

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS

Unidad de Posgrado



Tesina para Optar el Título de Segunda Especialización
Profesional en Energía Solar

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO
CON PANELES SOLARES – CASO UNALM”**

Presentado por:
Josué Eliezer Alata Rey

Asesor:
Mg. Sc. Augusto Zingg Rosell

Lima .-. Perú

2015

RESUMEN:

El bombeo de agua con energía solar fotovoltaica se ha vuelto una gran alternativa en las comunidades rurales y los sistemas aislados del país. Las primeras instalaciones en el Perú se remontan a 1978 donde se utilizaban motores de corriente continua de media y baja potencia (menores a 800W) directamente acoplados al generador fotovoltaico utilizando bombas centrífugas. Posteriormente, la inclusión de los motores de corriente alterna en la aplicación del bombeo fotovoltaico ofreció un avance en la tecnología de la electrónica, incrementando la fiabilidad y el rango de potencia de operación. Pero a pesar de las cuantiosas mejoras introducidas como convertidores AC/DC o inversores DC/AC todavía se sigue buscando la manera de optimizar los sistemas de bombeo fotovoltaico, su rendimiento, fiabilidad, el rango de potencia y una reducción en los costos.

Hoy en día, las necesidades básicas de agua establecen un consumo humano en áreas rurales en 20 litros/día aproximadamente. En las zonas rurales el mayor consumo de agua se produce para los sistemas de cultivos agrícolas así como en la alimentación de animales.

En resumen, el presente trabajo consiste en el dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares fotovoltaicos para una estación de bombeo de agua. La aplicación del presente estudio se desarrollará como un programa piloto para abastecer con agua a los servicios higiénicos de un pabellón de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Posteriormente se aplicará en todo el campus y como referencia para las comunidades rurales en donde la universidad tiene un convenio establecido.

PALABRAS CLAVE:

Energía solar, Dimensionamiento, Sistema de bombeo, panel solar, UNALM

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN:

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivos

2. MARCO TEÓRICO:

- 2.1 Energía Solar
- 2.2 Radiación Solar
- 2.3 Efecto fotovoltaico
- 2.4 Factor AM
- 2.5 Trayectoria Solar
- 2.6 Sistema de Bombeo Fotovoltaico
- 2.7 Configuraciones de Bombeo
- 2.8 Dimensionamiento de un sistema de bombeo
- 2.9 Consideraciones durante la instalación

3. APLICACIÓN DEL TRABAJO:

- 3.1 Cálculos y dimensionamiento
- 3.2 Selección de los equipos
- 3.3 Análisis Técnico-Económico
- 3.4 Beneficio Ambiental

4. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- 4.1 Conclusiones
- 4.2 Recomendaciones

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

FOTOS

1. INTRODUCCIÓN:

Hoy en día, los temas de ahorro y uso eficiente de la energía, adquieren vigencia a raíz de los problemas del calentamiento global, generando como consecuencia la contaminación ambiental por los gases de efecto invernadero, cuyo objeto se enmarca en el planteamiento de soluciones y aplicación de medidas factibles y detener el deterioro ambiental del planeta.

El tema de generación de energía solar, es sólo una fracción del complejo problema del consumo energético, en el cual se plantea la búsqueda de soluciones que puedan existir para corregir el consumo excesivo de la energía eléctrica y evitar daños al medio ambiente.

Cabe mencionar que a los sistemas fotovoltaicos les falta difusión a nivel comercial en áreas urbanas o con posibilidad de conectarse a una red de electrificación, debido a que la fabricación de las celdas solares que conforman los paneles, principal componente del sistema fotovoltaico, requiere actualmente un elevado consumo energético; lo que se traduce en alto costo de inversión inicial.

Por otra parte, este tipo de tecnología presenta numerosas ventajas: instalación simple, emplea una fuente de energía limpia y gratuita, su operación es automática y silenciosa, requiere poco mantenimiento y es amigable con el medio ambiente. Pero hay dos grandes ventajas en las instalaciones de generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico es que son autónomos y pueden estar interconectadas a la red de suministro eléctrico, de donde se deriva una de sus más importantes aplicaciones en la actualidad.

1.1 ANTECEDENTES

El bombeo de agua con energía solar fotovoltaica es una solución para sistemas aislados, como suministros de agua potable para comunidades rurales, en aplicaciones agrícolas o ganaderas.

Las primeras instalaciones se remontan a 1978 donde se utilizaban motores de corriente continua de media y baja potencia (menores a 800W) directamente acoplados al generador fotovoltaico utilizando bombas centrífugas. Posteriormente la inclusión de los motores de corriente alterna en la aplicación del bombeo fotovoltaico ofreció un avance en la tecnología de la electrónica de control incrementando la fiabilidad y el rango de potencia de operación.

A pesar de las cuantiosas mejoras introducidas como convertidores DC/DC o inversores DC/AC todavía se sigue buscando la manera de optimizar los sistemas de bombeo fotovoltaico, su rendimiento, fiabilidad, el rango de potencia y una reducción en los costos.

Las necesidades básicas de agua estipulan un consumo humano en áreas rurales en 20 litros/día aproximadamente. En los hábitos rurales el mayor consumo de agua se produce para los sistemas de cultivos agrícolas así como en la alimentación de animales. Con los avances en la tecnología del bombeo fotovoltaico en calidad y eficiencia en las instalaciones se puede producir una amortización en el riego de un viñedo de dos hectáreas en un periodo inferior a tres años.

La elección de un sistema de bombeo fotovoltaico alimentado con energía solar depende principalmente de factores geográficos, económicos, volumen diario ($m^3/día$) y la altura de bombeo. El rango óptimo para la utilización de un sistema fotovoltaico ronda entre 150-1500 $m^4/día$. Los sistemas de bombeo eólicos y diésel son más competitivos cuando se necesita un mayor caudal.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para la gran mayoría de los peruanos, la electricidad es algo que siempre está disponible, se presiona un interruptor y algo se prende, se conecta un artefacto electrodoméstico y éste funciona, sin estar conscientes que detrás de estas simples acciones hay un largo camino, una gran infraestructura que puede ser afectada por factores climáticos, políticos, económicos o sociales.

Cabe destacar que la electricidad debe ser generada, transportada, distribuida, medida y facturada, pero todo este proceso requiere de un sistema eléctrico que debe mantenerse al día, donde se incluye personal especializado y alta tecnología en materiales y equipos. Todo esto es para reflexionar y pensar en la necesidad de no malgastar este recurso, ni los que la hacen posible. En vista de esto el gobierno y algunas empresas particulares están emprendiendo planes, programas económicos y energéticos, con la finalidad de aumentar las reservas existentes y disminuir el uso desproporcionado que se tiene de la energía eléctrica.

Hay países en Europa donde existen tecnologías fotovoltaicas muy difundidas, aceptadas y aplicadas, estos sistemas satisfacen las necesidades básicas de la electricidad de familias ya que este tipo de energía suministra un servicio mejor aparte de ser más ecológica y económica. Las ventajas de estos sistemas radican en su simplicidad, ya que por lo general son sistemas simples y modulares, se instalan fácilmente y pueden ampliar el sistema, la reparación y cambio de componentes es fácil y económico y son sistemas adaptables a la mayoría de comunidades y a sus necesidades, siempre y cuando haya luz solar. Considerando que no se emiten gases que contribuyan al efecto invernadero o humos tóxicos y la energía solo se produce donde es necesario siendo los costos de esta tecnología bajos en relación a tecnologías convencionales.

1.3 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares fotovoltaicos para una estación de bombeo de agua. La aplicación del presente estudio se desarrollará como un programa piloto para abastecer con agua a los servicios higiénicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO:

2.1 ENERGÍA SOLAR:

El sol es una fuente primaria de energía, que puede ser usada directa o indirectamente. El sol produce constantemente energía electromagnética que llega directamente a la tierra.

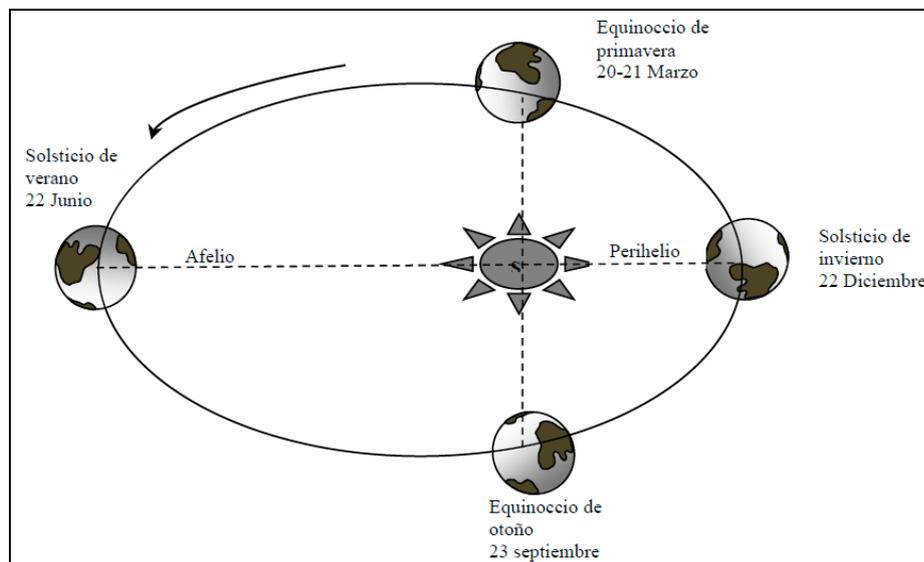
La energía solar se puede transformar de dos maneras: La primera consisten en utilizar parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor; a la energía obtenida se le llama energía solar térmica.

La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad; a la energía obtenida se le llama energía solar fotovoltaica.

2.2 RADIACIÓN SOLAR:

El sol es una estrella en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del sol se transmite al exterior mediante la denominada radiación solar.

Figura 1: Órbita descrita por la tierra en su movimiento alrededor del sol



La intensidad de la radiación solar que llega a la parte exterior de la atmósfera depende de la distancia entre la tierra y el sol. Esa distancia no es constante, sino que el curso de la órbita de nuestro planeta describe una trayectoria elíptica y que su longitud varía entre 1.47×10^8 y 1.52×10^8 kilómetros como se muestra en la Figura 1.

De aquí se puede afirmar que el valor de la irradiancia fluctúa entre 1325 W/m^2 y 1412 W/m^2 , al valor medio de dicha irradiancia se le conoce como constante solar (1353 W/m^2).

Dicho valor varía durante un año en un $\pm 3\%$ por las causas descritas de la órbita terrestre. Otro elemento que influye sobre la radiación solar es el factor denominado “masa de aire” (AM), y varía con el ángulo cenital del sol, distancia tierra-sol y condiciones atmosféricas y meteorológicas.

2.3 EFECTO FOTOVOLTAICO:

Fenómeno que consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro.

El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico.

2.4 FACTOR AM (MASA DE AIRE):

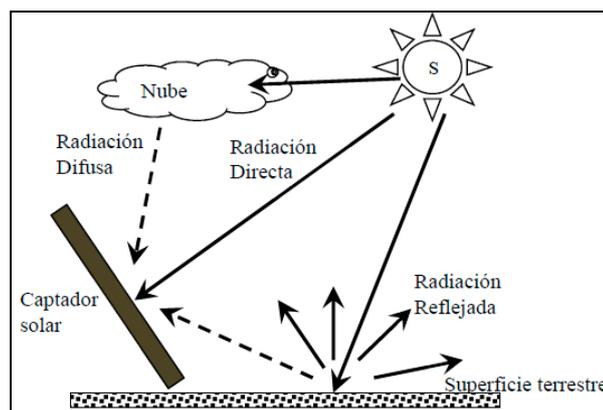
La intensidad y frecuencia del espectro luminoso generado por el sol sufre alteraciones cuando la luz atraviesa la atmósfera. Eso se debe a la absorción, reflexión y dispersión que toma lugar dentro de esta. Estas modificaciones son dependientes de la espesura de la capa atmosférica. La posición relativa del sol respecto a la horizontal del lugar determina el valor de la masa de aire. Cuando los rayos solares caen formando un ángulo de 90° respecto a la horizontal se dice que el sol ha alcanzado su cenit. Para esta posición la radiación directa del sol atraviesa una distancia mínima a través de la atmósfera. Cuando el sol está más cercano al horizonte, esta distancia se incrementa, es decir la masa de aire es mayor.

Supongamos que queremos medir la superficie sobre un plano inclinado con respecto a la superficie de la tierra, sobre ese plano incide radiación directa y difusa, en proporciones muy variables según el factor AM, lo despejado o nuboso del momento, pero además de ésta, hay una parte de la radiación solar que se ha reflejado por el suelo y que también incide sobre el plano. A esta porción se le denomina albedo. Las diferentes superficies existentes ocasionan diferentes valores de albedo; por ejemplo: una superficie de asfalto posee un valor de 0.15, una de cemento 0.55 y una de nieve recién caída entre 0.80 y 0.90.

Para medir la radiación solar se utiliza un piranómetro, pero también existen sensores fotovoltaicos menos costosos aunque también menos precisos. Un piranómetro es un aparato de elevada precisión compuesto por dos semiesferas, una placa negra metálica que actúa como superficie de absorción y una serie de elementos termosensibles situados debajo de ella.

Además, hay que tener en cuenta que, a la tierra solo llega aproximadamente un 30% de la energía total interceptada por la atmósfera y de ella el 70% cae en el mar. Aun así es varios miles de veces el consumo energético mundial. Como se puede observar en la figura 2, en función de cómo inciden los rayos en la tierra se distinguen tres componentes de la radiación solar: la radiación directa (L), la difusa (D) y el albedo o reflejada. Una vez que los rayos superan la atmósfera, podemos distinguir estos tres tipos de radiación incidente en una superficie: la radiación directa (L), se recibe directamente del sol, sin sufrir dispersión atmosférica alguna; la radiación difusa (D) se recibe del sol después de haber sido desviada por la dispersión atmosférica, como la que recibe a través de las nubes procedente del cielo azul y la radiación reflejada debido a la superficie terrestre.

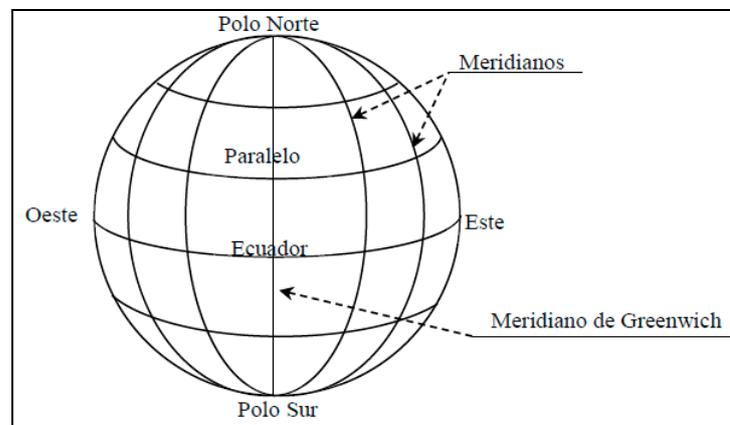
Figura 2: Componentes de la radiación global



2.5 TRAYECTORIA SOLAR

La tierra se divide en paralelos de latitud como se observa en la Figura 3. En el hemisferio norte se considerará la latitud positiva y varía entre 0° y 90° , en el hemisferio sur se considera latitud negativa y varía entre 0° y -90° . El paralelo de 0° se le llama ecuador terrestre. El símbolo que se utilizaría para la latitud es \hat{A} . La tierra también se divide en meridianos de longitud como se observa en la figura. Se usa como meridiano 0° el que pasa por Greenwich, Inglaterra. Hacia el este y el oeste los meridianos aumentan de 0° a 180° .

Figura 3: Paralelos y meridianos de la corteza terrestre



El plano fundamental es el horizontal, tangente a la superficie terrestre. La perpendicular a este plano en dirección a la semiesfera celeste superior define la posición del ZENIT del lugar o zenit local. En la dirección opuesta, a través de la tierra, se sitúa el NADIR. Las direcciones principales sobre el plano horizontal son la Norte-Sur, intersección con el plano meridiano del lugar, y la perpendicular a ella Este-Oeste, intersección con el plano denominado primer vertical.

Definiciones básicas para un observador terrestre:

Zenit: Es la línea perpendicular al plano horizontal en el punto del observador.

Masa de Aire (AM): Es la razón entre el grosor óptico de la atmosfera que debe atravesar el haz de luz en un momento dado con respecto al grosor óptico si el sol estuviera en el zenit. Por lo anterior, $m=1$ cuando el sol está en el zenit. Para un ángulo zenit θ dado y una altura local (msnm) de h , se cumple que:

$$m(\theta, h) = \left(\frac{1}{\cos \theta} + 0.15(3.885 + \theta)^{-1.253} \right) e^{-0.0001184h} \dots\dots\dots(1)$$

Inclinación (β): Ángulo entre el plano fotovoltaico y la horizontal. $0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$

Latitud del lugar (Φ): Es la complementaria del ángulo formado por la recta que une el zenit y el nadir con el eje polar. Es positivo hacia el Norte y negativo hacia el Sur, es decir la posición angular con respecto al Ecuador.

Meridiano del lugar: Circulo máximo de la esfera terrestre que pasa por el lugar, por el zenit y por el nadir.

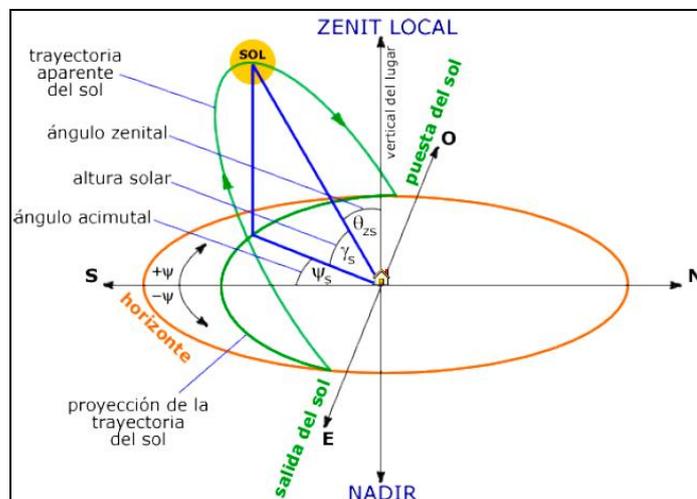
Angulo zenital (θ_{zs}): Es el ángulo formado por el radio vector punto-tierra y la vertical del lugar. Es positivo a partir del zenit.

Altura solar (Y_s): Ángulo que forman los rayos solares sobre la superficie horizontal. Ángulo complementario de la distancia cenital.

Ángulo azimutal (ψ_s): Ángulo formado por la proyección del sol sobre el plano del horizonte con la dirección sur. Positivo hacia el Oeste (0° a 180°) y negativo hacia el Este (0° a -180°).

Declinación: La posición angular del sol a mediodía con respecto al plano del Ecuador.

Figura 4: Trayectoria solar durante el día

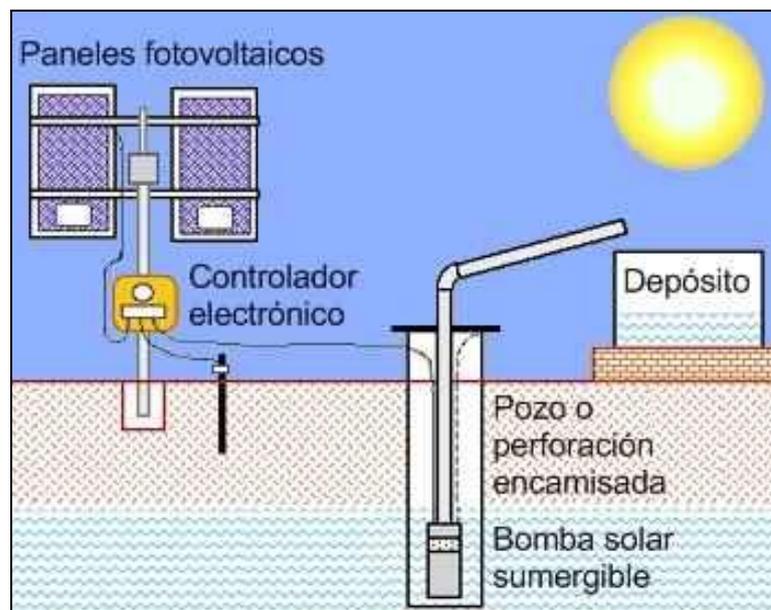


2.6 SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

Un sistema de bombeo fotovoltaico está formado por un generador fotovoltaico establecido por **paneles solares** que genera una corriente continua que será transmitida al sistema motor-bomba. Para que la electricidad que generan los paneles solares sea adecuada para el sistema moto-bomba existen unos sistemas de acondicionamiento de potencia (inversores, reguladores, convertidores, etc.), también consta de un sistema de tuberías, un depósito de acumulación (opcional) y un pozo para la extracción de agua.

La figura 5 muestra un esquema básico de una estación de bombeo alimentado por paneles fotovoltaicos.

Figura 5: Esquema de una estación de bombeo alimentado por paneles solares



El generador fotovoltaico está compuesto por varios módulos fotovoltaicos que pueden estar conectados en serie y/o en paralelo en función de las necesidades hasta obtener la potencia deseada, primero se realiza la asociación en serie hasta conseguir la tensión adecuada y luego la asociación en paralelo hasta alcanzar el nivel de corriente deseada.

Estos módulos van instalados sobre una estructura para conseguir una posición ideal respecto al sol, esta posición ideal se basa en el ángulo óptimo de inclinación. Existen otras estructuras que realizan un seguimiento solar durante el día, estas

estructuras pueden ser de tres tipos distintos en función del tipo de seguimiento que realicen:

- ✓ Seguimiento cenital: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más baja hasta su posición más alta, con un eje de rotación horizontal.
- ✓ Seguimiento azimutal: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más oriental hasta su posición más occidental, con un eje de rotación vertical.
- ✓ Seguimiento polar: Este tipo de seguimiento es de un solo eje, sigue la trayectoria del sol desde su posición más oriental hasta su posición más occidental, con un eje de rotación inclinado respecto la vertical.

