por Fila	156.49	
N° de plantas por Cama	36.51	
N° de Plantas	5,714.29	Plantas
Consumo de Agua X Planta	1.70	L/Planta/Día

Demanda de Agua para Cultivos

Volumen Cultivo	9,714.29	L/Día
Volumen Cultivo	9.71	m3/día

Demanda de Agua para Caseríos

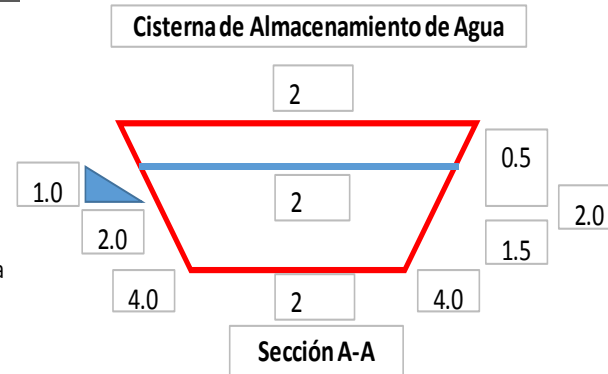
Volumen Caserío	-	L/día
Volumen Caserío	-	m3/día

Demanda Total de Agua Para Reservoirio

Volumen Total	9,714.29	L/día
Volumen Total	9.71	m3/día

Caudal de Bomba

N° de Riegos = HSP	5.00	HSP
Caudal de Bomba=	1.62	m3/h
Caudal de Bomba=	0.45	L/s



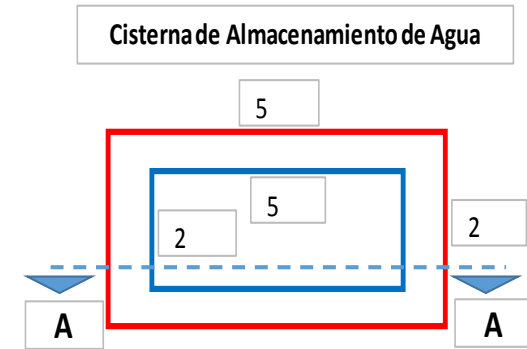
Dimensiones

B	2	m
b	2	m
h	2	m
L	1	m

Volumen de Reservoirio a Ejecutar

Area de Reservoirio	4	m
Longitud	4	m

Volumen de Reservoirio	16	m3/día
------------------------	----	--------



ANEXO 10.

DATOS DE RADIACIÓN SOLAR DE NUESTRA PARCELA



Latitude	Longitude	Altitude (M)	GMT Offset (Hour(S))
-13.13626	-74.20345	2609	-5

Selected months for operation

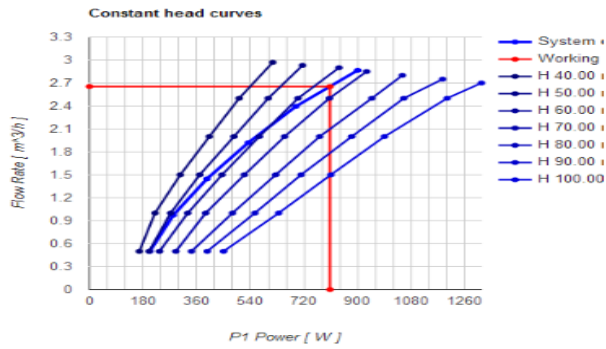
JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Average daily solar irradiance [kWh/m ² /day] for latitude tilted panels	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
	4.47	4.50	4.54	4.72	5.09	5.09	5.16	5.14	5.04	4.96	5.27	5.00	4.92

Max daily ambient temperature [°C]	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
	18.19	17.94	18.08	17.59	17.35	17.17	17.68	19.14	20.02	20.62	19.70	18.85	18.53

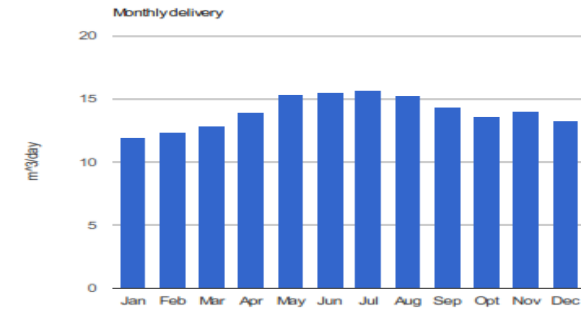
Mn daily ambient temperature [°C]	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
	13.28	13.09	13.10	12.31	10.71	9.11	8.21	9.22	11.02	12.47	13.06	13.50	11.59

Average daily temperature [°C]	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	AVG
	15.74	15.52	15.59	14.95	14.03	13.14	12.95	14.18	15.52	16.55	16.38	16.18	15.06



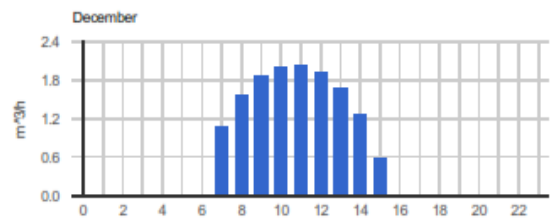
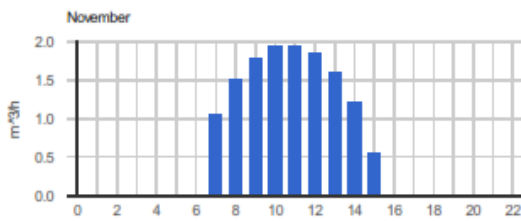
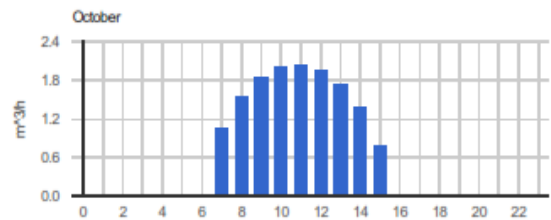
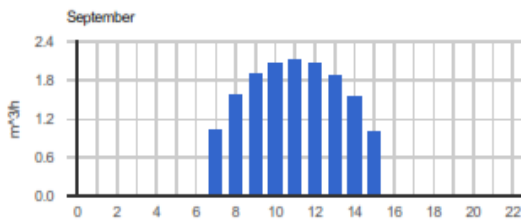
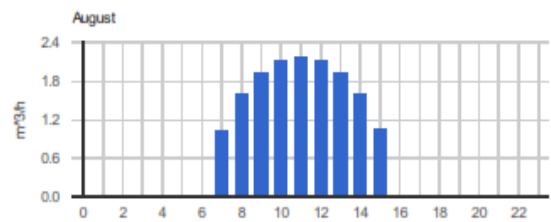
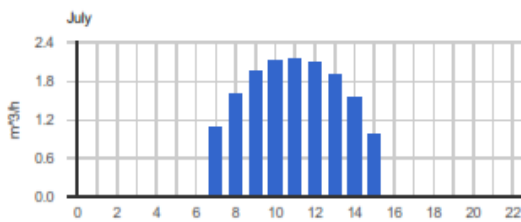
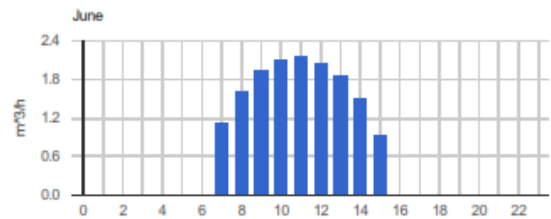
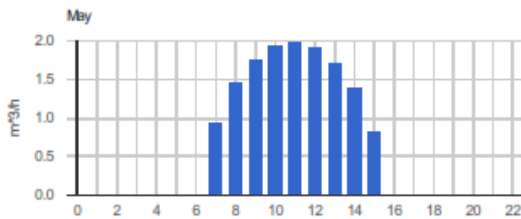
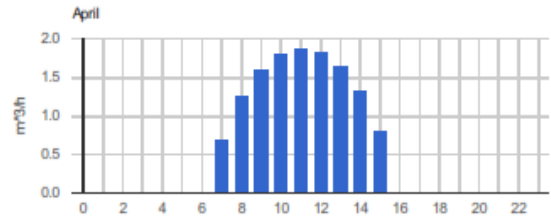
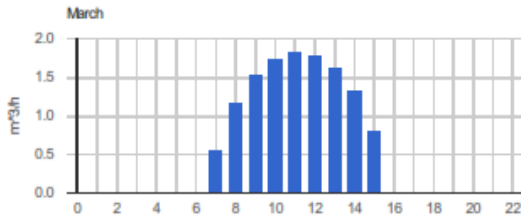
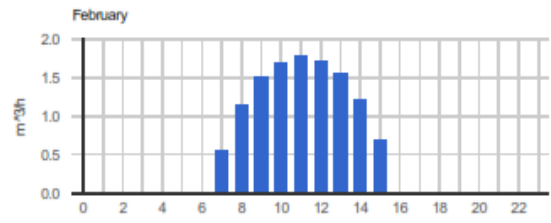
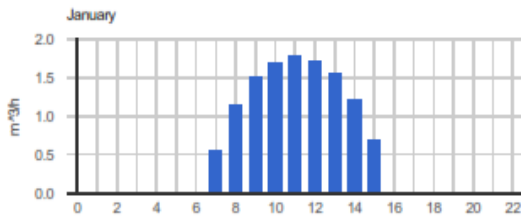
Pump	
Manufacturer	Nastec
Part n.º	3013000110
Description	4HS 02/02H MP
Pump P2 Power	825 W
Mn motor speed for flow @H = 50 m	2545 RPM
Pump cable size	1.5 mm ²

Solar panels	
Manufacturer	Nastec
Part n.º	0
Description	260W POLY
Wp	260 W
Vmp	31.4 V
Voc	38.4 V
Imp	8.37 A
Strings	1
Panels per string	4
Total panels	4
Total PV Power	1040 W



Typical working point	
P1 Power	806 W
Flow	2.65 m ³ /h

Daily performance		
Month	m ³ /day	m ³ /W/day
Jan	11.92	0.0115
Feb	12.32	0.0118
Mar	12.85	0.0124
Apr	13.92	0.0134
May	15.31	0.0147
Jun	15.55	0.0149
Jul	15.64	0.0150
Aug	15.19	0.0146
Sep	14.36	0.0138
Oct	13.54	0.0130
Nov	14.01	0.0135
Dec	13.24	0.0127



ANEXO 11.

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICA PARA BOMBEO DE AGUA

TRABAJO 01 - DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA									
CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA									
ITEM	CARGAS INDIVIDUALES	TIPO DE CORRIENTE	CANTIDAD	POTENCIA(W)	USO (horas/día)	ENERGÍA CONSUMIDA EN DC (Wh/día)	ENERGÍA CONSUMIDA EN AC (Wh/día)	POTENCIA MÁXIMA EN DC(W)	POTENCIA MÁXIMA EN AC (W)
01		DC				0.00		0.00	
02		DC				0.00		0.00	
03	Bomba de agua	AC	1	746	5		3,730.00		746.00
04		AC					0.00		0.00
05		AC					0.00		0.00
SUB - TOTAL						0.00	3,730.00	0.00	746.00
TOTAL							3,730.00		746.00

DATOS DEL PROBLEMA		
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
PSH	KWh/m2	4.47
AUTONOMÍA	días	0.19
T° AMBIENTE	°C	18.53
REND. CABLEADO	%	97%
EFIC. INVERSOR	%	96%
EFIC. BATERÍA	%	80%
VOLT. SISTEMA	Vdc	24

CÁLCULO DE BATERIAS 01

$$\text{Carga Efectiva (CE)} = \text{Cargas DC} + \left(\frac{\text{Cargas AC}}{\text{Efic. Inversor}} \right)$$

$$\text{Carga Efectiva (CE)} = 3,885.42 \quad (\text{Wh/día})$$

$$\text{Cap. Baterías (Wh)} = \frac{(\text{Carga Efectiva} * \text{Días Autonomía})}{PDD}$$

$$\text{Cap. Baterías} = 1,230.38 \quad \text{Wh}$$

Capacidad del banco total de baterías

$$\text{Icorr. Prom./Día (Ah)} = (\text{Cap. Baterías (Wh)}) / (\text{Volt. Bat.})$$

$$\text{Icorr. Prom./Día} = 102.53 \quad \text{Ah}$$

DATOS ASUMIDOS DE BATERIA		
TROJAN	8D-GEL	
PDD Máx.	%	60%
VOLT. BATERÍAS	Vdc	12
AMP. BATERÍAS	Ah	115

CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Temperatura de la Batería	Multiplicador de Temperatura (MT)
80°F / 26.7 °C	1.00
70°F / 21.2 °C	1.04
60°F / 15.6 °C	1.11
50°F / 10.0 °C	1.19
40°F / 4.4 °C	1.30
30°F / -1.1 °C	1.40
20°F / -6.7 °C	1.59

$$I_{corr.Prom/Día(Ah)coregido} \times T^{\circ} = I_{corr.Prom/Día(Ah)} \times MT$$

Icorr.Prom/Día = 113.81 Ah **1366 W**

N° Bat. En Paralel	0.99	Baterías
N° Bat. En Serie	2.00	Baterías
Total Baterías =	2.00	Baterías
Costo (S./Und)	600.00	S/.
Costo (soles)	1,200.00	S/.
Costo (S/.)	1,200.00	S/.

TC 1

EN EL ARRANQUE SE TRIPLICA LA POTENCIA DEL MOTOR

Si la potencia de una motor es 746W, el arranque del motor se triple 2238 W, entonces neseditamos 02 baterias en una conexión en serie que cubra esa potencia, neseditamos 02 bateria de 115A que nos da una potencia de 2760W

CÁLCULO DE PANELES SOLARES

DATOS GENERALES

T° Ambiente	°C	18.53
PSH	KWh/m2	4.47
Efic. Inversor	%	96%
Efic. Batería	%	80%
Efic. Cables	%	97%

$$\text{Rend. Efic. Sistema (\%)} = (\text{Efic. bat.} \times \text{Efic. Panel} \times \text{Efic. Conductor})$$

Rend. Efic. Sistema (%) = 74.29%

DATOS DE PANELES

Potencia de Panel (W) =	260Wp
Isc =	8.92 Ah
Ipm =	8.3 Ah
Voc =	37 V
Vmp =	31.35 V
Tensión (V) =	24 V

Conclusión

Se ha escogido la opción de 5 paneles policristalinos en paralelo, de 260Wp

CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

$$\text{Factor Pérdida } x T^{\circ} \text{ en Panel} = (T + 15^{\circ}C - 25^{\circ}C) \times 0.5\%$$

Factor Pérdida x °T en Panel = 0.04

$$\text{Rendimiento del Panel Corregido } x T^{\circ} = 100 - \text{Factor Pérdida } x T^{\circ}$$

Rend. Panel Corregido x °T = 95.74%

$$\text{Corriente prom/día (Ah)} = \left[\frac{\text{Cargas AC}}{\text{Efic. Inversor}} \right] + \text{Cargas DC} / (\text{Volt. Sistema})$$

Corri. Prom./día (A) 161.89 Ah

$$\text{Corriente Pico Sist. (Ah)} = (\text{Corri. prom/día Ah}) / (\text{HSP} \times \text{Rend. Efic. Sist.})$$

Corriente Pico Sistema (Ah) = 48.75 Ah

potencia (w) = 1170

N° Pan. En Paralel	5.00	Módulos de Paneles
N° Pan. En Serie	1.00	
Total Paneles =	5.00	Módulos de Paneles

Costo Unit (s/.) 600.00
OK Costo Total (s/.) 3,000.00 Costo Total de Paneles Solares

CÁLCULO DEL CONTROLADOR

DATOS DEL PANEL

Potencia de Panel (W) =	260Wp
Isc =	8.92 Ah
N° Paneles en Paralelo =	5.00

Conclusión

Se diseñará con la corriente de los módulos de los paneles solares de 56 A

$$I \text{ Corriente Carga DC. (Ah)} = (\text{Carga DC.})/(\text{Vdc})$$

$$I \text{ Carga DC (Ah)} = \quad \text{A}$$

$$I \text{ Corriente Pico Mod. (Ah)} = I_{sc} * (\text{N}^\circ \text{ Mod.}) * 1.25$$

OK $I \text{ pico Mod. (Ah)} = 56 \text{ A}$
Soles (S./) = 300

CÁLCULO DEL INVERSOR

	260
Potencia Máxima Total (Wp)	1,300.00 W

Conclusión

Se diseñará con la carga de los equipos en corriente alterna.
Para una Pot. de 2000 W

$$\text{Potencia Máxima (W)} = (\text{Carga en AC}) * 1.25$$

$P_{\text{máx}} = 1,625 \text{ W}$ OK
Costo Total (s/.) 1,800.00 Costo del Inversor

GASTO TOTAL

$$\text{SOLES (S./)} = 6,300.00$$

RECIBO N° 751-11561960
Ayacucho / Huamanga / Ayacucho/

Julio-2019



Electrocentro

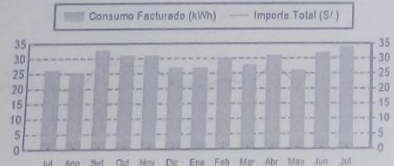
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE
ELECTRICIDAD DE CENTRO S.A.
Of. Principal: Jr. Amazonas 641 - Huancayo
Av. Del Deporte N° 400 - Ayacucho
R.U.C. 20129646099

Para Consultas, su código es: **76440486**
CONGA ATAUCUSI, AGRIPINA
Jr. TUPAC AMARU N° K-04 Centro AYACUCHO

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO

Tensión y SED 220 V - BT / D-400102
Sist. Eléctrico SE0060 AYACUCHO (ST2)
Tipo de Conexión Monofásica-Aérea(C1.1)
Opción Tarifaria BT5B - Residencial
Medidor N° 000000606554507 - Electrón.
Hilos 2
Lectura Anterior 1,669.00 (23/06/2019)
Lectura Actual 1,703.00 (24/07/2019)
Diferencia de Lectura 34.00
Factor 1.0000
Consumo 34.00 kWh
Cons. Prom.(6) 29.00 kWh

Potencia Contratada 1.00 kW.
Inicio Contrato 10/09/2014
Término Contrato 09/09/2019
Fecha Emisión 26/07/2019



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
May - 2019 S/ 20.60	Jun - 2019 S/ 30.30

Fecha Corte: 13/08/2019

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias Innecesarias.



IMPORTES FACTURADOS

Recibo por Consumo del 24/06/2019 al 24/07/2019	
Cargo Fijo	3.10
Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.07
Ené Activa(S/ 14.8371 + 0.6595 x 4.0000 kWh)	17.48
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.6701)	4.69
Interés Compensatorio	0.10
Ajuste Tarifario	-0.01
SUB TOTAL	26.43
Imp. Gral. a las Ventas	4.76
Cargo Energía Ley MCTER 30468	-0.72
Ajuste Cargo Energía Ley MCTER 30468	0.03
Interés Moratorio	0.01
Saldo por redondeo	-0.01
Diferencia de redondeo	0.01
Aporte Ley Nro. 28749 0.0084	0.29
TOTAL RECIBO DE JULIO-2019	30.80
Deuda Anterior (1 Mes.)	30.30
Descuento FOSE(Ley N°27510) S/ 4.96	



CERO ACCIDENTES
NO TE ACERQUES A LAS
LÍNEAS ELÉCTRICAS

FECHA DE VENCIMIENTO **12/08/2019**

TOTAL A PAGAR **S/ *****61.10**

RECIBO N° 751-11561960 **Julio-2019**
Suministro: 76440486 CONGA ATAUCUSI, AGRIPINA
Ayacucho / Huamanga / Ayacucho/
1462 - 60483 - 405 / 26/07/2019 / 12/08/2019
TOTAL A PAGAR S/ ***61.10**





Electrocentro R.U.C. 20129646099

- 1) Como podemos observar la energía eléctrica convencional tiene un valor de s/. 0.65 por KWH, pero con todo el mantenimiento y otros como el alumbrado público llega s/.1.12 por KWH.
- 2) Nuestra energía producida estaría en s/. 0.53 por KWH con mantenimiento estaría 0.93KWH.

ANEXO 12.

METRADO

	HOJA DE METRADOS						
SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO							
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGIA FOTOVOLTAICA						
UBICACIÓN:	COMUNIDAD CAMPESINA DE TOTORILLA-HUAMANGA						
LUGAR:	COMUNIDAD DE TOTORILLA						
FECHA:	MARZO 2019						
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS						
ITEM	ESPECIFICACION				UNID.	TOTAL POR UND	TOTAL
03	CERCO PERIMETRICO						
03 .01	ESTRUCTURAS						
03 .01 .01	OBRAS PRELIMINARES						
03 .01 .01 .01	LIMPIEZA DE TERRENO				m2	135.30	135.30
	CASETA DE CONTROL						
	CAMARA DE BOMBEO						
	CAMARA DE SUCCION						
	RESERVORIO						
03 .01 .01 .02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR				m2	130.30	130.30
03 .01 .02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
03 .01 .02 .01	EXCAVACION DE ZANJA PARA CIMENTO CORRIDO HASTA 1.30 M				m3	25.55	25.55
03 .01 .02 .03	ACARREO Y ACOPIO DE MATERIAL EXCEDENTE				m3	25.55	25.55
03 .01 .02 .04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				m3	25.55	25.55
03 .01 .03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
03 .01 .03 .01	SOLADO PARA MURO DE CONTENCION MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGON				m2	8.22	8.22
03 .01 .03 .02	CONCRETO PARA CIMENTO CORRIDO 1:10 (C:H) + 30% P.G.				m3	0.94	0.94
03 .01 .03 .04	CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO DE 1:8 (C:H) + 25% P.M.				m3	1.88	1.88
03 .01 .03 .06	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTOS				m2	10.26	10.26
03 .01 .04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
03 .01 .04 .01	CAMARA DE SUCCION						
03 .01 .04 .01 .01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				Kg	27.22	27.22
03 .01 .04 .02	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS						
03 .01 .04 .02 .01	BATERIAS				Kg	0.00	2.00
	PANELES FOTOVOLTAICOS						4.00
	CABLES				ML	100.00	
	INVERSORES					1.00	
	ACCESORIOS						
03 .01 .04 .03	COLUMNAS						
03 .01 .04 .03 .01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				Kg	102.12	102.12
03 .01 .04 .03 .02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS				m2	0.00	0.00
03 .01 .04 .03 .03	CONCRETO PARA COLUMNAS FC=175 KG/CM2				m3	0.79	0.79
03 .01 .04 .04	VIGAS						
03 .01 .04 .04 .01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				Kg	0.00	0.00
03 .01 .04 .04 .02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS				m2	0.00	0.00
03 .01 .04 .04 .03	CONCRETO EN VIGAS FC=175 KG/CM2				m3	0.00	0.00
03 .01 .05	PRUEBAS DE LABORATORIO						
03 .01 .05 .01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)				Und	2.00	2.00
03 .02	ARQUITECTURA						
03 .02 .01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA						
03 .02 .01 .01	MUROS DE LADRILLO KK ARCILLA CARAVISTA SOGA M:1:5				m2	55.81	55.81
03 .02 .02	REVOQUES Y ENLUCIDOS						
03 .02 .02 .02	TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR C/MORTERO 1:5 X 1.5 CM EN COLUMNAS				m2	2.63	2.63

Item	Descripción	Parcial S/.
1	OBRAS PROVISIONALES	430.9
1.01	CARTEL DE OBRA	430.9
2	CASETA DE PROTECCION DE ESTACION (01 unid.)	4,916.62
2.01	TRABAJOS PRELIMINARES	135.9
2.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	742
2.03	CONCRETO	995.35
2.04	FIERRO	216.9
2.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	263.93
2.06	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑELERIA	816.31
2.07	TECHO ALIGERADO	257.6
2.08	REVOQUES Y ENLUCIDOS	567.71
2.09	PISOS	476.58
2.1	CARPINTERIA METALICA	444.34
3	SISTEMA FOTOVOLTAICO (01 unid.)	13,555.53
3.01	TRABAJOS PRELIMINARES	855
3.02	SISTEMA DE CAPTACION	6,078.29
3.03	SISTEMA DE REGULACION	420.4
3.04	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	910.2
3.05	SISTEMA DE MODULACION	2,820.20
3.06	EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO	2,471.44
4	LINEA DE IMPULSION Y BOMBEO	2,900.00
4.01	LINEA DE IMPULSION (L= 100 ml * 1 linea)	2,000.00
4.02	BOMBAS (01 unid.)	900.00
5	RESERVORIO NUEVO DE GEOMENBRANA PVC 1.5 mmm (V = 20m3)	2,792.61
5.01	OBRAS PRELIMINARES	121.93
5.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	120.00
5.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMENBRANAS	1,000.00
5.04	CAJA DE VALVULA DE CONTROL	827.65
5.05	CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRADO	723.03
6	OBRAS DE PROYECCION	6,214.90
6.01	CABEZAL DE RIEGO (01 UND)	2,973.89
6.02	CAJA DE VALVULA DE CONTROL (02 UND)	721.52
6.03	VALVULA DE AIRE (02 UND)	472.4
6.04	VALVULA DE PURGA (11 UND)	2,047.09
7	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO	180
8	PRUEBA HIDRAULICA	1,472.64
9	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	2,000.00
10	GASTOS DIVERSOS	1,900.00
11	MITIGACIÓN AMBIENTAL	900
12	MODULO DE CAPACITACIÓN	1,000.00
COSTO DIRECTO		38,263.20
GASTOS GENERALES (15%)		5,739.48
PRESUPUESTO TOTAL		44,002.68



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS





SÍGUENOS EN NUESTRAS
REDES SOCIALES



PROTECCIÓN AL
MEDIO AMBIENTE

CEPER CABLES

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA CABLES BAJA DE TENSIÓN



CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

CEPER CABLES fabricante de conductores eléctricos. Por su elevado nivel tecnológico así como por su desarrollo continuo de nuevos productos, tiene las soluciones más idóneas para satisfacer las necesidades técnicas de cada ambiente.