Una célula solar es un dispositivo capaz de convertir la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica. La gran mayoría de las células solares que actualmente están disponibles comercialmente son de silicio monocristalino o policristalino. Las células monocristalinas de silicio se encuentran más generalizadas aunque su proceso de creación es más complicado.

Tabla 1: Características de las distintas células solares

CELULAS	RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERISTICAS	FABRICACION
MONOCRISTALINO	24%	15-18%	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro
POLICRISTALINO	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización
AMORFO	16%	< 10%	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico

Con respecto a la **bomba**, son equipos compuestos de partes y mecanismos que, accionados por un elemento motriz transmiten energía centrífuga a un líquido para

incrementar su presión. Las bombas para agua se utilizan para transportar agua de un sitio a otro, o para incrementar la presión o fuerza que se requiera, ya sea para vencer alturas de elevación, alimentar un sistema hidroneumático, mover aspersores, combinaciones de las necesidades anteriormente nombradas, etc. existen varios tipos:

Bomba centrífuga: Los principales componentes de una bomba centrífuga son el tambor y la carcasa. El tambor es un disco con alabes que al girar a una velocidad suficientemente alta, la fuerza centrífuga produce un flujo ascendente del agua, que es lanzada hacia el conducto de salida, así se crea una succión que fuerza la entrada de más agua. Las bombas centrífugas son capaces de bombear hasta 60 metros de carga dinámica.

Bomba de diafragma: Estas bombas desplazan el agua por medio de diafragma de un material flexible y resistente. Comúnmente los diafragmas se fabrican de caucho reforzado con materiales sintéticos. 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. Los fabricantes de estas bombas proveen un juego de diafragmas para reemplazo que pueden adquirirse a un precio razonable. Existen modelos sumergibles y de superficie.

Bomba volumétrica 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. La energía eléctrica requerida para hacerla funcionar se aplica sólo 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 de potencia.

Con respecto a los **motores eléctricos**, pueden ser DC, AC o DC sin escobillas. Es habitual que el motor y la bomba formen una única unidad compacta que denominaremos motobomba o simplemente bomba.

Motores DC: Las principales partes del motor de corriente continua son el inductor y el estator. Se denomina estator a la parte fija de la máquina y rotor a la parte giratoria. Estos motores se caracterizan por su voltaje, potencia y velocidad. La potencia que puede desarrollar un motor es proporcional al par y a su velocidad. La velocidad de giro del motor depende del voltaje, la intensidad y el flujo magnético. La utilización de estos motores debe evitarse en sistemas sumergibles debido a que las escobillas requieren un mantenimiento regular que implica sacar la bomba del pozo. Los motores DC ofrecen un alto rendimiento y no necesitan inversor.

Motores DC sin escobillas: Los motores sin escobillas tiene un rotor de imanes permanentes y un estator bobinado (normalmente a tres fases). La conmutación del campo, que es realizada por las escobillas es realizada electrónicamente. La electrónica de control puede estar incorporada tanto en el propio motor como externamente. Estos motores son ideales para ser utilizados en bombas sumergibles, su rendimiento es menor al no existir escobillas. Presentan un alto rendimiento y su fiabilidad es parecida a los motores de corriente alterna.

Motores AC: Los motores AC son los más usados, existen dos tipos, asíncronos y síncronos. Los más habituales en el uso de energía fotovoltaica son los motores asíncronos. Al igual que en los motores de corriente continua, los alternos se componen de estator y rotor, con la diferencia que en éstos, su voltaje, potencia y velocidad de giro dependen fundamentalmente de la frecuencia. Su principales inconvenientes frente a los motores DC, es su menor rendimiento por las pérdidas en el circuito magnético o el calentamiento del motor, y su coste económico superior por la necesidad de un inversor DC/AC.

El sistema de **condicionamiento de potencia** está formado por inversores (DC/AC), convertidores (DC/DC), controladores de motor y reguladores.

Inversores DC/AC: Tienen la misión de transformar la corriente continua de salida del generador en corriente alterna para el funcionamiento del motor AC. Los inversores fotovoltaicos generan una salida monofásica o trifásica con voltaje y frecuencia variable, una frecuencia variable permite operar con distintas velocidades así pueden disminuir el par de arranque y aumentar las horas de funcionamiento.

Normalmente estos inversores incorporan seguimiento del punto de máxima potencia (SPMP).

Convertidores DC/DC: Su objetivo principal es conservar tanto al generador como a la carga en su punto óptimo de trabajo. El convertidor convierte una potencia de entrada en otra potencia de salida. Existen dos tipos de convertidores, los que elevan la tensión de salida y los reductores de tensión.

El controlador de motor: se utiliza en motores sin escobillas y es necesario para la conmutación del motor. Este controlador también posee un sistema SPMP.

Baterías: El sistema de baterías es opcional, el objetivo principal de la batería es acumular la energía sobrante durante las horas de sol y máximo funcionamiento, para después re-utilizarla en horario nocturno o en días de baja irradiación solar. El principal problema que tiene el uso de baterías es la reducción considerable en la fiabilidad de la instalación e incrementa la necesidad de mantenimiento, además es necesario el uso de un regulador y diodos de bloqueo para evitar que la batería se descargue por la noche, suponiendo un coste añadido en la instalación. En definitiva el uso de baterías es razonable únicamente cuando el bombeo durante las horas de sol no es suficiente para satisfacer las necesidades mínimas de agua.

Regulador: El regulador es exclusivamente necesario con el uso de baterías para protegerla de sobrecargas o sobredescargas.

Depósito de acumulación: Un sistema de bombeo alimentado con energía solar solamente bombea agua por el día. Si no se tiene un sistema de baterías la única forma de disponer de un suministro de agua en horas nocturno es un depósito de almacenamiento.

En aplicaciones de riego agrícola existen dos tipos de almacenamiento de agua:

Almacenamiento a largo plazo: Este sistema almacena agua de un mes para otro, son depósitos de gran volumen que en su mayoría resulta poco aconsejable económicamente.

Almacenamiento a corto plazo: Es el almacenamiento más aconsejable, lo recomendable es un depósito para asegurarse varios días de autonomía.

2.7 CONFIGURACIONES DE BOMBEO

La configuración en un sistema de bombeo fotovoltaico está determinada por el tipo de generador, el tipo de bomba, el tipo de motor y el tipo de acondicionamiento de potencia. Se pueden distinguir dos principales diseños en función de la potencia a utilizar.

Sistemas de pequeña potencia (50–400 Wp): Estos sistemas utilizan principalmente motores DC accionando una bomba centrífuga superficial. Entre el motor y el generador se instala un convertidor DC/AC para mejorar su acoplo. Estos sistemas tienen un PVC (potencia equivalente) $< 150 \text{ m}^4/\text{día}$. Los principales componentes son:

- ✓ Generador fotovoltaico
- ✓ Convertidor DC/DC (opcional)
- ✓ Motor DC
- ✓ Bomba
- ✓ Depósito de almacenamiento (opcional)

Sistemas de media potencia (400–1500 Wp): Tienen principalmente dos configuraciones, motor AC con bomba centrífuga sumergible o motor DC sin escobillas con una bomba de desplazamiento positivo. En el caso de instalar un motor AC se deberá instalar un inversor DC/AC de frecuencia variable con SPMP son sistemas de fiabilidad elevada. En el caso de motores sin escobillas, obtienen un rendimiento mayor que los motores DC o AC, la bomba de desplazo positivo también ofrece un rendimiento superior a las bombas centrífugas, es una configuración nueva y todavía no está probada su fiabilidad. Estos sistemas son recomendables para $150 \text{ m}^4/\text{día} < \text{PVC (potencia equivalente)} < 1500 \text{ m}^4/\text{día}$. Los principales componentes son:

- ✓ Generador fotovoltaico
- ✓ Convertidor DC/AC
- ✓ Motor AC
- ✓ Bomba
- ✓ Depósito de almacenamiento (opcional)

2.8 DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO

El dimensionamiento de un sistema de bombeo está basado en tres parámetros fundamentales:

- ✓ Evaluación de la energía a necesitar.
- ✓ Evaluación de la energía solar disponible.
- ✓ Definición del equipo de bombeo necesario.

Primero debemos calcular los valores medios mensuales del agua que es necesario para satisfacer la demanda requerida. A través de estos datos de caudal y de la altura de bombeo obtenemos la energía hidráulica necesaria.

Con los datos de radiación solar de nuestro emplazamiento seleccionado, elegimos el mes más desfavorable dentro de nuestras necesidades, para establecerlo como el mes de dimensionamiento. Por otra parte, la buena elección de los componentes del sistema asegurará un buen rendimiento, larga vida útil y una gran fiabilidad.

2.8.1 Evaluación de la energía a necesitar:

2.8.1.1 Cálculo de las necesidades de agua:

Es importante conocer el volumen de agua que es necesario para satisfacer la demanda presentada. Las distintas necesidades de agua son:

- ✓ Agua para el consumo humano
- ✓ Agua para consumo de animales
- ✓ Agua para riego

Es muy importante realizar un estudio del pozo del que se extraerá todo el agua durante el proceso, considerando las variaciones estacionales, para asegurarse que la bomba no trabaje en vacío, creando así graves problemas a todo el sistema.

Es estos casos, existen dos tipos de consumo:

- ✓ Consumo continuo: Es el caso de una vivienda, que puede consumir agua tanto por la noche como por el día y durante todo el año.

- ✓ Consumo estacional: Este tipo de consumo es realizado por los sistemas de riego agrario.

Tabla 2: Volumen de agua medio diario para aplicaciones diversas

CONSUMO	m ³ /día
Consumo humano	0-10
Consumo de animales	0-20
Agua para riego	0-40

Fuente: Cervantes Herrejon (2009), "Estudios de sistemas de bombeo fotovoltaico".

2.8.1.2 Cálculo de la altura equivalente de bombeo:

La altura equivalente de bombeo o altura hidráulica de bombeo, es la presión efectiva que debe vencer la bomba para su correcto funcionamiento.

$$H_{EB} = H_d + H_e + A_p \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

H_{EB}: Altura equivalente de bombeo (m)

H_d: Altura dinámica (m)

H_e: Altura estática (m)

A_p: Abatimiento del pozo (m)

La altura dinámica es la caída de presión cuando un líquido circula por el interior de una tubería, a esto se le denomina fricción. Estas pérdidas de carga dependen de la longitud de la tubería, de su diámetro y del coeficiente de fricción. La altura dinámica puede ser calculada a través de la fórmula de Hazen-Williams:

$$H_d = 10.67(L) \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} (d^{-4.869}) \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

H_d: Altura dinámica (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Q: Caudal (m³/s)

C: Coeficiente de Hazen-Williams

d: Diámetro interno de la tubería (m)

Tabla 3: Valores del coeficiente de Hazen-Williams

Material de la tubería	C
Acero remachado (nuevo)	110
Acero remachado (usado)	85
Acero soldado (nuevo)	130
Acero soldado (usado)	90
Hierro fundido (nuevo)	130
Hierro fundido (15-20 años)	100
Hierro fundido (>20 años)	90
Concreto (buena terminación)	130
Concreto (terminación común)	120
Asbesto-cemento	140
Plástico (PVC)	150

La altura estática, es la distancia geométrica desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto más elevado donde debe bombearse el agua.

El abatimiento es el descenso del nivel del agua en el espacio interior del pozo desde un nivel estacionario, en el que el nivel extraído es nulo, hasta un determinado nivel, cuando el caudal extraído es Q.

$$A_p = \frac{Ln(t)}{4\pi T} \cdot Q + K_w \cdot Q + D_w \cdot Q^2 \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

A_p : Abatimiento dentro del pozo de bombeo

K_w : Constante que representa la suma de los coeficientes de los componentes lineales constantes del abatimiento debidas a las características del acuífero no alterado, los efectos de la zona de desarenado, los efectos del empaque de grava y los efectos de las pérdidas de carga en la rejilla y la camisa.

D_w : Constante que representa la suma de los coeficientes constantes de las componentes cuadráticas del abatimiento, debida a los mismos efectos que se han señalado para K_w

T: Coeficiente de transmisividad del acuífero, es la capacidad de un medio poroso para transmitir el agua según el espesor del acuífero y su permeabilidad.

Q: Caudal

t: Tiempo de bombeo

2.8.1.3 Cálculo del consumo energético estimado

Una vez establecidas las necesidades hídricas a dimensionar y calculada la altura total de la instalación procederemos a calcular la energía consumida por la bomba y necesaria para que nuestra instalación funcione correctamente

$$E_{CONSUMIDA} = \frac{N(Q)(H_{EB})}{367(\eta_{bomba})} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

- N: Número de horas de funcionamiento del sistema de bombeo (h)
- Q: Caudal requerido (m³/s)
- H_{EB}: Altura equivalente de bombeo (m)
- η_{bomba}: Eficiencia de la bomba en el punto de trabajo (50%)

2.8.2 Evaluación de la energía solar disponible:

La potencia que entrega un panel fotovoltaico dependerá exclusivamente de la radiación solar que incida sobre él. La radiación solar varía en función de la localización geográfica, la estación en la que nos encontremos y también en la hora del día. Para poder realizar un dimensionamiento solar adecuado se debe disponer de datos medios mensuales de radiación solar del lugar donde se desee realizar la instalación. Generalmente la radiación solar mensual viene expresada en (kWh/m²/día).

La cantidad de energía solar incidente en el panel dependerá de la orientación relativa al norte y del ángulo que forma con los rayos del sol. Para conseguir un mayor aprovechamiento de la instalación se deben calcular la orientación y el ángulo de inclinación óptimos. Existen algunas páginas de internet donde calculan directamente los datos de orientación y ángulo óptimos con seleccionar la ubicación geográfica que desees.

Después de seleccionar la ubicación del proyecto, obtenemos los datos medios mensuales de irradiación de todos el año, seleccionamos dentro de nuestros requisitos el mes más desfavorable, es decir el mes con menor irradiancia.

Hoy en día existe una gran variedad de bases de datos de donde se puede obtener información sobre la radiación solar disponible en cualquier parte del planeta, tenemos por ejemplo:

- ✓ PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System (Europa)
- ✓ Open-Solar DB: Datos mundiales de Radiación
- ✓ Surface meteorology and Solar Energy Data Set – NASA
- ✓ Atlas Solar del Peru

2.8.3 Definición del equipo de bombeo necesario:

La elección del equipo de bombeo alimentado fotovoltaicamente consta de uno o unos paneles fotovoltaicos que se usan como generador, un motor, una bomba, un inversor, un sistema de tuberías, conductores y protecciones. Si la instalación de bombeo está constituida por un sistema de baterías, es necesario además de todo lo anteriormente descrito, dimensionar las baterías y elegir un regulador. En esta parte se dimensionará el generador, la bomba y el motor.

2.8.3.1 Dimensionamiento del panel fotovoltaico:

El dimensionamiento del panel fotovoltaico consiste en el cálculo de la potencia pico del panel, que es necesario instalar para satisfacer las necesidades de agua a lo largo de todo el año. Inicialmente en el dimensionado se supone que el panel opera en condiciones estándar de medida CEM (25°C y 1000 W/m²) y que el punto de trabajo coincide con el de máxima potencia todo el día.

En condiciones reales de operación esto no sucede así y la potencia de salida del panel es inferior a la potencia pico, ya que la irradiancia varía a lo largo de las horas del día con valores menores que 1000 W/m² y hay pérdidas de rendimiento por efectos de desacoplo respecto del punto de máxima potencia e influencia de la temperatura de operación.

Por lo tanto, para estimar la potencia pico del generador se tiene la siguiente ecuación:

$$P_p = \eta_p \cdot A \cdot G_o \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

P_p: Potencia del panel (W)

η_p: Rendimiento del panel a temperatura de referencia (25°C)

A: Área del panel fotovoltaico (m²)

G_o: 1000 (W/m²) irradiancia de referencia

El área del panel fotovoltaico necesario para suministrar energía eléctrica diaria E_e se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A = \frac{E_e}{\eta_{mdpco} \cdot G_{md}} \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

E_e : Energía eléctrica diaria (Wh/día)

η_{mdpco} : Rendimiento medio diario del panel en condiciones de operación

G_{md} : Radiación media diaria mensual incidente en el plano del panel (kWh/m²/día)

A: Área de paneles fotovoltaicos (m²)

El rendimiento medio diario mensual del panel puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\eta_{mdpco} = F_m [1 - \delta(T_c - 25)] \eta_p \dots\dots\dots(8)$$

Donde:

η_{mdpco} : Rendimiento medio diario del panel en condiciones de operación

F_m : Factor de acoplo medio, definido como el cociente entre la energía eléctrica generada en condiciones de operación y la energía que se generaría si el sistema trabajase en el punto de máxima potencia. Si no se conoce su valor se puede tomar como valor: 0,9 para bombas centrífugas y 0,8 para otro tipo de bombas

δ : Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura de las células con valores entre (0,004-0,005 1/°C)

T_c : Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol (°C)

η_p : Rendimiento del panel a temperatura de referencia (25°C)

La energía eléctrica necesaria se relaciona con la energía hidráulica a través del rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba:

$$E_e = \frac{E_h}{\eta_{mb}} \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

E_e : Energía eléctrica diaria (Wh/día)

E_h : Energía hidráulica diaria (Wh/día)

η_{mb} : Rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba

Tabla 4: Valores de η_{mb} en función de la configuración moto-bomba.

TIPO	VALOR MEDIO	MEJOR VALOR
Superficial con motor CC y bomba centrífuga	25%	30%
Superficial con motor CC y bomba centrífuga multiestado	28%	40%
Motor AC o CC sumergible con bomba centrífuga Motor CC superficial con bomba desplazamiento positivo	32%	42%

Po lo tanto, sustituyendo todas las ecuaciones anteriores en la primera nos encontramos con la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{E_{consumida}}{\eta_{bomba*}} \cdot \frac{G_o}{F_m [1 - \delta(T_c - 25)] \cdot G_{md}} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

P_p : Potencia del panel (W)

E_c : Energía consumida por diaria (Wh/día)

η_{mb} : Rendimiento medio diario mensual del sistema motor-bomba

G_o : 1000 (W/m²) irradiancia de referencia

δ : Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura de las células con valores entre (0,004-0,005 1/°C)

T_c : Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol (°C)

G_{md} : Radiación media diaria mensual incidente en el plano del panel (kWh/m²/día)

Una vez calculado la potencia pico ya podemos elegir los paneles fotovoltaicos a instalar, teniendo siempre en consideración que la potencia a instalar por parte de los módulos fotovoltaicos deberá ser mayor o igual, preferiblemente superior, a la potencia pico calculada. La configuración de paneles serie-paralelo viene establecida por esta relación:

$$N^\circ \text{ de paneles serie} = \frac{\text{Voltaje no min al del motor}}{\text{Voltaje no min al de modulos}} \dots\dots\dots(11)$$

$$N^\circ \text{ de paneles paralelo} = \frac{\text{Potencia pico del generador}}{(N^\circ \text{ de paneles en serie})(\text{Potencia pico de un modulo})}$$

2.8.3.2 Dimensionamiento de la bomba:

La bomba es la encargada de succionar el agua del pozo, impulsada por el motor, para después llevarla hasta el depósito de acumulación en el caso de que los haya o bien utilizarla directamente. Se puede calcular el caudal pico que debe suministrar la bomba a partir de la potencia pico del generador y del rendimiento motor-bomba considerado. Este caudal pico debe ser siempre mayor que el caudal necesario para satisfacer las necesidades estipuladas.

$$Q_p = \frac{P_p \cdot \eta_{mb}}{g \cdot h} \dots\dots\dots(12)$$

Donde:

Q_p : Caudal pico (l/s)

g : 9,8 (m/s²), gravedad

h : Altura de bombeo (m)

P_p : Potencia del generador (W)

η_{mb} : Rendimiento medio diario mensual del subsistema motor-bomba

Para poder determinar la capacidad de la bomba, es necesario conocer el caudal y la altura de trabajo, con estos valores se determina la potencia de la bomba.

$$P_{bomba} = \frac{\gamma \cdot Q_{prom} \cdot H_{EB}}{\eta_b} \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

δ : peso específico del agua (1000 kg/m³)

Q_{prom} : Caudal promedio (m³/s)

H_{EB} : Altura equivalente de bombeo (m)

η_b : Rendimiento real de la bomba

2.8.3.3 Dimensionamiento de regulador de carga:

El regulador de carga tiene como función controlar el voltaje que ingresa a la bomba, para su dimensionamiento se trabaja con las corrientes de entrada y salida del regulador, eligiéndose el mayor valor entre ambos para seleccionar dicho equipo.

$$I_{Re} = 1.25(I_{cc}) \dots\dots\dots(14)$$

$$I_{R.s} = \frac{P_{carga}}{V_{nominal}} \dots\dots\dots(15)$$

2.8.3.4 Dimensionamiento de las baterías

Las baterías se plantean como alternativa a poder almacenar energía con el objetivo de poder utilizar la misma y alimentar la bomba para bombear el agua por la noche si la demanda lo requiere o es necesario abastecer el tanque de almacenamiento. La demanda pico deberá ser contrastada también con el mes de menor radiación. La batería que se plantea son las baterías solares o secas, o en su defecto las que se utilizan para el sector automotriz.

Los dos parámetros importantes para el dimensionado de una batería son la máxima profundidad de descarga (estacional y diaria) y el número de días de autonomía. Como norma general, tomaremos estos parámetros:

Profundidad de Descarga Máxima Estacional ($P_{Dmax,e}$) = 70% = 0,7

Profundidad de Descarga Máxima Diaria ($P_{Dmax,d}$) = 15% = 0,15

Número de días de Autonomía (N) = 1 - 5

Para realizar los cálculos de la capacidad de la batería, empleamos la siguiente formula:

Para una descarga diaria:

$$CAPACIDAD_{(Wh)} = \frac{CONSUMO}{P_{descarga-dia} (F_{ct})} \dots\dots\dots(16)$$

$$Capacidad_{(Ah)} = \frac{CAPACIDAD_{(Wh)}}{V_{bateria}} \dots\dots\dots(17)$$

Para una descarga estacional:

$$CAPACIDAD_{(Wh)} = \frac{N_{autonomia} x CONSUMO}{P_{descarga-est.} (F_{ct})} \dots\dots\dots(18)$$

$$Capacidad_{(Ah)} = \frac{CAPACIDAD_{(Wh)}}{V_{bateria}} \dots\dots\dots(19)$$

Para efectos del dimensionamiento de la batería, elegimos el resultado mayor en potencia o amperaje.