ÍNDICE

- Introducción	02
- Normativa aplicada	03
- Componentes usuales de los cables Baja Tensión	03
- Parámetros característicos	07
- Características para la selección del tipo de cable	09
- Cálculo de la capacidad de Corriente	10
- Corrientes de cortocircuito en el Conductor	18
- Determinación de la Sección del Conductor	18
- Coeficientes de corrección	20
- Control de calidad	25
- Recomendaciones para el tendido y montaje	26
- Responsabilidad de la información proporcionada	27



Temperatura máxima del conductor: 90°C



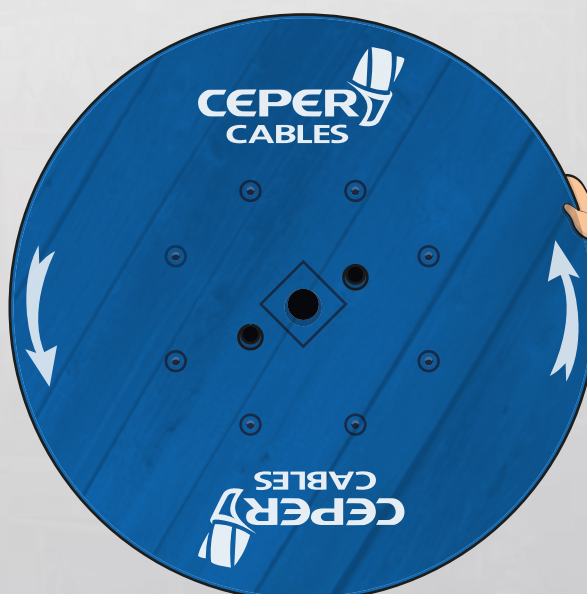
Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente





INTRODUCCIÓN

CEPER CABLES fabrica conductores de BAJA TENSIÓN para lo cual tiene la experiencia y tecnología necesaria en la producción de toda la diversidad de cables Rígidos y Flexibles para la distribución de energía.

Los cables son fabricados y probados en un laboratorio que cuenta con equipos de la más alta tecnología en la realización del control de calidad. Estos equipos permiten hacer pruebas de tensión y resistencia de aislamiento entre otras exigentes pruebas que superan todas las especificaciones técnicas requeridas por las reconocidas normas Nacionales e Internacionales como son la NTP, IEC, UL.

Nuestros cables BAJA TENSIÓN se instalan en lugares como redes de distribución, alimentación para todo tipo de instalación industrial, bajo la modalidad de sistemas de distribución subterránea, aérea y en ductos.

Además fabricamos una gran variedad de cables, los cuales proporcionan la máxima seguridad eléctrica y la mayor resistencia ante eventos como el fuego y otros.

Los materiales empleados en todos los componentes del cable son de elevada calidad. CEPER CABLES es pionero a nivel mundial en el desarrollo de compuestos aislantes a base de polietileno termoestable XLPE, aunado a los grandes cuidados que se tienen en los diversos procesos de fabricación garantizan seguridad y continuidad durante años de operación del cable lo cual permite que CEPER CABLES tengan un extraordinario comportamiento bajo las más severas condiciones de instalación.

CEPER CABLES fabrica estos cables con conductores de Cobre o Aluminio. Nuestra alta tecnología y experiencia empleada en la elaboración de los cables BAJA TENSION permite que nuestros cables trabajen con altos gradientes de voltaje, manteniendo las cualidades de calidad requerida por un largo tiempo de vida durante su operación.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA CABLES BAJA TENSIÓN

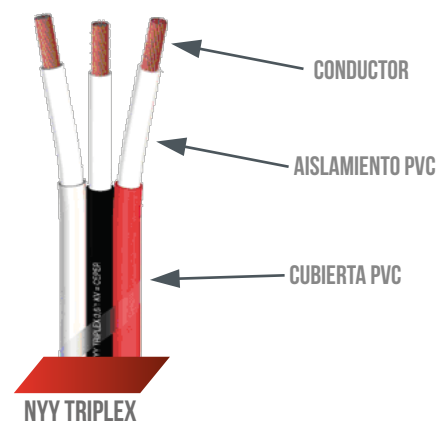
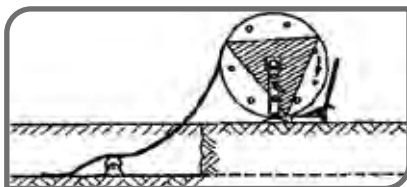
NORMATIVA APLICADA

Los cables fabricados por CEPER CABLES cumplen los requisitos exigidos por la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 60502-1 y por las NTP Normas técnicas peruanas. También fabrica cables baja tensión basada en las diferentes normas UL como las UL-44, UL-62, UL-83 con diferentes tipos de aislamientos termoplásticos y termoestables.

Los compuestos plásticos utilizados por CEPER CABLES tienen como principales propiedades: una marcada estabilidad al envejecimiento, la posibilidad de un elevado transporte de corriente. Cada parte que compone estos cables ha sido estudiada para realizar con la mayor fiabilidad la función que de ella se requiere. Asimismo, se fabrican con los mejores materiales, una vez que los mismos han sido seleccionados y controlados.

COMPONENTES USUALES DE LOS CABLES BAJA TENSIÓN

BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEO CON AISLAMIENTO DE PVC



CONDUCTOR

Son elementos metálicos de cobre o aluminio, que facilitan el paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la corriente de un extremo a otro del cable. Los metales mencionados se han elegido por su alta conductividad, característica necesaria para optimizar la transmisión de energía.

CEPER CABLES utiliza en la elaboración de los conductores para sus cables, cobre electrolítico, obtenido por un proceso de colada continua partiendo de cátodo, y aluminio de grado eléctrico.

Los alambres y cuerdas se conforman a partir de estas materias primas y se construyen de acuerdo con las respectivas normas nacionales e internacionales, tales como las NTP Peruanas, la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 60228 y la UL Norteamericana.



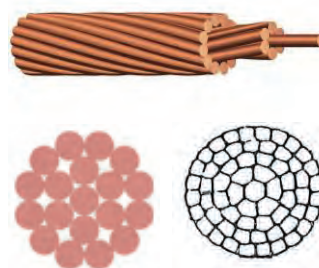
CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

Los conductores de la misma sección pueden estar constituidos por haces de alambres metálicos de distinto diámetro, según la mayor o menor flexibilidad exigida al cable. La mayoría de las normas clasifica a los conductores desde el más rígido (Clase 1), constituido por un sólo alambre, al más flexible (Clase 6), formado por haces de alambres extremadamente finos.

Para las secciones iguales o superiores a 10 mm² suele utilizarse cuerdas compactas que permiten obtener cables de inferiores dimensiones.



CUERDA



AISLACIÓN

Un material aislante impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de potencial entre dos puntos del mismo. En estos materiales para conseguir una determinada corriente sería necesario aplicar una tensión muchísimo más elevada que en el conductor; ello no ocurre dado que se produce antes la perforación de la aislación. Se dice entonces que su resistividad es prácticamente infinita.

Los principales aislantes utilizados por CEPER para distribución de energía son:

- Policloruro de vinilo (PVC): Material termoplástico utilizado masivamente para la mayoría de los cables de uso domiciliario e industrial en baja tensión. Con el agregado de aditivos especiales en su formulación se logran variedades con resistencia a la propagación del incendio; reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos. La temperatura de funcionamiento normal de este aislante es de 70° C y de 160° C en cortocircuito y durante no más de 5 segundos. Los cables en PVC responden a las normas a IEC 60502, UL, etc.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama

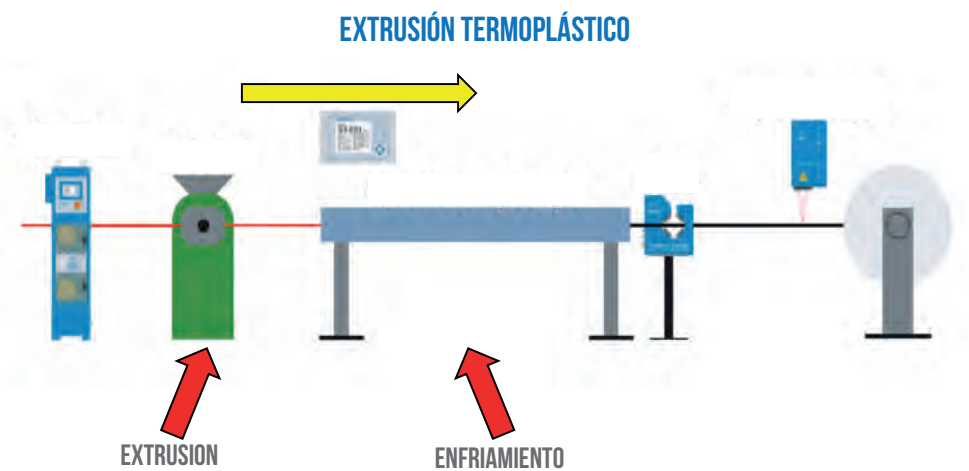


Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

- Polietileno reticulado (XLPE): Material termoestable (una vez reticulado no se ablanda con el calor) presenta mejores características eléctricas y térmicas que el PVC por lo que se lo utiliza en la construcción de cables de baja, media y alta tensión. La ausencia de halógenos en su composición hace que los gases, producto de su eventual combustión no sean corrosivos. Su termoestabilidad hace que puedan funcionar en forma permanente con temperaturas de 90° C en los conductores y 250° C durante 5 segundos en caso de cortocircuito. Los cables aislados en XLPE responden a las Normas IEC 60502 o ICEA, para baja y media tensión según corresponda.
- Compuestos CERO HALOGENOS: Materiales con excelentes características eléctricas que, debido a su composición, en caso de combustión emiten muy pocos humos y cero gases halogenados (tóxicos y corrosivos); por ello se denomina a estos materiales como LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LSOH). Los cables aislados con mezclas LSOH responden a las Normas EN.

**EXTRUSIÓN**

Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

RELLENOS

En los cables tripolares, los conductores aislados y apantallados se cablean. Para dar forma cilíndrica al conjunto se aplica un relleno, y eventualmente una capa, extruidos, de un material apropiado que pueda ser fácilmente eliminado cuando hay que confeccionar empalmes o terminales.

PROTECCIONES

Cuando la pantalla y la armadura están constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una envoltura extruída. La calidad del material debe ser adecuada para la temperatura de trabajo del cable y sus características quedan definidas en la Norma citada.

La armadura asume diversas funciones entre las que cabe distinguir:

- a) Refuerzo mecánico, aconsejable según la forma de instalación y ulterior utilización.
- b) Barrera de protección contra roedores, insectos o larvas.

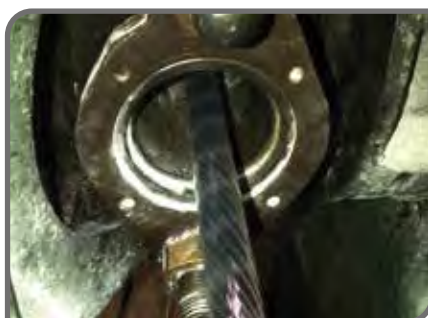
CUBIERTA EXTERIOR

Las envolturas empleadas pueden ser de PVC (Policloruro de vinilo) o Pe (polietileno), según la norma IEC 60502-1. Cabe destacar que con formulaciones adecuadas se obtienen mezclas de PVC de gran resistencia a los aceites y a los hidrocarburos. En casos muy particulares de utilización en industrias petroquímicas o donde pueda darse la circunstancia de una posible inmersión del cable en hidrocarburos, es aconsejable la utilización de una cubierta metálica resistente a estos agentes.

El empleo de una envoltura de PVC permite conferir la característica de no propagador del incendio al Cable.



EXTRUSIÓN



CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN**PARAMETROS CARACTERISTICOS:****RESISTIVIDAD DE UN CONDUCTOR:**

Es la pérdida de potencia que sufre una corriente eléctrica continua de un amper de intensidad al atravesar un conductor de longitud y sección unitaria. Como un alambre de cobre recocido a 20° C, de un km de longitud y un mm² de sección, disipa en forma de calor, al ser atravesado por una corriente de un amper, una potencia de 17,241 watt, se dice que este material presenta una resistividad de 17,241 y se mide en Ω. mm² / km.

Es una característica intrínseca del material y depende de su pureza, estructura molecular y cristalina, así como de la temperatura. Al concepto inverso, esto es, la facilidad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se le denomina conductividad.

La resistividad nominal, ρ, a la temperatura de 20° C es:

- Para el cobre recocido de 17,241 . Ω. mm² / km.
- Para el aluminio de 28,264 . Ω. mm² / km.

RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

Las pérdidas que se producen cuando un conductor es atravesado por una corriente eléctrica son directamente proporcionales a su longitud e inversamente proporcionales a la sección, por lo que se calcula multiplicando la resistividad nominal, ρ, antes citada, por la longitud en km y se divide el producto por la sección en mm². El resultado se expresa en Ωy, como antes, es la potencia disipada en forma de calor en el cable de que se trata al ser recorrido por una corriente de un amper.

En la práctica, se especifican siempre a la temperatura de 20° C y en corriente continua. Por consiguiente, es preciso referir a la citada temperatura de 20° C y a la longitud de un km, la resistencia de las muestras, a través de las fórmulas:

Cobre:

$$R_{20} = R \cdot \frac{254,5}{234,5 + t} \cdot \frac{1000}{L(\text{metros})}$$

Aluminio:

$$R_{20} = R \cdot \frac{248}{228 + t} \cdot \frac{1000}{L(\text{metros})}$$

Equivalencia eléctrica entre conductores de Cu y Al:

Se entiende por secciones equivalentes las que admiten la misma intensidad de corriente ocasionando las mismas pérdidas. Consecuentemente existe una proporcionalidad directa entre las resistividades y las secciones, ya que es preciso compensar con una mayor sección una mayor resistividad.

Como la relación entre las resistividades del cobre y del aluminio es de 1,64, un conductor de aluminio será equivalente a otro de cobre si tiene una sección 1,64 veces superior.



CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN**RESISTENCIA DE AISLACIÓN:**

Es la resistencia que ofrece la aislación al paso de una corriente eléctrica, y se mide en $M \Omega \cdot km$.

En la práctica, se determina multiplicando una constante característica de cada material aislante, denominada Constante de Aislación, K_i , por una función de los diámetros sobre la aislación (d_e) y sobre el conductor (d_i):

$$R_a = K_i \cdot \log(d_e / d_i) \text{ (en } M \Omega \cdot km \text{)}$$

CONSTANTE DIELECTRICA:

Es la relación de la densidad de flujo eléctrico que, en presencia de un campo eléctrico, atraviesa un aislante determinado y la que se obtendría si el dieléctrico fuera el vacío.

Es un factor determinante de la capacidad electrostática de un capacitor, cuyas armaduras son el propio conductor y el medio conductor que rodea el aislamiento: pantallas, armaduras, ó incluso el propio suelo, por lo que presenta una capacidad que, en ocasiones, es determinante.

La capacidad electrostática de un cable se obtiene por la fórmula:

$$C = 0,024 \cdot \epsilon_r / \log(d_e / d_i) \text{ (en } \mu F / km \text{)}$$

donde ϵ_r es la constante dieléctrica, que vale 2,5 para el XLPE, 3 para el EPR y entre 5 y 8 para el PVC

RIGIDEZ DIELECTRICA - GRADIENTE ELÉCTRICO:

Rigidez dieléctrica es la máxima tensión que soporta un aislante de espesor unidad sin perforarse; es un gradiente eléctrico que se mide en V/m .

Cada material aislante presenta un gradiente de potencial límite, en base al cual se determina el gradiente máximo de servicio al que puede trabajar el cable sin daño.

Se define el gradiente eléctrico como el cociente de dividir la diferencia de potencial aplicada entre las dos caras de un material aislante por su espesor. En el caso de un cable, la aislación está limitada por dos superficies cilíndricas concéntricas, por lo que el gradiente eléctrico no tiene un valor constante, sino que es inversamente proporcional al radio de curvatura del campo eléctrico, y responde a la expresión:

$$G = \frac{0.434 \cdot E_0}{r \cdot \log(d_e/d_i)} \text{ (kV / mm)}$$

Donde: G es el gradiente en kV/mm

E_0 es el potencial respecto a tierra del cable (kV)

r es el radio de curvatura del campo eléctrico, en mm , (que generalmente coincide con la distancia desde el centro del conductor al punto considerado), y

d_e y d_i son, como antes, los diámetros exterior e interior de la aislación (mm).

PÉRDIDAS EN EL DIELECTRICO:

Por el sólo hecho de darle tensión a un cable, aun cuando no se alimente ninguna otra carga, se producen tres fenómenos:

- Una corriente de fuga, en fase con la tensión aplicada, que provoca pérdidas reales que se disipan en forma de calor.
- El campo alterno aplicado al cable hace oscilar las cargas de los átomos del aislante, produciendo un rozamiento que también calienta al cable produciendo pérdidas reales.
- Una corriente capacitiva de carga del cable como capacitor cilíndrico. Esta corriente no se convierte en calor, ya que es una corriente reactiva, y está desfasada 90° con respecto a la tensión.

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

La corriente activa (I_w) que alimenta las pérdidas a) y b) está en fase con la tensión aplicada (U_0), mientras que la corriente reactiva (I_c) que alimenta al condensador está en cuadratura. A la relación entre ambas corrientes (I_w / I_c) se la denomina $\tan \delta$, y a δ "ángulo de pérdidas".

El factor de pérdidas ($\tan \delta$) es una característica de cada material. Cuanto mayor sea la $\tan \delta$ mayores serán las pérdidas en la aislación y el calentamiento del cable no ocasionado por el paso de la corriente útil o pérdidas por efecto Joule.

Las pérdidas en el dieléctrico valdrán: $P_w = I_w \cdot U_0$ (en W), mientras que la corriente de carga del cable considerado como un capacitor cilíndrico es $I_c = \omega \cdot C \cdot U_0$ (A). Como por otro lado es:

$$I_w = I_c \cdot \tan \delta \text{ y}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$P_w = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \tan \delta \text{ (W / km)}$$

Si ahora en vez de considerar un solo conductor, hablamos de un sistema de distribución con tres conductores, las pérdidas serán tres veces mayores, pero como:

$$U = U_0 \cdot$$

$$P_w = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U^2 \cdot \tan \delta \text{ (W / km)}$$

CARACTERÍSTICAS PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Condiciones de instalación: fija o móvil, en este caso se debe prestar atención a si se trata de un servicio móvil continuo o esporádico con descripción detallada del tipo de trabajo que efectuará el cable.
- Tensión de servicio efectiva en V (corriente continua, alterna monofásica, trifásica, etc.).
- Número y sección de los conductores, corriente en amperios o datos necesarios para su determinación (potencia en kVA, o en kW y $\cos \phi$), servicio continuo o intermitente y, en su caso, características de esta intermitencia.
- Normas o especificaciones a las que el cable debe responder.
- Longitud total necesaria del cable y longitud de cada pieza.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES:

Cables para instalación fija en ambientes secos.

- Cable enterrado directamente en terreno normal (sin presencia de hidrocarburos) o particular (con presencia de hidrocarburos), y en tal caso indicar si el contacto es ocasional o no.
- En ductos enterrados (indicando material y dimensiones) y su profundidad.
- Tendido al aire libre y a la sombra.
- Tendido al aire libre al sol.
- Tendido al aire y en conducto.
- Tendido en galería.
- En ciertos casos particulares y si la instalación lo requiere (como por ejemplo las anti-explosivas), se debe indicar el diámetro exterior máximo del cable.
- Otras condiciones de instalación: alta montaña, riesgo de nieblas o vapores ácidos, indicando en este caso, concentración y naturaleza de estos, etc.

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN**Características particulares del sistema trifásico:**

- ¿Es un sistema trifásico con neutro aislado o con neutro a tierra?
- Si es neutro aislado ¿cuánto tiempo se prevé que puede funcionar con una fase a tierra?
- ¿Breves instantes, más de una hora o más de ocho horas?
- ¿Es un cable para servicios móviles?
- Valor previsible de la corriente de cortocircuito.
- Duración del cortocircuito.

Cables para altas temperaturas:

- ¿Por temperatura máxima se entenderá la del conductor o la del ambiente?
- ¿Si esta última es variable o permanente?
- ¿Aire seco, con vapores o con nieblas?

Cables para ambientes húmedos o usos subacuáticos:

- El cable va a estar sumergido en agua, sin ser un río, laguna o canal.
- Para ríos, lagos, canales, etc., se precisa una breve descripción del fondo (rocoso, fangoso, pedregoso), indicación de su profundidad, velocidad del agua, eventuales peligros derivados del paso de barcos, anclas, artes de pesca, buzos, etc.

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE

El problema fundamental del estudio de los cables de energía es la determinación de la potencia que un cable, o un grupo de cables, puede transportar en servicio permanente en determinadas condiciones de instalación.

La publicación IEC 60287 facilita los elementos necesarios para efectuar estos cálculos; no obstante, por su nivel de complejidad, vamos a simplificarlos agrupándolos en tres factores fundamentales:

- 1) La temperatura máxima que pueden soportar las distintas partes de un cable con un razonable coeficiente de seguridad que garantice una vida útil industrialmente aceptable.
- 2) Las posibilidades de disipación del calor generado por las pérdidas que se producen en un cable en servicio.
- 3) Las condiciones ambientales y de instalación del cable.

La corriente transportada por un cable eleva su temperatura, a causa de las pérdidas producidas por efecto Joule y otras, hasta que se establece el equilibrio cuando el calor generado iguala al que se disipa a través de los aislamientos, protecciones, cubiertas, tierra (en el caso de los cables enterrados) o aire (en los cables en aire) hacia el exterior o medio ambiente.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama

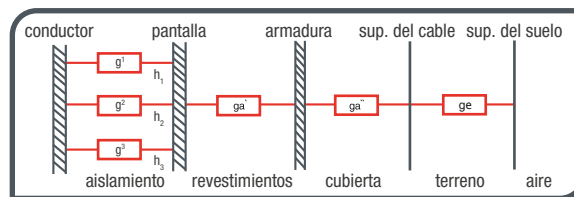


Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

Vías para la evacuación del calor generado por el cable

Si se trata de un cable multipolar, con varios conductores activos que se encuentran a la misma temperatura, el calor (h1, h2, h3) generado en los conductores, fluye desde aquellos por tres caminos paralelos, o resistencias térmicas (g1, g2, g3) constituidas por los respectivos aislamientos, hasta la protección metálica, o pantallas, que están en contacto entre sí. Después, a través de la resistencia térmica (ga') de las cubiertas que soportan la eventual armadura, de la resistencia (ga'') de la cubierta exterior no metálica y finalmente (ge) la del terreno o la del aire. En el caso de cables en aire, el calor se evacua a través de dos vías: por conducción y por convección.



Esquema de evacuación del calor

El flujo de calor se debe a la diferencia de temperatura entre el conductor y el medio que le rodea y está regido por una ley similar a la que se utiliza en electricidad para evaluar las corrientes producidas por una diferencia de potencial aplicada a una resistencia.

Para cualquier conductor eléctrico de sección A y de longitud L, al que se aplica una diferencia de potencial Δv se cumple, de acuerdo a la Ley de Ohm, que:

$$I = \frac{\Delta V}{R_e} = \frac{\Delta V \cdot A}{\rho \cdot L} \text{ (amper)}$$

En un circuito térmico, en el que debido a una diferencia de temperatura Δθ fluye calor desde un punto más caliente a otro más frío, análogamente, se cumple:

$$h = \frac{\Delta \theta}{G_t} = \frac{\Delta \theta \cdot A}{g_t \cdot L} \text{ (watt)}$$

Donde A y L tienen el mismo significado que en el caso eléctrico y gt es la resistividad térmica.

Esta relación se conoce como la “Ley de Ohm térmica” para la transmisión del calor.

La resistividad térmica de un cuerpo es una propiedad intrínseca del mismo, y se puede definir como: “el valor de la diferencia de temperatura, en grados celsius, entre las dos caras opuestas de un cubo de un centímetro de lado que permite el paso de un watt de calor”, se mide en (°C . cm / W). La resistencia térmica se mide en ohm térmicos (Ωt).

Con estos principios, los problemas de fluencia de calor pueden convertirse, en general, en problemas de electricidad de corriente continua, considerando análogos los siguientes términos:

Circuito térmico	Circuito eléctrico
Flujo de calor (Watt)	Corriente eléctrica (amper)
Salto térmico (°C)	Caída de tensión (Volt)
Resistividad térmica (°C . cm / W)	Resistividad eléctrica (Ω . cm).
Resistencia térmica (Ωt)	Resistencia eléctrica (Ω).
Líneas isoterms	Líneas equipotenciales
Líneas de flujo de calor	Líneas de flujo de corriente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

Se encara el problema del diseño térmico de un cable igualando el calor generado por las pérdidas del cable con el disipado a través de las resistencias térmicas a causa de la diferencia de temperatura entre los conductores y el medio ambiente.