2.8.3.5 Dimensionamiento de los conductores:

Los conductores se encargan de transmitir la corriente desde el punto de generación, en este caso los paneles fotovoltaicos, al punto de consumo: bomba. A la hora de elegir el conductor, este debe ser capaz de soportar no solo perfectamente la corriente nominal de servicio y la corriente de arranque de la bomba (motor) sino que debe soportar la corriente de cortocircuito durante el breve periodo de tiempo que tardan las protecciones en detectar la falta y actuar, sin producirse defectos en el cable. Para seleccionar el conductor ideal para una instalación debemos calcular la sección que este debe tener para garantizarnos la funcionalidad anteriormente descrita. Para ello utilizamos la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2.L.I.\cos\varphi}{\rho.\Delta V} \dots\dots\dots(20)$$

Donde:

- S: Sección (mm²)
- L: Longitud del conductor (m)
- I: Intensidad máxima (datos del fabricante)
- cosφ: Factor de potencia del motor (datos del fabricante)
- ρ: Conductividad del cobre (Ω-m/mm²)
- ΔV: 1-3%, Caída de tensión (V)

A la hora de calcular la sección del conductor introducimos la corriente más alta que se produce en el motor que es la corriente de arranque, esta corriente se produce en los primeros instante de la puesta en marcha del motor y según datos del fabricante es 4 veces más alta que la corriente nominal de servicio y por lo tanto la más restrictiva para realizar nuestro cálculo.

Una vez obtenida la sección idónea del conductor llevamos este dato a las tablas del Código Nacional de Electricidad para redes eléctricas en baja tensión:

Tabla 5: Intensidad máxima admisible, para cables con conductores de cobre

CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)			
CALIBRE AWG o kcmil	TW 60°C	THW 75°C	THHN/THWN 90°C
14	20	20	25
12	25	25	30
10	30	35	40
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
350	260	310	350
500	320	380	430

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C

2.8.3.6 Dimensionamiento de las protecciones:

Las protecciones son las encargadas de actuar en caso de perturbaciones no deseadas producidas en el sistema, aislando los elementos por órdenes generadas por las mismas protecciones. Las perturbaciones más comunes se producen por:

- ✓ Climatología y factores atmosféricos
- ✓ Influencia animal y vegetación
- ✓ Envejecimiento
- ✓ Fallos electromecánicos
- ✓ Factores humanos

Los tipos de perturbaciones más comunes son:

Cortocircuitos: Conexión accidental entre conductores de distinta fase o entre éstos y tierra. Puede ser directa aunque normalmente será a través de un arco eléctrico. Provocan un incremento muy elevado y extraordinariamente rápido de la corriente eléctrica, lo que lleva a:

- ✓ Dificultad de corte por los interruptores
- ✓ Elevados esfuerzos electromecánicos
- ✓ Calentamiento excesivo de los materiales

Sobrecarga: Los sistemas se diseñan con unos valores máximos de carga o intensidad, intensidad nominal, para garantizar su correcto funcionamiento. Cuando se superan los valores nominales de intensidad aparecen sobrecargas. Los circuitos eléctricos puede tolerar sobrecargas dentro de unos límites de magnitud y tiempo, ya que se diseñan con un margen de seguridad. Las sobrecargas dan lugar a un calentamiento anormal de los materiales según la ley de joule, existen dos tipos de sobrecarga:

- ✓ Sobrecargas prolongadas: Destrucción de los materiales y equipos
- ✓ Sobrecargas sucesivas: Envejecimiento prematuro

Retorno de energía: Por diferentes motivos se pueden ocasionar inversiones en el sentido de la potencia u oscilaciones no deseables para el sistema ya que pueden alterar su estabilidad.

Sobretensiones: Aumentos accidentales de la tensión sobre la considerada como normal de funcionamiento y fuera de sus límites de seguridad. Las sobretensiones provocan:

- ✓ Deterioro de aislamientos al superar su rigidez eléctrica.
- ✓ Posible aparición de arcos eléctricos y cortocircuitos
- ✓ Aumento del riesgo para las personas y aparatos conectados a la red de distribución

Subtensiones: Descenso de los niveles de tensión por debajo de su valor nominal. Las caídas de tensión provocan un aumento de las intensidades de consumo y por tanto sobrecargas.

Desequilibrios: Un sistema se considera equilibrado cuando las corrientes y tensiones de cada fase tienen igual magnitud y ángulo desfase. Las asimetrías se pueden producir por repartos desiguales de cargas o por averías o incidencias en la propia red. Estos desequilibrios reducen la vida útil.

Para que un sistema de protección sea eficaz debe satisfacer las siguientes cualidades:

- ✓ **Fiabilidad:** Los sistemas de protección deben actuar siempre y sólo cuando sean necesarios.
- ✓ **Velocidad:** Los sistemas de protección deben ser los más rápidos posibles para disminuir los efectos nocivos que puedan aparecer y aislar las zonas sanas para permitir su continuo y correcto funcionamiento.
- ✓ **Sensibilidad:** Capacidad para detectar los efectos de las perturbaciones en todas las condiciones. Los casos más extremos serán condiciones de máxima y mínima carga.
- ✓ **Selectividad:** Los sistemas de protección deben actuar de tal manera que, aun en las condiciones más desfavorables solo quede aislada la parte de red afectada por la perturbación.

De acuerdo al Código Nacional de Electricidad, la corriente de los Interruptores térmomagnéticos debe ser mayor en un 20 a 40% de la corriente nominal:

$$I_{TM} = 1,30(I_{NOMINAL}).....(21)$$

Tabla 6: Datos técnicos de los interruptores termo-magnéticos

Nº de Polos	1P, 1P+N, 2P, 3P, 3P+N, 4P
Tensión nominal	230/400V
Calibres (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Curvas	B, C, D
Int. corto circuito (Icn)	10 kA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Limitación de energía	Clase 3
Tensión de impulso	6,2 kV
Vida electo-mecánica	8000
Tipo de terminal	Tornillo, borne de caja
Capacidad borne	Conductor rígido hasta 25mm ²
Par de apriete	2,0 Nm
Fijación	Carril DIN 35mm / tornillos
Normas	IEC60898, CE, SEMKO, KEMA

2.8.3.7 Dimensionamiento de las tuberías:

El diámetro de las tuberías se calcula de acuerdo con las pérdidas de carga o altura dinámica, especificadas cuando se obtiene la energía hidráulica necesaria y con la longitud real de tubería sumada a la "longitud equivalente" de los accesorios de la instalación. Para unas pérdidas admisibles y una longitud total L (incluidos los accesorios del circuito) el diámetro de las tuberías se puede estimar mediante tablas o gráficos que expresen las pérdidas de carga en función del caudal para cada diámetro de la tubería, teniendo en cuenta el tipo de material del que está construida. Se recomienda que el diámetro de la tubería y accesorios sea superior a

un valor tal que las pérdidas hidráulicas no superen el 10% de la altura hidráulica de bombeo, preferentemente un 2%. El diámetro preliminarmente se calcula así:

$$D = \sqrt{\frac{354(Q)}{Vel.}} \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

Q: caudal promedio diario (m³/s)

Vel. Velocidad media del agua (1.8 m/s)

D: diámetro de la tubería (m)

2.9 CONSIDERACIONES DURANTE LA INSTALACIÓN

La mayoría de los fallas en las instalaciones de bombeo radican en el inversor, controlador o en la bomba. La realización de una buena instalación, operación y mantenimiento reducirán estos problemas. A continuación algunas consideraciones importantes a la hora de realizar una instalación de bombeo fotovoltaico:

- ✓ Respetar la normativa y reglamentos aplicables a instalaciones eléctricas.
- ✓ Realizar un plan detallado de la instalación, asegurándose la disponibilidad de todos los materiales y herramientas. Como mínimo se han de seguir los siguientes pasos:
- ✓ Los niveles de agua pueden variar estacionalmente, y en algunos casos en un periodo de horas. El nivel de agua en zonas rocosas varía mucho durante el bombeo. La bomba debe estar sumergida en el agua. Si las variaciones del nivel del agua hacen que la bomba pueda trabajar en vacío es necesario tomar precauciones como la instalación de sondas de nivel en el pozo. También es necesario instalar una sonda de nivel en el depósito para evitar el desperdicio del agua.
- ✓ Proteger la entrada de la bomba de la posible entrada de suciedad o arena mediante filtros adecuados en cada caso. Tener en cuenta las posibles pérdidas de carga de estos filtros.
- ✓ Es necesario poner correctamente a tierra todo el equipo. Las bombas de agua atraen los rayos por la excelente tierra que proporcionan. Poner a tierra el marco del generador FV, todas las cajas de equipos. Las tuberías nunca deben ser utilizadas como tierra, ya que ésta puede ser interrumpida en operaciones de mantenimiento.

- ✓ Evitar tuberías muy largas. Las pérdidas de carga pueden aumentar considerablemente la altura total de bombeo y por tanto el tamaño del generador.
- ✓ Utilizar tuberías de acero inoxidable o de PVC para resistir una operación de al menos la vida útil del generador (>20 años) de diámetros adecuados para minimizar las pérdidas de carga. Evitar la formación de pares galvánicos que puedan corroer partes del sistema.
- ✓ Proteger los equipos electrónicos con cajas intemperie. El cableado de la instalación debe cumplir con la normativa eléctrica vigente, minimizando las caídas de tensión. Los cables utilizados para bombas sumergibles deben ser apropiados para tal fin.
- ✓ El generador puede ser una estructura fija o con seguimiento solar. Las estructuras fijas son más baratas y resistentes. Sin embargo los seguidores solares pueden incrementar en un 30%-40% el volumen bombeado durante el verano. La utilización de seguidores puede disminuir el tamaño del generador para bombear el mismo volumen de agua, pero añaden complejidad al sistema y necesitan mayor mantenimiento.
- ✓ La mayor parte de los fabricantes de sistemas de bombeo de agua para energía solar FV incluyen algún tipo de dispositivo de acoplo de impedancia para que el sistema opere cerca del punto de máxima potencia, acoplando las características eléctricas del motor y del generador. Además algunos tipos de bombas con elevado par de arranque, como las bombas de desplazamiento positivo, necesitan un dispositivo para suministrar estos picos de corriente de arranque.
- ✓ En instalaciones de suministro de agua potable, prever la construcción de un sistema de saneamiento que evite la formación de agua estancada en el entorno del punto de distribución.
- ✓ Se debe utilizar un cableado que minimice las caídas de tensión, especialmente en los de baja tensión donde unas pequeñas caídas pueden ocasionar pérdidas significativas. Los cables utilizados deben ser adecuados, p.e. resistentes al sol, sumergibles, etc... El cable para la sujeción de la bomba debe ser aislado para evitar fenómenos de corrosión por formación de pares galvánicos.
- ✓ Mantener las medidas de seguridad adecuadas: puesta a tierra de los conductores, la estructura del generador y los equipos, montar los interruptores necesarios (entre el generador y el inversor), colocar fusibles o interruptores en

los conductores no puestos a tierra y utilizar cables con secciones adecuadas. Verificar las conexiones eléctricas que se realizarán en cajas adecuadas que permitan su inspección y revisión.

- ✓ En la instalación de bombas superficiales se ha de tener en cuenta la altura máxima de succión (<8m). Se dispondrá de una válvula de pie que mantenga siempre llena la tubería de aspiración en bombas no autocebantes. Es recomendable la instalación de una válvula anti-retorno también en la tubería de impulsión a la salida de la bomba, para evitar golpes de ariete que dañen la bomba.

3. APLICACIÓN DEL TRABAJO

3.1 CALCULOS Y DIMENSIONAMIENTO:

El presente estudio se ha realizado con el fin de instalar sistemas de bombeo con paneles solares para poder abastecer la demanda de agua de la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Cabe resaltar que el agua que actualmente consume la universidad es extraída de un pozo por medio de una bomba eléctrica sumergible de 50 HP y es llevado a un tanque de 1000m³; luego por gravedad, se distribuye a los diferentes ambientes como: servicios higiénicos de los módulos (aulas), oficinas de docentes, oficinas administrativas, talleres, laboratorios, etc.

Con respecto, a los servicios higiénicos de los módulos (aulas), el agua es almacenado previamente en un pozo de concreto de 15m³, para luego ser elevado a un tanque de 3m³ ubicado en el techo de los servicios higiénicos, utilizando para ello bombas eléctricas periféricas de 1 HP, teniendo que necesitarse energía eléctrica adicional para poder desarrollar dicho trabajo. Por lo tanto, y a manera de plan piloto, se ha tomado como referencia los servicios higiénicos del módulo turquesa, a fin de desarrollar la evaluación y demostrar que si es factible el uso de la energía solar para dicho sistema de bombeo.

3.1.1 Cálculo de las necesidades de agua

El primer paso a la hora de realizar un dimensionamiento de una instalación de una estación de bombeo alimentada por paneles solares es estimar el caudal necesario

para satisfacer las necesidades hídricas. Empezaremos planteando las necesidades de agua para los servicios higiénicos del módulo turquesa, según la entrevista realizada con el personal encargado, tenemos una demanda aprox. de 5 m³/día. Por lo tanto:

$$Q_{diario} = 5m^3 / dia$$

Dicho caudal se requiere extraer del pozo durante cuatro horas del día para asegurarse así la extracción en días nublados o de invierno donde el sol aparece pocas horas al día, o las posibles sombras que se forman en la trayectoria del sol a lo largo del día, con lo que el caudal en (m³/h) es de:

$$Q_{promedio} = \frac{5}{4} = 1.25 m^3 / hora$$

3.1.2 Cálculo de la altura equivalente de bombeo de bombeo

Como se ha descrito en el marco teórico, la altura equivalente de bombeo o altura hidráulica de bombeo, es la presión efectiva que debe vencer la bomba para su correcto funcionamiento.

$$H_{EB} = H_e + H_d + A_p$$

Donde:

H_{EB}: Altura equivalente de bombeo (m)

H_e: Altura estática (m)

H_d: Altura dinámica (m)

A_p: Abatimiento del pozo (m)

La altura estática, es la distancia geométrica desde el nivel del agua en el pozo hasta el punto más elevado donde desea bombearse el agua. En nuestro caso, el tanque subterráneo está ubicado a 2 metros por debajo, a esto hay que sumarle la altura de los servicios higiénicos 3 metros y la altura del tanque 1 metro, por lo tanto, la altura estática será de 6 metros.

La altura dinámica es la caída de presión cuando un líquido circula por el interior de una tubería, a esto se le denomina fricción. Estas pérdidas de carga dependen de la longitud de la tubería, de su diámetro y del coeficiente de fricción. La altura dinámica puede ser calculada a través de la fórmula de Hazen-Williams:

$$H_d = 10.67(L) \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} (d^{-4.869}) = 0.2280936$$

Donde:

Expresión en la formula		Datos
L	Longitud de la tubería	10 m
Q	Caudal requerido	0.0003472 m3/s
C	Coficiente de Hazen-Williams	150 (tabla 3)
d	Diámetro preliminar de la tubería	0.0254 m

Por lo tanto, tenemos una altura dinámica de 0.2280936 metros.

El abatimiento es el descenso del nivel del agua en el espacio interior del pozo desde un nivel estacionario, en el que el nivel extraído es nulo, hasta un determinado nivel, se calcula con la siguiente expresión:

$$A_p = \frac{Ln(t)}{4\pi T} \cdot Q + K_w \cdot Q + D_w \cdot Q^2$$

Considerando que el abatimiento se da por lo general en pozos subterráneos y como nuestro caso es un tanque de concreto de 15 m³ que se alimenta permanentemente del tanque principal, por ello y para efectos de cálculo decimos que el abatimiento es cero.

Por lo tanto:

$$H_{EB} = H_d + H_e + A_p$$

$$H_{EB} = 0.2280936 + 6 + 0$$

$$H_{EB} = 6.2280936 \text{ metros}$$

3.1.3 Cálculo del consumo energético estimado:

El cálculo del consumo energético estimado nos muestra la demanda que tendrá nuestra instalación. Dentro del consumo de energía se debe tener en cuenta el autoconsumo que realizan los aparatos electrónicos como el regulador de carga en caso de usar baterías. No obstante el autoconsumo que realizan estos equipos suelen ser del valor del 1% del total de la energía consumida.

Por consiguiente realizaremos un primer cálculo de la energía requerida para tener un valor muy aproximado de lo real:

$$E_{REQUERIDA} = \frac{N(Q)(H_{EB})}{367(\eta_{bomba})}$$

Donde:

- N: Número de horas de funcionamiento del sistema de bombeo
- Q: Caudal requerido
- H_{EB}: Altura equivalente de bombeo
- η_{bomba}: Eficiencia de la bomba en el punto de trabajo (50%)

Reemplazando los valores tenemos:

$$E_{CONSUMIDA} = \frac{4(1.25)(6.2280936)}{367(0.50)}$$

$$E_{CONSUMIDA} = 0.169702824 \text{ kWh / dia}$$

$$E_{CONSUMIDA} = 169.702824 \text{ Wh / dia}$$

3.1.4 Dimensionamiento del panel fotovoltaico

Tomando como referencia la información que maneja la NASA, entramos a su página web, considerando las coordenadas geográficas de la ciudad de Lima:

- ✓ Latitud: 12.07 Sur
- ✓ Longitud: 77.05 Oeste

Procesamos la información y seleccionamos el mes más crítico del año en función a los datos encontrados de radiación solar.

Tabla 7: Irradiancia promedio anual para la ciudad de Lima según la NASA

Month	Air temperature °C	Relative humidity %	Daily solar radiation - horizontal kWh/m ² /d	Atmospheric pressure kPa	Wind speed m/s	Earth temperature °C	Heating degree-days °C-d	Cooling degree-days °C-d
January	13.8	80.0%	5.97	75.4	2.8	17.0	128	118
February	13.9	80.0%	5.99	75.4	2.6	16.8	111	113
March	14.1	78.2%	6.11	75.4	2.6	16.9	117	129
April	13.8	71.7%	5.80	75.4	2.8	16.6	123	115
May	12.8	63.0%	5.27	75.5	3.2	15.5	158	88
June	11.5	50.7%	4.60	75.5	3.8	13.9	195	46
July	11.2	51.1%	4.81	75.5	3.9	13.9	207	40
August	12.1	50.3%	5.44	75.5	3.7	15.5	179	67
September	13.3	52.0%	5.97	75.5	3.5	17.7	139	99
October	14.3	55.7%	6.34	75.4	3.1	19.4	113	133
November	14.4	61.5%	6.61	75.4	3.0	19.4	104	134
December	14.3	71.3%	6.39	75.3	2.9	18.4	111	135
Annual Minimum at (m)	13.3	64.8%	5.79	75.4	3.2	16.7	1683	1217
					10.0	0.0		

Fuente: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>

Analizando los valores de la tabla podemos comprobar que el mes más desfavorable dentro de nuestro rango de evaluación es el mes de JUNIO, con una irradiancia solar media de 4.69 kWh/m²/día.

Con respecto al ángulo de inclinación óptimo, trabajaremos con 22° con orientación NORTE, debido a que así lo indica la Norma Técnica de Edificación en Instalaciones con Energía Solar (EM-080). Dicho ángulo nos indica hacia donde debemos orientar nuestros paneles fotovoltaicos para conseguir la mayor captación de radiación solar posible en un día cualquiera del año, incluyendo los días nublados y los días de invierno.

Ahora calculamos la potencia pico de la instalación:

$$P_p = \frac{E_{consumida}}{\eta_{bomba*}} \cdot \frac{G_o}{F_m [1 - \delta(T_c - 25)] \cdot G_{md}}$$

Donde:

Expresión en la formula		Datos
G _o	Radiación Solar a CEM	1000 W/m ²
F _m	Factor de acoplo	0.85
δ	Coeficiente de variación de la potencia con las temperaturas	0.0045
T _c	Temperatura media del módulo	45°C
G _{md}	Radiación solar media diaria	4.69 kWh/m ² /día

Reemplazando dichos valores tenemos:

$$P_p = \frac{0.1697}{0.50} \cdot \frac{1000}{0.85 [1 - 0.0045(45 - 25)] \cdot 4.69} = 93.56 \text{ Wp}$$

Por lo tanto, elegiremos un panel solar con una potencia pico mínimo de 94 Watts, en forma preliminar optamos por un panel de 110 W - 12 V marca ISOFOTON, cuyas características básicas son:

- ✓ Corriente de cortocircuito: I_{cc} = 6.75 A.
- ✓ Tensión de máxima potencia: V_{max} = 17.4 V.

3.1.5 Dimensionamiento de la bomba

Para poder seleccionar la bomba apropiada hay que considerar:

- ✓ PVC (potencia equivalente) < 150 m⁴/día: Configuración: motor + bomba DC.
- ✓ 150 m⁴/día < PVC < 1500 m⁴/día: Configuración: motor + bomba AC.

Reemplazando los valores obtenidos previamente:

$$PVC = Q_{DIA} \times H_{EB} \text{ (m}^4\text{/día)}$$

$$PVC = 5 \times 6.2280936 \text{ (m}^4\text{/día)}$$

$$PVC = 31.140468 \text{ (m}^4\text{/día)}$$

Considerando los resultados obtenidos previamente:

$$Q = 1.25 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$H_{EB} = 6.2280936 \text{ m. (presión)}$$

Aplicando la ecuación 11, tenemos:

$$P_{bomba} = \frac{\gamma \cdot Q_{prom} \cdot H_{EB}}{\eta_b}$$
$$P_{bomba} = \frac{(1000)(1.25 / 3600)(6.2280936)}{0.5}$$
$$P_{bomba} = 42.39$$

Por lo tanto elegiremos una bomba DC, cuya potencia sea de 42.39 W.

3.1.6 Dimensionamiento del regulador de carga

Para la selección del regulador de carga es necesario calcular cual será la máxima corriente que deberá soportar, tanto en la entrada como a la salida del propio regulador.