Suponiendo que el calor viene generado exclusivamente por las pérdidas debidas al efecto Joule en los conductores, resulta:

$$h = n \cdot Rt \cdot I^2 \text{ (watt)}$$

Donde Rt es la resistencia de cada conductor a la temperatura de servicio y n el número de conductores activos. Por otro lado, el calor disipado a consecuencia del salto térmico, $\Delta\theta$, existente entre los conductores y el medioambiente será, como se ha indicado:

$$h = \Delta\theta / Gt \text{ (watt)}$$

En esta última ecuación, el máximo salto térmico aceptable está limitado por las características de los materiales constitutivos del cable que fijan la temperatura máxima en el conductor en servicio permanente y la temperatura ambiente, del terreno o del aire circundante que, por lo general, suele tomarse de 25° C o de 40° C, respectivamente.

Igualando el calor generado con el disipado: $n \cdot Rt \cdot I^2 = \Delta\theta / Gt$, se deduce:

$$I = \sqrt{\left(\frac{\Delta\theta}{n \cdot Rt \cdot Gt} \right)}$$

Siendo I la intensidad admisible en ampere.

El problema de la determinación de la temperatura del aislamiento y cubiertas en los distintos puntos del cable se convierte así en el de calcular la resistencia térmica total (Gt) del camino recorrido por el flujo de calor, que se obtiene calculando previamente el valor de cada una de sus componentes: $g1, g2, g3, ga', ga'', ge$.

En la figura se pone de manifiesto que la resistencia térmica total (Gt), está formada por un conjunto de resistencias térmicas parciales, unas en serie y otras en paralelo.

El cálculo de cada resistencia parcial obliga a considerar dos factores: la resistividad térmica del material y un factor de forma, al que se denomina FG (factor geométrico).

Las resistividades térmicas de algunos aislamientos, cubiertas y materiales para canalizaciones son las siguientes (las resistividades térmicas de los elementos metálicos tales como tubos de plomo, pantallas o armaduras metálicas se consideran despreciables a los efectos prácticos):



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

Material	Gt(°C.cm /W)
a) Aislantes	
Poliuretano reticulado (XLPE)	350
Cloruro de Vinilo (PVC)	500
Etileno Propileno (EPR)	500
Papel impregnado (P)	600
Aceite fluido (OF)	500
b) Cubiertas	
Neopreno (PCP)	550
Cloruro de polivinilo (PVC)	500
Poliuretano termoplástico (PE)	350
Compuestos LSOH	500
Materiales fibrosos	600
c) Materiales para conductos	
Cemento	100
Fibra	40
Amianto	200
Tierra de relleno	120
Cloruro de polivinilo	600
Poliuretano termoplástico	350

Las dimensiones y formación del cable influyen decisivamente en el valor de su resistencia térmica y ésta puede calcularse fácilmente en el caso de los cables unipolares en los que el calor fluye radialmente desde el núcleo. Sin embargo, en el caso de los cables multiconductores, el problema se complica debido a la distorsión de las líneas de fluencia del calor. Este problema se ha resuelto haciendo uso de los denominados “factores geométricos” (FG).

Estos F. G. se determinan midiendo la resistencia eléctrica de modelos geoméricamente semejantes al corte del cable constituidos por electrodos sumergidos en electrolitos. Los modelos se construyen de tal manera que el electrolito tiene el espacio comprendido entre los conductores paralelos cilíndricos y una envoltura de metal, también cilíndrica, de tal manera que se puedan efectuar fácilmente las medidas pertinentes.

En el caso de un cable unipolar apantallado, la resistencia térmica del aislamiento viene dada por la fórmula:

$$g1 = \frac{gt}{2\pi} \cdot \ln\left(1 + \frac{2t1}{dc}\right)$$

Donde:

gt es la resistividad térmica del aislamiento.

dc es el diámetro del conductor en mm.y

t1 es el espesor del aislamiento entre conductor y pantalla.

En el caso de cables multiconductores, como se ha indicado anteriormente, es necesario hacer uso del “factor geométrico” FG, siendo la resistencia térmica del aislamiento:

$$g1 = \frac{gt}{2\pi} \cdot FG$$

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

Donde el valor de F G se obtiene de gráficos variables según el tipo de cable.

Para tensiones iguales o superiores a 2,3 / 3,3 kV en cables aislados en XLPE y 5,2 / 6,6 kV en cables aislados en EPR, se hace necesario apantallar cada fase individualmente, entonces el apantallado individual de las almas reduce la resistencia interior del dieléctrico, pues proporciona caminos adicionales, de elevada conductividad térmica para la disipación del calor, en paralelo con las sendas habituales a través del dieléctrico.

En este caso, los cables de este tipo pueden ser considerados como cables para los cuales $t_1 / t = 0,5$, siendo t el espesor de aislamiento entre conductores, e introducir un factor K, denominado “factor de apantallamiento” que se ha obtenido con auxilio del método electrolítico citado anteriormente. Se tiene, pues:

$$g_1 = K \cdot \frac{gt}{2\pi} \cdot FG$$

Por lo que respecta a la resistencia térmica de los asientos de las armaduras (g_a'), su valor viene dado por la expresión:

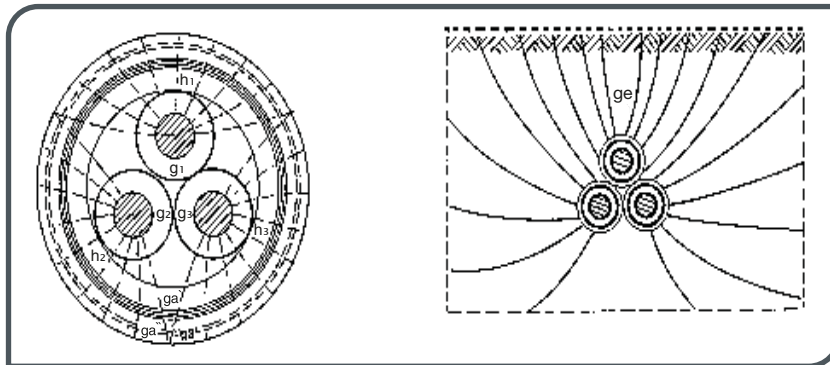
$$g_a' = \frac{gt}{2\pi} \cdot \ln \left(1 + \frac{2t_2}{D_s} \right)$$

Donde:

t_2 es el espesor del asiento de armadura

D_s es el diámetro exterior de la envolvente

gt es la resistividad térmica del material de asiento de armadura.



Finalmente, la resistencia térmica del revestimiento o cubierta exterior del cable se calcula:

$$g_a'' = \frac{gt}{2\pi} \cdot \ln \left(1 + \frac{2t_3}{D'a} \right)$$

Donde:

t_3 es el espesor de la cubierta

$D'a$ es el diámetro exterior de la armadura.

gt es la resistividad térmica del material de la cubierta.

En los cables no armados, $D'a$ es el diámetro exterior del componente situado inmediatamente debajo de la cubierta, por ejemplo, otra cubierta, una pantalla u otro revestimiento.

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

Como el cable considerado está instalado en un medio determinado, el calor generado ha de pasar del cable a ese medio con una cadencia definida por la resistencia térmica exterior (g_e). Se pueden considerar dos formas genéricas de instalación:

Cables instalados al aire libre.

En el primer caso se debe considerar si el cable está protegido de la radiación solar directa o no. El tema se complica porque para el cálculo de la resistencia térmica exterior hay que tener en cuenta un coeficiente de disipación de calor, para cuya determinación se tienen en cuenta unos coeficientes empíricos que consideran la forma de colocación de los cables: un sólo cable, varios cables en contacto, en trébol, dispuestos vertical u horizontalmente, etc.

Además hay que tener en cuenta que la superficie exterior del cable está a mayor temperatura que el ambiente, siendo:

$$g_e = 1 / [\pi \cdot D_e \cdot h (\Delta\theta_s)^{1/4}]$$

Donde:

D_e es el diámetro exterior del cable (en m)

h es el coeficiente de disipación del calor cuyo valor varía entre 3 y 4 para un cable de color negro, según su forma de instalación.

$\Delta\theta_s$ es el calentamiento de la superficie del cable con respecto a la temperatura ambiente.

En consecuencia, la sencilla e intuitiva fórmula dada anteriormente para determinar la intensidad admisible en un cable se complica, convirtiéndose en:

$$I = \sqrt{\left[\frac{\Delta\theta - Wd[[0.5 \cdot g_1 + n \cdot (g_a' + g_a'' + g_e)] - \sigma \cdot D_e \cdot H \cdot g_e]}{R \cdot g_1 + n \cdot R(1 + \lambda_1 \cdot g_a') + n \cdot R(1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (g_a'' + g_e)} \right]}$$

Una primera simplificación de esta expresión se consigue considerando nulas las pérdidas en el dieléctrico (Wd), lo que es una suposición aceptable en los cables de tensión inferior a 12/20 kV, y considerar nulas, también, a λ_1 y λ_2 que representan la relación existente entre las pérdidas totales en pantallas y armaduras respecto a las pérdidas totales en los conductores.

Así, la expresión anterior queda simplificada como sigue:

$$I = \sqrt{\left[\frac{\Delta\theta - \sigma \cdot D_e \cdot H \cdot g_e}{R \cdot g_1 + n \cdot R \cdot (g_a' + g_a'' + g_e)} \right]}$$

Donde:

$\Delta\theta$ = es el salto térmico entre conductor y medio ambiente.

σ = es el coeficiente de absorción de los rayos solares.

D_e = es el diámetro exterior del cable (en m).

H = es la intensidad de los rayos solares (103 W / m²).

g_1 = es la resistencia térmica del aislamiento.

R = es la resistencia eléctrica a máxima temperatura de operación (Ω/m).

n = es el número de conductores.

g_a' = es la resistencia térmica del asiento de la armadura.

g_a'' = es la resistencia térmica de la cubierta exterior.

g_e = es la resistencia térmica exterior (en m . °C / W).

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

En el caso de cables enterrados:

Hay que considerar si hay uno o varios, la profundidad a que se encuentran, la distancia que separa a unos de otros, etc.

En el supuesto más sencillo, el de un sólo cable enterrado, la expresión que permite obtener la resistencia térmica del terreno es la siguiente:

$$g_e = \frac{1}{2\pi} g_t \cdot \ln(u + \sqrt{u^2 - 1})$$

Donde:

g_t = es la resistividad térmica del suelo

$u = 2L/D_e$

L = la profundidad a que está enterrado el cable

D_e = el diámetro exterior del cable

Cuando u es superior a 10 una buena aproximación se obtiene con la fórmula:

$$g_e = \frac{1}{(2\pi)} \cdot g_t \cdot \ln(2u)$$

Si se trata de grupos de cables enterrados hay que determinar la elevación de temperatura que, en la superficie de cada cable, ocasiona el calor generado por los restantes y restar esta del salto térmico previsto. Sólo la enunciación del problema muestra las dificultades prácticas del método, pues podemos encontrarnos con cables desigualmente cargados, situados en posiciones diversas y a distancias distintas, etc. Por estas razones, los Reglamentos, Normas técnicas y Catálogos facilitan tablas de carga y coeficientes de corrección que permiten evaluar con suficiente precisión la intensidad admisible en un cable en unas condiciones de instalación determinadas.

Cuando los cables se instalan al aire libre, la resistencia térmica exterior se ve notablemente afectada por el color de la cubierta exterior del cable que influye en el poder emisor de calor del cable.

Observaciones efectuadas en laboratorio han permitido llegar a la conclusión de que la disipación térmica total (H) por centímetro de longitud de la superficie total de un cable al aire viene dada por la expresión:

$$H = \pi \cdot d' \cdot h \cdot \Delta\Theta s^{5/4} \quad (\text{watt})$$

Donde:

d' = es el diámetro exterior del cable en cm.

h = es una constante que incluye las pérdidas de calor por conducción, convección y radiación en $W \cdot cm^2 \cdot ^\circ C$.

$\Delta\Theta s$ = salto térmico entre la temperatura superficial del cable y la del ambiente que se considera de $40 \text{ }^\circ C$.

Cuando los cables han de instalarse en el interior de edificios debe tenerse en cuenta los Reglamentos Técnicos de carácter oficial.



Temperatura máxima del conductor: $90^\circ C$



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

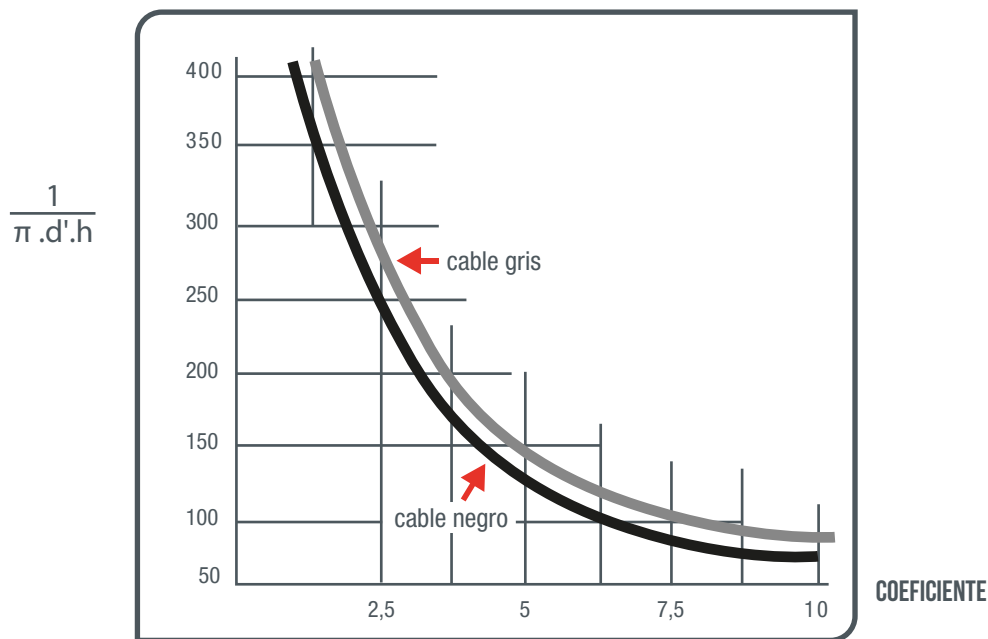
Para un incremento dado de temperatura ($\Delta\theta$), el valor de H varía con el diámetro del cable, con la posición y situación de otros cables adyacentes, con la distancia del cable hasta la superficie de la pared o techo, etc. Se alcanza el equilibrio cuando el calor disipado (H) multiplicado por la resistencia térmica exterior para cables al aire (Ga) es igual al salto térmico entre la temperatura ambiente y la superficie del cable, luego:

$$Ga = \frac{\Delta\theta s}{H} = \frac{\Delta\theta s}{\pi \cdot d' \cdot h \cdot (\Delta\theta s) \frac{5}{4}} = \frac{1}{\pi \cdot d' \cdot h \cdot (\sqrt[4]{\Delta\theta s})}$$

Los cables terminados en plomo, o los armados con alambres desnudos, presentan una baja emisividad cuando están nuevos, pero con el transcurso del tiempo, a medida que se oxidan o se ensucian aumentan su emisividad. Por lo tanto, para nuestro propósito, es bastante exacto tomar como valor de la emisividad de los cables usados la del cuerpo negro.

La figura siguiente permite calcular la resistencia térmica del aire multiplicando el valor dado en la curva, por el inverso de la raíz cuarta del salto térmico:

$$Ga = \frac{1}{\pi \cdot d' \cdot h} \sqrt[4]{\Delta\theta s}$$



CURVA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA TÉRMICA DEL AIRE

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN**CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR**

Las fórmulas que representan la corriente máxima de cortocircuito se basan en la energía térmica almacenada en el material conductor y en el límite máximo de temperatura tolerada por la aislación.

Generalmente se admite que el lapso de circulación del cortocircuito es muy pequeño, de modo que el calor desarrollado queda contenido en el conductor sin ser intercambiado con el medio; por lo que puede asumirse que el desarrollo térmico sigue una función adiabática que depende del material del conductor, siendo para conductores de cobre:

$$(I/s)^2 t = 115679 \log \left[\frac{T_2+234}{T_1+234} \right]$$

Y para conductores de aluminio

$$(I/s)^2 t = 48686 \log \left[\frac{T_2+228}{T_1+228} \right]$$

I = es la corriente de cortocircuito (A)

s = es la sección del conductor (mm²)

t = es el tiempo que dura el cortocircuito (s)

T₂ = es la temperatura final (°C)

T₁ = es la temperatura inicial (°C)

Se debe destacar que la temperatura de fallas persiste por un intervalo de tiempo superior a la duración del cortocircuito. Por ejemplo, demora 1 segundo en pasar de 90 a 250° C puede demorar una hora en retomar su temperatura normal.

Normalmente la temperatura inicial del conductor no es conocida ya que depende de la carga del cable y de las condiciones ambientales. Por motivos de seguridad se adopta la máxima temperatura admisible del conductor en las condiciones de trabajo normal del cable.

DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

En la práctica a un método simplificado en base a las siguientes consideraciones:

- 1) Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente (Intensidad nominal).
- 2) Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- 3) Caída de tensión.
- 4) Límites de temperaturas de conectores, terminales y accesorios a los cuales el cable está conectado.

Ante todo, ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal. En ciertos casos, en lugar de la potencia se dispone como dato, ya directamente, del valor de la corriente nominal.

En el caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo. Con este dato y las condiciones de instalación, se determina la corriente máxima permanente que se debe tener en cuenta. Una vez conocida ésta, el método más aconsejable es hallar la sección según el criterio 1 (capacidad de carga por intensidad máxima admisible por calentamiento), después se controlará que la sección es también aceptable según el criterio 2 (control de calentamiento en cortocircuito) y, por último, se verificará el criterio 3 (control de la caída de tensión).



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

CRITERIO 1

Determinación de la sección por intensidad máxima admisible por calentamiento.

Calculada la corriente nominal y conocidas las condiciones de instalación, la sección se determina mediante la tabla de capacidad de carga del tipo de cable seleccionado (consultar el catálogo respectivo). Estas tablas permiten elegir la sección de los conductores en base a la corriente máxima admisible para los diversos valores de la tensión de servicio. Se han determinado los dos casos de instalación más corrientes: la instalación al aire y la instalación enterrada, y en base a las siguientes consideraciones:

a) Instalación al aire:

- Temperatura del aire, 40° C.
- Solo una terna de cables unipolares separados un diámetro entre sí, o un cable tripolar.
- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.
- A la sombra.

b) Instalación enterrada:

- Temperatura del terreno, 25° C.
- Solo una terna de cables unipolares separados 7 cm entre sí, o un cable tripolar.
- Terreno de resistividad térmica normal (100° C • cm/W).
- Profundidad de la instalación (cables en PVC y XLPE):
 - 1,1 y 3,3 kV: 70 cm.
 - Entre 6,6 y 33 kV: 100 cm.

Los valores de intensidades admisibles indicados en las hojas de productos están referidos a las condiciones mencionadas y con una tensión de servicio igual a la nominal.

La temperatura máxima de trabajo de los cables esta prevista en 90° C y la temperatura ambiente que rodea al cable ha sido supuesta en 40° C para la instalación al aire y de 25° C para la instalación enterrada, tal como ya se ha expresado. Por “instalación al aire” se entiende una disposición en la que el aire pueda circular libremente por ventilación natural alrededor de los cables. En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes de las tablas incluidas más adelante.

En el caso de que se deba instalar mas de un cable tripolar o mas de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido previsto, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en las tablas siguientes.

CRITERIO 2

Control de calentamiento en cortocircuito.

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de esta última (I, en amperes) y su duración (t, en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

donde:

K - es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.

S - es la sección nominal del conductor en mm².

En la hipótesis de que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de K para el xlpe es de 143 y 92, según se trate de cables con conductores de cobre o de aluminio respectivamente, mientras que si el cable está aislado en PVC el valor de K será de 115 y 75 respectivamente. El valor de la I máxima admisible durante el cortocircuito puede calcularse según lo indicado por la Norma IEC 60949.

En caso de requerirse un cálculo pormenorizado remitirse a la norma IEC 60949.

CRITERIO 3:

Control de la caída de tensión.

La caída de tensión en el caso de los cables de media tensión, generalmente tiene poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud.

COEFICIENTES DE CORRECCIÓN PARA LA CAPACIDAD DE CORRIENTE

INSTALACION AL AIRE.

A -Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40° C.

15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C	45° C	50° C	55° C	60° C
1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.84	0.77

B -Cables instalados al aire en canales o galerías.

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canales, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire que los circunda.

La magnitud de este aumento depende de muchos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15° C.

La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla precedente.

C -Cables trifásicos o ternas de cables instalados al aire y agrupados.

NOTA: Cuando la separación entre cables sea igual o mayor a 2 d no se precisa corrección.

1° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro **d**.

Distancia de la pared > = 2 cm.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad

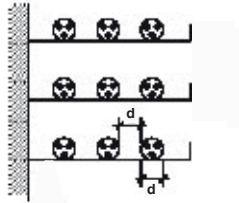


No propagación de la llama



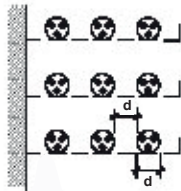
Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN



Nº de bandejas	Nº de cables o ternas				
	1	2	3	6	9
	factor de corrección				
1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84
2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80
3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78
6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76

2º - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas con separación de cables igual a un diámetro **d**.
Distancia de la pared > = 2 cm.



Nº de bandejas	Nº de cables o ternas				
	1	2	3	6	9
	factor de corrección				
1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	1	0,95	0,93	0,90	0,89
3	1	0,94	0,92	0,89	0,88
6	1	0,93	0,90	0,87	0,86

3º - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre soportes, con separación de cables igual a un Diámetro **d**.
Distancia de la pared > 2 cm.



Nº de cables o ternas	factor de corrección			
	1	2	3	6
1	0,93	0,90	0,87	0,86

4º - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, tendidos sobre bandejas continuas o perforadas (la circulación del aire es restringida).
Nº de cables o ternas



Nº de bandejas	Nº de cables o ternas			
	2	3	6	9
	factor de corrección			
1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	0,80	0,76	0,71	0,69
3	0,78	0,74	0,70	0,68
6	0,76	0,72	0,68	0,66



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

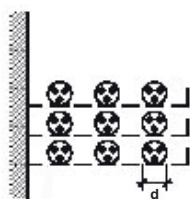
CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

5° - Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí, dispuestos sobre soportes.



N° de cables o ternas				
1	2	3	6	9
factor de corrección				
0,95	0,78	0,73	0,68	0,66

6° - Agrupación de cables trifásicos o ternas de cables unipolares, con una separación inferior a un diámetro y superior a un cuarto de diámetro, suponiendo su instalación sobre bandeja perforada, es decir, de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables.



N° de cables colocados verticalmente	N° de cables o ternas			
	1	2	3	>3
factor de corrección				
1	1,00	0,93	0,87	0,83
2	0,89	0,83	0,79	0,75
3	0,80	0,76	0,72	0,69
6	0,75	0,70	0,66	0,64

D -Cables expuestos directamente al sol.

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,90.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN

INSTALACION ENTERRADA

A - Cables directamente enterrados en zanja a diferentes profundidades.

Coefficientes de corrección de las intensidades admisibles de los cables en función de la profundidad de enterrado, partiendo de la profundidad tipo de la instalación (70, 100, 120 cm, etc).

Profundidad de enterrado	70 cm	100 cm	120 cm	150 cm	200 cm
Coefficiente de corrección	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91

B - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares.

1° -Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de corta longitud.

Se entiende por corta longitud, instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 metros (cruzamientos de caminos, carreteras etc.). En este caso, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad.

Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2.

2° -Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de gran longitud.

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse a estos cables, dependerá del tipo de agrupación empleado y variara para cada cable según esté colocado en un tubo central o en la periferia. Cada caso deberá estudiarse individualmente.

Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro del tubo respecto al del cable será igual o superior a 2. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 2.

Como orientación, se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,9.

Se recuerdan los inconvenientes que puede presentar el empleo de un tubo de hierro o de otro material ferromagnético, para la protección de un cable unipolar, por los calentamientos que podrían presentarse debido a fenómenos e histéresis y otros, por lo que se evitará esta forma de instalación.

C - Cables directamente enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta a 100°C • cm/W.

Resistividad térmica del terreno (en °C • cm/W)	Resistividad térmica del terreno (en °C • cm/W)	80	100	120	150	200	250
Coefficiente de corrección	unipolares	1,09	1,00	0,93	0,85	0,75	0,68
Coefficiente de corrección	tripolares	1,07	1,00	0,94	0,87	0,78	0,71



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



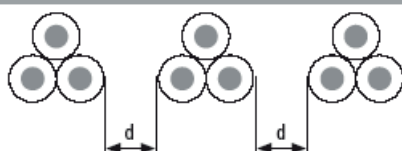
Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

D -Cables trifásicos o ternos de cables agrupados bajo tierra.



Cables situados con una separación aproximada de :	Nº de cables en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
En contacto	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
A 7 cm (d=0,07 m)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
A 15 cm (d=0,15 m)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
A 20 cm (d=0,20 m)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
A 25 cm (d=0,25 m)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87



E -Cables enterrados con temperatura distinta de 25°C

10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
1.11	1.07	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78

CABLES CONECTADOS EN PARALELO.

Cuando se prevean líneas constituidas por dos o más ternas en paralelo se aplicará un factor de corrección no superior a 0,9 para compensar el posible desequilibrio de intensidades entre los cables conectados a la misma fase.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA CABLES BAJA TENSIÓN

CONTROL DE CALIDAD

Durante el proceso de fabricación el producto ha sido sometido a controles.

Sobre el producto terminado se realizan una serie de ensayos para comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos a realizar están definidos en las Normas IEC 60840, Normas Técnicas Peruanas, UL-44, UL-62, UL-83, UL 1581.

ENSAYOS DE RUTINA

Los principales ensayos de rutina (Individuales):

- Resistencia eléctrica del conductor.
- Resistencia de Aislamiento.
- Ensayo de tensión.