Para el cálculo de la máxima corriente de entrada del regulador (I_{Re}) que proviene directamente del panel, se emplea la siguiente expresión:

$$I_{Re} = 1.25 * I_{cc}$$

$$I_{Re} = 1.25 * 6.75 = 8.4375 \text{ Amperios}$$

Para el cálculo de la máxima corriente a la salida del regulador (I_{Rs}) del lado de la instalación que alimenta a la bomba de agua, se emplea la siguiente expresión:

$$I_{Rs} = 1.25 * \frac{P_{trabajo-bomba}}{V_{nominal}}$$

$$I_{Rs} = 1.25 * \frac{42.38}{12} = 4.42 \text{ Amperios}$$

Por lo tanto, el regulador que se seleccione deberá soportar al menos una corriente de 9 amperios en la entrada y 5 amperios a la salida.

3.1.7 Dimensionamiento de la batería

Para una descarga diaria:

$$CAPACIDAD_{(Wh)} = \frac{CONSUMO}{P_{descarga-dia} (F_{ct})} = \frac{169.7}{(0.15)(1)} = 1131 \text{ Wh}$$

$$Capacidad_{(Ah)} = \frac{CAPACIDAD_{(Wh)}}{V_{bateria}} = \frac{1131}{12} = 94.28 \text{ Ah}$$

Para una descarga estacional:

$$CAPACIDAD_{(Wh)} = \frac{N_{autonomia} x CONSUMO}{P_{descarga-est.} (F_{ct})} = \frac{2(169.7)}{(0.85)(1)} = 484.86 \text{ Wh}$$

$$Capacidad_{(Ah)} = \frac{CAPACIDAD_{(Wh)}}{V_{bateria}} = \frac{484.86}{12} = 40.41 \text{ Ah}$$

Para efectos del dimensionamiento de la batería elegimos el mayor valor, por lo tanto la capacidad de la batería deberá ser mayor a 100Ah.

3.1.8 Dimensionamiento del cableado

Para la selección del cableado es necesario evaluar los dos tramos principales del sistema:

Tramo 1: desde la caja de conexión del módulo solar hasta el regulador de carga.

Tramo 2: desde la salida del regulador hasta la conexión a los bornes del motor eléctrico de la bomba.

Para lo cual utilizaremos la siguiente expresión para dimensionar el conductor:

$$S = \frac{2(L)I}{\Delta V(K)}$$

En ambos casos, el análisis es por capacidad de corriente y por caída de tensión; además los tramos serán en corriente continua (DC) y estará conformado de dos conductores activos, uno positivo y el otro negativo, que serán de igual sección a lo que resulte del cálculo, más el cable de protección:

Tramo 1: desde la caja de conexión del módulo solar hasta el regulador de carga.

Cálculo de la intensidad máxima permitida en ese tramo:

$$I_{\text{maxima}} = I_{CC}$$

$$I_{\text{maxima}} = 6.75 \text{ Amperios}$$

Cálculo de la caída de tensión máxima permitido en ese tramo (1%):

$$\Delta V \leq 1\% \cdot V_{\text{max}}$$

$$\Delta V \leq 1\% \cdot (17)$$

$$\Delta V \leq 0.17 \text{ Voltios}$$

Cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2(L)I}{\Delta V(K)} = \frac{2(2.5)6.75}{0.17(56)} = 3.55 \text{ mm}^2$$

Donde:

	Expresión en la formula	Datos
L	Longitud que recorre el cable desde la caja de conexión del panel solar hasta el regulador de carga	2.5 metros
K	Conductividad del cobre	56 m/Ω.mm ²

Por lo tanto, la sección del conductor para el tramo 1 deberá ser igual o mayor a 3.55 mm²; de tablas (anexo 6) seleccionamos el conductor TW N° 12 AWG cuya sección es 4 mm².

Tramo 2: desde la salida del regulador hasta los bornes del motor de la bomba.

Cálculo de la intensidad máxima permitida (igual a la corriente de salida del regulador):

$$I_{\text{maxima}} = I_{R.s} = 4.42 \text{ Amperios}$$

Cálculo de la caída de tensión máxima permitido en ese tramo (3%):

$$\Delta V \leq 3\% \cdot V_{\text{nominal}}$$

$$\Delta V \leq 3\% \cdot (12)$$

$$\Delta V \leq 0.36 \text{ Voltios}$$

Cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2(L)I}{\Delta V(K)} = \frac{2(1)4.42}{0.36(56)} = 0.44 \text{ mm}^2$$

Donde:

Expresión en la formula		Datos
L	Longitud que recorre el cable desde el regulador de carga hasta la bomba	1 metro
K	Conductividad del cobre	56 m/Ω/mm ²

Por lo tanto, la sección del conductor para el tramo 2 deberá ser igual o mayor a 0.44 mm²; de tablas (anexo 6) seleccionamos el conductor TW N° 14 AWG cuya sección es 2.5 mm².

Finalmente, tenemos:

Tabla 8: Tramos y longitudes del conductor

TRAMO	Longitud del tramo	Corriente del tramo	Sección mínima del conductor	Sección del conductor seleccionado
Panel-Regulador	2.5 m	6.75 Amp.	3.55 mm ²	4.0 mm ²
Regulador-Bomba	1.0 m	4.42 Amp.	0.44 mm ²	2.5 mm ²

3.1.9 Dimensionamiento de las protecciones

Cable de protección:

Para la protección y seguridad de la instalación, habrá que instalar un cable adicional que servirá para conectar las masas metálicas de la instalación con el sistema de tierra, con el objetivo de evitar que aparezcan voltajes peligrosos y/o permitir al mismo tiempo enviar a tierra las corrientes originadas por las descargas de origen atmosférico. De acuerdo a la norma del CNE, cuando la sección del conductor activo es menor o igual a 16 mm², el cable a tierra deberá ser de la misma sección del conductor, por lo tanto:

Tabla 9: Sección del conductor seleccionado

TRAMO	Sección mínima del conductor	Sección del conductor seleccionado	Sección del conductor de protección
Panel-Regulador	3.55 mm ²	4.0 mm ²	4.0 mm ²
Regulador-Bomba	0.44 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²

Fusibles:

Para la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se usa fusibles. Para el presente caso se usará cartuchos de fusible tipo cuchilla gPV 1000V DC de uso específico para instalaciones fotovoltaicas de la marca DF Electric. Este tipo de fusibles proporciona una adecuada protección contra sobrecargas y cortocircuitos de acuerdo a la norma IEC 60269-6, con una corriente mínima de fusión de $1.35 \cdot I_N$ capaz de interrumpir el paso de todas las corrientes que vayan desde su valor de intensidad nominal hasta su poder de corte asignado. Por lo tanto, la corriente para seleccionar el fusible será:

Tabla 10: Sección del fusible

TRAMO	Corriente del tramo	Corriente del fusible	Selección fusible	Poder de corte
Panel-Regulador	6.75 Amp.	9.12 Amp.	10 Amp.	30 kA
Regulador-Bomba	4.42 Amp.	5.96 Amp.	10 Amp.	30 kA

3.1.10 Dimensionamiento de la tubería

Considerando el caudal promedio diario de 1.25 m³/h y una velocidad media del agua de 1.8 m/s, podemos calcular el diámetro de la tubería

$$D = \sqrt{\frac{354(Q)}{Vel.}}$$
$$D = \sqrt{\frac{354(1.5)}{1.8}}$$
$$D = 15.67 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro deberá ser mayor a 15.67 mm, para nuestro caso trabajaremos con tubería de 25.4 mm (1 pulgada) para evitar las caídas de presión.

3.2 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS:

Una vez hecho los calculados ya podemos elegir todos los aparatos que configurarán nuestra instalación fotovoltaica. Los principales elementos que la conforman son:

- ✓ Módulo fotovoltaico
- ✓ Regulador de carga
- ✓ Bomba
- ✓ Batería
- ✓ Conductores
- ✓ Protecciones
- ✓ Tuberías
- ✓ Depósito de agua
- ✓ Contador de agua
- ✓ Válvula estranguladora

A continuación describiremos las condiciones que se deben respetar a la hora de elegir cada elemento.

3.2.1 Módulo fotovoltaico

Como este elemento es el primero que debemos seleccionar tenemos que fijarnos en la potencia pico que necesita aportar el panel y luego calculamos la cantidad de módulos fotovoltaicos a necesitar. La configuración establecida serie-paralelo debe avalar una potencia superior a la potencia pico calculado anteriormente. El módulo fotovoltaico que he elegido para realizar la función de generador en esta instalación es de 110Wp de la marca "ISOFOTON" modelo "I-110" de 12 Voltios, debido a que a fines del año pasado recibimos una donación de 5 paneles.

$$N^{\circ} \text{Paneles} = \frac{P_{\text{calculada}}}{P_{\text{nominal}}} = \frac{93.56}{110} = 0.85 \approx 1$$

Como se puede observar se necesita un solo panel solar, ahora calculamos la potencia instalada:

$$P_{\text{instalada}} = N^{\circ} \text{Paneles} \times P_{\text{nominal}} = 1 \times 110 = 110 \text{ W}$$

Figura 6: Panel Solar ISOFOTON 110Wp



Tabla 11: Características técnicas del panel solar

I_{cc}	Corriente de cortocircuito	6.75 A.
V_{oc}	Tension de circuito abierto	21.6 V.
I_{max}	Corriente de máxima potencia	6.32 A.
V_{max}	Tensión de máxima potencia	17.4 V.

Hay que considerar también la estructura donde estará apoyado el modulo una vez que se instale, por lo que se recomienda un perfil cuadrado de acero galvanizado o aluminio, con 1 pulgada de lado, de acuerdo al siguiente modelo:

Figura 7: Estructura de panel solar



Con respecto a los paneles donados de 110Wp, se hicieron algunas pruebas el día jueves 30 de Abril, entre las 10:00 am y las 2:00 pm, donde se midió la corriente de cortocircuito, el voltaje de circuito abierto y la temperatura de la placa, siendo los resultados los siguientes:

Tabla 12: Pruebas de campo en el panel solar 110Wp

Hora	Rad. Directa (W/m ²)	Temp. Placa (°C)	Voc (V)	Icc(A)
10:00 a.m.	436	40	12.76	3.886
10:10 a.m.	467.9	42	12.74	4.2
10:20 a.m.	482.7	45	12.69	4.23
10:30 a.m.	492.7	45	12.63	4.41
10:40 a.m.	509.4	46	12.57	4.56
10:50 a.m.	541.2	46	12.6	4.84
11:00 a.m.	538.6	46	12.63	4.86
11:10 a.m.	550.9	45	12.6	4.99
11:20 a.m.	558.8	46	12.62	5.02
11:30 a.m.	566.8	47	12.61	5.07
11:40 a.m.	578.7	47	12.68	5.19
11:50 a.m.	569.4	47	12.59	5.11
12:00 p.m.	580.6	50	12.62	5.24
12:10 p.m.	577.4	49	12.64	5.15
12:20 p.m.	568.1	46	12.63	5.15
12:30 p.m.	569.1	46	12.68	5.07

12.40 p.m.	572.6	46	12.61	5.14
12.50 p.m.	564.5	46	12.68	5.07
01.00 p.m.	521.4	45	12.73	4.71
01:10 p.m.	506.9	46	12.63	4.59
01:20 p.m.	495.2	48	12.54	4.43
01:30 p.m.	355.4	44	12.67	2.336
01:40 p.m.	301.3	44	12.68	4.4
01:50 p.m.	286.4	40	12.75	2.283
02:00 p.m.	245.4	40	12.72	4.17

De donde se obtuvo una radiación solar media de: 6.07kWh/día para ese día.

Figura 8: Gráfico Radiación Solar versus tiempo

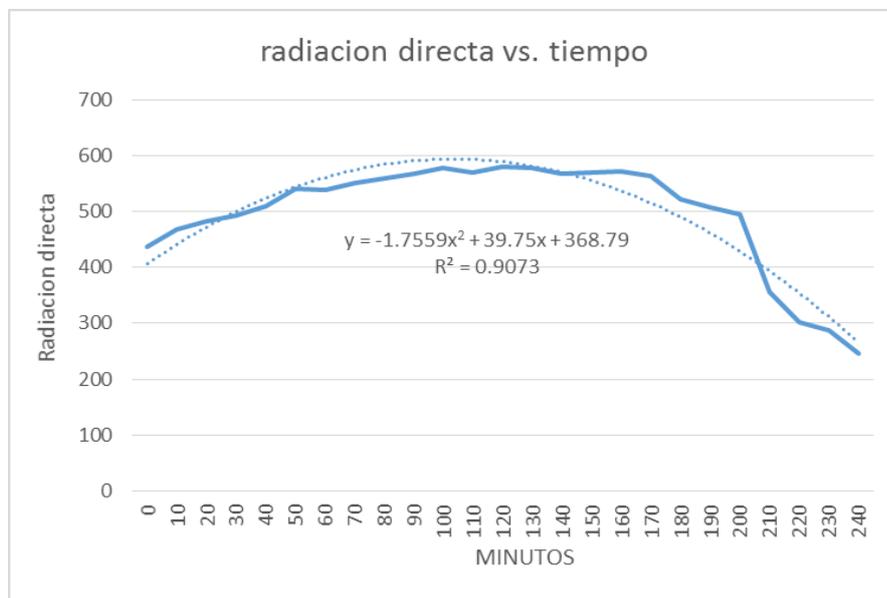


Figura 9: Gráfico Corriente de cortocircuito versus Irradiancia directa

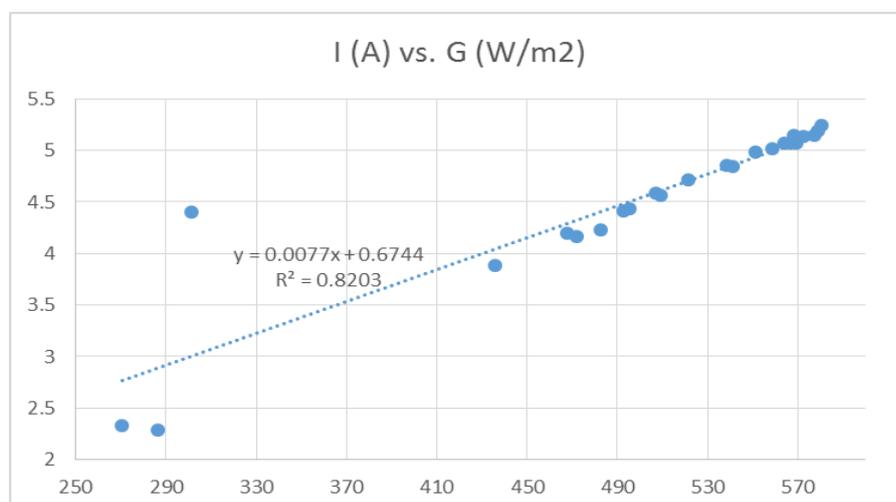
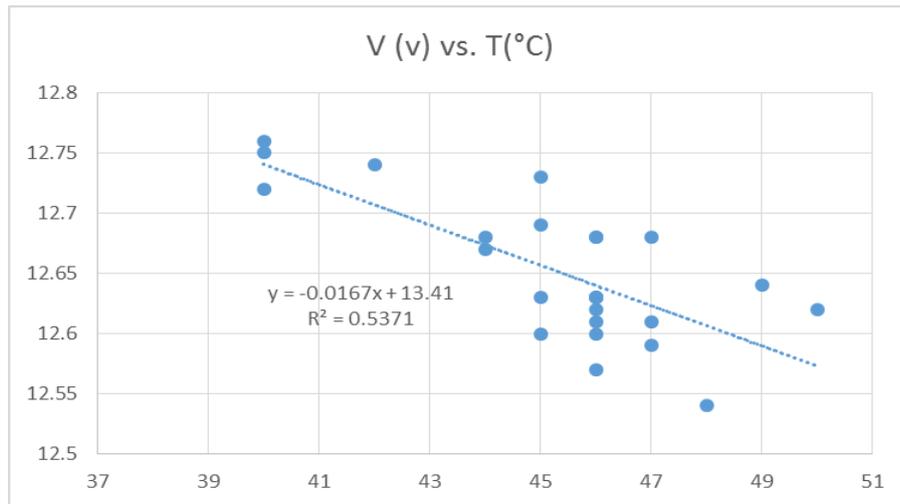


Figura 10: Grafico Voltaje de circuito abierto versus Temperatura de la placa



3.2.2 Bomba

La bomba elegida para el presente trabajo deberá ser de tipo superficial, diseñada para el suministro de agua potable. Por consiguiente, a través de la página web que proporciona el fabricante de bombas LORENTZ (www.lorentz.de), y con los datos de altura y caudal calculado en la sección anterior, selecciono el modelo que más se ajusta a mi necesidad.

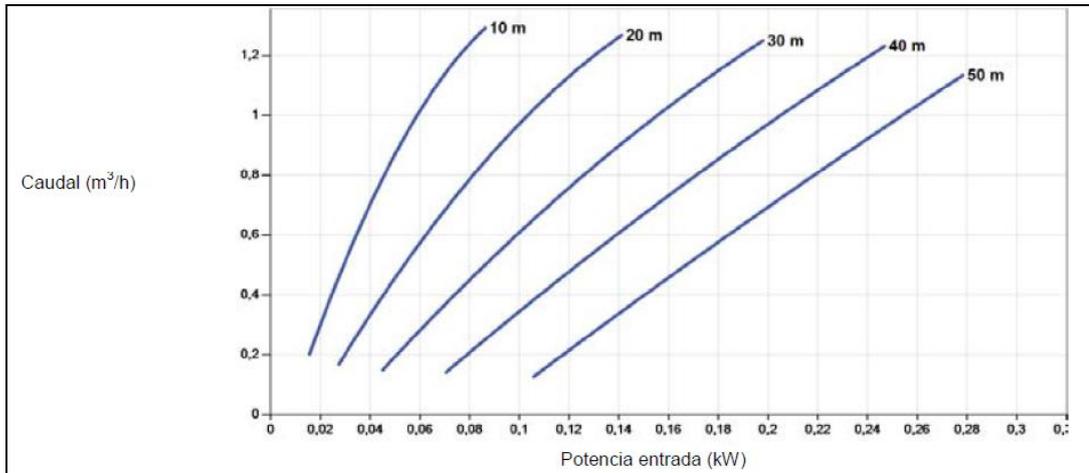
Figura 11: bomba elegida



La bomba elegida es de marca LORENTZ modelo PS150 BOOST-330, se trata de una bomba superficial DC, de potencia nominal 40 Watts, un caudal máximo de 1.3

m³/h, altura máxima de 50 metros y una eficiencia de 85%. Posteriormente se efectuarán pruebas para corroborar la correcta elección de la bomba.

Figura 12: Curvas características de la bomba elegida



3.2.3 Regulador de carga

Considerando que este dispositivo trabaja directamente con la bomba, se recomienda que dicho equipo sea proveído por el mismo fabricante de la bomba, en nuestro caso LORENTZ. Por lo tanto, el regulador deberá tener las siguientes características:

Tabla 13: Características del regulador de carga

Tipo	Digital
Voltaje	12 V
Corriente	10 A
Tecnología	MPP

3.2.4 Baterías

Las características técnicas de la batería deberán ser de acuerdo a la figura 12:

Figura 13: batería elegida



3.2.5 Conductores

Buscamos la situación más desfavorable para sobredimensionar el conductor y asegurarnos un correcto funcionamiento en las peores situaciones. Con los datos obtenidos en los cálculos, se recomienda cable TW N° 12 y N° 14 AWG

Tabla 14: Sección de los conductores

TRAMO	Sección del conductor seleccionado
Panel-Regulador	4.0 mm ²
Regulador-Bomba	2.5 mm ²

Por lo tanto, los conductores deberán tener las siguientes características:

Tabla 15: Características de los conductores

Tipo	TW
Voltaje máximo	600 V
Marca	INDECO (o similar)
Calibre	N° 12 – N° 14

3.2.6 Protecciones

Optamos por una llave termomagnética como protección para que proteja la instalación contra cortocircuitos y sobrecargas que pueden producirse.

Tabla 16: Características de la llave de protección

Tipo	Llave termomagnética
Corriente	10 A
Marca	Vigivolt (o similar)
Nivel	Clase II

Figura 14: Llave termomagnética

Parte continua

El protector Vigivolt FV500/2 ha sido desarrollado para proteger la parte continua de los sistemas fotovoltaicos, con nivel Clase II.



FV500/2

3.2.7 Tuberías

La elección de las tuberías que transportarán el agua desde el punto de extracción hasta el depósito acumulador debe tener en cuenta dos datos principales. El caudal a extraer y la altura de extracción. Nuestro caudal de extracción diario es de 1.25 m³/h con una altura de 6.5 metros, también se debe tener en cuenta el diámetro máximo que permite la bomba, en nuestro caso según cálculos el diámetro será de 1 pulgada.

En este proyecto se ha optado por tuberías de PVC, ya que:

- ✓ Es un material resistente a la mayor parte de los agentes químicos y presenta un comportamiento óptimo a frente a impactos.
- ✓ Reducen las pérdidas de carga en las tuberías frente a las convencionales.
- ✓ No forman incrustaciones.
- ✓ Son fáciles de instalar por la facilidad de ensamblar, cortar y su reducido peso, lo que las hace ideales para instalaciones enterradas.
- ✓ Son inalterables frente a la acción de terrenos agresivos.
- ✓ No son inflamables y son autoextingibles.

Dentro de las necesidades anteriormente descritas y teniendo en cuenta el caudal, altura y diámetro máximo de la bomba. Elegimos la configuración de 25.4 mm de diámetro (1 pulgada), el cuál presenta las siguientes características:

Tabla 17: Características de las tuberías de PVC

Características mecánicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia al impacto a 0°C (Método de la esfera de reloj)	TIR<10%	UNE EN 744 Método de ensayo de resistencia a choques externos por el método de la esfera de reloj.
Resistencia a la presión interna 20°C 1 hora (Esfuerzo circunferencial: 42 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a la presión interna 20°C 100 horas (Esfuerzo circunferencial 35 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a la presión interna 60°C 1000 horas (Esfuerzo circunferencial 12.5 Mpa)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Resistencia a corto plazo para los tubos con embocadura integrada (Dn≥90mm Presión (bar)=4.2[Pn], Dn<90mm Presión (bar)=3.36[Pn], 20°C 1 hora)	Sin fallo	UNE EN ISO 1167 Determinación de la resistencia a la presión interna
Características físicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat	≥80°C	UNE EN 727 Determinación de la temperatura de reblandecimiento vicat.
Retracción longitudinal en caliente	≤ 5%	UNE EN 743 Retracción longitudinal. Métodos de ensayo y parámetros.
Resistencia al diclorometano	Sin ataque	UNE EN 580 Método de ensayo para la resistencia al diclorometano a una temperatura especificada (DCMT).
Características químicas		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Características químicas	≤1ppm	UNE EN ISO 6401 Materiales plásticos. Determinación del cloruro de vinilo
Requisitos funcionales		
Características	Requisitos	Método de ensayo
Estanqueidad a presión hidrostática interna a corto plazo	Sin fugas	UNE EN 13845 Método de ensayo de estanqueidad a presión interna y con desviación angular.
Estanqueidad a presión negativa de aire a corto plazo	≤0.05 bar	UNE EN 13844 Método de ensayo de estanqueidad a presión negativa.
Estanqueidad a presión hidrostática interna a largo plazo	Sin fugas	UNE EN 13846 Método de ensayo de estanqueidad a largo plazo con presión hidráulica interior.

3.2.8 Manómetro

El manómetro se encargará de medir de manera continua la presión que existe dentro de las tuberías al realizarse la extracción de agua desde el pozo al depósito acumulador mediante la bomba. Gracias a la colocación de un manómetro podremos hacer un seguimiento de la presión para evitar cualquier posible avería correspondiente con la bomba o cualquier fuga procedente de las tuberías.

El manómetro recomendado es un manómetro digital ECO1 (o similar) tipo domestico, este manómetro mide la presión dos veces por segundo. En su pantalla digital aparece la presión instantánea así como el valor máximo o mínimo global.

Figura 15: Manómetro digital ECO1 KELLER



SPECIFICATIONS

Ranges rel.	-1...30 bar	0...300 bar
Resolution	10 mbar	100 mbar
Overpressure	60 bar	400 bar
Accuracy	0,5% FS typ.	1% FS max
Storage- / Operating Temperature	-20...70 °C / 0...50 °C	
Compensated Temperature Range	0...50 °C	
Supply	3 V battery, type CR 2430	
Battery Life	1'000 hours continuous operation	
Pressure Connection	7/16"-20 UNF (adapter G 1/4" included)	
Protection, CEI 529	IP 65	
Diameter x Height x Depth	59 x 95 x 32 mm	
Weight	≈ 125 g	

3.2.9 Contador de agua

Es necesario tener un contador de agua para saber en todo momento que el proceso funciona bien y que la bomba está extrayendo el agua al volumen establecido, para este proyecto se va a instalar un contador de agua ZENNER, modelo ETK-N-C, tipo doméstico.

Figura 16: Contador de agua ZENNER



3.2.10 Válvula de paso

Es importante la colocación de una válvula de paso para controlar en todo momento y de manera manual el paso de agua del interior del pozo al depósito acumulador, de esta manera ante cualquier fallo eléctrico o mecánico podrás cerrar el paso de agua.

Figura 17: Válvulas de paso



3.2.11 Depósito acumulador

El depósito acumulador tiene la función de almacenar el agua que es extraída a través de la bomba, ya que no toda el agua extraída es consumida inmediatamente. Se trata de un depósito vertical con tapa abierta para poder recoger agua en días de lluvia, este depósito será de la marca Eternit (o similar) cuya capacidad debe ser de 3000 litros (3 m³) o más.

Figura 18: Deposito acumulador



3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO:

3.3.1 Costo energético del sistema de bombeo convencional de la UNALM

Actualmente, todo el sistema de bombeo es accionado por la energía eléctrica de la red convencional; por lo que se recurrió a la Oficina de Servicios Generales para obtener datos de la cantidad de agua extraída y consumo de energía eléctrica, siendo los resultados los que se muestran en la tabla adjunta:

Tabla 18: Registro del contador agua y energía eléctrica de la bomba principal de la UNALM

FECHA	Contador de Agua (m ³)	Δ Contador de Agua (m ³)	Consumo de Energía Eléctrica (kWh)	Δ Consumo de Energía Eléctrica (kWh)
17/03/2015	1462303		88045	
18/03/2015	1463254	951	88504	459
19/03/2015	1464161	907	89099	595
20/03/2015	1465089	928	89592	493
21/03/2015	1466043	954	90016	424
24/03/2015	1467938		91493	
25/03/2015	1468808	870	91992	499
26/03/2015	1469717	909	92438	446
27/03/2015	1470602	885	92845	407
28/03/2015	1471498	896	93371	526
31/03/2015	1473631		94936	
01/04/2015	1474558	927	95468	532
	PROMEDIO	914.11	PROMEDIO	486.78

Con la información obtenida y considerando la tarifa de la UNALM (MT3), se procedió a estimar la cantidad de dinero que se destina para alimentar eléctricamente el sistema de bombeo principal de la UNALM:

Tabla 19: Costo anual energético del sistema de bombeo principal de la UNALM

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
Volumen promedio de agua bombeada por día	914.11	m ³
Consumo de energía eléctrica promedio por día	486.78	kWh
Horas de funcionamiento de la bomba por día	12 horas	12:00 – 8:00 am 1:00-5:00 pm
Costo de la energía eléctrica en Horas Punta (HP)	0.2339	Soles/kWh
Costo de la energía eléctrica en Horas Fuera de Punta (HFP)	0.1949	Soles/kWh
Costo mensual energético en bombeo (sin mantto.)	2846.19	Soles
COSTO ANUAL EN BOMBEO PRINCIPAL	34,154.27	SOLES

3.3.2 Costo energético del sistema de bombeo para los SSHH de la UNALM

Actualmente, el sistema de bombeo para los SSHH es accionado por la energía eléctrica de la red convencional; por lo que se recurrió a realizar un trabajo de campo a fin de recolectar información necesaria, siendo los resultados obtenidos los que se muestran en la tabla adjunta:

Tabla 20: Características técnicas de la bomba eléctrica actual para los SSHH de la UNALM

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
Tanque concreto	3	m3
Potencia nominal bomba	1	HP
Voltaje nominal	220	VAC
Amperaje	5.7	A
Altura del pozo al tanque	6	m
Caudal	50	L/min

Con la información obtenida y considerando la tarifa de la UNALM (MT3), se procedió a estimar la cantidad de dinero que se destina para alimentar eléctricamente el sistema de bombeo para los SSHH:

Tabla 21: Costo anual energético del sistema de bombeo actual para los SSHH de la UNALM

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
Volumen promedio de agua bombeada por día	5	m ³
Consumo de energía eléctrica promedio al mes	89.52	kWh
Horas de funcionamiento de la bomba por día	4 horas	12:00 – 2:00 pm 8:00 - 10:00 pm
Costo de la energía eléctrica en Horas Punta (HP)	0.2339	Soles/kWh
Costo de la energía eléctrica en Horas Fuera de Punta (HFP)	0.1949	Soles/kWh
Costo energético mensual en bombeo SSHH (1)	19.19	Soles
COSTO ANUAL EN BOMBEO SSHH (1)	230.31	SOLES
Costo energético mensual en bombeo SSHH (10)	191.93	Soles
COSTO ANUAL EN BOMBEO SSHH (10)	2303.1	SOLES

3.3.3 Inversión para un sistema de bombeo solar para los SSHH de la UNALM

De acuerdo a las especificaciones técnicas de los equipos descritos en el capítulo 3.2, los costos para el suministro e instalación de un sistema de bombeo solar con paneles solares como parte de un programa piloto en la UNALM son:

Tabla 22: Inversión A de un sistema de bombeo solar para la UNALM

DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
Panel fotovoltaico 100Wp, 12 V	2,500.00
Regulador de carga 10 A – 12 V	
Bomba superficial 40 W – 12 V	
Batería 100 Ah	
Tablero de control y llaves de protección	
Acumulador de agua 3000 litros	800.00
Estructura de acero galvanizado o aluminio	100.00
Cable eléctrico N° 12 – AWG (10 metros)	20.00
Contador de agua	10.0
Tubería PVC 1inΦ	20.0
Demás accesorios	50.0
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	3,500.00

Considerando que en la UNALM, la instalación del sistema de bombeo para el modulo turquesa está hecho y lo que se busca es reemplazar el uso de la energía eléctrica por la energía solar para el sistema de bombeo de los SSHH, entonces tenemos:

Tabla 23: Inversión B de un sistema de bombeo solar piloto en la UNALM

DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
Bomba superficial 40 W – 12 V	1500.00
Regulador de carga 10 A	100.00
Estructura de acero galvanizado o aluminio	100.00
Cable eléctrico N° 12 - N° 14 AWG (30 metros)	50.00
Demás accesorios	50.0
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	1,800.00

3.3.4 **Beneficio Económico**

De acuerdo a lo calculado hacemos un análisis económico de costo-beneficio y obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 24: Beneficio económico A de un sistema de bombeo solar para la UNALM

DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
Inversión inicial A	3,500.00
Ahorro: consumo energético + mantenimiento	730
Retorno (años)	4.8

Tabla 25: Beneficio económico B de un sistema de bombeo solar **piloto** en la UNALM

DESCRIPCIÓN	COSTO
Inversión inicial B	1,800.00
Ahorro: consumo energético + mantenimiento	730
Retorno (años)	2.5

3.4 **BENEFICIO AMBIENTAL**

La implementación del presente trabajo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, no solo disminuirá costos económicos, sino también generará un beneficio ambiental relacionado a la disminución en la producción de CO₂ que se da al generar energía eléctrica a través de las centrales térmicas.

Para calcular la emisión de CO₂ se empleó la “Herramienta para la Estimación de las reducciones de CO₂ – Generación Eléctrica por Energías Renovables para la Red Interconectada” dicha herramienta virtual ha sido creada por el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) con el apoyo del Banco Mundial. El dato del factor de emisión de CO₂ es de 0.569 tCO₂/MWh

Con la información calculada previamente y considerando que en nuestro país la energía eléctrica generada proviene en un 50% de las centrales térmicas, decimos que cambiando una bomba eléctrica por una bomba con panel solar, en un año dejaríamos de emitir: **230 kg CO₂**.

4. CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ✓ La energía solar es una fuente viable de energía: es inagotable, gratuita y de fácil utilización a nivel de uso doméstico, ya que con el aumento de la tecnología se está disminuyendo los costos de fabricación de sus componentes.
- ✓ El factor meteorológico que mantiene una relación directa con la generación de energía del panel solar es la irradiancia; otro factor que permite determinar el tiempo de bombeo son las horas diarias de sol.
- ✓ Hay tres datos básicos que se necesitan al momento de realizar el dimensionamiento y son: el caudal diario de agua, la altura de bombeo y la radiación solar del lugar.
- ✓ Se deberá tener cuidado con la elección de la bomba; ya que hay de varios tipos, modelos y depende de la necesidad.
- ✓ Se debe comprar el sistema integral y no por partes; los componentes de una bomba están diseñados para trabajar entre todos sus componentes diseñados. Adaptar otro componente podría ser dañino.
- ✓ El camino de las energías renovables está en marcha y es aceptado por la sociedad debido a las múltiples ventajas que tiene y que es consecuencia del cambio climático de la emisión de los gases combustibles que gran parte de ellos provienen de la generación de energía, es lógico suponer que el sector fotovoltaico experimentará un gran impulso en los próximos años, con el consiguiente beneficio ecológico y al mismo tiempo abrirá un gran abanico de posibilidades a la industria fotovoltaica y a los inversionistas públicos o privados que apuesten por esta tecnología.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda hacer más pruebas con otros tipos de bomba (centrifugas, corriente alterna, sumergibles, etc.) para ampliar los conocimientos de primera mano de posibilidades de aplicaciones mayores de la energía solar en el bombeo.
- ✓ El dimensionamiento elaborado para este tipo de bombeo es de fácil entendimiento y elaboración, por ello se recomienda su aplicación.
- ✓ Se recomienda automatizar la toma de datos para poder captar todos los parámetros a evaluar de forma simultánea para evitar posibles errores de lectura durante el tiempo que toma una colección secuencial de datos.
- ✓ Cuando se efectúa un análisis económico se debe considerar: además del costo energético, el costo de mantenimiento anual de las bombas eléctricas.
- ✓ Se recomienda desarrollar proyectos de bombeo que involucren tiempos largos de utilización a fin de evaluar el periodo de vida útil de sus componentes, así como la evolución de sus eficiencias.
- ✓ Los costos de inversión de los sistemas de bombeo pueden y deben ser minimizados a través de una minuciosa labor de selección de sus componentes, ya que para una misma necesidad se disponen en el mercado de un gran número de posibilidades respecto a modelos, marcas y potencias de: paneles, reguladores de carga, baterías y bombas.
- ✓ Se recomienda, minimizar el uso de codos de 90° y accesorios innecesarios para evitar el incremento de pérdida hidráulica en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Guerediaga Zuriarrain (2004), "Diseño de una instalación de energía solar fotovoltaica para generación de energía eléctrica y bombeo de agua de un centro de salud".

Cervantes Herrejon (2009), "Estudios de sistemas de bombeo fotovoltaico".

Domínguez Gonzales (2012), "Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Cobaev 35 Xalapa".

Alonso Abella (2001), "Sistemas fotovoltaicos: Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones fotovoltaicas".

Cruz Baldan (2011), "Estudio del ahorro mediante bombeo solar".

Castro Gil (2003). "Sistemas de bombeo eólico y fotovoltaico".

Wilfredo Herrera (2006), "Determinación de parámetros que influyen en el bombeo fotovoltaico en dos sistemas de riego: directo a baja presión y con tanque elevado"

Juan Mora (2010), "Evaluación de un sistema de riego localizado de baja presión con bombeo fotovoltaico"

Norma Técnica de Edificación EM-080 Instalaciones con Energía Solar

ANEXOS

Anexo 1: Especificaciones Técnicas del Panel Solar

Disfruta de las ventajas de ISOFOTON

- Experiencia de más de 30 años en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
- Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
- Asistencia técnica
- Tecnología punta y calidad certificada
- Compromiso con el medio ambiente

Disfruta de las ventajas de la gama ISFP

- Vidrio microtexturado con mayor capacidad de absorción de la luz difusa, que garantiza más eficiencia
- Caja de conexión diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
- Módulo ultraligero, lo que facilita su manejo y el ahorro de coste en estructura

La garantía ISOFOTON

NUEVO!!! 30 años de garantía lineal de potencia que mejora en un 25% la garantía estándar de mercado

10 años de garantía de producto

Certificados de Empresa

Desde 1999

Desde 2001

Desde 2008

Desde 2012

Desde 2007
ISOFOTON es socio fundador

	Cell type :	mono-Si	
	Maxim Power (W) :	110	
	Short-Circuit Current (A) :	6,78	
	Open-circuit Voltage (V) :	21,6	
	I at Pmax (A) :	6,32	
	U at Pmax (V) :	17,4	
	Length (mm):	654	
	Width (mm) :	1310	
	Aria (m ²) :	0,86	
	Product Code :	LP S00190	Weight : (KG) :
Model:	I-110/12	ISOFOTON	
Certifications :	IEC 61215 Certified	TÜ– Safety Class II Certified	



Equipos Energía Solar

Paneles solares

ZYTECH



ISO FOTON

SHELL SOLAR

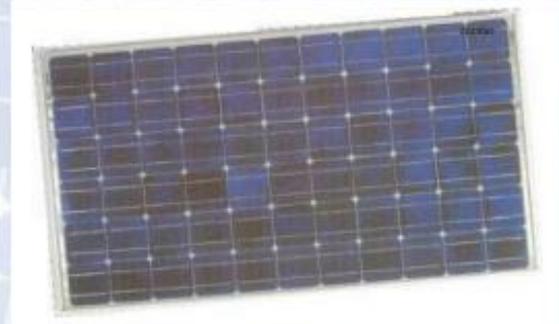
ASTROPOWER

PHOTOWATT

SIEMENS

ANTEC

Paneles solares fotovoltaicos ISO FOTON



MODELO	WATTS	AMPS pico Corriente cortocircuito I _{cc}	VOLTS pico Tensión de circuito abierto Voc	AMPS I _{max} Corriente de máxima potencia I _{max}	VOLTS V _{max} Tensión de máxima potencia V _{max}	CELULAS Células en serie * paralelo	TAMAÑO Longitud * ancho * espesor
I 55	55 W	3,38 A	21,6 V	3,16 A	17,4 V	36	129*32,8*3,4 cm
I 110	110 W	6,76 A	21,6 V	6,32 A	17,4 V	36*2	131*96,9*4 cm
I 165	165 W	10,06 A	21,6 V	9,48 A	17,4 V	36*3	131*65,1*3,4 cm

ESPECIFICACIONES

- * Células cuadradas de silicio monocristalino.
- * Células texturadas químicamente y con capa antirreflexiva.
- * Contactos redundantes, múltiples, en cada célula.
- * Circuito laminado entre dos capas de EVA (etilen-vinil-acetato).
- * Marco de perfil de aluminio anodizado.
- * Cara frontal protegida con vidrio templado de alta transmisividad.

- * Cara posterior protegida con Tedlar de varias capas.
- * Cajas de conexión incluyendo diodo de bypass.
- * Toma de tierra exterior.
- * Diseñado y fabricado cumpliendo especificaciones ESTI 503, TÜV; CEI IEC 1215; EN 61215

Anexo 2: Especificaciones Técnicas de la Bomba

LORENTZ 

Sistemas de bomba solares de superficie PS



Las bombas de superficie LORENTZ PS son productos de alta calidad diseñados para aplicaciones de trasvase de aguas, gestión de estanques e irrigación que requieran una bomba de superficie.

La gama de bombas de superficie LORENTZ PS con alimentación CC están conectadas a un generador solar por medio de un controlador. El controlador proporciona entradas para supervisar los niveles del tanque de almacenamiento y controlar la velocidad de la bomba, y utiliza tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia para optimizar el volumen de agua bombeado.

Ventajas

- Larga vida útil y antecedentes de funcionamiento acreditados
- Diseñadas para el uso en condiciones remotas y adversas
- Diseño modular inteligente que posibilita un mantenimiento y una reparación sencillos y económicos
- Instalación rápida y sencilla
- Filosofía de recambios rentable
- Rentabilidad de la inversión muy elevada en comparación con el bombeo alimentado por gasóleo, reduciendo los costes de producción y la huella de carbono

Características

- Diseñadas en Alemania
- Construidas íntegramente en materiales de alta calidad resistentes a la corrosión
- Conexión solar directa con opciones de conexión CA
- Tecnología MPPT para maximizar el uso de energía procedente de módulos FV
- Motores sin escobillas ECDRIVE CC, diseñados para funcionamiento solar con una eficiencia superior al 90 %
- Registrador de datos opcional



sistema de bomba		PS150 Boost	PS600 CS-F	PS1800 CS-F	PS4000 CS-F
carga dinámica total (CDT) máx.	[m]	150	40	50	70
caudal máx.	[m ³ /h]	1.3	8.3	8.5	59
funcionamiento solar:					
voltaje a potencia máx. (Vmp)*	[VCC]	> 17	> 68	> 102	> 238
voltaje de circuito abierto (Voc)	[VCC]	máx. 50	máx. 150	máx. 200	máx. 375
voltaje nominal	[VCC]	12–24	24–48	72–96	168–192
funcionamiento con batería:					
voltaje nominal	[VCC]	12–24	48	96	–
tipo de bomba		desplazamiento positivo	bomba centrífuga	bomba centrífuga	bomba centrífuga

*) Módulos FV en condiciones de prueba estándar: AM = 1,5, E = 1 000Wh/m², temperatura de célula: 25 °C.

Para más información, visite www.lorentz.de

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Siebenzuecken 24, 24558 Henstedt-Ulzburg, Alemania, tel. +49 (0) 4193 8806 - 700

Salvo errores y posibles alteraciones sin previo aviso. Las imágenes pueden diferir de los productos reales, dependiendo de los requisitos y las normativas locales. Cada sistema consta de un controlador, un motor y un extremo de bomba. Se muestran múltiples bombas/extremos de bomba para representar la amplia gama de bombas (más de 100) de LORENTZ.

Sun. Water. Life.

Sistema de superficie de bombeo solar



Aplicaciones

- Suministro de agua potable.
- Purificación de agua.
- Sistemas de ósmosis Inversa.
- Presurización.

Características

- Instalación rápida y sin fallos.
- Servicio excelente.
- Alta fiabilidad y vida útil.
- Rápido retorno de la inversión.
- Mínimos costes de mantenimiento.

DATOS TÉCNICOS

PS150 BOOST	-60	-125	-240	-330
Carga dinámica total máxima	150 m	110 m	50 m	50 m
Caudal máximo	0,26 m ³ /h	0,50 m ³ /h	0,98 m ³ /h	1,3 m ³ /h
Vmp	> 17 Vcc			
Voc máxima	50 Vcc			

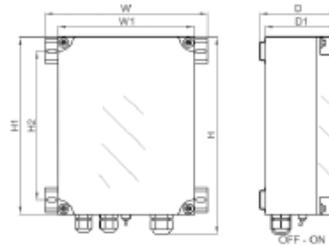
COMPONENTES

PS150 BOOST	-60	-125	-240	-330
Controlador: PS160	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización y control. • Entradas de control para sonda de pozo, funcionamiento en seco, control remoto, etc... • Protección contra polaridad inversa, sobrecarga y alta temperatura. • Sistema MPPT Integrado. • Desconexión por baja tensión para funcionamiento con batería. 			
Motor: ECDRIVE 160-BOOST	<ul style="list-style-type: none"> • Motor CC sin escobillas, libre de mantenimiento. • Sin electrónica en el motor. • Materiales de primera calidad. 			
Cabezal de la bomba:	<ul style="list-style-type: none"> • PE BOOST-60 PE BOOST-125 PE BOOST-240 PE BOOST-330 • Alta fiabilidad y esperanza de vida. • Altura máxima de aspiración: 3 metros. • Materiales de primera calidad. • Protección de funcionamiento en seco (opcional). 			