ENSAYOS TIPO

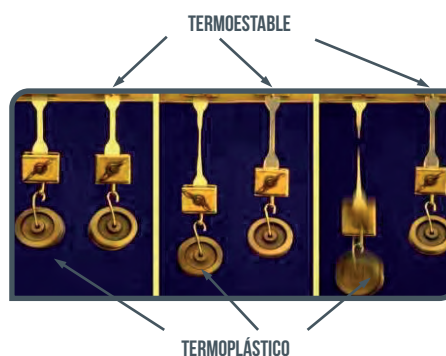
- Los ensayos de Tipo eléctricos consisten en una serie de pruebas a realizar consecutivamente sobre una muestra de cable, entre las que destacan el ensayo de doblado, la medida de la tg delta en función de la temperatura y de la tensión.
- Respecto a los ensayos de Tipo no eléctricos, estos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable para asegurar su correspondencia con las especificadas en la norma.
- Envejecimiento y Hot set: Pruebas destinadas a verificar la clase termica de los compuestos.

PRUEBAS TERMICAS

-ENVEJECIMIENTO



-DEFORMACIÓN TÉRMICA



CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES BAJA TENSIÓN

RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO Y MONTAJE

- La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que esté sometido a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a 0° C. Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0° C manteniéndolo en un recinto calefaccionado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

- Se debe devanar los carretes sujetando las puntas interiores firmemente al carrete, o de lo contrario éstas se irán corriendo y alargando llegando un momento en que empiezan a golpearse y eventualmente romper.

- Se debe rodar los carretes en el sentido en que fueron enrollados o se corre el peligro que se suelten y se traben vueltas.

- Durante las operaciones de tendido, es aconsejable que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a los siguientes valores:

- 10 • (D + d), para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico;
- 7,5 • (D + d), para los restantes tipos.

Siendo D, el diámetro exterior del cable y d, el diámetro de un conductor.

- Los esfuerzos de tracción no deben aplicarse a los revestimientos de protección, sino a los conductores de cobre o de aluminio, recomendándose que las solicitaciones no superen los 6 Kg por mm² de sección del conductor para cables unipolares y de 5 Kg por mm² para cables tripolares de cobre. Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de 3 Kg por mm² tanto para conductores unipolares como tripolares.

RADIOS DE CURVATURA

Los radios de curvatura indicados en la siguiente tabla, son los radios mínimos que el cable puede adoptar en su posición definitiva de servicio. Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior al indicado.

Cables sin Armadura ni blindaje			Cables Armados y/o con blindaje cualquiera sea el tipo
Diámetro exterior del cable (mm)			
Menos de 25	De 25 a 50	Más de 50	
Radio mínimo de curvatura expresado en múltiplos del diámetro del cable			
4 D	5 D	6 D	12 D



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CABLES BAJA TENSIÓN**TENSIONES MÁXIMAS DE TRACCIÓN DURANTE EL TENDIDO DE LOS CABLES**

Durante el tendido, los cables suelen estar sometidos a esfuerzos de tracción que nunca deben superar los límites establecidos en las normas. Tales límites dependen del tipo de cable pero sobre todo de la naturaleza del conductor.

Cables con aislamiento y cubierta para instalaciones fijas:

Cuando la tracción se produce sobre los conductores los valores máximos son:

- Cables de cobre: $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$
- Cables de aluminio: $\sigma = 30 \text{ N/mm}^2$

Es decir que un cable de cobre de 150 mm^2 puede soportar una tracción de $50 \times 150 = 7500 \text{ N}$ cuando se aplica una cabeza de tiro sobre el conductor.

Cuando la tracción es aplicada sobre la cubierta exterior la fuerza de tracción máxima es: $F = 5 D^2$

Siendo F la fuerza de tracción en N y D el diámetro exterior del cable en mm.

Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas:

La fuerza de tracción nunca debe superar los 1000 N, excepto que se haya convenido otro valor con el fabricante. 50 N/mm^2 durante la instalación y 15 N/mm^2 para cables rígidos en servicio en circuitos fijos.

Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres de acero; en este caso se aplicara el esfuerzo a la armadura, sin superar el 30% de la carga de rotura teórica de la misma.

Durante las operaciones de tendido, la temperatura del cable no debe ser inferior a 0° Celsius . Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a bajas temperaturas durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0° C manteniéndose en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

RESPONSABILIDAD DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA

Las informaciones se suministran en carácter de referencia. CEPER no asume ningún tipo de responsabilidad por los resultados obtenidos ni por los eventuales daños resultantes de su empleo.





FABRICA CABLES
ELÉCTRICOS CON **LA CALIDAD DE SIEMPRE**



SÍGUENOS EN NUESTRAS
REDES SOCIALES



PROTECCIÓN AL
MEDIO AMBIENTE

Baterías Gel y AGM

Energía Sin Límites

1. La tecnología VRLA

VRLA son las siglas de Valve Regulated Lead Acid, lo que significa que la batería es hermética. Habrá escape de gas en las válvulas de seguridad únicamente en caso de sobrecarga o de algún fallo de los componentes. Las baterías VRLA no requieren ningún tipo de mantenimiento.

2. Las baterías AGM estancas (VRLA)

AGM son las siglas de Absorbent Glass Mat. En estas baterías, el electrolito se absorbe por capilaridad en una estera en fibra de vidrio situada entre las placas. Tal como se explica en nuestro libro "Energía Sin Límites", las baterías AGM resultan más adecuadas para suministrar corrientes muy elevadas durante periodos cortos (arranque) que las baterías de Gel.

3. Las baterías de Gel estancas (VRLA)

En este tipo de baterías, el electrolito se inmoviliza en forma de gel. Las baterías de Gel tienen por lo general una mayor duración de vida y una mejor capacidad de ciclos que las baterías AGM.

4. Autodescarga escasa

Gracias a la utilización de rejillas de plomo-calcio y materiales de gran pureza, las baterías VRLA Victron se pueden almacenar durante largo tiempo sin necesidad de recarga. El índice de autodescarga es inferior a un 2% al mes, a 20°C. La autodescarga se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura. Con un ambiente fresco, las baterías VRLA de Victron se pueden almacenar durante un año sin tener que recargar.

5. Extraordinaria recuperación tras descarga profunda

Las baterías Victron VRLA tienen una extraordinaria capacidad de recuperación incluso tras una descarga profunda o prolongada. Sin embargo, se debe recalcar que las descargas profundas o prolongadas frecuentes tienen una influencia muy negativa en la duración de vida de las baterías de plomo/ácido, y las baterías de Victron no son la excepción.

6. Características de descarga de las baterías

Las capacidades nominales de las baterías de Victron se indican para una descarga de 20 horas, es decir para una corriente de descarga de 0,05C (Gel 'long life': 10 horas).

La capacidad real disminuye en descargas más rápidas con intensidades elevadas (ver tabla 1).

La reducción de capacidad aún será más rápida con aparatos de potencia constante como por ejemplo los inversores.



Duración de descarga	Voltage Final V	AGM 'Deep Cycle' %	Gel 'Deep Cycle' %	Gel 'Long Life' %
20 horas	10,8	100	100	112
10 horas	10,8	92	87	100
5 horas	10,8	85	80	94
3 horas	10,8	78	73	79
1 hora	9,6	65	61	63
30 minutos	9,6	55	51	45
15 minutos	9,6	42	38	29
10 minutos	9,6	38	34	21
5 minutos	9,6	27	24	
5 segundos		8 C	7 C	

Tabla 1: Capacidad real en función de la capacidad de descarga.

(la última línea indica la corriente de descarga máxima autorizada durante 5 segundos).

Nuestras baterías AGM Deep Cycle (ciclo profundo) ofrecen excelentes resultados a alta intensidad y por ello se recomiendan para aplicaciones como el arranque de motores. Debido a su diseño, las baterías de gel tienen una capacidad real menor a alta intensidad. En cambio, las baterías de gel tienen mejor duración de vida en modo flotación y ciclos.

7. Efectos de la temperatura en la duración de vida

Las temperaturas elevadas tienen una influencia muy negativa en la duración de vida. La tabla 2 presenta la duración de vida previsible de las baterías de Victron en función de la temperatura.

Temperatura media de funcionamiento	AGM Deep Cycle años	Gel Deep Cycle años	Gel Long Life años
20°C / 68°F	7 - 10	12	20
30°C / 86°F	4	6	10
40°C / 104°F	2	3	5

Tabla 2: Duración de vida



8. Efectos de la temperatura en la capacidad

El siguiente gráfico muestra que la capacidad disminuye en gran medida a baja temperatura.

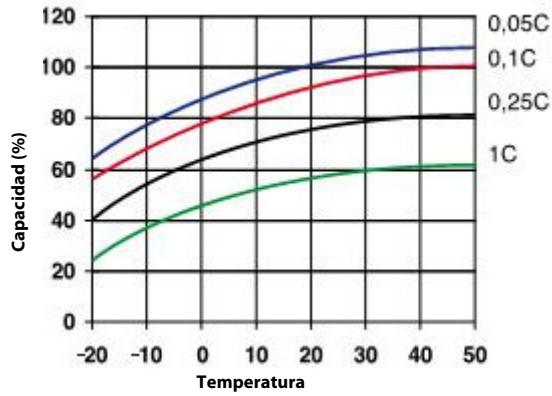


Fig. 1: Efectos de la temperatura en la capacidad

9. Duración de vida en ciclos de las baterías de Victron

Las baterías se gastan debido a las cargas y descargas. El número de ciclos depende de la profundidad de descarga, tal como muestra la figura 2.

■ AGM Deep Cycle ■ Gel Deep Cycle ■ Gel Long Life

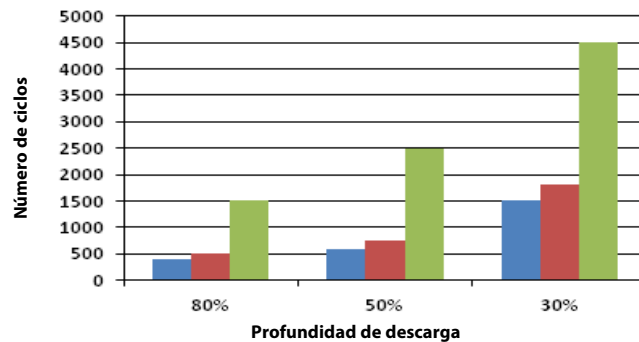


Fig. 2: Duración de vida en ciclos

10. Carga de la batería en modo de ciclos: La característica de carga en 3 etapas

El método de carga más corriente para las baterías VRLA utilizadas en ciclos es la característica en tres etapas, según la cual una fase de corriente constante (fase "Bulk") va seguida por dos fases con voltaje constante ("Absorción" y "Flotación"). Ver fig. 3.

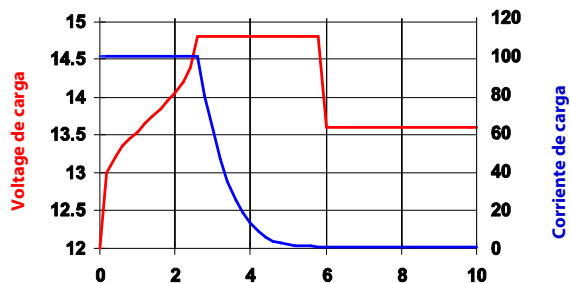


Fig. 3: Régimen de carga en tres etapas

Durante la fase de absorción, el voltaje de carga se mantiene a un nivel relativamente elevado para acabar de cargar la batería en un tiempo razonable. La tercera y última fase es la de mantenimiento (Flotación): el voltaje se reduce a un nivel justamente suficiente para compensar la autodescarga.

Inconvenientes de la carga tradicional en tres etapas:

- **Riesgo de gaseo**
Durante la fase de carga inicial, la corriente se mantiene a un nivel constante y a menudo elevado, incluso por encima del voltaje de gaseo (14,34V para una batería de 12V). Ello puede provocar una presión de gas excesiva en la batería. Puede escaparse gas por las válvulas de seguridad, lo que reduce la duración de vida y presenta un peligro.
- **Duración de carga fija**
El voltaje de absorción aplicado a continuación durante un tiempo fijo no tiene en cuenta el estado de carga inicial de la batería. Una fase de absorción demasiado larga tras una descarga poco profunda sobrecargará la batería, reduciendo una vez más su duración de vida, especialmente debido a la oxidación acelerada de las placas positivas.
- Nuestros estudios han revelado que la duración de vida de una batería se puede aumentar reduciendo más la tensión de flotación cuando no se utiliza la batería.

11. Carga de la batería: mejor duración de vida mediante la carga adaptable en 4 etapas de Victron

Victron Energy ha creado la carga adaptable en 4 etapas. Esta tecnología innovadora es resultado de muchos años de investigación y ensayos.

El método de carga adaptable de Victron elimina los 3 principales inconvenientes de la carga tradicional en 3 etapas:

- **Función BatterySafe**
Para evitar el gaseo excesivo, Victron ha inventado la función BatterySafe. La función BatterySafe reduce el aumento del voltaje de carga cuando se alcanza el voltaje de gaseo. Los estudios revelan que dicho procedimiento mantiene el gaseo interno a unos niveles sin peligro.
- **Duración de absorción variable**
El cargador Victron calcula la duración óptima de la fase de absorción en función de la duración de la fase de carga inicial (Bulk). Si la fase Bulk fue corta significa que la batería estaba poco descargada y la duración de absorción se reducirá automáticamente. Una fase de carga inicial más larga dará una duración de absorción también más larga.
- **Función de almacenamiento**
Una vez finalizada la fase de absorción, en principio, la batería está totalmente cargada y el voltaje se reduce hasta un nivel de mantenimiento (Flotación). A continuación, si no se utiliza la batería durante 24 horas, el voltaje se reduce aún más y el cargador de batería pasa al modo de "almacenamiento". Este voltaje de "almacenamiento" reduce al mínimo la oxidación de las placas positivas. Posteriormente, el voltaje aumentará en modo absorción una vez por semana para compensar la autodescarga (función Battery Refresh).

12. Carga en modo flotación: carga de mantenimiento con voltaje constante

Si una batería se descarga profundamente con poca frecuencia, es posible una curva de carga en dos etapas. Durante la primera fase, la batería se carga con una corriente constante pero limitada (fase "Bulk"). Una vez alcanzado un voltaje predeterminado, la batería se mantiene a este voltaje (fase de mantenimiento o "Flotación"). Este método de carga se utiliza en las baterías de arranque a bordo de vehículos y para los sistemas de alimentación sin cortes (onduladores).

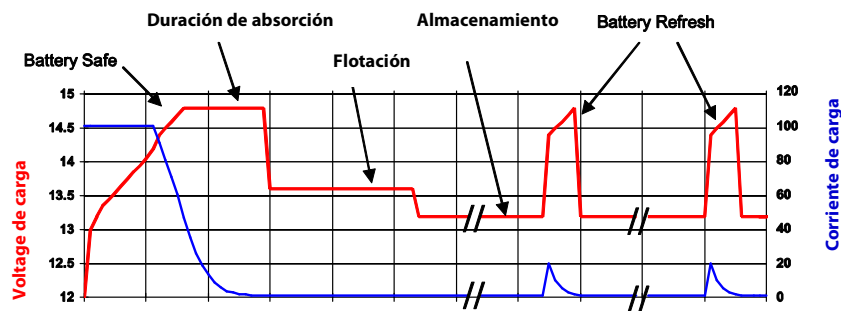


Fig. 4: Carga adaptable en 4 etapas de Victron

14. Efectos de la temperatura en el voltaje de carga

El voltaje de carga se debe reducir a medida que la temperatura aumenta. La compensación de temperatura es necesaria cuando la temperatura de la batería puede ser inferior a 10°C / 50°F o superior a 30°C / 85°F durante un período de tiempo prolongado. La compensación de temperatura comendada para las baterías Victron VRLA es de -4 mV/elemento ($-24 \text{ mV/}^\circ\text{C}$ para una batería de 12V). El punto medio de compensación de temperatura es de 20°C / 70°F.

15. Corriente de carga

Preferentemente, la corriente de carga no debe superar 0,2 C (20 A para una batería de 100 Ah). La temperatura de una batería aumentará más de 10°C si la corriente de carga es superior a 0,2 C. Así pues, la compensación de temperatura resulta indispensable para corrientes de carga superiores a 0,2 C.

	Utilización en Flotación (V)	Ciclos Normal (V)	Ciclos Recarga rápida (V)
Victron AGM "Deep Cycle"			
Absorción		14,2 - 14,6	14,6 - 14,9
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5
Victron Gel "Deep Cycle"			
Absorción		14,1 - 14,4	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	
Victron Gel "Long Life"			
Absorción		14,0 - 14,2	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	

Tabelle 3: Voltajes de carga recomendados

12 Volt Deep Cycle AGM							Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	l x a x h mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate AGM Bornes: cobre, M8
BAT406225080	240	6	320x176x247	31	1500	480	Capacidad nominal: descarga en 20h a 25°C Dur. de vida en flotación: 7-10 años a 20°C Dur. de vida en ciclos: 400 ciclos en descarga 80% 600 ciclos en descarga 50% 1500 ciclos en descarga 30%
BAT212070080	8	12	151x65x101	2,5			
BAT212120080	14	12	151x98x101	4,1			
BAT212200080	22	12	181x77x167	5,8			
BAT412350080	38	12	197x165x170	12,5			
BAT412550080	60	12	229x138x227	20	450	90	
BAT412600080	66	12	258x166x235	24	520	100	
BAT412800080	90	12	350x167x183	27	600	145	
BAT412101080	110	12	330x171x220	32	800	190	
BAT412121080	130	12	410x176x227	38	1000	230	
BAT412151080	165	12	485x172x240	47	1200	320	
BAT412201080	220	12	522x238x240	65	1400	440	

12 Volt Deep Cycle GEL							Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	l x a x h mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate GEL Bornes: cobre, M8
BAT412550100	60	12	229x138x227	20	300	80	Capacidad nominal: 20 hr discharge at 25°C Dur. de vida en flotación: 12 years at 20°C Dur. de vida en ciclos: 500 ciclos en descarga 80% 750 ciclos en descarga 50% 1800 ciclos en descarga 30%
BAT412600100	66	12	258x166x235	24	360	90	
BAT412800100	90	12	350x167x183	26	420	130	
BAT412101100	110	12	330x171x220	33	550	180	
BAT412121100	130	12	410x176x227	38	700	230	
BAT412151100	165	12	485x172x240	48	850	320	
BAT412201100	220	12	522x238x240	66	1100	440	

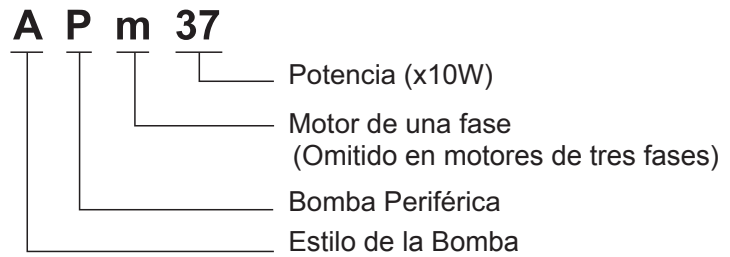
2 Volt Long Life GEL					Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	l x a x h mm	Peso kg	Tecnología: tubular plate GEL Terminals: copper
BAT702601260	600	2	145x206x688	49	Capacidad nominal: 10 hr discharge at 25°C Dur. de vida en flotación: 20 years at 20°C Dur. de vida en ciclos: 1500 ciclos en descarga 80% 2500 ciclos en descarga 50% 4500 ciclos en descarga 30%
BAT702801260	800	2	210x191x688	65	
BAT702102260	1000	2	210x233x690	80	
BAT702122260	1200	2	210x275x690	93	
BAT702152260	1500	2	210x275x840	115	
BAT702202260	2000	2	215x400x815	155	
BAT702252260	2500	2	215x490x815	200	
BAT702302260	3000	2	215x580x815	235	

Otras capacidades y tipos de bornes: por engargo

BOMBAS PERIFÉRICAS



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN



APLICACIONES

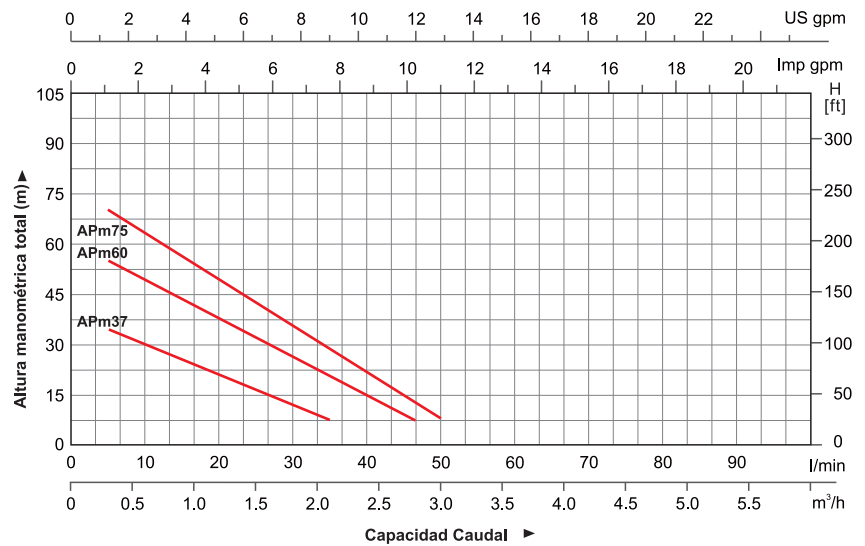
Recomendadas para bombear agua limpia u otros líquidos parecidos tanto físicamente como químicamente al agua sin partículas abrasivas. Es adecuado para viviendas con poca necesidad de bombeo de agua, cuenta con un sistema de aspersión automática para el equipo, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anti-corrosivo
- Insertos antioxidantes para prevenir que el impulsor se bloquee al encender la bomba después de no usarse por mucho tiempo
- Impulsor de latón con paletas radiales dispuestas uniformemente
- Eje AISI 304
- Máx. temperatura de líquidos de +60°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

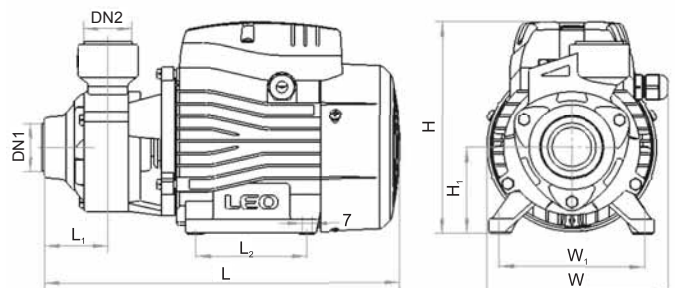


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		Q (m³/h)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4
	kW	HP		Q (l/min)													
1 FASE				0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
APm37	0.37	0.5	H (m)	40	35	30	25	20	15	10	5						
APm60	0.6	0.8		60	55	50	40	35	30	25	20	10	5				
APm75	0.75	1.0		75	70	60	50	45	35	28	22	15	5				

DIMENSIONES

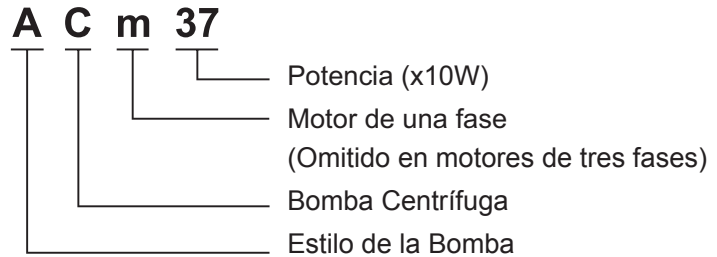
MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
APm37	1"	1"	260	132	155	46.5	80	100	63
APm60			282	147	183	51	90	112	71
APm75			300	147	183	54.5	90	112	71



BOMBAS CENTRÍFUGAS



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN



APLICACIONES

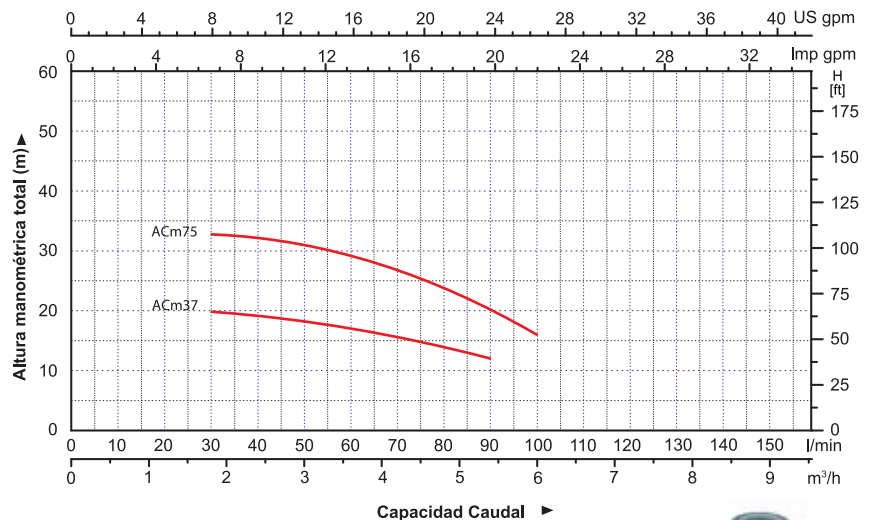
Se recomienda para bombeo de agua limpia y otros líquidos parecidos tanto físicamente como químicamente al agua sin partículas abrasivas. Es adecuada para uso industrial y do-méstico. Cuenta con presión para impulsar el suministro de agua a edificios altos, combatir fuego, riego de jardines, transferencias de agua a distancias largas, regular la circulación y presión para impulsar agua caliente y fría, así como, controlar aire acondicionado y calefacción, viene con una base de soporte para el equipo, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anti-corrosivo
- Impulsor de acero inoxidable
- Eje AISI 304
- Máx. temperatura de líquidos de +60°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