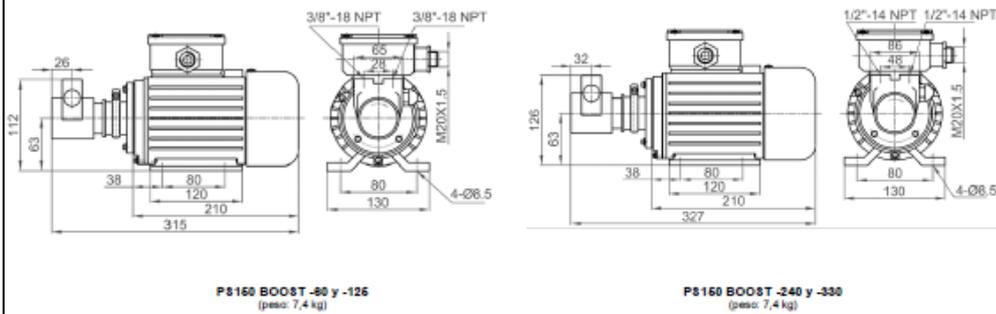


MEDIDAS Y PESOS CONTROLADOR

H	276 mm
H1	248 mm
H2	208 mm
W	225 mm
W1	188 mm
D	108 mm
D1	100 mm
Peso	1,7 kg



MEDIDAS Y PESOS BOMBAS



[Inicio](#) / Bomba Solar Superficie Lorentz PS150 Boost



Bomba Solar Superficie Lorentz PS150 Boost

[Opina sobre este producto](#)

Bomba Solar de Superficie Lorentz PS150 Boost

Sistemas de bombas solares de paletas para alturas de transporte de hasta 140 m y caudales de hasta 0,9 m³/h.

Disponibilidad: En existencia

1.150,00 €

Und: 1

AÑADIR A LA CESTA

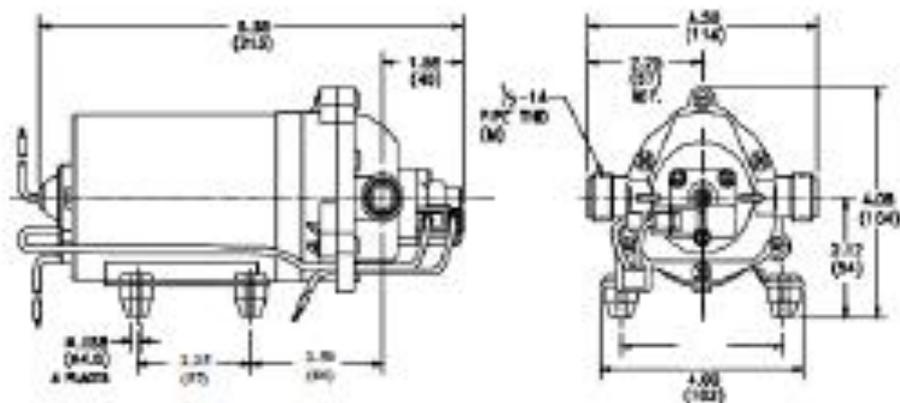
* Todos los precios llevan el IVA incluido

[Añadir a mis favoritos](#) | [Añadir al comparador](#) | [¿Necesitas ayuda? CONSÚLTANOS](#)

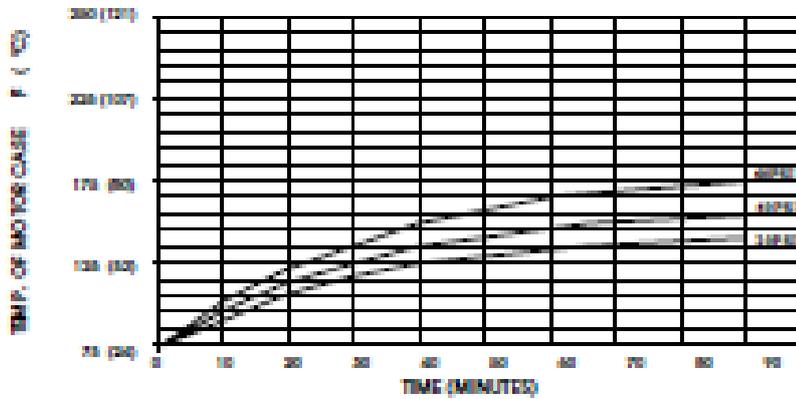
SPECIFICATIONS:

MODEL NUMBER: 8000-443-136
PUMP DESIGN: Positive Displacement 3 Chamber Diaphragm Pump
CHECK VALVE: (1-Way Operation) Prevents Reverse Flow
CAM: 3.0 Degree
MOTOR: Permanent Magnet, P/N 11-111-00
VOLTAGE: 12 VDC Nominal
PRESSURE SWITCH: Adjustable Shut-Off (Range 40-60 PSI)
Factory Set @ 60 PSI, Turn On 45 PSI \pm 5 PSI
LIQUID TEMPERATURE: 170 Degrees Fahrenheit (77 Degree Centigrade) Max.
PRIME: Self-Priming Up To 12 Ft. Vertical,
Max. Inlet Pressure 30 PSI (2.1 Bar)
PORTS: 1/2"-14 Male Parallel Thread
MATERIAL OF CONSTRUCTION:
PLASTICS- Polypropylene
VALVES- EPDM
DIAPHRAGM- Santoprene
FASTENERS- Zinc Plated Steel
NET WEIGHT: 4.55 Lbs (2.07Kg)
DUTY CYCLE: Continuous (See Temperature Rise Chart)
TYPICAL APPLICATIONS: Water Delivery

DIMENSIONS:

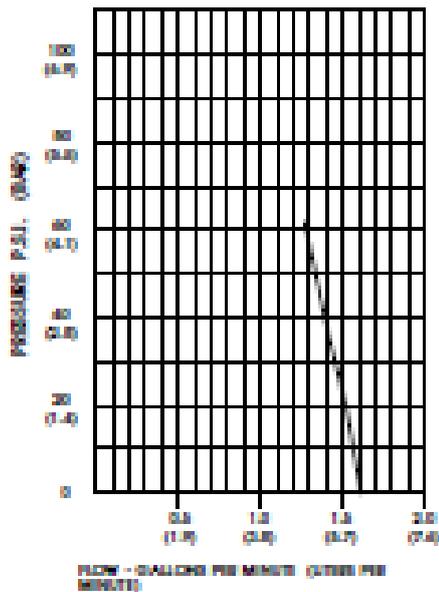


TEMPERATURE RISE



THIS GRAPH IS FOR USE AS A DESIGN GUIDE. IT IS BASED ON RUNNING CONTINUOUSLY WITH AN AMBIENT TEMPERATURE OF 75° F IN STILL AIR.

TYPICAL PERFORMANCE



PRESSURE (PSI)	FLOW (GPM/LIT)	RPM MIN/MAX	CURRENT (AMPS)	VOLTAGE (VOLTS)
OPEN	1.75/4.2	1200/110	3.1	117VDC
10	1.66/4.2	1250/100	3.4	"
20	1.57/4.2	1300/100	4.2	"
30	1.48/4.2	1350/100	4.9	"
40	1.39/4.2	1400/100	5.6	"
50	1.30/4.2	1450/100	6.5	"
60	1.21/4.2	1500/100	7.2	"

-SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

-ALL DATA BASED ON TESTING WITH FRESH AIR AT AMBIENT TEMPERATURE

8900 KATHELLA AVENUE, CYPRUS CA. 95028 (510) 751-0000 (800) 843-1111 FAX (510) 751-0000
 BRIDGE EAST, 1078E PARK SIX COURT, ELKHART, IN 46514 (317) 262-8000/262-8001 TELEFAX 317-262-0478
 BRUNN EUROPEAN DIVISION, LIBERTY HOUSE 100 BELL ST., BERKATE, SURREY, UNITED KINGDOM GU7 1JL/GU7 1JL

Anexo 3: Como seleccionar una bomba



TABLA DE SELECCION DE BOMBAS PARA TANQUE ELEVADO:*

MODELO	A1		A1E		A1C		
	(HP)	POTENCIA (HP)					
VIVIENDA N° PISOS	0.25	0.6	0.8	1.4	0.6	0.8	1.4
1							
2							
3							
4							
5							
6							
DESCARGA DE LA BOMBA	3/4"	1"		1"			

Recomendación:
Emplear una tubería de descarga mínimo de 3/4"

TABLA DE SELECCION DE EQUIPOS HIDRONEUMATICOS:*

N° PISOS	NUMERO DE PISOS												VALORES	TUBERIA QUE SALE DEL EQUIPO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
UMUBCM42 A11 0.6M													20	3/4"
UMUBCM80 A11 0.8M													25	
UMUBCM80 A11 0.8M				UMUBCM80 A11 1.4M									30	1"
													40	
													50	1.1/4"
													60	
													70	1.1/2"
													80	
													100	2"
													120	
													200	2.1/2"
													240	
													320	
													400	
													600	
													800	

CALCULO DEL EQUIPO HIDRONEUMATICO	
Para casas y edificios	
UNIDAD	VALORES
Lavatorio	1
Lavatorio de cocina	2
Tina	2
Ducha	2
Inodoro	3
Baño completo con inodoro	6
Medio baño poco usado	3
Escuelas, oficinas, restaurantes, etc	
UNIDAD	VALORES
Lavatorio	2
Lavatorio de cocina	4
Urinario con tanque	3
Inodoro	5
Ducha	4
En caso de que el inodoro sea con válvula, agregar 5 valores más. El tipo de bomba más chica con la que se puede usar con válvula es el de 1.4 HP	
Ejemplo: Un edificio de dos pisos y cuatro departamentos. Cada uno tiene:	
1 Lavatorio	1 valor
1 Lavatorio de cocina	2 valores
1 Baño completo	6 valores
	9 valores
Total: 36 valores	
Luego el encuentro de las columnas de 40 valores y de 2 pisos nos indica el tipo de equipo: UMUBCM80-A11-0.8M, al cual le corresponde una tubería de 1"	

*NOTA: La selección del equipo depende del número de pisos de la vivienda, así como del tipo de accesorios que se utilizan como lavaderos, duchas, etc. Para mayor información consultar a nuestro Departamento de Ventas.

HIDROSTAL S.A.
PORTADA DEL SOL 722 - LIMA 36, PERU
SERVICIO AL CLIENTE SOLO PERU.0801-10000
E-MAIL: hlsventas@hidrostral.com.pe

TELEFONO: (51-1) 319 10 00
FAX: (51-1) 489 00 06
FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19

TIENDA
PASEO DE LA REPUBLICA 2500, LIMA 14
FAX: (51-1) 441-8560
E-MAIL: tienda@hidrostral.com.pe

Anexo 4: Especificaciones Técnicas del Controlador de Carga



SUNSAVER MPPT™

CONTROLADOR DE PANELES SOLARES CON DETECCIÓN DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA

El controlador de paneles solares **SunSaver MPPT** de Morningstar con TrakStar Technology™ es un avanzado controlador de carga de baterías con capacidad de detección de punto de máxima potencia, para paneles fotovoltaicos independientes de la red eléctrica. El controlador aplica un avanzado algoritmo de búsqueda para extraer máxima potencia del panel fotovoltaico y controla la carga de las baterías a fin de evitar descargas profundas.

El SunSaver MPPT es apto para uso a nivel profesional e individual. El proceso de control de carga está concebido para obtener máxima vida útil de la batería y alto rendimiento del sistema completo. La unidad está encapsulada en epoxi para protegerla contra las condiciones ambientales de servicio, el usuario puede regular su funcionamiento con cuatro selectores o conectándola a una computadora personal, y opcionalmente puede suministrarse con un instrumento de medición a distancia y sensor de temperatura de baterías.

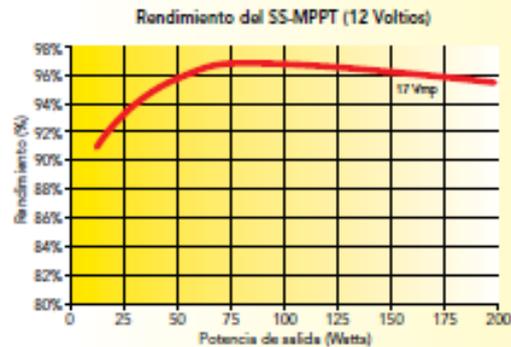
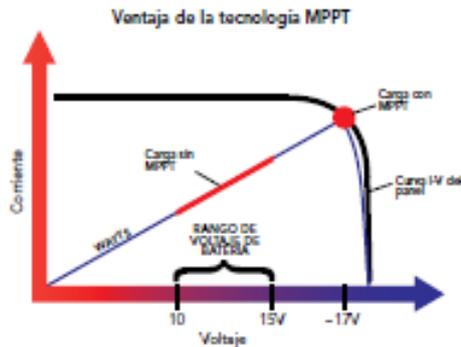


15 Amperios a
12/24 Voltios CC

Principales características y beneficios

- **Máxima extracción de energía de los paneles**
Nuestra tecnología TrakStar MPPT Technology brinda:
 - rendimiento pico superior al 97%
 - ínfima pérdida de energía
 - reconocimiento de varios picos de potencia durante periodos de sombra o en instalaciones combinadas de grupos de paneles fotovoltaicos
 - excelente respuesta con bajo nivel de irradiación solar
- **Compatibilidad con módulos de alto voltaje**
Permite utilizar módulos de alto voltaje y de película fina para la carga de baterías.
- **Convertir dos paneaux photovoltaïques de 36 V ou 24 V**
Es posible utilizar paneles fotovoltaicos de hasta 36 Voltios para cargar baterías de 24 o 12 Voltios.
- **Menor costo total del sistema**
Cuesta menos que otros controladores con detección de punto de máxima potencia (MPPT) y es de costo razonable para utilizarlo en paneles fotovoltaicos de menor capacidad (hasta 400 Watts de pico (Wp)). Reduce el costo total de un sistema porque pueden utilizarse paneles de menor capacidad acoplados a la red eléctrica o módulos de película fina, y los cables de la instalación son de menor medida.
- **Control de alimentación de cargas**
Desconecta automáticamente las cargas conectadas a la batería cuando el estado de carga de la misma es muy bajo.
- **Menor tamaño**
De dimensiones más reducidas que otros controladores con detección de punto de máxima potencia (MPPT). Esto facilita su instalación en tableros con otros equipos.
- **Alta fiabilidad funcional**
Los componentes electrónicos de alto rendimiento, un factor térmico de diseño de amplio margen y protección climática le confieren al controlador alta fiabilidad funcional y larga vida útil.
- **Regulación de modo funcional**
Mediante selectores integrados a la unidad o vía computadora personal.
- **Protecciones electrónicas completas**
Totalmente protegido contra la mayoría de los errores y fallas del sistema.
- **Prolongada vida útil de la batería**
La tecnología de detección de punto de potencia máxima (MPPT) y la carga de cuatro etapas prolongan la vida útil de la batería.
- **Más información**
El LED indicador de estado y el medidor opcional ofrecen datos adicionales del controlador y del sistema.
- **Registro de datos**
Registra los principales parámetros de funcionamiento del sistema de paneles solares y posee una capacidad de almacenamiento de datos de 30 días.

SUNSAVER MPPT™ CONTROLADOR DE PANELES SOLARES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Parámetros eléctricos

- Rendimiento máximo 97.5%
- Voltaje nominal de batería 12 o 24 Voltios
- Corriente máxima de batería 15 amperos
- Rango de voltaje de batería 7-36 Voltios
- Voltaje máximo de paneles con circuito abierto 75 Voltios
- Aporte nominal máximo de paneles
 - Batería de 12 Voltios 200 Watts
 - Batería de 24 Voltios 400 Watts
- Salida nominal Control de carga de 15 amperos
- Consumo propio 35 miliamperos
- Protección contra picos transitorios 4 x 1500 Watts

Condiciones ambientales de servicio

- Temperatura de servicio -40°C a +60°C
- Temperatura de almacenamiento -55°C a +100°C
- Humedad 100%, sin condensación
- Protección dimítica Encapsulado en epoxi
Revestimiento apropiado
Terminales aptos para atmósfera marina

Protecciones electrónicas

- Paneles fotovoltaicos: sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje
- Circuito de carga: sobrecarga y cortocircuito
- Inversión de polaridad: batería, paneles fotovoltaicos y carga
- Descargas atmosféricas y picos transitorios
- Alta temperatura
- Corriente inversa de noche

Carga de baterías

- Tipos de batería Gel, selladas, AGM ("secas"), electrolito líquido
- Carga en 4 etapas Principal (a corriente constante), absorción, flotante, equalización (balance de carga) (opcional)
- Compensación de temperatura
 - Coefficiente -5 mV/°C / celda (25°C de ref.)
 - Rango -30°C a +60°C
 - Puntos de calibración Absorción, flotante y equalización

Características físicas

- Dimensiones 16.9 x 6.4 x 7.3 cm
6.6 x 2.5 x 2.9 pulgadas
- Peso 0.60 kg / 1.3 libras
- Terminal de potencia 16 mm² / AWG N° 6
- Caja Aluminio fundido con tapa de plástico

Opciones

- Medidor remoto
- Sensor de temperatura remoto
- Adaptador MeterBus para PC
- Mordazas de montaje en riel DIN

Certificaciones/Normas

- Cumple con normas CE
- Cumple con normas RoHS
- Fabricado en una planta con certificación ISO 9001

GARANTÍA: Cinco años de garantía. Comuníquese con Morningstar o un distribuidor autorizado para obtener los términos completos de la garantía.

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO DE MORNINGSTAR:



1008 Washington Crossing Road
Washington Crossing, PA 18977 USA
Tel: +1 215-321-4457 Fax: +1 215-321-4458
e-mail: info@morningstarcorp.com
Site on Internet: www.morningstarcorp.com

[Inicio](#) | [Catálogo](#) | [reguladores](#)

Encuétralo en damiasolar

- Categorías
- Kits para viviendas
 - Kits para granjas
 - Kits para bombeo y riego
 - Kits para piscinas
 - Kits para Caravanas
 - Kits para embarcaciones
 - Paneles solares
 - Reguladores
 - Con indicadores LED
 - Con pantalla display
 - Con maximizador MPPT
 - Inversores
 - Inversores cargadores Multiplus
 - Cargadores
 - Baterías solares
 - Estructuras y soportes
 - Bombas de agua
 - Cableado y conectores
 - Iluminación
 - Aplicaciones solares

Regulador de carga - Regulador mppt - Regulador solar



Reguladores Solares

Para el control perfecto de los paneles y las baterías de la instalación solar

Regulador de carga - Regulador solar - Regulador mppt

En Damia Solar le ofrecemos reguladores solares de las mejores marcas para que tenga un control perfecto de su instalación solar y **regulador de carga** de las baterías. Disponemos de reguladores con información mediante LED y mediante Pantalla display, así como reguladores de tipo PWM para instalaciones básicas y de tamaño medio, y reguladores MPPT para instalaciones mayores donde es importante obtener la máxima eficiencia de cada panel solar.



Con indicadores LED

Con pantalla display

Con maximizador MPPT

¿Te gusta esta página? compártela

Anexo 5: Especificaciones Técnicas de la batería



RA12-100 (12V100Ah)



RA12-100 is a general purpose battery with 10 years floating design life, meet with IEC, JIS, BS and Eurobat standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RA series battery have long and reliable standby service life. Our RA Series batteries keep high consistent for better performance in series usage.

Specification

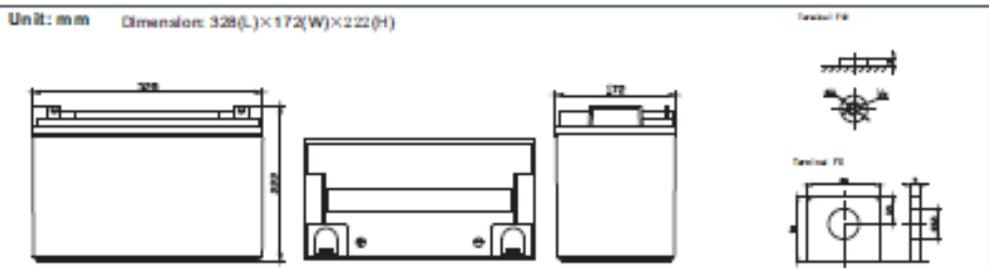
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	100Ah@ 10hr-rate to 1.80V per cell @ 25°C
Weight	Approx.30.0 Kg
Max. Discharge Current	1000A(5 sec)
Internal Resistance	Approx. 5mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C± 5°C
Float charging Voltage	13.8 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	30 A
Equalization and Cycle Service	14.8 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge rate is less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F5/F12
Container Material	A.B.S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.



ISO9001:2000 Certificate

Dimensions

Unit: mm Dimension: 328(L)×172(W)×222(H)



Constant Current Discharge Characteristics: A (25°C)

F.V/Time	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	1HR	2 HR	3HR	4HR	5HR	8 HR	10HR	20 HR
9.60V	320.7	226.9	181.4	112.7	65.00	38.89	26.88	22.03	18.03	12.42	10.50	5.777
10.0V	311.4	215.8	177.7	110.8	64.70	38.60	26.78	21.93	17.93	12.32	10.40	5.672
10.2V	302.2	208.2	174.9	109.8	64.10	38.31	26.57	21.83	17.82	12.22	10.30	5.567
10.5V	271.3	192.1	166.5	107.1	63.50	38.02	26.47	21.62	17.61	12.12	10.20	5.462
10.8V	244.9	175.2	153.5	102.4	62.00	37.33	25.75	21.11	17.29	11.92	10.10	5.357
11.1V	209.1	156.6	137.7	95.91	58.90	35.68	24.62	20.09	16.55	11.41	9.796	5.041

Constant Power Discharge Characteristics: W (25°C)

F.V/Time	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	1HR	2 HR	3HR	4HR	5HR	8 HR	10HR	20 HR
9.6V	3317	2416	1996	1284	751.1	458.4	319.9	262.6	215.1	148.3	125.5	69.26
10.0V	3251	2342	1964	1269	740.3	456.0	320.0	262.3	214.6	147.6	124.7	68.66
10.2V	3214	2280	1941	1260	743.5	453.3	318.6	261.7	213.9	146.8	123.6	68.00
10.5V	2926	2123	1852	1230	736.8	450.0	317.4	259.3	211.3	145.4	122.4	67.54
10.8V	2685	1957	1712	1179	723.2	444.2	308.7	253.4	207.5	143.0	121.2	64.28
11.1V	2341	1770	1541	1108	692.3	427.7	295.4	241.1	198.6	136.9	117.6	60.50

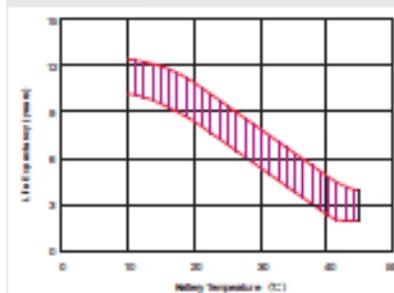
All mentioned values are average values.