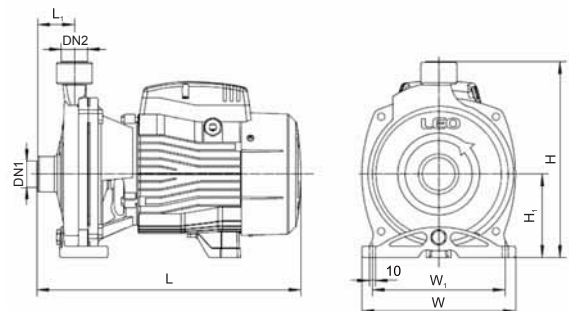


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		Q (m³/h)	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	
	kW	HP		Q (l/min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	70	80	90	100
ACm37	0.37	0.5	H (m)	23	21.5	21	20.5	19.5	18	17	15.5	14	12							
ACm75	0.75	1.0		35	34.5	33.5	33	32	31	29	27	24	20	16						

DIMENSIONES

MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
ACm37	1"	1"	270	157	216	42	122	90
ACm75	1"	1"	298	190	240	44	160	100

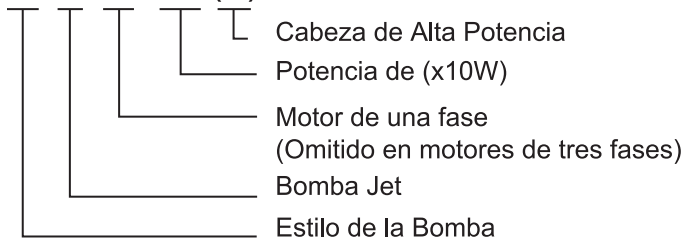


BOMBAS TIPO JET



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN

A J m 30 (H)



APLICACIONES

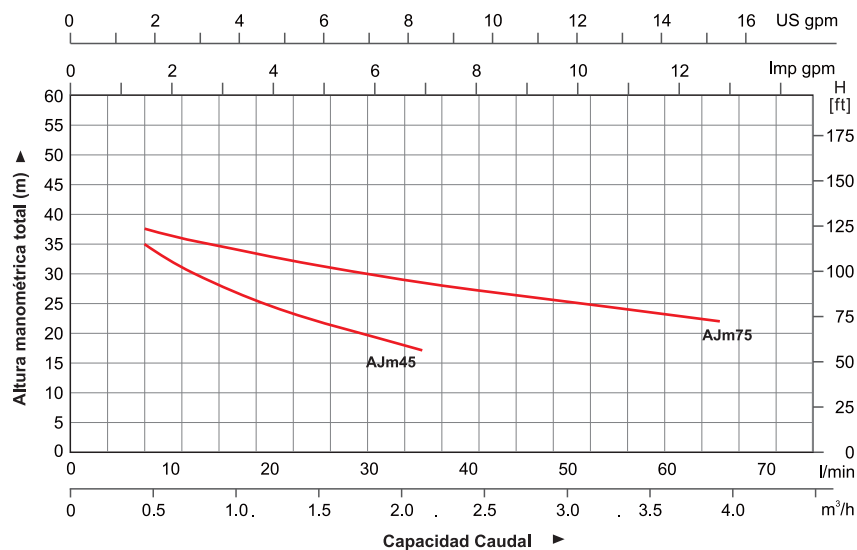
Puede usarse para bombear agua limpia y otros líquidos pa-recidos tanto física como químicamente al agua, sin partícu-las abrasivas. Recomendados para extraer agua de pozos, riego por aspersión en jardines y aumentar la presión del agua. Cuenta con una base de soporte del equipo y puede ser acompañada de pequeños equipos hidroneumáticos, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anticorrosivo.
- Impulsor de acero inoxidable.
- Eje AISI 304
- Máx. Temperatura de líquido de +40°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

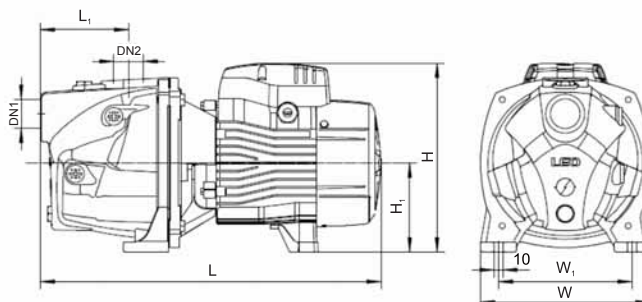


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		Q (m³/h)	0	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.0	3.3	3.6
	kW	HP		Q (l/min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	47	50	55
AJm45	0.45	0.6	H (m)	38	35	31	27	25	22	20	19	16				
AJm75	0.75	1.0		46	40	38	36	34	32	30	28	27	25	23	20	

DIMENSIONES

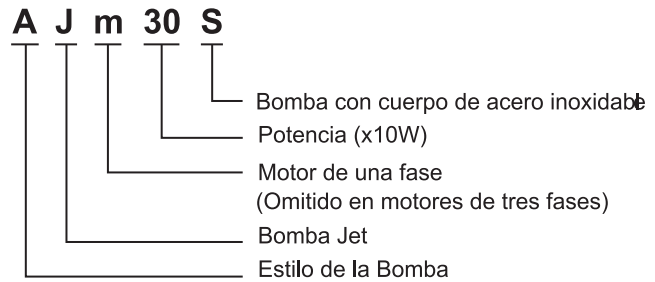
MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
AJm45	1"	1"	338	160	182	79	125	90
AJm75	1"	1"	381	190	212	94	150	100



BOMBAS TIPO JET INOX.



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN



APLICACIONES

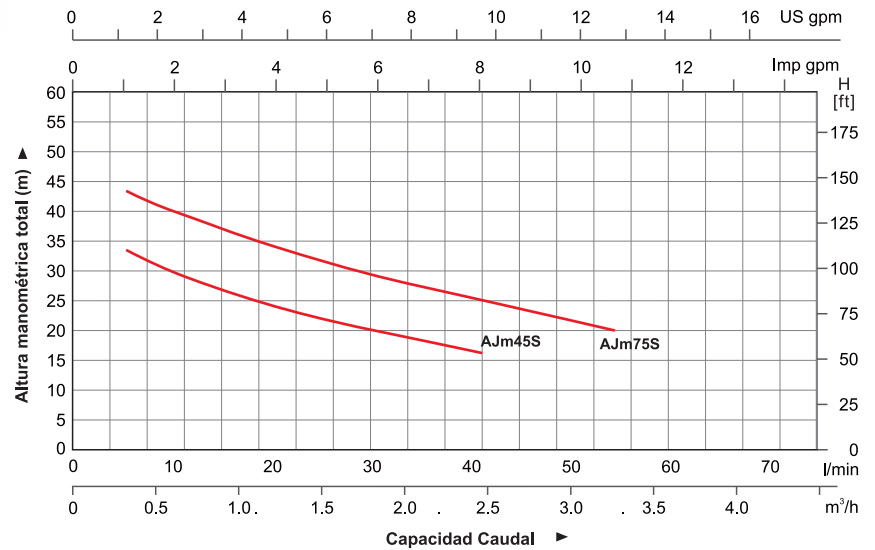
Puede usarse para bombear agua limpia y otros líquidos pa-recidos tanto física como químicamente al agua, sin partícu-las abrasivas. Recomendados para extraer agua de pozos, riego por aspersión en jardines y aumentar la presión del agua. Cuenta con una base de soporte del equipo y puede ser acompañada de pequeños equipos hidroneumáticos, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de acero inoxidable
- Soporte especial bajo tratamiento anti-corrosivo
- Impulsor de acero inoxidable
- Eje AISI 304
- Máx. temperatura de líquido de +40°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

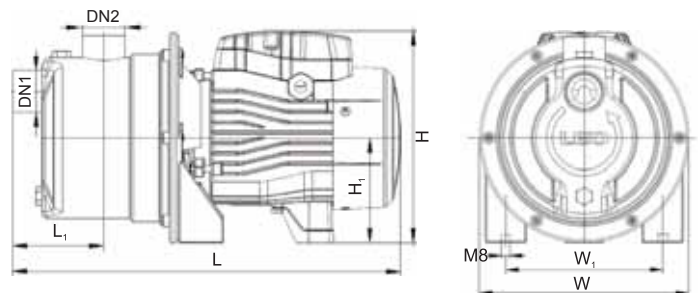


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		Q (m³/h)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.0	3.3	3.6
	kW	HP		Q (l/min)												
1 FASE				0	5	10	15	20	25	30	35	40	47	50	55	60
AJm45S	0.45	0.6	H (m)	38	35	31	27	25	22	20	19	16				
AJm75S	0.75	1.0		46	40	38	36	34	32	30	28	27	25	23	20	

DIMENSIONES

MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
AJm45S	1"	1"	337	180	181.5	78	140	181.5
AJm75S			376	200	214	88.5	140	214



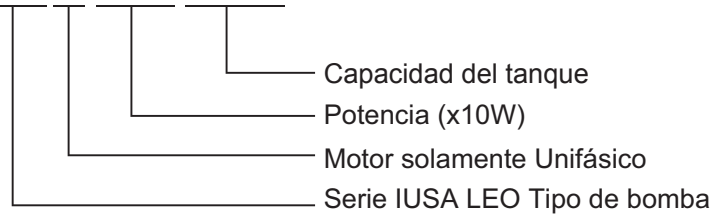
BOMBA HIDRONEUMÁTICA

PERIFÉRICA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN

AP m 37A 24L



APLICACIONES

Recomendadas para bombear agua u otros líquidos parecidos tanto físicamente como químicamente al agua sin partículas abrasivas. Es adecuado para viviendas con poca necesidad de bombeo de agua, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anti-corrosivo
- Insertos antioxidantes para prevenir que el impulsor se bloquee al encender la bomba después de no usarse por mucho tiempo
- Impulsor de latón con paletas radiales dispuestas uniformemente
- Eje AISI 304
- Máx. temperatura de líquidos de +60°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		CORRIENTE	ALTURA MÁXIMA	CAPACIDAD DEL TANQUE	MÁXIMA PROFUNDIDAD DE SUCCIÓN	DIÁMETRO DE ENTRADA	DIÁMETRO DE SALIDA	TIPO DE CONDUCTOR
1 FASE	kW	HP							
APm37A-24L	0,37	1/2	5,0 A	40 m	24 L	8 m	1" NPT	1" NPT	16 AWG

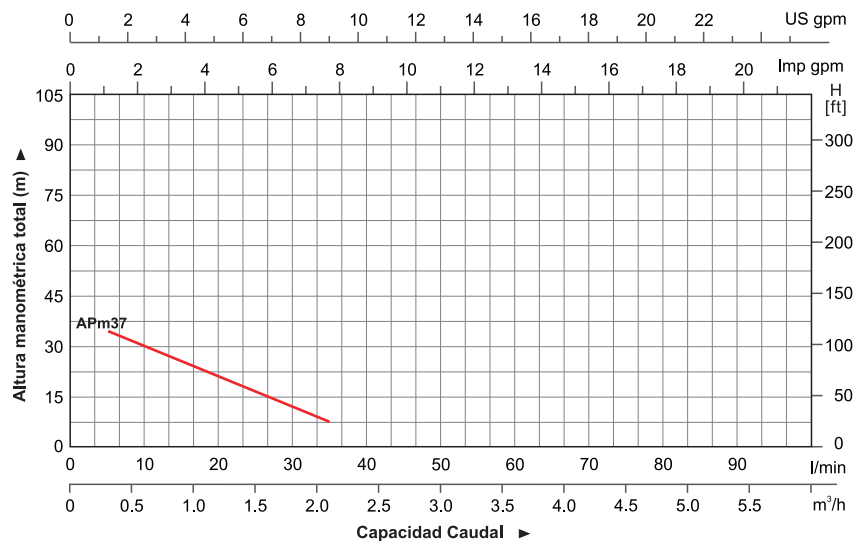
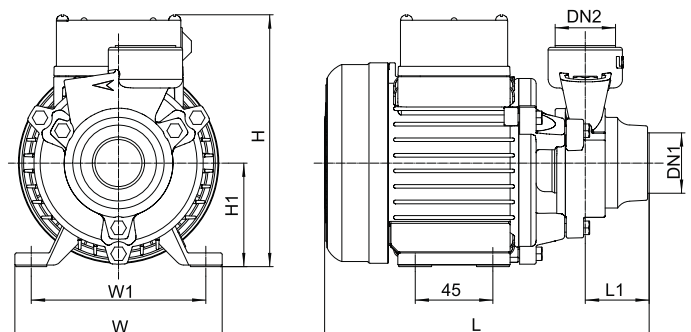
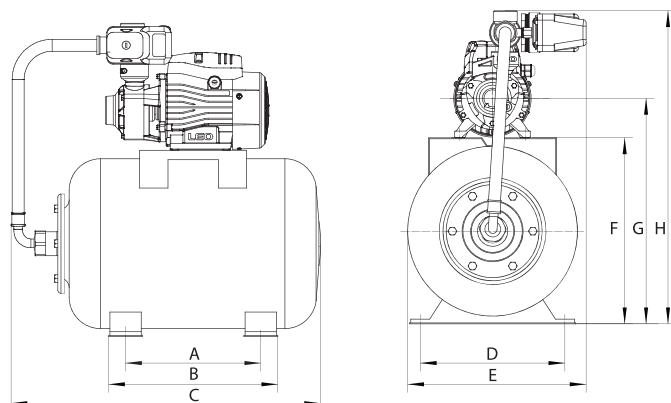
DIMENSIONES

DIMENSIONES CON TANQUE

MODELO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D* (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)
APm37A-24L	215	269	492	230	284	295	358	498

DIMENSIONES DE LA BOMBA

MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
APm37A-24L	1" 25,4 mm	1" 25,4 mm	260	132	155	46,5	100	63



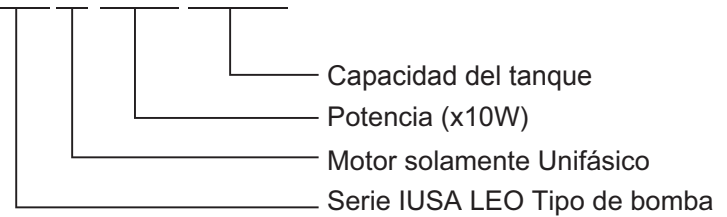
BOMBA HIDRONEUMÁTICA

TIPO JET



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN

AJ m 75A 100L



APLICACIONES

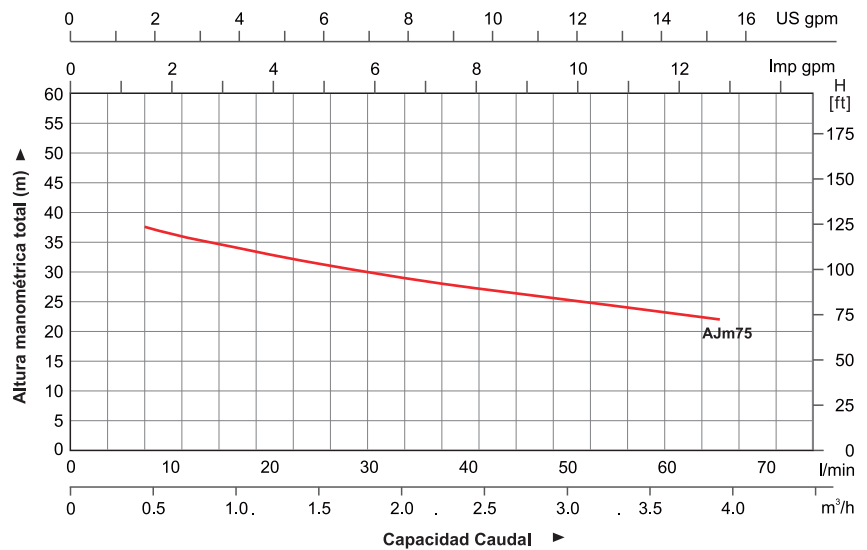
Puede usarse para bombear agua y otros líquidos parecidos tanto física como químicamente al agua, sin partículas abrasivas. Recomendados para extraer agua de pozos, riego por aspersión en jardines y aumentar la presión del agua, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anticorrosivo.
- Impulsor de acero inoxidable.
- Eje AISI 304
- Máx. Temperatura de líquido de +40°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C



DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		CORRIENTE	ALTURA MÁXIMA	CAPACIDAD DEL TANQUE	MÁXIMA PROFUNDIDAD DE SUCCIÓN	DIÁMETRO DE ENTRADA	DIÁMETRO DE SALIDA	TIPO DE CONDUCTOR
	kW	HP							
AJm75A-100L	0,95	1	5,0 A	40 m	100 L	8 m	1" NPT	1" NPT	16 AWG

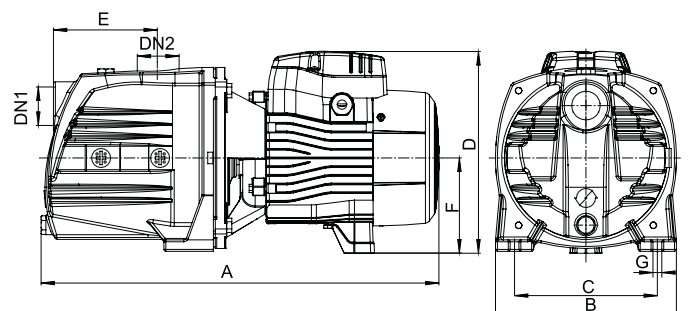
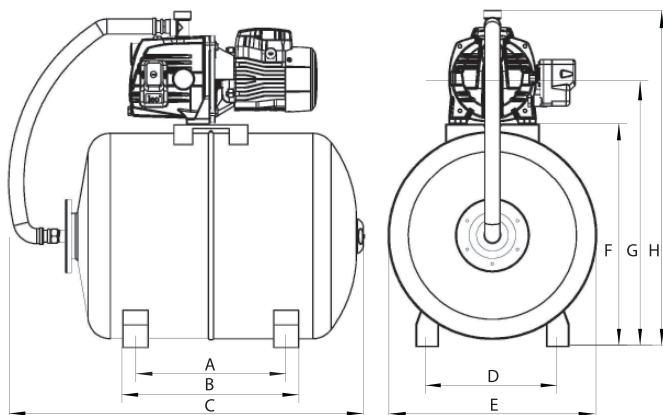
DIMENSIONES

DIMENSIONES CON TANQUE

MODELO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)
AJm75A-100L	333	385	770	270	460	485	665	740

DIMENSIONES DE LA BOMBA

MODELO	DN1	DN2	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)
AJm75A-100L	1" 25,4 mm	1" 25,4 mm	418	190	150	212	113	100	10

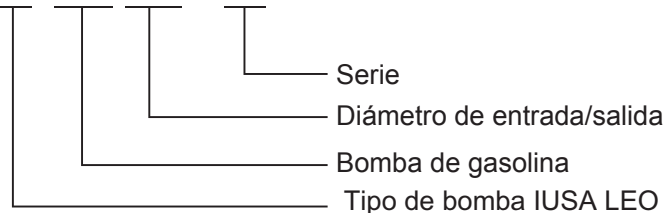


MOTOBOMBAS



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN

L GP 20 - A



APLICACIONES

Puede usarse para bombear agua y otros líquidos parecidos tanto física como químicamente al agua, sin partículas abrasivas. Recomendados para proveer o extraer agua en fabricas, minas, sembradíos, etc.

CARACTERÍSTICAS

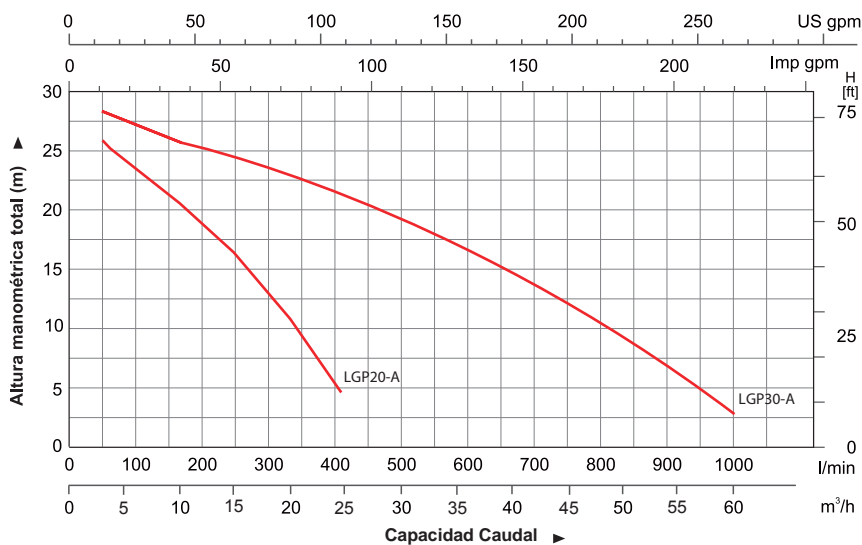
- Cuerpo de la bomba de gran resistencia, lo que se traduce en mayor duración y servicio confiable.
- Mejor sellado, mediante el uso de un sello mecánico especial.
- Salida ajustable a 5 direcciones.
- Manija de arranque mejorada, para facilitar el arranque.
- Menor consumo de gasolina.
- Diseño compacto para facilitar el transporte.

BOMBA

- Impulsor y difusor con tratamiento anti-óxido.
- Cigüeñal de gran calidad forjado en acero.
- Máx. succión de 8m/120s
- Diámetros de Salida/Entrada 50 mm/ 76 mm

MOTOR

- Enfriamiento de motor por aire.
- Motor monocilíndrico de 4 tiempos.
- Máxima potencia de 5,5 HP/6,5 HP
- Desplazamiento: 163 cc/196 cc
- Velocidad nominal: 3 600 rpm
- Máx. temperatura ambiente de +40 °C

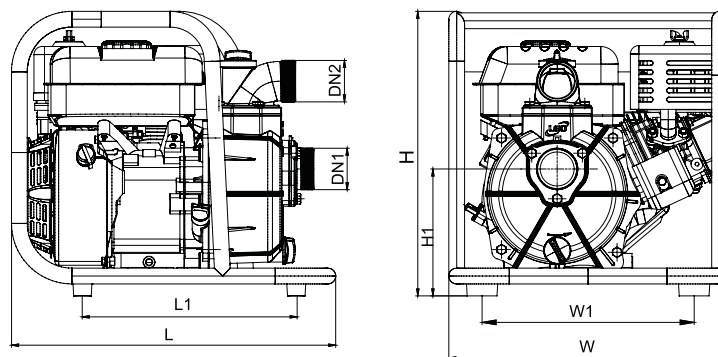


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA	Q (m³/h)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	HP	Q (l/min)	0	83.3	166.7	250	333.3	416.7	500	583.3	666.7	750	833.3	916.7	1000
LGP20-A	5.5	H (m)	30	25.1	21.6	17.6	13.4	9.9	-	-	-	-	-	-	-
LGP30-A	6.5		30	28.4	27.5	26	24	22.5	20	17.5	15	12.5	8.5	6	3.5

DIMENSIONES

MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L1 (mm)	W1 (mm)	H1 (mm)
LGP20-A	2" 50,8 mm	2" 50,8 mm	462	397.5	405.5	306.5	302.5	181
LGP30-A	3" 76,2 mm	3" 76,2 mm	462	397.5	405.5	306.5	302.5	189

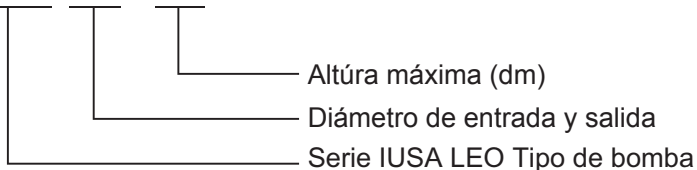


BOMBA PRESURIZADORA



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN

LRP 15 - 90



APLICACIONES

Es ampliamente utilizado para la ventilación, calefacción y circulación de aire acondicionado (HVAC). También es usada para mejorar la presión hidráulica en los hogares que tienen instalados equipos como calentadores de agua, lavabajillas, regaderas de alto flujo, etc.

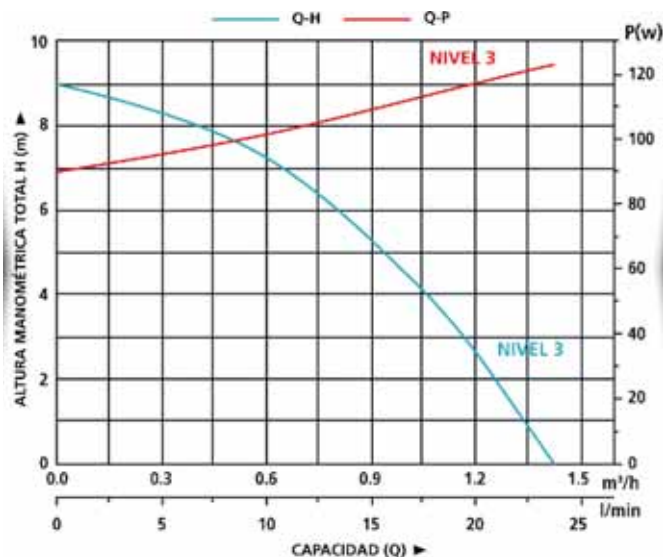
BOMBA

- Impulsor de presión automática
- Cuerpo de Hierro fundido, con tratamiento anti óxido.
- Impulsor resistente a temperaturas de hasta 150 °C
- Eje fabricado en cerámica de alumina.
- Temperatura de líquidos: 2 °C- 60 °C

MOTOR

- Aislamiento clase: H
- Protección clase: IP42
- Devando de cobre.
- Balero fabricado en cerámica de alumina.

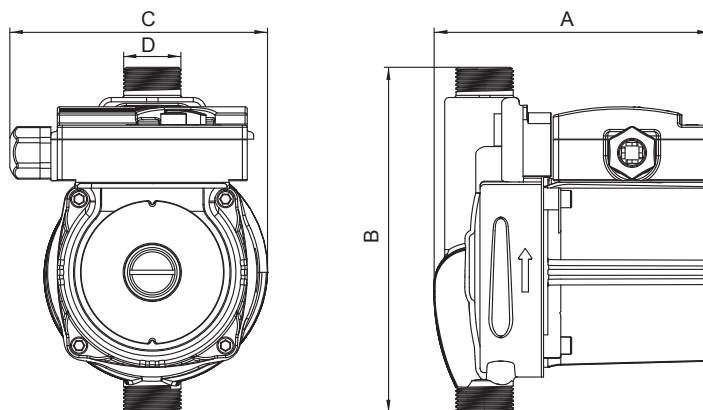
DATOS TÉCNICOS

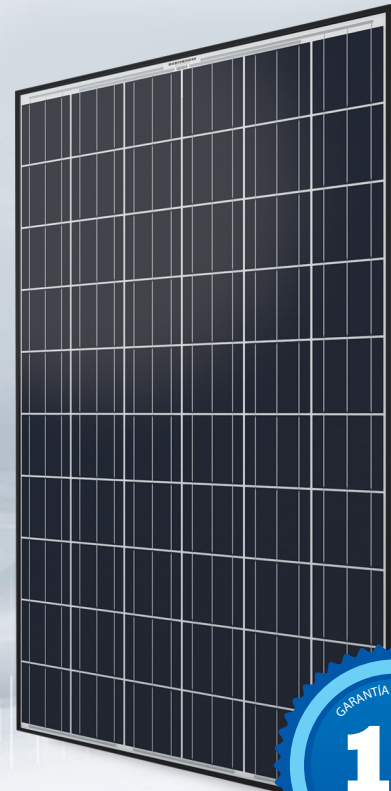


MODELO	CAUDAL	ALTURA MÁXIMA	TENSIÓN	FRECUENCIA	POTENCIA MECÁNICA	CAPACITOR	TIPO DE CONDUCTOR
LRP15-90	25 L/min	9 m	110 - 120 V~	60 Hz	123 W	10 µF	18 AWG

DIMENSIONES

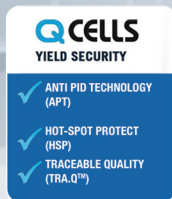
MODELO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
LRP15-90	129	160	120	15 (3/4")





PRESENTAMOS EL
PANEL SOLAR
LA MARCA #1 A NIVEL MUNDIAL
CON INGENIERÍA ALEMANA.

Q.CELLS



MEJOR GARANTÍA DEL MERCADO

- Seguridad de inversión, gracias a la **garantía de 12 años sobre el producto y garantía de rendimiento lineal de 25 años.**



AHORROS MÁXIMOS

- Hasta **10% de producción garantizada en 25 años contra la competencia.** (según Photon Magazine)



MARCO LIVIANO DE CALIDAD

- Gracias a su **peso por módulo de solo 19 kg**, facilita la instalación y reduce los costos.



ALTO RENDIMIENTO DURADERO

- Rendimiento de **seguridad a largo plazo** gracias a la Tecnología Anti PID (Degradación Inducida por Potencial, por sus siglas en inglés),¹ Protección de "Hot-Spot" y Calidad Trazable Tra Q™.
- La certificación VDE nos garantiza una **estabilidad y confiabilidad a largo plazo**, gracias a su estricto programa de pruebas reconocido a nivel mundial.



ROBUSTO: IDEAL PARA TODO TIPO DE CLIMA

- **Más resistencia a la corrosión** a largo plazo, gracias al método sol-gel de recubrimiento con rodillo.
- Estabilidad con cargas eólicas que representa, una resistencia **de casi 1 tonelada** por panel, similar al **impacto de un huracán.**



ULTIMA TECNOLOGÍA QUE DUPLICA LA ABSORCIÓN

- Máximos rendimientos con un **excelente comportamiento a luz y temperatura baja.**
- **Aumenta la absorción de la luz de 50%.**



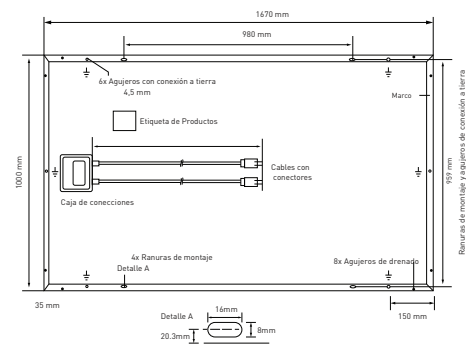
ELECTRÓNICA SEGURA

- Protección contra **cortocircuitos y pérdidas de energía** inducidas térmicamente debido a una caja de conexiones expuesta y cables soldados.



ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Formato	1670 mm x 1000 mm x 32 mm (marco incluido)
Peso	18,8 kg
Cubierta frontal	3,2 mm cristal térmicamente pretensado con tecnología anti-reflejo
Cubierta posterior	Película compuesta
Marco	Aluminio Anodizado
Celda	6 x 10 celdas solares policristalinas
Caja de conexiones	Clase de protección IP67, con diodos de bypass
Cable	4 mm ² Cable solar; (+) 1000 mm, (-) 1000 mm
Conector	SOLARLOK PV4, IP68



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

RENDIMIENTO BAJO CONDICIONES DE PRUEBA ESTÁNDAR (STC: 1000 W/m², 25 °C, ESPECTRO DE AM 1,5 G)¹

Potencia nominal	[W]	255	260	265
Corriente de cortocircuito	I _{sc} [A]	9.07	9.15	9.23
Voltaje de circuito abierto	V _{oc} [V]	37.54	37.77	38.01
Corriente a P _{MPP}	I _{MPP} [A]	8.45	8.53	8.62
Voltaje a P _{MPP}	V _{MPP} [V]	30.18	30.46	30.75
Eficiencia (Potencia nominal)	n [%]	≥15.3	≥15.6	≥15.9

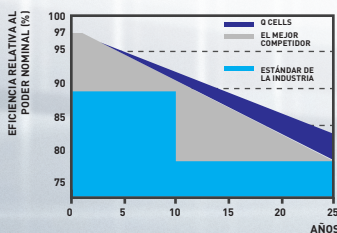
RENDIMIENTO A TEMPERATURA NORMAL DE OPERACIÓN DE LA CELDA (NOCT: 800 W/m², 45 ± 3 °C, ESPECTRO DE AM 1,5 G)²

Potencia promedio	P _{MPP} [W]	188.3	192.0	195.7
Corriente de cortocircuito	I _{sc} [A]	7.31	7.38	7.44
Voltaje de circuito abierto	V _{oc} [V]	34.95	35.16	35.38
Corriente a P _{MPP}	I _{MPP} [A]	6.61	6.68	6.75
Voltaje a P _{MPP}	V _{MPP} [V]	28.48	28.75	29.01

¹Tolerancias de medición STC: ± 3% (P mpp); ± 10% (I sc, V oc, I mpp, V mpp)

²Tolerancias de medición NOCT: ± 5% (P mpp); ± 10% (I sc, V oc, I mpp, V mpp)

GARANTÍA DE RENDIMIENTO DE 0 CELLS



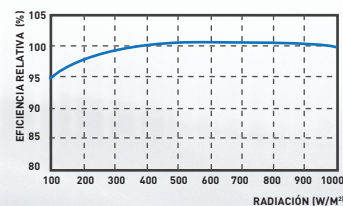
Por lo menos un 97% de la potencia nominal durante el primer año. Máxima en lo sucesivo Un 0,6% de degradación por año

Por lo menos un 92% de la potencia nominal después de 10 años.

Eficiencia mínima de 83% al año 25.

Todos los datos se encuentran dentro de las tolerancias de medición.

RENDIMIENTO A BAJA RADIACIÓN



El cambio típico en la eficiencia de módulo con una irradiación de 200 W/m² en relación a 1000 W/m² (ambos a 25 °C y espectro de AM 1,5 G) es del -2% (relativo)

COEFICIENTES DE TEMPERATURA

Coefficiente de temperatura I _{sc}	a	[%/K]	+0.04	Coefficiente de temperatura de V	B	[% / K]	- 0,30
Coefficiente de temperatura de P _{MPP}	Y	[%/K]	-0.41	Temperatura normal de operación	NOCT	[°F]	113 ± 5.4(45 ± 3 °C)

PROPIEDADES PARA DISEÑO DE SISTEMA

Voltaje máximo del sistema V _{sys}	[V]	1000	Seguridad Clase	II
Máxima corriente reversa	[A]	20	Clasificación de resistencia al fuego	C (Tipo 1)
Carga Eólica/de Nieve [de acuerdo con IEC 61215] (UL)	[Pa]	3600 Pa	Temperatura permitida para el módulo en operación continua	-40 °C hasta 85 °C)
Carga de peso (UL)	[Pa]	2666 Pa		

CALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

UL 1703; Sello de Calidad VDE; cumple con normativa CE; IEC 61215 [Ed.2]; IEC 61730 [Ed.1] clase de aplicación A



INFORMACIÓN DE EMPAQUE

Módulos por palet	32
Palets por contenedor	32
Módulos por contenedor de 12m	26

NOTAS: Se deben seguir las instrucciones de instalación. Para más información sobre la instalación y uso aprobado de este producto, vea el manual de instalación y operación o comuníquese con el servicio técnico.

Visítanos en Internet
WWW.INDUSTRONICSOLAR.COM.MX





INVERSORES DE BATERÍA

huber

Inversores de batería Huber

Los inversores Huber son equipos multifuncionales. Un inversor de onda sinusoidal pura, que combina en una sola unidad las funciones de inversor y cargador de baterías con regulador de carga incorporado. Funciona indistintamente con tensión de red o del generador, su pantalla LCD ofrece amplia operación de los botones configurables por el usuario y de fácil acceso, como la carga de batería o la prioridad del cargador AC / solar, y seleccionar la tensión de entrada para los electrodomésticos, ordenadores y otros aparatos domésticos.

Gama de inversores



Huber Power: 800, 1600, 2400, 3200 y 4000 W



Huber One MPPT y Plus / Huber Power MPPT: 2000, 2400, 3000, 4000 y 5000 W



Huber Power EX: 1200 W



Huber Power MPPT Duo: 2400 y 4000 W

Especificaciones

- **Series Power**

Inversor de onda sinusoidal pura, con cargador y regulador de carga solar PWM

- **Series One MPPT, One MPPT Plus, Power MPPT y Power MPPT Duo:**

Inversor de onda sinusoidal pura, con cargador y regulador de carga solar MPPT

Todos los inversores Huber cuentan con un diseño con aislamiento galvánico, compatible con la mayoría de tipos de módulos solares: Monocristalinos, policristalinos y especiales.

Diferencias entre reguladores de carga solar PWM y MPPT

- **PWM:** Sin circuito de conversión de potencia, menor coste, menor tamaño y menor eficiencia
- **MPPT:** Con circuito de conversión de potencia integrado, mayor coste, mayor tamaño y mayor eficiencia
- **Configuración de un módulo solar para un regulador PWM:**
Configure el sistema **Vmp** a un nivel algo mayor que el voltaje de carga.
- **Configuración de un módulo solar para un regulador MPPT:**
Configure el sistema **Voc** similar (pero menor) al punto recomendado del regulador.

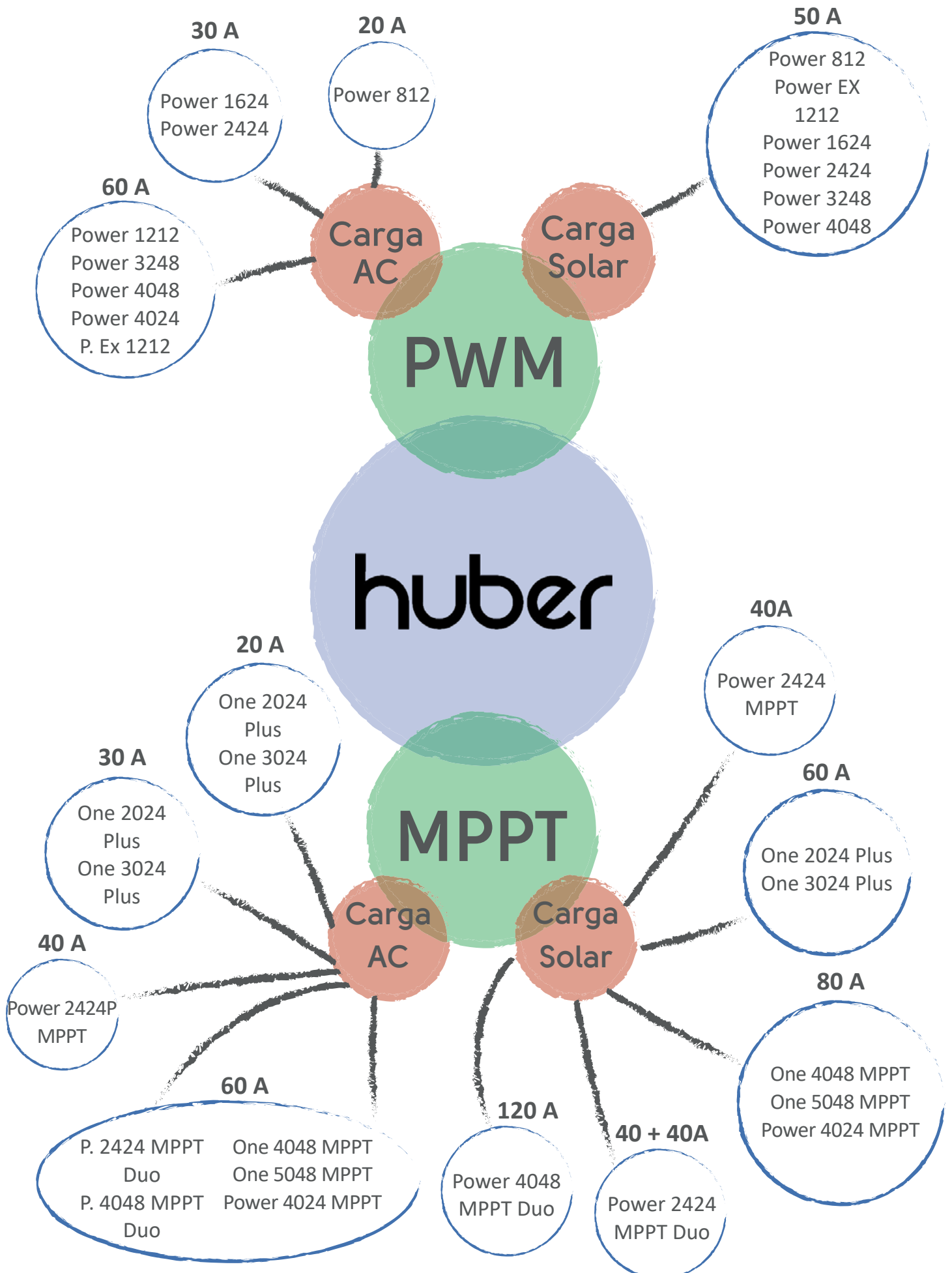
Ratio de potencia y voltaje de la familia Huber

Sistema DC	Ratio de potencia								
	800 W	1200 W	1600 W	2000 W	2400 W	3000 W	3200 W	4000 W	5000 W
12 Vdc	Power 812	Power EX 1212							
24 Vdc			Power 1624	One 2024 MPPT Plus	Power 2424	One 3024 MPPT Plus		Power 4024	
			Plus 1624		Power 2424P MPPT			Power 4024 MPPT	
					Power 2424 MPPT Duo				
48 Vdc							Power 3248	Power 4048	One 5048 MPPT
								One 4048 MPPT	
								Power 4048 MPPT Duo	

Guía de selección de Inversores

Modelo	Huber					
	Power	One MPPT	Power MPPT	Power EX	One Plus	Power MPPT Duo
Cargador de baterías	812, 1624, 2424: 30A 3248, 4042, 4048: 60A	60A	60A	60A	20 / 30 A	60A
Regulador	PWM 50A	MPPT 80A	MPPT 40 / 80 A	PWM 50A	MPPT 60A	2 x MPPT 30 / 40 A
Conexión en paralelo	Sólo para los 3248, 4024 y 4048	●	●			Sólo para el modelo 4048
Prioridad AC/Solar	●	●	●	●	●	●
Corriente máx. de carga	80 / 110 A	140 A	100 / 140 A	110 A	80 / 90 A	140 / 180 A
Software	Watch Power					

Encuentro el producto adecuado para sus necesidades



Huber Power 812, 1624, 2424, 3248, 4042 y 4048

Los inversores Huber son equipos multifuncionales. Un inversor de onda sinusoidal pura, que combina en una sola unidad las funciones de inversor y cargador de baterías con regulador de carga incorporado.

Funciona indistintamente con tensión de red o del generador, su pantalla LCD ofrece botones configurables como la carga de batería o la prioridad del cargador AC / solar, y seleccionar la tensión de entrada.



- Inversor de onda sinusoidal pura.
- Corriente de carga seleccionable basada en sus aplicaciones.
- Prioridad de entrada AC/solar configurable a través de ajustes disponibles en la pantalla LCD.
- Función de arranque en frío.
- Panel de control remoto opcional disponible.
- Funciona con voltaje de red o generador.
- Funcionamiento en paralelo con hasta 6 unidades, sólo disponible para los modelos 3248 y 4048
- Reinicio automático mientras que el AC se recarga.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Diseño inteligente del cargador de la batería para un rendimiento optimizado.

MODELO	Power 812	Power 1624	Power 2424	Power 3248	Power 4048	Power 4024
Potencia	1000VA/ 800W	2000VA/ 1600W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 3200W	5000VA/ 4000W	5000VA/ 4000W
ENTRADA						
Voltaje	230 VAC					
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC (Para PC's) y 90-280 VAC (Electrodomésticos del hogar)					
Rango de frecuencia	50 Hz/ 60 Hz (Auto sensing)					
SALIDA						
Regulación Voltaje AC (Modo batería)	230 VAC ± 5 %					
Potencia de fuente	2000VA	4000VA	6000VA	8000VA	10000VA	
Eficiencia (Pico)	90%	93%				90%
Tiempo de transferencia	10 ms VAC (Para PC's) y 20 ms (Electrodomésticos del hogar)					
Forma de onda	Onda sinusoidal pura					
BATERÍA						
Voltaje de batería	12 VDC	24 VDC	48 VDC		24 VDC	
Voltaje de carga flotante	13,5 VDC	27 VDC	54 VDC		24 VDC (Max. 30)	
Protección ante sobrecarga	15,5 VDC	31 VDC	60 VDC		30 VDC	
CARGADOR SOLAR Y CARGADOR AC						
Voltaje máx. de array en circuito abierto	50 VDC	60 VDC	105 VDC		75 VDC	
Consumo en Standby	1 W	2 W	2 W		5 W	
Corriente máxima de carga solar	50 A	50 A	50 A		50 A	
Corriente máxima de carga AC	20 A	30 A	60 A		60 A	
Corriente máxima de carga	50A			110A		
DIMENSIONES						
Tamaño , Largo x Ancho x Alto (mm)	95 x 240 x 316	100 x 272 x 355		120 x 295 x 468		180 x 310 x 475
Peso neto (kgs)	5.0	6.4	6.9	9.8	9.8	11.5
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO						
Humedad	De 5% a 95% de Humedad Relativa (Sin condensación)					
Temperatura de funcionamiento	0°C - 55°C					
Temperatura de almacenamiento	-15°C - 60°C					

Huber Power EX 1212

El Power 1212 es el modelo ampliado de la familia Power. Equipado con un cargador de 60A y un regulador solar de 50A, el Power 1212 puede realizar una carga conjunta de hasta 110A para acortar el tiempo de carga de la batería. Además, mejorará en gran medida la fiabilidad del producto y permitirá que el inversor pueda soportar la temperatura ambiental cuando opere en condiciones severas.



- Inversor de onda sinusoidal pura.
- Corriente de carga seleccionable
- Prioridad de entrada AC/solar configurable a través de ajustes disponibles en la pantalla LCD.
- Cargador AC de hasta 60A incorporado.
- Función de arranque en frío.
- Panel de control remoto opcional disponible.
- Amplio rango de voltaje de batería admitido.
- Compatible al voltaje principal o a la potencia del generador.
- Reinicio automático mientras que el AC se recarga.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Diseño inteligente del cargador de la batería para un rendimiento optimizado.

MODELO	Power EX 1212
Potencia	1500VA/ 1200W
ENTRADA	
Voltaje	230 VAC
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC (Para PC's) y 90-280 VAC (Electrodomésticos del hogar)
Rango de frecuencia	50 Hz/ 60 Hz (Auto sensing)
SALIDA	
Regulación Voltaje AC (Modo batería)	230 VAC \pm 5 %
Potencia de fuente	3000VA
Eficiencia (Pico)	90% ~ 93%
Tiempo de transferencia	10 ms VAC (Para PC's) y 20 ms (Electrodomésticos del hogar)
Forma de onda	Onda sinoidal pura
BATERÍA	
Voltaje de batería	12 VDC
Voltaje de carga flotante	13,5 VDC
Protección ante sobrecarga	16 VDC
CARGADOR SOLAR Y CARGADOR AC	
Voltaje máx. de array en circuito abierto	50 VDC
Corriente máxima de carga solar	50 A
Corriente máxima de carga AC	60 A
Corriente máxima de carga	110 A
DIMENSIONES	
Tamaño , Largo x Ancho x Alto (mm)	100 x 272 x 355
Peso neto (kgs)	6.6
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO	
Humedad	De 5% a 95% de Humedad Relativa (Sin condensación)
Temperatura de funcionamiento	-20°C a 55°C
Temperatura de almacenamiento	-30°C a 60°C

Huber Power y One 2424P, 4024, 4048 y 5048 MPPT

Los equipos Power MPPT están equipados con un regulador de carga MPPT para maximizar la carga de los módulos solares. Su diseño sin transformador proporciona la conversión de energía confiable en un tamaño compacto. Los modelos Power 2424P, One 4048 y One 5048 MPPT son paralelizables.



- Inversor de onda sinusoidal pura.
- Regulador solar MPPT integrado
- Corriente de carga seleccionable basada en sus aplicaciones.
- Prioridad de entrada AC/solar configurable a través de ajustes disponibles en la pantalla LCD.
- Función de arranque en frío.
- Compatible con tensión de red o generador
- Funcionamiento en paralelo con hasta 6 unidades
- Reinicio automático mientras que el AC se recarga.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Diseño inteligente del cargador de la batería para un rendimiento optimizado.
- Panel de control remoto opcional disponible.

MODELO	Power 2424P MPPT	One 4048 MPPT	One 5048 MPPT	Power MPPT 4024
Potencia	3000VA/ 2400 W	4000VA/ 4000 W	5000VA/ 5000W	5000VA/ 4000W
ENTRADA				
Voltaje	230 VAC			
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC (Para PC's) y 90-280 VAC (Electrodomésticos del hogar)			
Rango de frecuencia	50 Hz/ 60 Hz (Auto sensing)			
SALIDA				
Regulación Voltaje AC (Modo batería)	230 VAC ± 5 %			
Potencia de fuente	6000VA	8000VA	10000VA	
Eficiencia (Pico)	90%	93%	90%	
Tiempo de transferencia	10 ms VAC (Para PC's) y 20 ms (Electrodomésticos del hogar)			
Forma de onda	Onda sinusoidal pura			
BATERÍA				
Voltaje de batería	24 VDC	48 VDC	24 VDC	
Voltaje de carga flotante	24 VDC (30 Max.)	54 VDC (58 Max.)	24 VDC (30 Max.)	
Protección ante sobrecarga	30 VDC	60 VDC	30 VDC	
CARGADOR SOLAR Y CARGADOR AC				
Potencia máx. de array PV	1000 W	4000 W	2000 W	
Voltaje operativo de rango MPPT	30 VDC ~ 80 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	30 VDC ~ 115 VDC	
Voltaje máx. de array en circuito abierto	100 VDC	145 VDC	145 VDC	
Corriente máxima de carga solar / AC	40 A / 60 A	80 A / 60 A	80 A / 60 A	
Corriente máxima de carga	100 A	140 A	140 A	
Eficiencia máxima	98 %			
Consumo en Standby	2 W			
DIMENSIONES				
Tamaño , Largo x Ancho x Alto (mm)	120 x 295 x 385	120 x 295 x 468		180 x 310 x 475
Peso neto (kgs)	7.5	12.5	13.5	12.5
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO				
Humedad	De 5% a 95% de Humedad Relativa (Sin condensación)			
Temperatura de funcionamiento	0°C a 55°C			
Temperatura de almacenamiento	-15°C a 60°C			

Huber One 2024 Plus y 3024 Plus

Los equipos Power Plus son similares a los Power pero con un mayor regulador de carga MPPT.



- Inversor de onda sinusoidal pura.
- Regulador solar MPPT integrado
- Corriente de carga seleccionable basada en sus aplicaciones.
- Prioridad de entrada AC/solar configurable a través de ajustes disponibles en la pantalla LCD.
- Compatible con tensión de red o generador
- Reinicio automático mientras que el AC se recarga.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Diseño inteligente del cargador de la batería para un rendimiento optimizado.
- Panel de control remoto opcional disponible.
- Función de arranque en frío.