RA 12-100

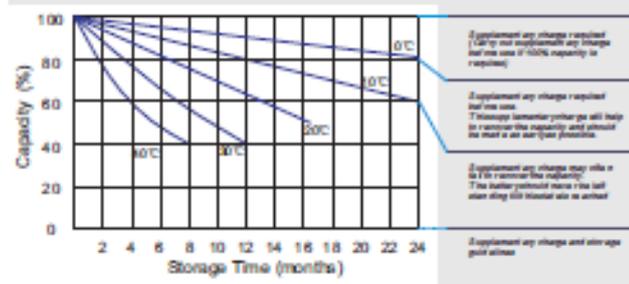
12V100Ah



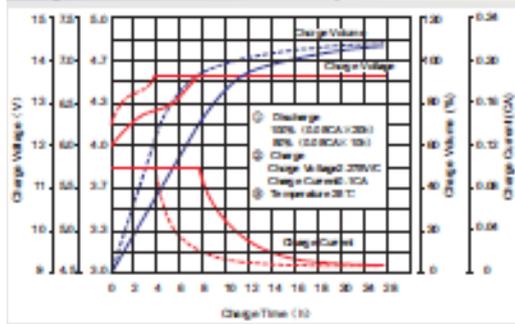
Effect of temperature on long term float life



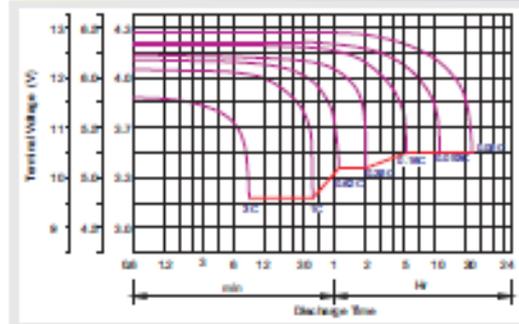
Storage characteristic



Charge characteristic Curve for standby use



Discharge characteristic Curve



Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage (V)	1.75V	1.70V	1.60V
Discharge Current (A)	(A) <0.2C	0.2C < (A) <1.0C	(A) >1.0C

Maintenance & Cautions

Float Service:
⊗ Every month, recommend inspection every battery voltage.
⊗ Every three months, recommend equalization charge for one time.
Equalization charge method:
Discharge: 100% rate capacity discharge.
Charge: Max. current 0.3CA, constant voltage 2.4-2.45V/Cell charge 24h.
⊗ Effect of temperature on float charge voltage: -3mV/°C/Cell
⊗ Length of service life will be directly affected by the number of discharge cycles, depth of discharge, ambient temperature and charging voltage.

Charge the batteries at least once every six months, if they are stored at 25°C.

Charging Method:

Constant Voltage	-0.2C x 2h + 2.4-2.45V/Cell x 24h, Max. Current 0.3CA
Constant Current	-0.2C x 2h + 0.1CA x 12h
Fast	-0.2C x 2h + 0.3CA x 6h

SHENZHEN RITAR POWER CO., LTD.
www.ritarpower.com

Address: Rm405, Tower C, Huahan Building, Langshan Rd 16, Nanshan District, Shenzhen, 510057, China
 Tel: +86-755-3361688 Fax: +86-755-8347-6180

2018-11-11

Anexo 6: Especificaciones Técnicas del Cableado Eléctrico



Contacto
Local Ventas support
ventas@nexans.com

TW-80 AWG menor o igual a 8 AWG

Aplicación general en instalaciones fijas, resistente a la humedad.

Descripción

Aplicación:

En instalaciones fijas, en edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo. Generalmente se instalan en tubos.

Construcción:

1. Conductor: Cobre, clase 1 ó 2.
2. Aislamiento: Compuesto de PVC en doble capa.

Principales características:

Buena resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, grasas, aceite y al calor hasta la temperatura de servicio. No propaga la llama.

Calibre:

Desde 14 AWG hasta 8 AWG.

Marcaolón:

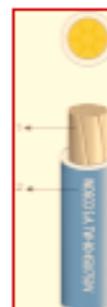
TW-80 450/750 V Sección.

Embalaje:

Rollos de 100 metros.

Color:

Negro, azul, rojo, verde, amarillo, blanco.



Norma

Internacional IEC 60227-1;
IEC 60227-2; IEC 60228;
IEC 60332-1; IEC 60811-1-1;
IEC 60811-1-2; IEC 60811-1-4;
IEC 60811-3-1; IEC 60811-3-2
Nacional NTP 370.250;
NTP 370.252; UL 2556

Normas nacionales

NTP 370.250: Conductores para cables aislados.

NTP 370.252: Cables aislados con compuesto termoplástico y termoestable para tensiones hasta e inclusive 450/750 V.

UL 2556: Métodos de ensayo para alambre y cable.

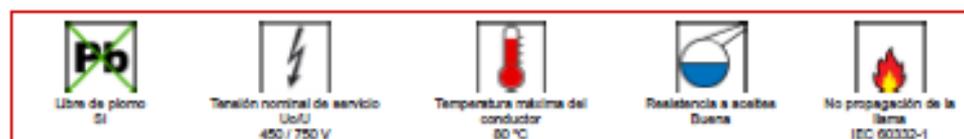
Normas Internacionales aplicables

IEC 60228: Conductores para cables aislados.

IEC 60227-1: Cables aislados con cloruro de polivinilo de tensiones hasta e inclusive 450/750 V - Requisitos generales.

IEC 60227-2: Cables aislados con cloruro de polivinilo de tensiones hasta e inclusive 450/750 V - Métodos de ensayo.

IEC 60332-1: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple.



Versión 1.1 Generado 10/05/12 - <http://www.nexans.com>

Página 1 / 3

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que contribuyen una representación de la parte de Nexans.

TW-80 AWG menor o igual a 8 AWG

IEC 80811-1-1: Medición de espesores y dimensiones exteriores - Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.

IEC 80811-1-2: Métodos de envejecimiento térmico.

IEC 80811-1-4: Ensayo a baja temperatura.

IEC 80811-3-1: Ensayo de depresión a alta temperatura - Ensayo de resistencia al agrietamiento.

IEC 80811-3-2: Ensayo de pérdida de masa - Ensayo de estabilidad térmica.

Características

Características de construcción	
Material del conductor	Cobre
Material de aislamiento	PVC Doble capa
Color	Amarillo / Azul / Blanco / Negro / Rojo / Verde
Libre de plomo	SI
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U	450 / 750 V
Características de uso	
Temperatura máxima del conductor	80 °C
Resistencia a aceites	Buena
No propagación de la llama	IEC 60332-1

Datos Técnicos alambre TW-80

Calibre (AWG)	Sección [mm²]	Diam. Conductor [mm]	Min. espec. Aislam. [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto 30°C [A]
8	8,4	3,15	1,0	5,2	88	66	44
10	5,3	2,5	0,8	4,1	56	44	33
12	3,3	1,98	0,8	3,6	38	33	28
14	2,1	1,57	0,8	3,2	26	28	22
16	1,3	1,24	0,7	2,7	17	15	12

Datos Técnicos cable TW-80

Calibre (AWG)	Sección [mm²]	Diam. Conductor [mm]	Min. espec. Aislam. [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto 30°C [A]
8	8,4	3,61	1,0	5,6	96	66	44
10	5,3	2,78	0,8	4,4	60	44	33

				
Libre de plomo SI	Tensión nominal de servicio Uo/U 450 / 750 V	Temperatura máxima del conductor 80 °C	Resistencia a aceites Buena	No propagación de la llama IEC 60332-1

TW-80 AWG menor o igual a 8 AWG

Calibre (AWG)	Sección [mm²]	Diam. Conductor [mm]	Min. espec. Aislam. [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto 30°C [A]
12	3,3	2,2	0,8	3,8	40	33	28
14	2,1	1,75	0,8	3,4	28	28	22

Anexo 7: Especificaciones Técnicas de la Protección Eléctrica







Las viviendas sin tendido eléctrico, en situaciones de difícil accesibilidad, suelen contar con una instalación para la generación de energía fotovoltaica.

Al estar expuestas a la intemperie, estas viviendas están especialmente amenazadas por las descargas de rayos. Su instalación y sus equipos eléctricos y electrónicos pueden ser dañados o destruidos, y la rentabilidad de la generación eléctrica mermada.

La característica fundamental de las instalaciones fotovoltaicas es la adición de un circuito de corriente continua a la vivienda, que también hay que proteger frente a las sobretensiones.

La sobretensión es un aumento de tensión eléctrica. Puede ser peligroso para cualquier equipo eléctrico / electrónico si supera su tensión máxima diseñada. Dependiendo de su duración se denomina transitoria (pico de tensión) o permanente (aumento de tensión).

Las causas de las sobretensiones pueden ser naturales (descarga de rayos) o humanas (generalmente por fallos de conexionado del neutro).



Autovía A-92 Sevilla-Málaga, km. 6,6
 41000 Almorá de Gadesra, Sevilla, SPAIN
 ☎ (+34) 954 999 900
 ☎ (+34) 954 258 580379
 ✉ info@toscano.es
 🌐 www.toscano.es

Protección contra sobretensiones en viviendas aisladas



Parte continua

El protector **Vigivolt FV500/2** ha sido desarrollado para proteger la parte continua de los sistemas fotovoltaicos, con nivel Clase II.

Parte alterna

El equipo **Vigivolt V3T-50BC** está diseñado para proteger líneas trifásicas donde el riesgo de descarga directa de rayo sea alto. Puede ir ubicado en el cuadro de contadores. Ofrece protección Clase I+II para sobretensiones transitorias, formado por módulos intercambiables para su rápida sustitución.

El reducido tamaño del **Vigivolt V2T-30** permite su instalación en cuadros de cualquier dimensión, donde sea necesaria protección contra sobretensiones transitorias Clase II. Módulo extraíble para su sustitución.

Para completar la instalación, el **Vigivolt V2POP** junto con el IGA adecuado ofrece protección contra sobretensiones permanentes, con las especificaciones de la norma EN-50550 POP. Este equipo provoca la desconexión de la red cuando ésta sobrepasa el 10% del valor nominal.

Alternativamente, se puede instalar el protector contra sobretensiones permanentes **Vigivolt V2PR40**, que se rearma automáticamente cuando se normaliza la tensión. Es ideal para ubicaciones de difícil acceso.

El protector **Vigivolt DUOPOP**, junto con un IGA, ofrece una protección completa de la instalación contra sobretensiones transitorias y permanentes, dentro de las especificaciones.



FV500/2



V3T-50BC



V2T-30



V2POP + IGA40



V2PR40



DUOPOP + IGA40



línea electrónica



cuadros modulares



agua y medioambiente



ISO 9001
ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certificado

Anexo 8: Especificaciones Técnicas de las Tuberías

Productos de alta calidad,
para la tranquilidad de
su hogar.



Tuberías y conexiones de PVC



TUBERIAS Y CONEXIONES DE PVC

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA CON ROSCA NTP 399.166 : 2008

Diámetro Exterior		Total (metros)	Longitud		Rosca NPT	Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 Bar)	Peso Aprox. (Kgxtubo)
Nominal (Pulg)	Real (mm)		Rosca (mm)	Util (Metros)	Hilos (Pulg)	Espesor (mm)	
1/2"	21.0	5.00	17.2	4.98	14	2.9	1.268
3/4"	26.5	5.00	17.5	4.98	14	2.9	1.652
1"	33.0	5.00	21.8	4.98	11 1/2	3.4	2.427
1 1/4"	42.0	5.00	22.4	4.98	11 1/2	3.6	3.331
1 1/2"	48.0	5.00	22.8	4.98	11 1/2	3.7	3.948
2"	60.0	5.00	23.7	4.98	11 1/2	3.9	5.268



Diseño y fabricación de tuberías y accesorios de PVC, CPVC, PE y en la Planta Meccham Perú y su Comersialización



Producción y comercialización de Tuberías PVC, CPVC, PE y Comercialización de Accesorios



Producción y comercialización de Tuberías PVC, CPVC, PE y Comercialización de Accesorios

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002 : 2009

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 Psi (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 215 PSI (15 bar)	
Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Útil (metros)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kgxtubo)	Espesor (mm)	Peso (Kgxtubo)
1/2"	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	1.8	0.836	1.8	0.836
3/4"	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.075	1.8	1.075
1"	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.356	2.3	1.705
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.746	2.0	1.931	2.9	2.736
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.007	2.3	2.537	3.3	3.560
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.527	2.2	3.067	2.9	3.995	4.2	5.654
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.091	2.6	4.414	3.5	5.866	5.1	8.351
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.577	3.2	6.581	4.2	8.536	6.2	12.303
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.512	4.1	10.872	5.4	14.149	8.0	20.461
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.218	6.1	23.836	8.0	30.893	11.7	44.138
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.337	7.9	40.253	10.4	52.364	15.3	75.228
10"	273.0	5.00	4.77	6.7	43.066	9.9	62.870	13.0	81.586	19.0	116.493
12"	323.0	5.00	4.73	7.9	60.086	11.7	75.084	15.4	97.455	22.5	163.213

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA CON ROSCA SEGÚN NTP 399.166 : 2008 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002

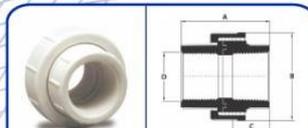
Son fabricadas en diámetros desde 1/2" hasta 2" para una presión de trabajo de 10 bar (145 psi). Las roscas usadas son NTP y contamos con más de 80 conexiones en diversos tamaños y variedades de las cuales mas de 30 son inyectadas. Todos nuestros accesorios son fabricados en color Gris orgánico y blanco.

CODOS 90° CON ROSCA



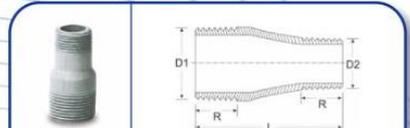
Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	45	17	0.020	I
3/4"	55	17	0.052	I
1"	64	21	0.074	I
1 1/4"	90	22	0.200	I
1 1/2"	90	22	0.168	I
2"	115	24	0.288	I

UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA



Diámetro ref.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F
1/2"	43	46.5	16	I
3/4"	46	52	17.5	I
1"	53	62	20.5	I

REDUCCIONES CON ROSCA EXTERNA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	R1 (mm)	R2 (mm)	PESO (Kg)	F
3/4"-1/2"	26.7	21.3	63	17	17	0.021	I
1"-1/2"	23.4	21.3	63	21	17	0.025	T
1"-3/4"	33.4	26.7	66	21	17	0.028	T
1 1/4"-1/2"	42.2	21.3	67	22	17	0.047	T
1 1/4"-3/4"	42.2	26.7	67	22	17	0.045	T
1 1/4"-1"	42.2	33.4	73	22	21	0.050	T
1 1/2"-1/2"	48.3	21.3	79	22	17	0.055	T
1 1/2"-3/4"	48.3	26.7	79	22	17	0.060	T
1 1/2"-1"	48.3	33.4	79	22	21	0.070	T
1 1/2"-1 1/4"	48.3	42.2	88	22	22	0.100	T
2"-1"	60.3	33.4	91	24	21	0.150	T
2"-1/2"	60.3	21.3	100	24	17	0.100	T
2"-3/4"	60.3	26.7	100	24	17	0.110	T
2"-1 1/4"	60.3	42.2	100	24	22	0.115	T
2"-1/2"	60.3	48.3	106	24	22	0.125	T

TEES CON ROSCA



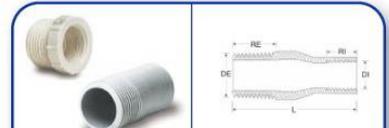
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	T (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	44	62	17	0.025	I
3/4"	23.8	53	73	17	0.041	I
1"	29.9	64	88	21	0.063	I
1 1/4"	38.7	86	122	22	0.280	I
1 1/2"	44.8	86	122	22	0.350	I
2"	56.8	109	153	24	0.404	I

CODOS CACHIMBA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E (mm)	Z (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	21.3	48.5	20.3	0.020	I
3/4"	26.7	21.8	59.1	21.4	0.060	I

BUSHINGS CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	D1 (mm)	L (mm)	RE (mm)	RI (mm)	PESO (Kg)	F
3/4"-1/2"	18.4	26.7	23	14	15	0.009	I
1"-1/2"	18.4	33.4	30	21	17	0.021	I
1"-3/4"	23.8	33.4	30	21	17	0.017	I
1 1/4"-3/4"	23.8	42.2	75	22	17	0.056	T
1 1/4"-1"	29.9	42.2	82	22	21	0.070	T
1 1/2"-1"	29.9	48.3	70	22	21	0.057	T
1 1/2"-1 1/4"	38.7	48.3	70	22	22	0.085	T
2"-1/2"	18.4	60.3	104	24	27	0.108	T
2"-3/4"	23.8	60.3	110	24	17	0.105	T
2"-1"	29.9	60.3	92	24	21	0.124	T
2"-1 1/2"	44.8	60.3	90	24	22	0.113	T

ADAPTADORES UNIÓN PRESIÓN-ROSCA



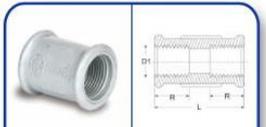
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	46	23	17	0.017	I
3/4"	26.7	50	27	17	0.023	I
1"	33.2	57	29	21	0.040	I
1 1/4"	42.4	66	36	22	0.050	T
1 1/2"	48.4	72	41	22	0.075	T
2"	60.5	89	51	23	0.130	T
2 1/2"	73.6	107	62	35	0.145	T
3"	89.1	126	75	36	0.250	T
4"	114.9	157	97	46	0.500	T
6"	169.0	300	143	73	1.600	T
8"	220.3	391	186	97	3.600	T
10"	274.6	487	232	122	5.900	T
12"	324.6	577	275	146	7.000	T

UNIÓN SOQUET (ROSCA HEMBRA)



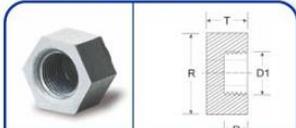
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	48	21	17	0.027	I
3/4"	26.7	53	21	17	0.043	I
1"	33.2	56	23	21	0.052	I
1 1/2"	48.4	77	33	22	0.134	T
2"	60.5	97	46	23	0.203	I
3"	89.1	158	75	36	0.370	T

UNIONES CON ROSCA INTERNA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2" REX	21.3	40	17	0.010	I
1/2" RI	18.4	46	17	0.029	I
3/4" RI	23.8	53	17	0.042	I
1" RI	29.9	56	21	0.053	I
1 1/4" RI	38.7	77	22	0.167	I
1 1/2" RI	44.8	77	22	0.130	I
2" RI	56.8	97	24	0.125	I

TAPÓN HEMBRA CON ROSCA



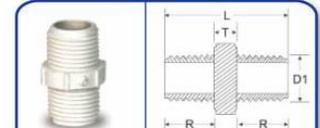
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	32	22	17	0.020	I
3/4"	23.8	36	22	17	0.023	I
1"	29.9	46	22	17	0.034	I
1 1/4"	38.7	53	36	22	0.045	T
1 1/2"	44.8	60	41	22	0.055	T
2"	56.8	74	51	24	0.075	T

TAPÓN MACHO CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	P (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	21.3	30	8	33	17	0.030	I
3/4"	26.7	28	8	16	17	0.010	I
1"	33.4	34	10	19	21	0.016	I
1 1/4"	42.2	71	33	50	22	0.090	T
1 1/2"	48.3	82	41	56	22	0.100	T
2"	60.3	102	48	69	24	0.165	T

NIPLE CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	40	7	16	0.010	I

¡NUEVA!

UNIÓN DE REPARACIÓN

1/2", 3/4" y 1"

Con Unión Flexible

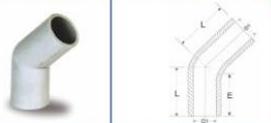
F= Proceso de Fabricación
I = Inyección
T=Termoformado

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA PRESIÓN SEGÚN NTP 399.002 : 2009 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002

Contamos con tuberías en medidas desde 1/2" hasta 12" para presiones de Trabajo de 5, 7.5, 10 y 15 bar respectivamente. Asimismo contamos con mas de 90 conexiones Clase 10 con campanas para ser soldadas. Las Conexiones PAVCO-VINDUIT tienen mayor resistencia a la presión (43% mas espesor en promedio), mayor seguridad en el embone (tienen 31% mas área de embone en promedio) y no tienen restricciones al flujo de agua, minimizando así las pérdidas de carga.