MODELO	One 2024 Plus	One 3024 Plus
Potencia	2000VA/ 2000 W	3000VA/ 3000W
ENTRADA		
Voltaje	230 VAC	
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC (Para PC's) y 90-280 VAC (Electrodomésticos del hogar)	
Rango de frecuencia	50 Hz/ 60 Hz (Auto sensing)	
SALIDA		
Regulación Voltaje AC (Modo batería)	230 VAC ± 5 %	
Potencia de fuente	4000VA	6000VA
Eficiencia (Pico)	90% - 93%	
Tiempo de transferencia	10 ms VAC (Para PC's) y 20 ms (Electrodomésticos del hogar)	
Forma de onda	Onda sinoidal pura	
BATERÍA		
Voltaje de batería	24 VDC	24 VDC
Voltaje de carga flotante	27 VDC	27 VDC
Protección ante sobrecarga	31 VDC	31 VDC
CARGADOR SOLAR Y CARGADOR AC		
Potencia máx. de array PV	1500 W	1500 W
Voltaje operativo de rango MPPT	30 VDC ~ 115 VDC	
Voltaje máx. de array en circuito abierto	145 VDC	
Corriente de carga solar / AC	60 A/ 20 A o 30 A	
Corriente de carga solar / AC	90 A	
Eficiencia máxima	98 %	
Consumo en Standby	2 W	
DIMENSIONES		
Tamaño , Largo x Ancho x Alto (mm)	140 x 295 x479	
Peso neto (kgs)	11,5	
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO		
Humedad	De 5% a 95% de Humedad Relativa (Sin condensación)	
Temperatura de funcionamiento	0°C a 55°C	
Temperatura de almacenamiento	-15°C a 60°C	

Huber Power 2424 MPPT Duo y 4048 MPPT Duo

Los Power MPPT Duo contienen dos reguladores MPPT y son capaces de combinar el cargador solar y el de AC. Comparado con la primera generación, mejora la conversión solar en gran medida. Gracias a mayores cargadores solar y AC, la corriente máxima de carga alcanzará 100 o 140 A, en función de los diferentes modelos, para acortar el tiempo de carga de la batería.



- Inversor de onda sinusoidal pura.
- 2 reguladores solares MPPT integrados.
- Cargador solar de 60A integrado.
- Alta corriente de carga seleccionable.
- Prioridad de entrada AC/solar configurable a través de ajustes disponibles en la pantalla LCD.
- Tarjeta SNMP opcional.
- Compatible con tensión de red o generador.
- Funcionamiento en paralelo con hasta 6 unidades solo disponible con el modelo 4048.
- Reinicio automático mientras que el AC se recarga.
- Protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Amplia gama de entrada de batería.
- Panel de control remoto opcional disponible.

MODELO	Power 2424 MPPT Duo	Power 4048 MPPT Duo
Potencia	3000VA/ 2400 W	5000VA/ 4000W
ENTRADA		
Voltaje	230 VAC	
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC (Para PC's) y 90-280 VAC (Electrodomésticos del hogar)	
Rango de frecuencia	50 Hz/ 60 Hz (Auto sensing)	
SALIDA		
Regulación Voltaje AC (Modo batería)	230 VAC \pm 5 %	
Potencia de fuente	6000VA	10000VA
Eficiencia (Pico)	90% - 93%	
Tiempo de transferencia	10 ms VAC (Para PC's) y 20 ms (Electrodomésticos del hogar)	
Forma de onda	Onda sinusoidal pura	
BATERÍA		
Voltaje de batería	24 VDC	48 VDC
Voltaje de carga flotante	27 VDC	54 VDC
Protección ante sobrecarga	32 VDC	60 VDC
CARGADOR SOLAR Y CARGADOR AC		
Potencia máx. de array PV	2000 W	6000 W
Voltaje operativo de rango MPPT	30 VDC ~ 80 VDC	60 VDC ~ 115 VDC
Voltaje máx. de array en circuito abierto	100 VDC	145 VDC
Corriente máxima de carga solar / AC	40 A (x2)/ 60 A	120 A/ 60 A
Corriente máxima de carga	140 A	180 A
Eficiencia máxima	2 W	
DIMENSIONES		
Tamaño , Largo x Ancho x Alto (mm)	124 x 272 x 400	194 x 295 x 455
Peso neto (kgs)	8.0	16
ENTORNO DE FUNCIONAMIENTO		
Humedad	De 5% a 95% de Humedad Relativa (Sin condensación)	
Temperatura de funcionamiento	-20°C a 55°C	
Temperatura de almacenamiento	-30°C a 60°C	

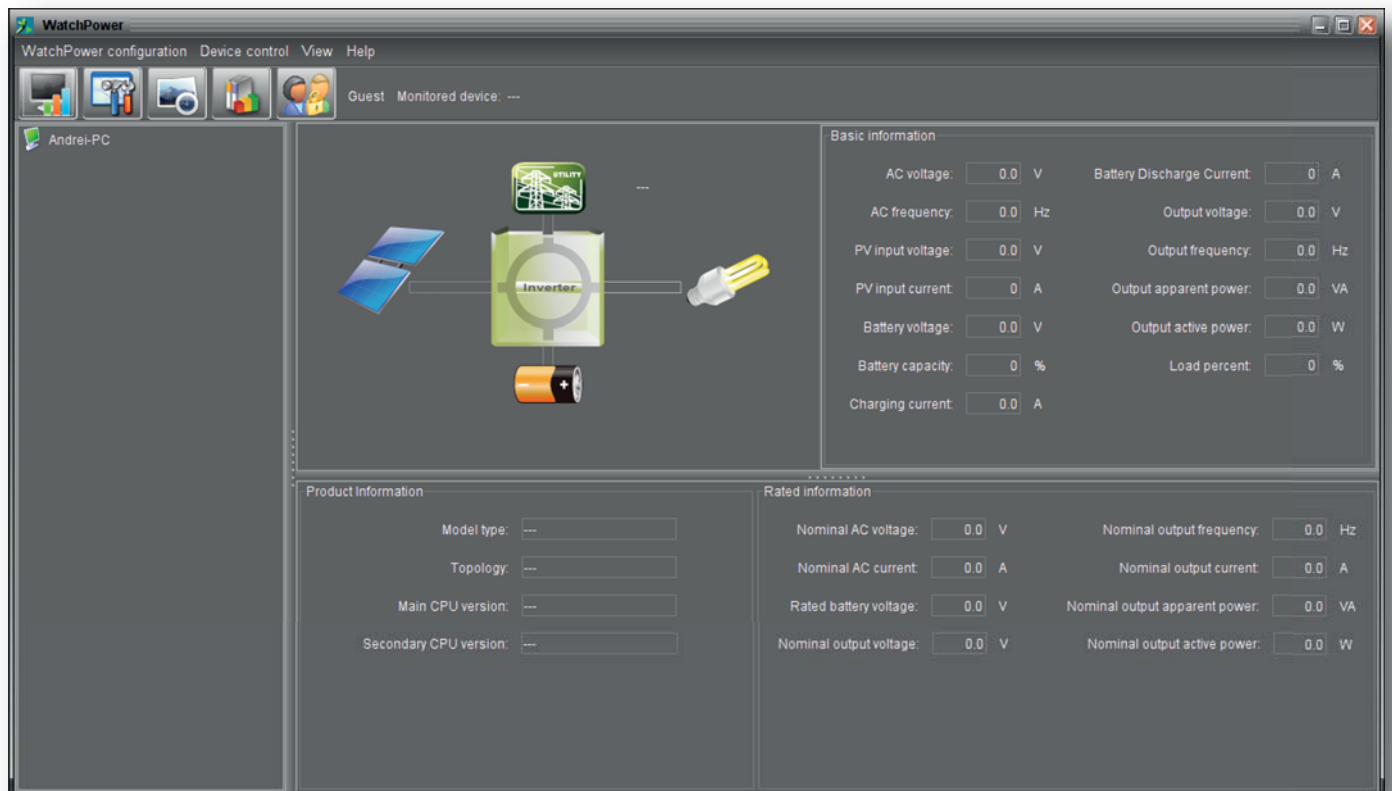
Software: WatchPower

WatchPower es un software de monitorización que puede monitorizar multiples equipos via puerto en serie. Las principales funciones de este software incluyen el data log de equipos, mensajes de alarma, mensajes de error y ajuste de parámetros en los equipos.

Contiene:

- Obtención de datos automática y en tiempo real de los equipos y guardado de seguridad de la información.
- Representación gráfica de los datos del dispositivo para una lectura fácil y rápida.
- Notificaciones de alarma o error vía mensajería móvil, notificación de escritorio y e-mail.
- Diagnóstico sencillo desde las estadísticas de los procesos.

Ejemplos



Accesorios

Para el funcionamiento del Watchpower y la monitorización y optimización del funcionamiento de los inversores, Saclima Solar Fotovoltaica dispone de varios accesorios para sus inversores Huber que complementan su instalación:

- Kit conexión en paralelo-trifásico inversores de 48 V
- Huber SNMP-Kit
- Huber Web-Kit
- Huber GPRS Card
- Adaptador de kit paralelo para inversores a 24 V



Saclima Solar Fotovoltaica

Saclima Solar Fotovoltaica lleva 14 años creciendo y consolidándose como una de las mayores empresas distribuidoras de material fotovoltaico en España.

Para conseguirlo, nos basamos en ofrecer un servicio de valor a nuestros clientes y en suministrar los productos de mayor calidad en el mercado, acompañados siempre por trato excelente y una comunicación directa, dirigida a solucionar las necesidades de nuestros clientes desde la primera toma de contacto.

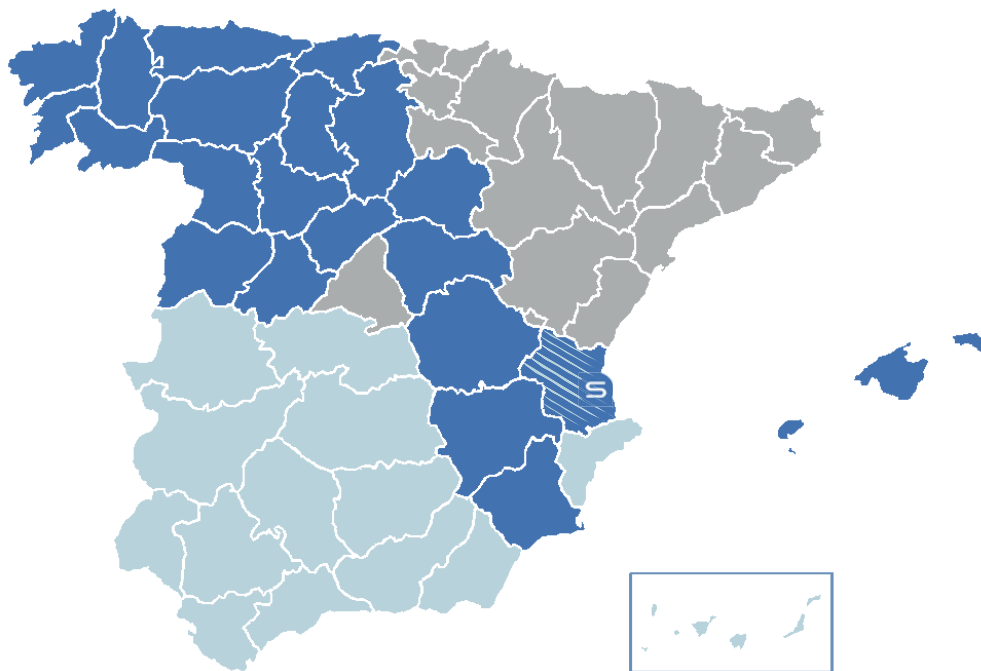
Entre estos clientes se encuentran empresas instaladoras, ingenierías, empresas de energía solar o profesionales del sector fotovoltaico, entre otras.

Por ello, el alto número de empresas con las que colaboramos, junto con nuestro constante afán de crecimiento, nos empuja y ayuda siempre a buscar nuevas alternativas y mejoras de nuestros productos con los que poder aumentar su satisfacción y resultados en el día a día.

¿Dónde nos encontramos?

Saclima Solar Fotovoltaica está ubicada en Alaquàs, a escasos 10 km del centro de Valencia y con excelentes conexiones tanto con el Aeropuerto como con el puerto de Valencia.

Nuestro departamento comercial abarca las ventas de todo el territorio nacional. En el mapa encontrará la información de contacto para cualquier consulta que desee realizar.



- Sergio Estellés - Teléfono: 639 173 351 - E-mail: sergio@saclimafotovoltaica.com
- Miguel Palomo - Teléfono: 649 451 365 - E-mail: mpalomo@saclimafotovoltaica.com
- Javier Mata - Teléfono: 628 947 252 - E-mail: jmata@saclimafotovoltaica.com

Saclima Solar Fotovoltaica, S.L.

Pol. Industrial "Els Mollons" C/ Torners, 6

ES-46970 Alaquàs, Valencia, España

CIF: ESB97243802

Tel.: 96 151 70 50 / Fax: 96 151 76 52

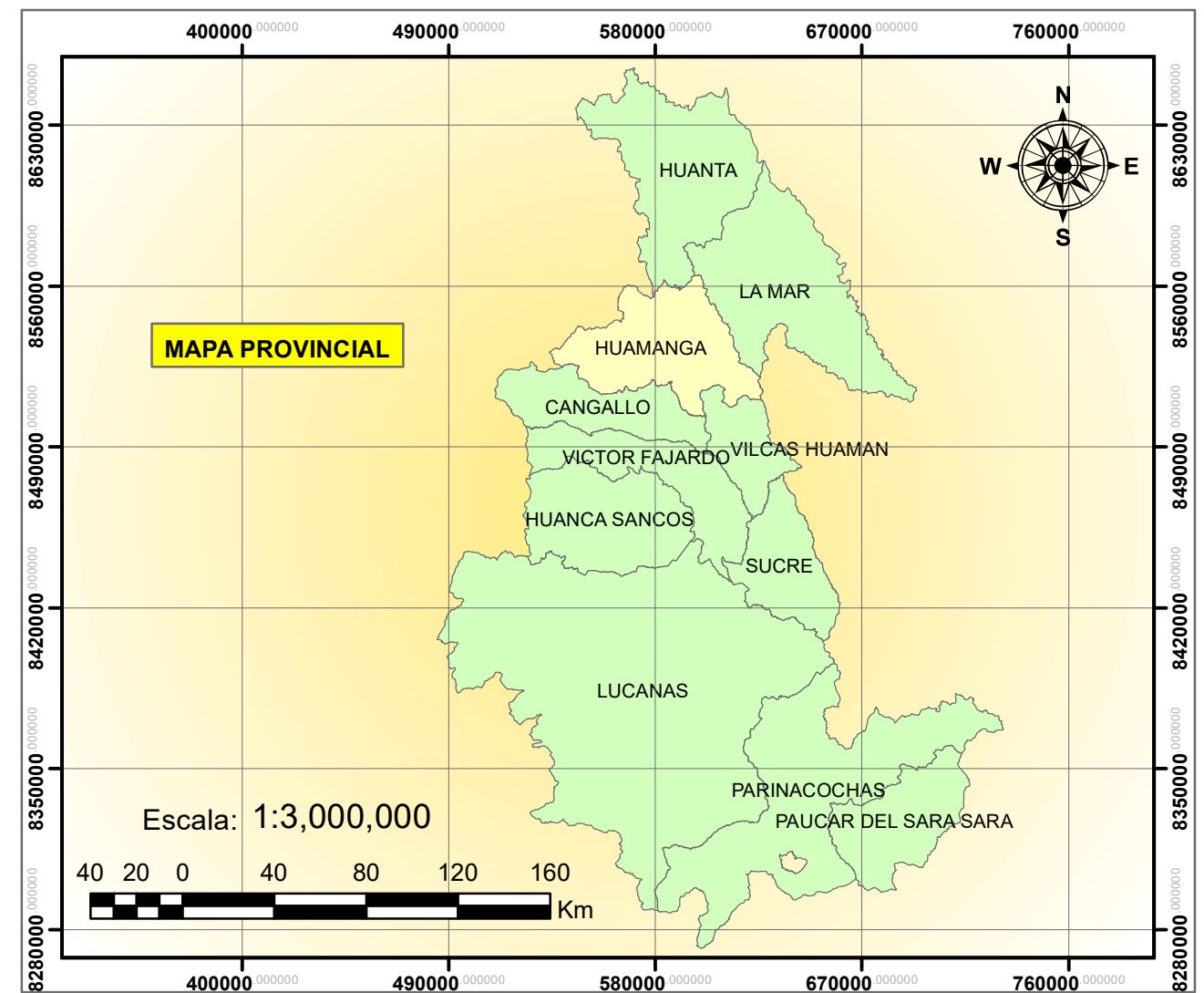
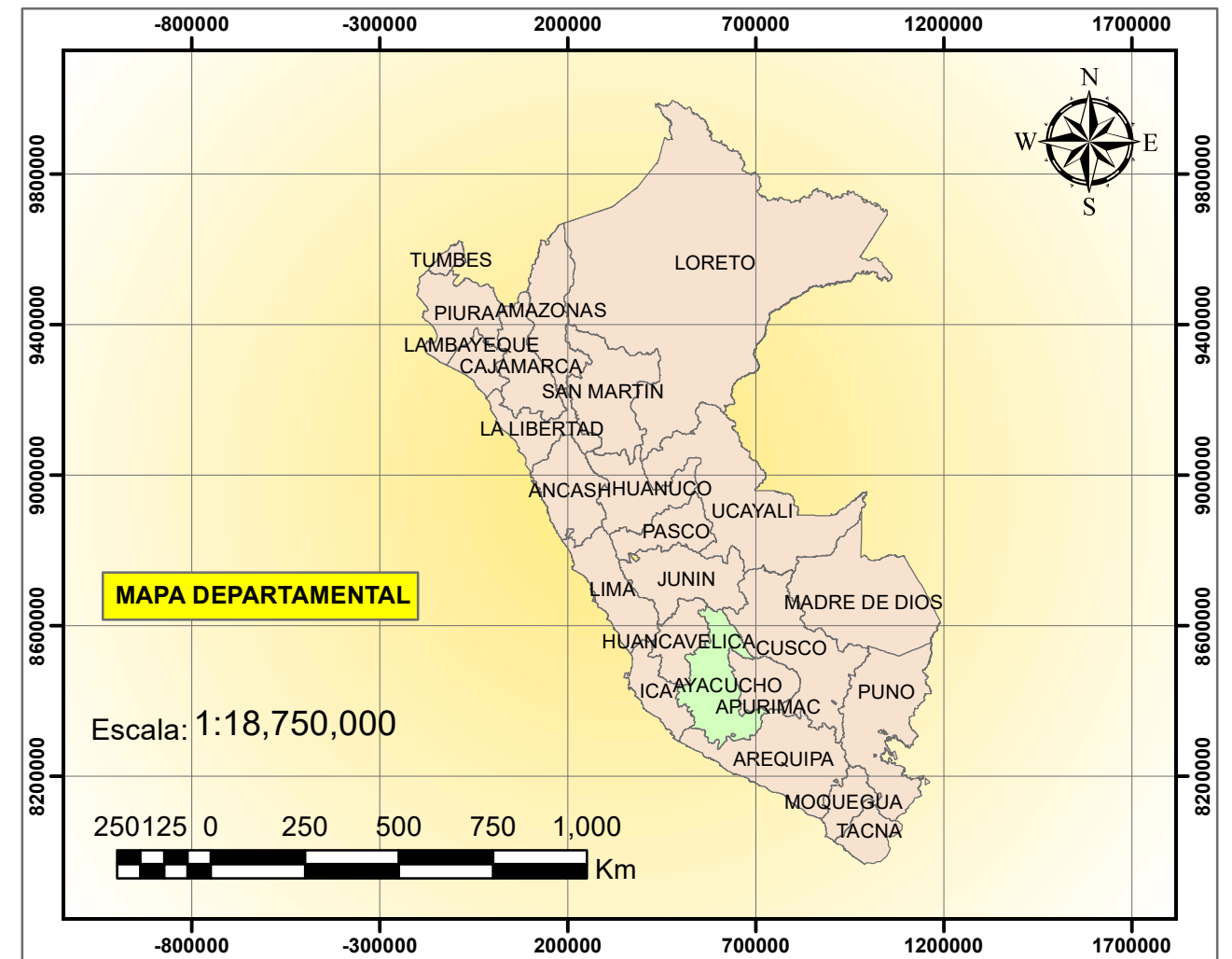
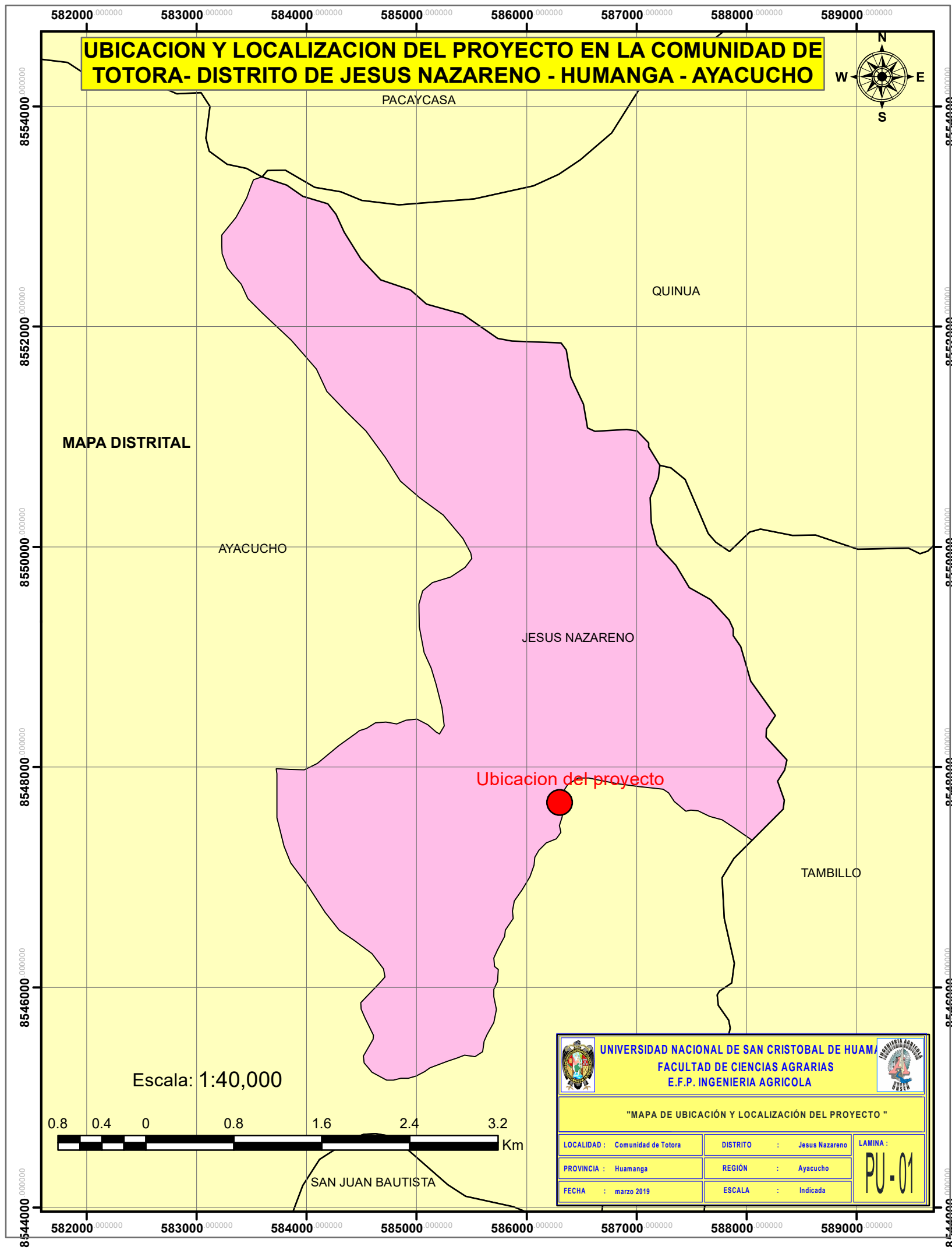
E-mail: info@saclimafotovoltaica.com

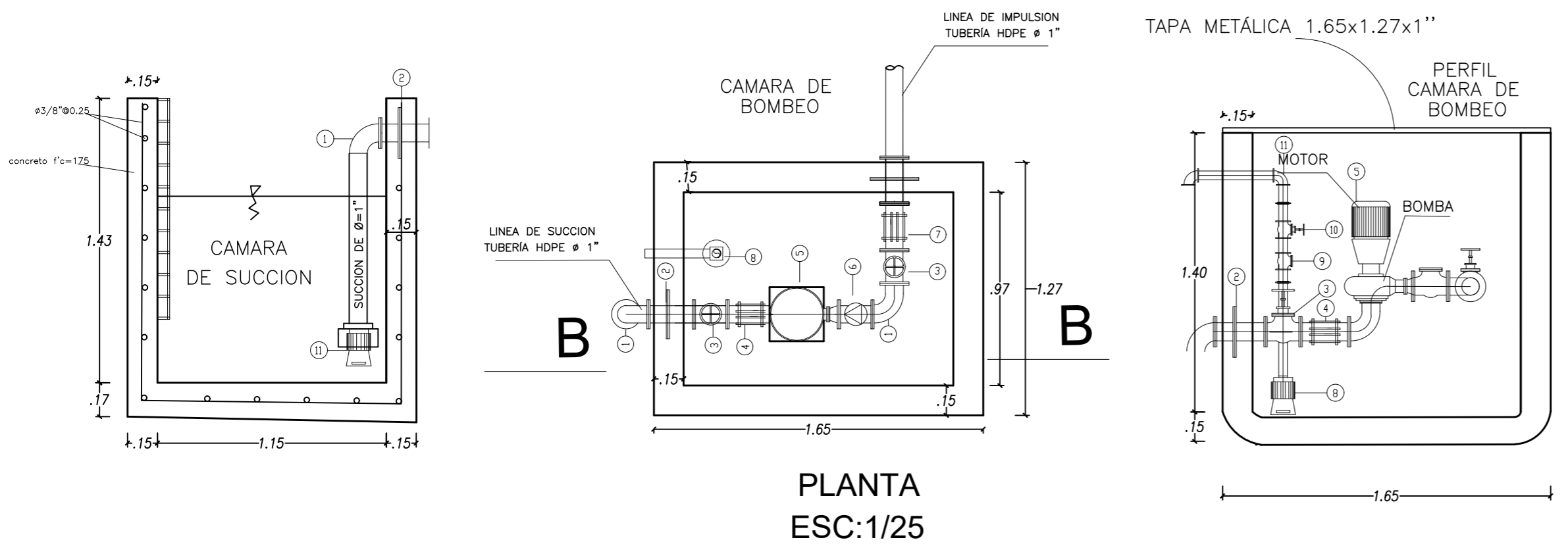
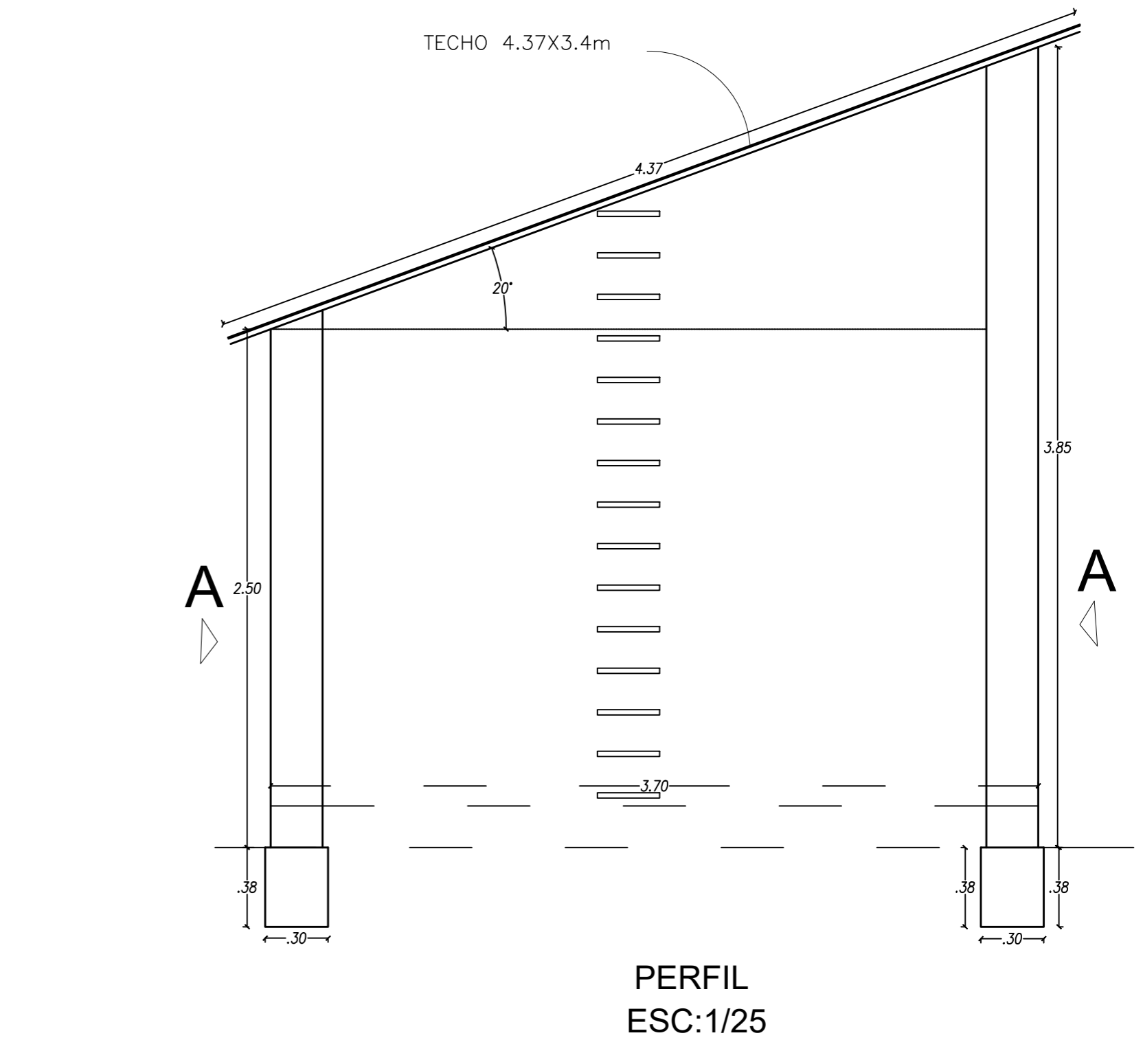
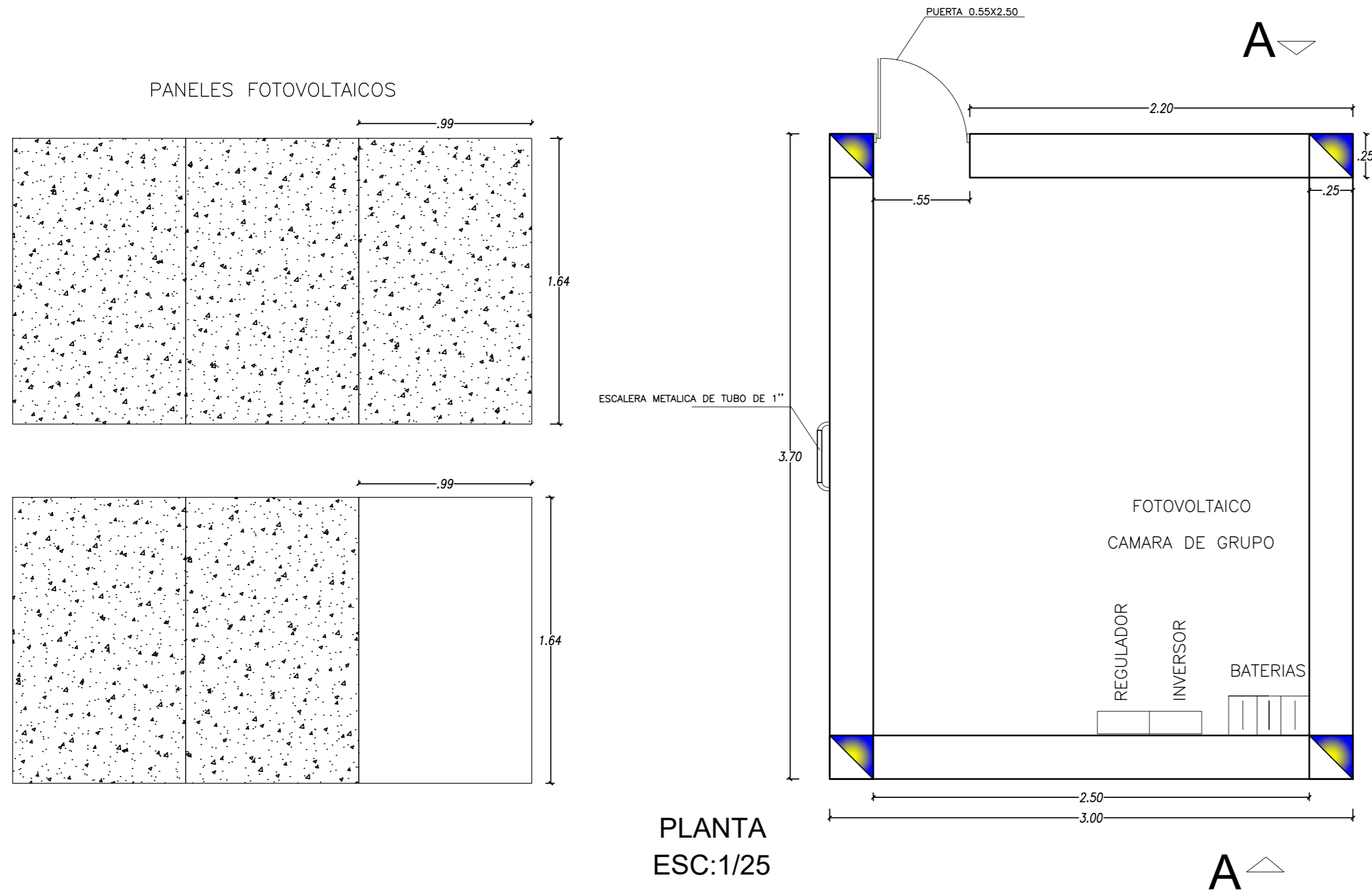




PLANOS

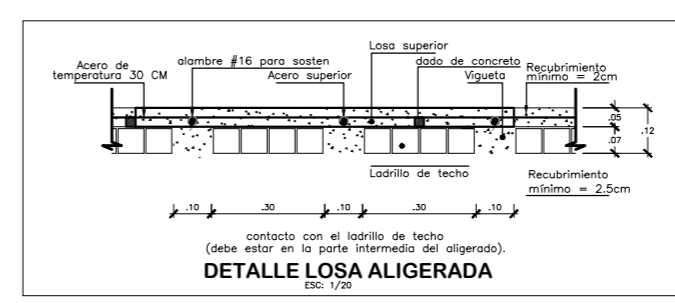
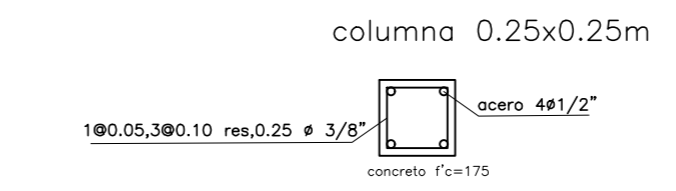






GANCHOS ESTANDAR CON DOBLEZ DE 90° EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO

Ø	A(cm)	ELACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL EN VIGAS Y COLUMNAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDAR, LAS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO SEGUN EL CUADRO MOSTRADO.
1/4"	15	
3/8"	15	
1/2"	20	
5/8"	25	
3/4"	30	
1"	40	



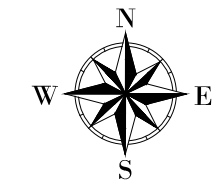
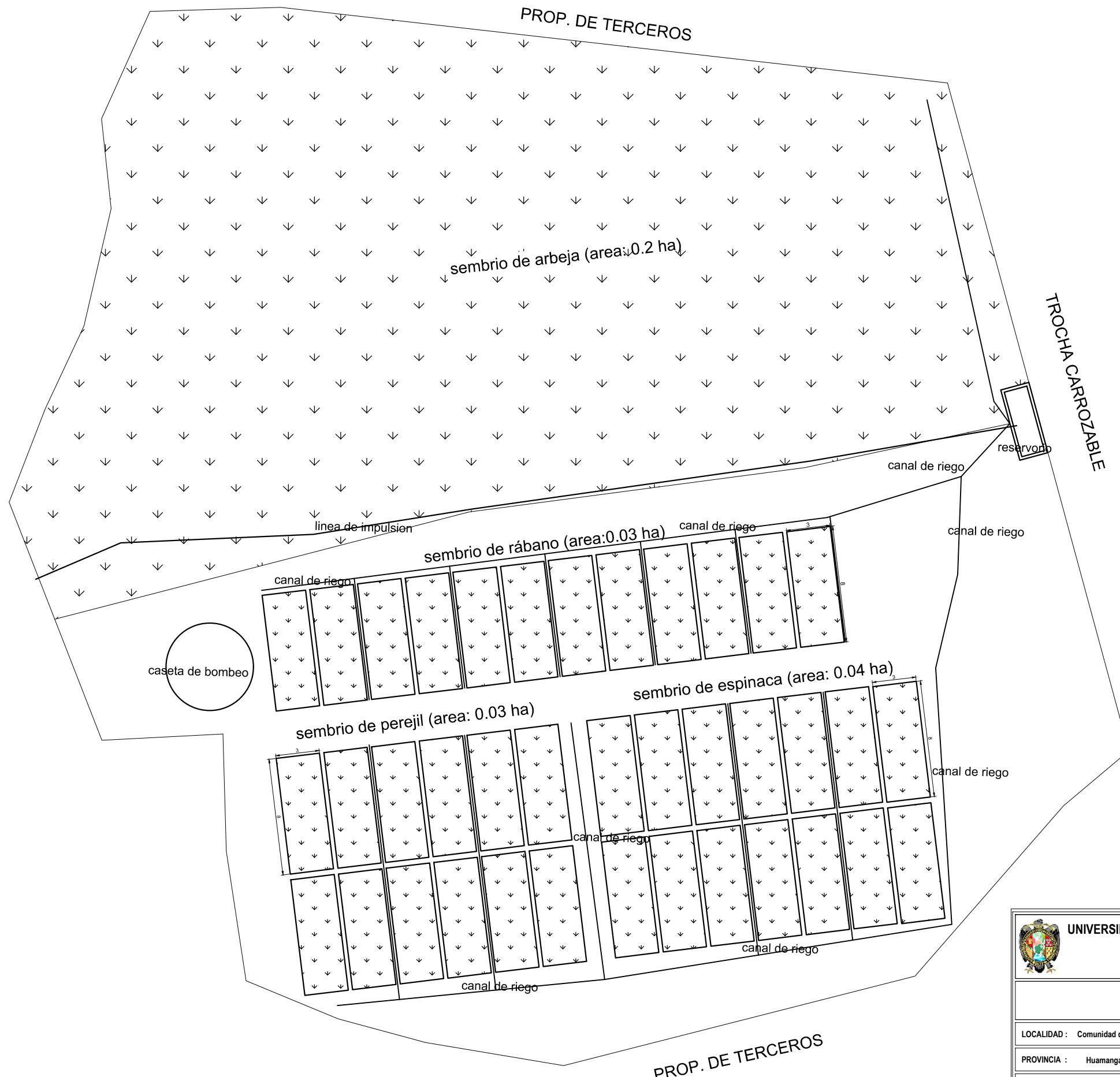
ACCESORIOS



DESCRIPCION	CANT
1 -CODO 90° x 1" PVC CEDULA 40	02
2 -ROMPE AGUA 1" x 1" x 1/8" FIERRO NEGRO	02
3 -VALVULA COMPUERTA 1"	02
4 -UNION DRESSER 1"	02
5 -BOMBA 1HP.	01
6 -VALVULA CHECK 1"	01
7 -UNION DRESSER 1"	01
8 -YEE 1" ACERO CEDULA 40	01
9 -VALVULA CHECK 1"	01
10 -VALVULA COMPUERTA 1"	01
11 -VALVULA CHECK CON CANASTILLA 1"	01
12 -TUBERIA DE PVC DE 1"	01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 E.F.P. INGENIERIA AGRICOLA

"DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO EN TOTORILLA - AYACUCHO"

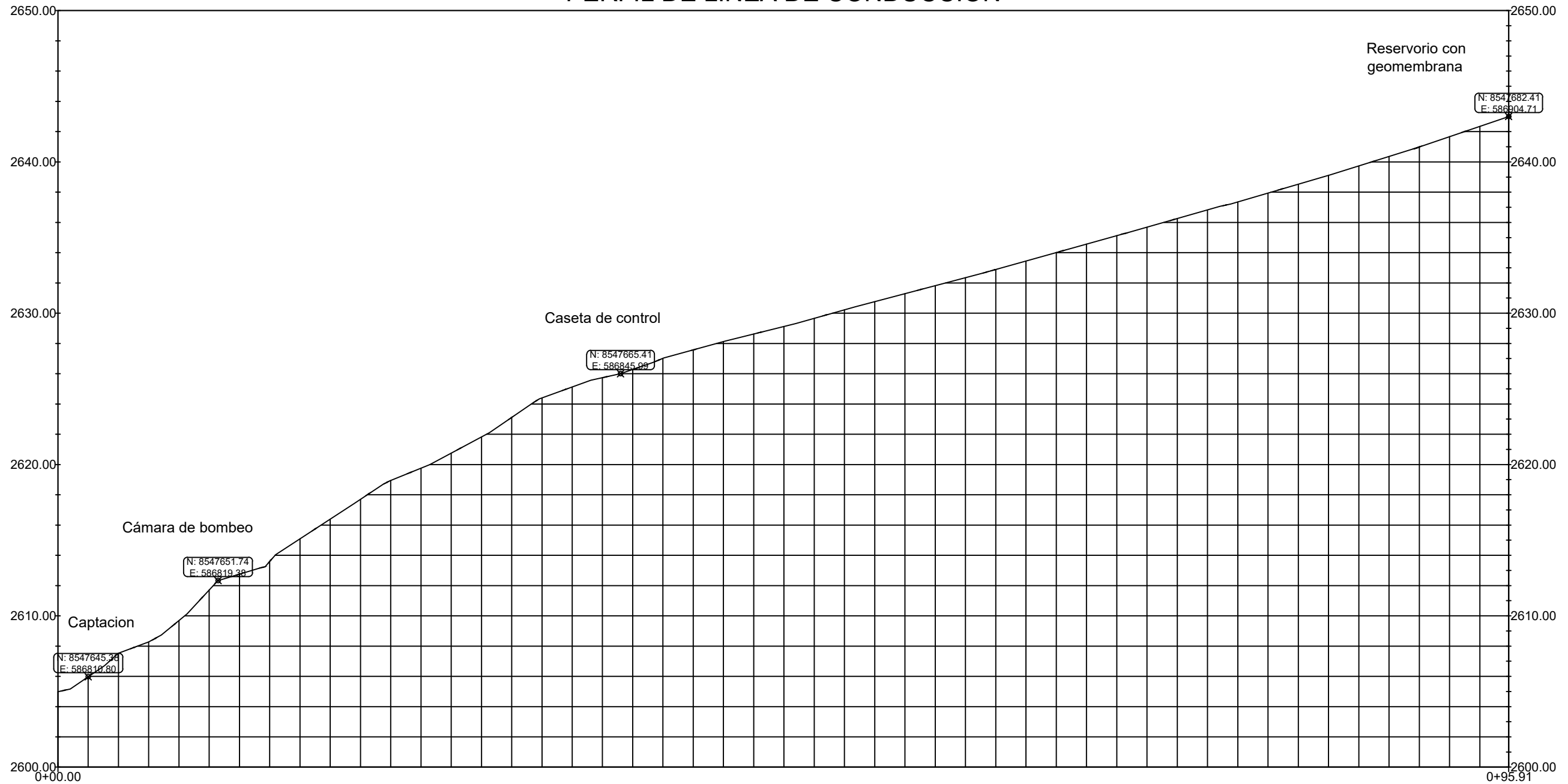
LOCALIDAD : Comunidad de Totorilla	DISTRITO : Jesus Nazareno	LAMINA :
PROVINCIA : Huamanga	REGION : Ayacucho	A2-01
FECHA : marzo 2019	ESCALA : Indicada	




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS E.P. INGENIERIA AGRICOLA		
"DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS DE HORTALIZAS"		
LOCALIDAD : Comunidad de Totorá	DISTRITO : Jesus Nazareno	LAMINA :
PROVINCIA : Huamanga	REGIÓN : Ayacucho	PH-03
FECHA : Mayo 2019	ESCALA : 1/300	




PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION



ELEVACION	PROGRESIVA
2605.97	0+02.00
2607.53	0+04.00
2608.27	0+06.00
2609.68	0+08.00
2611.71	0+10.00
2612.75	0+12.00
2613.60	0+14.00
2615.09	0+16.00
2616.39	0+18.00
2617.70	0+20.00
2618.95	0+22.00
2619.76	0+24.00
2620.75	0+26.00
2621.82	0+28.00
2623.11	0+30.00
2624.40	0+32.00
2625.12	0+34.00
2625.74	0+36.00
2626.28	0+38.00
2627.02	0+40.00
2627.58	0+42.00
2628.13	0+44.00
2628.63	0+46.00
2629.12	0+48.00
2629.66	0+50.00
2630.23	0+52.00
2630.77	0+54.00
2631.29	0+56.00
2631.82	0+58.00
2632.35	0+60.00
2632.89	0+62.00
2633.45	0+64.00
2634.01	0+66.00
2634.57	0+68.00
2635.13	0+70.00
2635.68	0+72.00
2636.25	0+74.00
2636.82	0+76.00
2637.36	0+78.00
2637.94	0+80.00
2638.53	0+82.00
2639.11	0+84.00
2639.73	0+86.00
2640.36	0+88.00
2640.99	0+90.00
2641.67	0+92.00
2642.35	0+94.00
2642.91	0+95.91

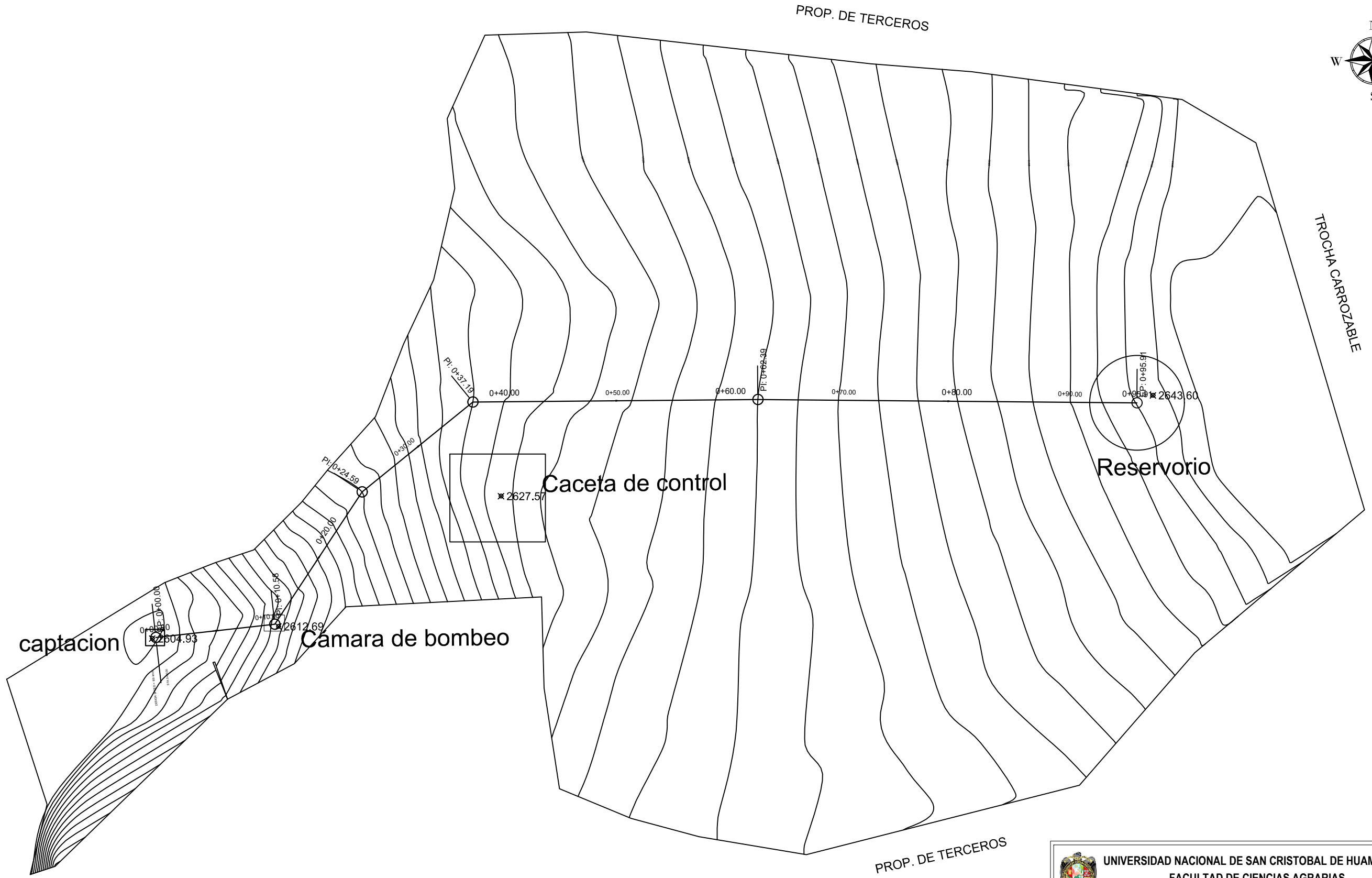
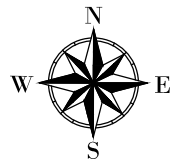



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
E.P. INGENIERIA AGRICOLA



"PERFIL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN"

LOCALIDAD : Comunidad de Tatora	DISTRITO : Jesus Nazareno	LAMINA :
PROVINCIA : Huamanga	REGIÓN : Ayacucho	PH-02
FECHA : Mayo 2019	ESCALA : 1/300	



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA			
		FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS			
		E.P. INGENIERIA AGRICOLA			
"LÍNEA DE CONDUCCIÓN VISTO EN PLANTA"					
LOCALIDAD :	Comunidad de Tora	DISTRITO :	Jesus Nazareno	LAMINA :	
PROVINCIA :	Huamanga	REGIÓN :	Ayacucho	PH-01	
FECHA :	Mayo 2019	ESCALA :	1/350		