CODOS 45° SP



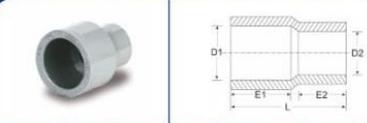
Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	35	25	0.018	T
3/4"	26.7	43	30	0.030	T
1"	33.3	51	35	0.040	T
1 1/4"	42.3	63	42	0.085	T
1 1/2"	48.3	72	48	0.115	T
2"	60.3	90	60	0.160	T
2 1/2"	73.3	109	73	0.270	T
3"	84.0	133	89	0.450	T
4"	114.4	171	114	0.800	T
6"	168.5	252	168	3.250	T
8"	220.0	328	219	8.400	T
10"	274.0	409	273	12.000	T
12"	324.0	484	323	17.200	T

CODOS A 90° SP



Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	23	0.028	I
3/4"	26.7	57	25	0.047	I
1"	33.2	68	29	0.068	I
1 1/4"	42.4	93	33	0.090	I
1 1/2"	48.2	93	33	0.225	I
2"	60.2	115	45	0.251	I
2 1/2"	73.6	155	62	0.500	T
3"	88.7	143	62	0.502	T
4"	114.8	242	97	1.000	T
6"	169.0	356	143	3.500	T
8"	220.3	465	186	10.000	T
10"	274.6	579	232	18.300	T
12"	324.6	685	275	30.000	T

REDUCCIONES SP



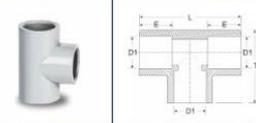
Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Peso APROX (Kg)	F
3/4" a 1/2"	26.7	21.2	51	25	20	0.025	I
1" a 1/2"	33.2	21.2	53	28	18	0.030	I
1" a 3/4"	33.2	26.7	56	28	22	0.030	I
1 1/4" a 1/2"	42.0	21.0	62	36	18	0.050	T
1 1/4" a 3/4"	42.0	26.5	67	36	23	0.055	T
1 1/4" a 1"	42.0	33.0	73	36	28	0.060	T
1 1/2" a 1/2"	48.0	21.0	67	41	18	0.075	T
1 1/2" a 3/4"	48.0	26.5	73	41	23	0.075	T
1 1/2" a 1"	48.0	33.0	79	41	28	0.075	T
1 1/2" a 1 1/4"	48.0	42.0	88	41	36	0.100	T
2" a 1/2"	60.0	21.0	79	51	18	0.095	T
2" a 3/4"	60.0	26.5	85	51	23	0.100	T
2" a 1"	60.0	33.0	91	51	28	0.100	T
2" a 1 1/4"	60.0	42.0	100	51	36	0.098	T
2" a 1 1/2"	60.0	48.0	106	51	41	0.100	T
2 1/2" a 1/2"	73.0	21.0	118	62	18	0.160	T
2 1/2" a 3/4"	73.0	26.5	118	62	23	0.160	T
2 1/2" a 1"	73.0	33.0	118	62	28	0.170	T
2 1/2" a 1 1/4"	73.0	42.0	118	62	36	0.200	T
2 1/2" a 1 1/2"	73.0	48.0	118	62	41	0.203	T
2 1/2" a 2"	73.0	60.0	130	62	51	0.175	T
3" a 1/2"	88.5	21.0	133	75	18	0.250	T
3" a 3/4"	88.5	26.5	133	75	23	0.520	T
3" a 1"	88.5	33.0	133	75	28	0.275	T
3" a 1 1/2"	88.5	48.0	133	75	41	0.300	T
3" a 2"	88.5	60.0	145	75	51	0.300	T
3" a 2 1/2"	88.5	73.0	158	75	62	0.305	T
4" a 2"	114.0	60.0	170	97	51	0.575	T
4" a 2 1/2"	114.0	73.0	183	97	62	0.550	T
4" a 3"	114.0	88.5	188	97	75	0.585	T
6" a 4"	168.0	114.0	276	143	97	2.000	T
8" a 6"	219.0	168.0	378	186	143	1.000	T

TAPÓN MACHO SP



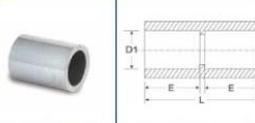
Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	P (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.0	45	33	23	0.030	T
3/4"	26.5	56	37	22	0.040	T
1"	33.0	51	46	23	0.062	T
1 1/4"	42.0	71	50	36	0.100	T
1 1/2"	48.0	82	56	41	0.115	T
2"	60.0	102	76	51	0.175	T
2 1/2"	73.0	124	89	62	0.150	T
3"	88.5	150	105	75	0.500	T
4"	114.0	194	130	97	0.850	T
6"	168.0	286	194	143	2.400	T
8"	219.0	372	250	186	5.100	T
10"	273.0	634	307	317	3.000	T
12"	323.0	849	361	275	3.500	T

TEES SP



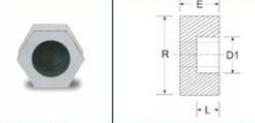
Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	67	48	23	0.036	I
3/4"	26.7	79	57	26	0.054	I
1"	33.2	94	68	29	0.094	I
1 1/4"	42.4	123	88	36	0.275	I
1 1/2"	48.2	123	88	36	0.308	I
2"	60.2	153	109	46	0.345	I
2 1/2"	73.6	240	184	62	0.550	T
3"	88.1	320	230	75	0.912	T
4"	114.8	418	328	97	1.700	T
6"	169.0	576	443	143	6.500	T
8"	220.3	750	577	186	13.000	T
10"	274.6	936	722	232	23.600	T
12"	324.6	1110	827	275	30.000	T

UNIONES SP



Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	22	0.026	I
3/4"	26.7	53	26	0.040	I
1"	33.2	60	29	0.052	I
1 1/4"	42.3	77	33	0.065	I
1 1/2"	48.2	77	33	0.109	I
2"	60.2	97	46	0.184	I
2 1/2"	73.3	130	62	0.210	T
3"	88.8	158	75	0.370	T
4"	114.3	203	97	0.650	T
6"	168.5	300	143	2.500	T
8"	219.6	391	186	5.400	T
10"	273.8	487	232	9.500	T
12"	323.9	577	275	12.500	T

TAPÓN HEMBRA SP



Díámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	33	22	0.020	I
3/4"	26.7	37	22	0.022	I
1"	33.2	48	22	0.032	I
1 1/4"	42.4	49	36	0.045	T
1 1/2"	48.4	57	41	0.055	T
2"	60.5	59	51	0.125	T
2 1/2"	73.6	82	62	0.150	T
3"	89.1	101	75	0.270	T
4"	114.8	116	97	0.450	T
6"	169.0	190	143	0.946	T
8"	220.3	217	186	2.100	T
10"	274.6	240	323	3.000	T
12"	324.6	294	275	3.500	T

F = Proceso de Fabricación
I = Inyección
T = Termoformado

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

Propiedades Físicas y Mecánicas del PVC

PROPIEDADES	NORMA	UNIDADES
Peso Especifico a 25°C	ASTM D-792	1.41gr/cm ³
coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D-696	0.06 mm / m / °C
Constante Dieléctrica	ASTM D-150	A 10 ⁵ ·10 ⁸ Hz:3.0 - 3.8
Inflamabilidad	NTP 399.007	Autobextingible
Coefficiente de Fricción	-	n=0.009 Manning; C= 150 Hazen-Williams
Tensión de Diseño	-	100 bar
Resistencia a la Tracción	ASTM D-638	48 Mpa

Propiedades y Ventajas de las Tuberías y Conexiones

- Tuberías diseñadas, fabricadas y comercializadas bajo la garantía de sistema de calidad ISO 9001:2008.
- Materia prima: PVC virgen sin estabilizantes de plomo, lo cual reduce el impacto ambiental.
- Fabricado por la empresa N° 1 de Latinoamérica en Tubosistemas, lo cual brinda un respaldo de calidad internacional.
- Mexichem desarrolla sus actividades enmarcadas en valores como la integridad, que se refleja en un comportamiento ético con responsabilidad social y ambiental; la innovación constante en el mejoramiento de nuestros productos; y a búsqueda de soluciones completas que nos permite ofrecerle la mejor solución de tuberías y conexiones para su proyecto.

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA DESAGÜE SEGÚN NTP 399.003 : 2007 / NTE 011 / NTE003

Esta tubería es fabricada bajo la norma NTP 399.003 y se fabrica en dos clases: Liviana y Pesada. Contamos con una variedad de mas de 140 conexiones, las cuales tenemos disponibles en gris orgánico. Las conexiones termoformadas son probadas y revisadas por nuestro laboratorio de control de calidad, asegurando que cumplan las exigencias establecidas por las normas técnicas.

Características Técnicas de la tubería para desagüe NTP 399.003 / NTE 011

Nominal (pulg)	Res (mm)	Longitud		Clase Liviana		Clase Pesada	
		Total (metros)	Util (metros)	Espesor (mm)	Peso (kg tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg tubo)
1 1/2	41.0	3.00	2.97	1.3	0.763	-	-
2	54.0	3.00	2.96	1.3	1.012	1.7	1.316
3	80.0	3.00	2.94	1.4	1.624	2.0	2.307
4	105.0	3.00	2.92	1.7	2.591	2.6	3.935
6	168.0	5.00	4.87	2.8	11.374	4.1	16.531
8	219.0	5.00	4.83	3.5	18.555	5.3	27.863
10	273.0	5.00	4.79	4.4	29.073	6.7	43.891
12	323.0	5.00	4.75	4.8	34.858	-	-

SOMBRERO DE VENTILACIÓN

Ø NOMINAL PULG	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	E (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	41.0	92	85	35	0.045	T
2	54.0	125	115	46	0.080	T
3	80.0	170	160	68	0.175	T
4	105.0	210	230	89	0.350	T
6	168.0	380	300	142	1.000	T

CODO 90°

Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (kg)	F
1 1/2	70	35	37	41.0	41.5	0.037	T
2	84	33	38	54.0	54.3	0.058	I
3	123	56	70	80.0	80.3	0.180	I
4	117	59	65	105.0	105.3	0.232	I
6	262	142	170	168.0	169.0	1.700	T
8	335	186	213	219.0	220.4	3.200	T
10	460	245	245	273.0	274.7	5.600	T
12	510	255	255	300.0	301.7	7.850	T

UNIÓN

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	PESO (kg)	F
1 1/2	73	35	41.5	0.022	T
2	84	40	54.3	0.043	I
3	143	68	80.3	0.085	T
4	144	70	105.3	0.173	I
6	300	143	169.0	0.825	T
8	391	186	220.4	1.200	T
10	487	232	274.7	2.250	T
12	536	255	301.7	3.530	T

CODO 45°

Ø NOMINAL PULG	L (mm)	E1 (mm)	Z (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (kg)	F
1 1/2	35	31	35	41.0	41.5	0.030	T
2	40	33	41	54.0	54.3	0.051	I
3	67	56	67	80.0	80.3	0.135	I
4	64	61	68	105.0	105.3	0.200	I
6	143	154	143	168.0	169.0	0.900	T
8	186	186	186	219.0	220.4	1.600	T
10	232	232	232	273.0	274.7	3.250	T
12	255	255	255	300.0	301.7	3.900	T

TEE

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	122	65	61	35	41.0	41.5	0.060	T
2	135	65	65	33	54.0	54.3	0.085	I
3	236	130	120	65	80.0	80.3	0.334	I
4	234	122	117	55	105.0	105.3	0.314	I
6	495	162	238	142	168.0	169.0	0.200	T
8	631	336	315	186	219.0	220.4	3.799	T

TRAMPA "S"

Ø NOMINAL PULG	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	80	68	58	30	41.0	41.5	0.110	T
2	100	105	68	34	54.0	54.3	0.250	T
3	154	150	122	55	80.0	80.3	0.750	T
4	176	180	123	61	105.0	105.3	1.700	T

TEE DOBLE

Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	61	122	65	35	41.0	41.5	0.085	T
2	87	160	86	40	54.0	54.3	0.130	I
3	97	236	118	55	80.0	80.3	0.450	T
4	158	294	161	73	105.0	105.3	0.582	I
6	238	495	262	142	168.0	169.0	2.700	T

TAPONES

Ø NOMINAL PULG	D1 (mm)	L (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	41.5	20	0.010	T
2	54.3	27	0.020	I
3	80.3	33	0.043	I
4	105.3	33	0.100	I
6	169.0	50	0.220	T
8	220.4	55	0.300	T
10	274.7	65	1.000	T
12	301.7	75	1.700	T

TRAMPA "P" CON REGISTRO

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	PESO (Kg)	F
2	190	110	123	90	20	54.0	0.285	I

F = Proceso de Fabricación
I = Inyección
T = Termoformado

SIFÓN DESMONTABLE

Ø NOMINAL PULG	Z1 (mm)	Z2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/4 / 1 1/2	147	59	83	198	39.4	54.4	74	38	0.300	I

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA DESAGÜE

YEE CON REDUCCIÓN

Ø NOMINAL PULG	L (mm)	y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	E3 (mm)	D1 (mm)	D3 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
3-2	205	99	53	41	63	80.0	80.3	54.3	0.200	I
4-2	201	101	54	37	58	105.0	105.3	54.3	0.433	I
4-3	284	141	75	57	87	105.0	105.3	80.3	0.433	I
6-2	492	136	142	150	35	168.0	169.0	54.3	1.500	T
6-3	492	181	142	150	55	168.0	169.0	80.3	1.500	T
6-4	492	181	142	150	62	168.0	169.0	105.3	2.200	T
8-3	586	300	186	200	55	219.0	220.4	80.3	1.475	T
8-4	586	300	186	200	62	219.0	220.4	105.3	2.200	T
8-6	646	345	196	260	142	219.0	220.4	169.0	3.600	T
10-6	805	487	245	280	142	273.0	274.7	169.0	4.700	T
10-8	895	487	245	280	186	273.0	274.7	220.4	4.400	T
12-6	835	487	255	270	142	300.0	301.7	169.0	5.300	T
12-8	895	487	255	270	186	300.0	301.7	220.4	5.500	T
12-10	945	500	255	270	245	300.0	301.7	274.7	5.700	T

TEE SANITARIA CON REDUCCIÓN SIMPLE - DOBLE

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	PESO (Kg)		F
									SIMPLE	DOBLE	
2-11/2	130	110	80	35	35	54.0	54.6	41.5	0.100	-	T
3-2	205	155	145	55	35	80.0	80.5	54.3	0.216	0.270	T
4-2	240	150	144	75	35	105.0	105.8	54.3	0.350	0.375	T
4-3	275	185	177	75	55	105.0	105.8	80.3	0.480	0.650	T
6-3	492	262	342	142	55	168.0	169.0	80.3	1.100	-	T
6-4	492	262	342	142	62	168.0	169.0	105.5	1.300	1.575	T
8-4	586	282	386	186	62	219.0	220.4	105.5	1.732	-	T
8-6	646	472	396	186	142	219.0	220.4	169.0	2.210	-	T
10-6	805	503	475	245	142	273.0	274.7	169.0	4.300	-	T
10-8	895	572	485	245	186	273.0	274.7	220.4	4.850	-	T
12-6	835	517	475	255	142	300.0	301.7	169.0	5.200	-	T
12-8	895	596	505	255	186	300.0	301.7	220.4	5.680	-	T
12-10	945	840	525	255	245	300.0	301.7	274.7	6.940	-	T

TEE SANITARIA SIMPLE - TEE SANITARIA DOBLE

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	Z (mm)	PESO (Kg)		F	
							SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE
11/2	130	95	35	41.0	41.5	90	0.075	0.085	-	-
2	180	100	45	54.0	54.3	116	0.124	0.226	I	T
3	205	185	55	80.0	80.3	150	0.325	0.450	I	T
4	315	179	65	105.0	105.3	222	0.625	0.950	I	T
6	552	452	142	168.0	169.0	416	2.250	-	T	-
8	766	546	186	219.0	220.4	506	4.600	-	T	-
10	915	825	245	273.0	274.7	535	5.230	-	T	-
12	1005	858	255	300.0	301.7	575	7.500	-	T	-

YEE DOBLE

Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	140	78	35	22	41.0	41.5	0.070	T
2	174	102	39	48	54.0	54.3	0.148	I
3	244	145	52	44	80.0	80.3	0.317	I
4	290	176	59	71	105.0	105.3	0.650	I
6	552	367	142	137	168.0	169.0	2.700	T
8	766	580	186	186	219.0	220.4	3.180	T

TEE CON REDUCCIÓN SIMPLE - DOBLE

Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	PESOS				F
									SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	
2-11/2	61	72	65	54.0	54.3	41.5	35	35	0.075	-	T	-	-
3-2	97	188	90	80.0	80.5	54.3	55	35	0.150	0.200	T	-	T
4-2	90	184	55	105.0	105.3	54.3	58	35	-	0.280	I	-	-
4-2	130	237	112	105.0	105.3	54.3	75	40	0.228	-	-	I	-
4-3	130	262	135	105.0	105.8	80.3	75	55	0.315	0.392	T	-	T
6-3	238	420	182	168.0	169.0	80.3	142	55	0.875	-	T	-	-
6-4	238	420	182	168.0	169.0	105.8	142	62	0.700	-	T	-	-
8-4	315	514	222	219.0	220.4	105.8	186	62	1.732	-	T	-	-
10-6	447	690	322	273.0	274.7	169.0	245	142	4.300	-	T	-	-
10-8	490	750	376	273.0	274.7	245	245	186	4.850	-	T	-	-

YEE DOBLE CON REDUCCIÓN

Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	E3 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	PESO (Kg)	F
3-2	204	98	52	40	63	80.0	80.3	54.3	0.225	I
4-2	246	98	72	40	86	105.0	105.3	54.3	0.340	I
4-3	284	141	59	82	46	105.0	105.3	80.3	0.410	I
6-4	492	181	142	150	62	168.0	169.0	105.3	1.400	T

REDUCCIÓN

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
2-11/2	97	46	35	54.2	41.5	0.033	T
3-2	137	68	46	80.2	54.5	0.075	T
4-2	132	59	38	105.2	54.5	0.127	I
4-3	189	89	68	105.2	80.5	0.168	T
6-3	278	143	89	168.3	54.2	0.765	T
6-4	278	143	89	168.3	105.2	1.064	T
8-6	395	186	143	219.4	168.3	1.425	T

YEE

Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	140	78	35	22	41.0	41.5	0.090	T
2	158	102	35	34	54.0	54.3	0.093	I
3	244	144	54	65	80.0	80.3	0.243	I
4	290	176	59	71	105.0	105.3	0.514	I
6	552	367	142	137	168.0	169.0	2.400	T
8	766	590	186	186	219.0	220.4	3.350	T
10	915	670	245	245	273.0	274.7	8.400	T
12	1005	750	255	255	300.0	301.7	10.150	T

CODO VENTILACIÓN

Ø NOMINAL PULG	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	L (mm)	PESO (Kg)	F
4-2	117	133	58	33	105.0	105.3	54.3	201	0.253	I

TRAMPA P

Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	80	56	68	56	30	41.0	41.5	0.100	T
2	115	80	120	27	22	54.0	54.3	0.263	I
3	154	108	150	108	55	80.0	80.3	0.450	T
4	176	117	180	117	81	105.0	105.3	1.050	T
6	384	282	384	282	142	168.0	169.0	4.500	T
8	484	335	484	335	186	220.4	220.4	8.600	T

F= Proceso de Fabricación
I= Inyección
T= Termoformado

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

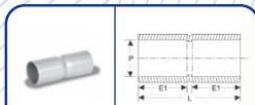
TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA ELECTRICIDAD SEGÚN NTP 399.006 : 2003 / NTE 024 / NTE 009

Esta tubería es fabricada bajo norma NTP 399.006 y las conexiones bajo la norma NTE 009, se fabrican en dos clases, Liviana (SEL) y Pesada (SAP). Las Tuberías y conexiones SEL y SAP son fabricadas en color Gris Orgánico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA ELÉCTRICA NTP 399.006 / NTE 024

Diámetro Nominal (Pulg)	Longitud Total (Metros)	SEL				SAP					
		Ø Nominal (mm)	Ø Real (mm)	Longitud Util (Metros)	Espesor (mm)	Peso Aprox. Kg x tubo	Ø Nominal (mm)	Ø Real (mm)	Longitud Util (Metros)	Espesor (mm)	Peso Aprox. Kg x tubo
1/2"	3.00	11	12.7	2.99	1.1	0.190	15	21.0	2.98	1.8	0.513
3/8"	3.00	13	15.9	2.99	1.1	0.242	-	-	-	-	-
3/4"	3.00	15	19.1	2.98	1.2	0.339	20	26.5	2.98	1.8	0.658
1"	3.00	20	25.4	2.98	1.3	0.464	25	33.0	2.97	1.8	0.831
1 1/2"	3.00	25	31.8	2.97	1.3	0.598	35	42.0	2.97	2.0	1.186
1 3/4"	3.00	30	38.1	2.97	1.6	0.865	40	48.0	2.96	2.3	1.557
2"	3.00	40	50.8	2.96	1.7	1.237	50	60.0	2.96	2.8	2.372
2 1/2"	3.00	-	-	-	-	-	65	73.0	2.95	3.5	3.604
3"	3.00	-	-	-	-	-	80	88.5	2.94	3.8	4.767
4"	3.00	-	-	-	-	-	100	114.0	2.93	4.0	6.515

UNIONES SEL



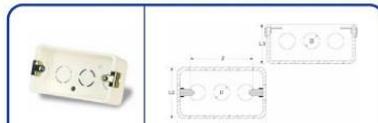
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.9	11	26	0.003	T
5/8"	16.1	13	36	0.003	T
3/4"	19.3	15	40	0.005	T
1"	25.7	20	48	0.008	T
1 1/4"	32.0	26	56	0.015	T
1 1/2"	38.4	31	64	0.025	T
2"	51.2	41	91	0.035	T

CAJA DE PASE OCTOGONAL



Diámetro Nominal (Pulg)	a (mm)	b (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	D (mm)	Peso (Kg)	F
3 1/2" x 3 1/2" x 1 1/2"	47	33	93	43	75	21.3	0.050	I

CAJA DE PASE RECTANGULAR



Diámetro Nominal (Pulg)	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	D (mm)	Peso (Kg)	F
4" x 2" x 1 1/2"	83	105	57	45	21.3	0.050	I

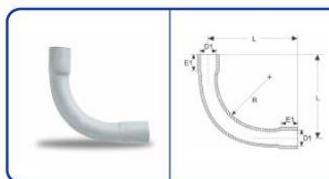
SOLDADURA PARA PVC

La soldadura líquida para PVC PAVCO-VINDUIT está especificada para unir tuberías y accesorios de PVC hasta 12". Cumple con las normas ASTM D-2564 y NTP399.090, está formulada para un secado extra rápido y es capaz de soportar las más altas presiones hidrostáticas. El tipo de soldadura a emplear se debe seleccionar en función al diámetro de la tubería a soldar. El producto es fabricado con material 100% virgen, y está completamente homogenizado, libre de grumos y sustancias extrañas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA SOLDADURA DE PVC

Presentaciones	Presentaciones		Propiedades			
	(Galones)	(cc)	Etiqueta	Rango de Diámetro Tuberías aplicar	Viscosidad (cP)	
	1/32	118	Lata Con Aplicador	Dorada	1/8" a 2"	90 min
	1/16	237	Lata Con Aplicador	Azul	2 1/2" a 6"	500 min
	1/4	946	Lata Con Aplicador	Azul	2 1/2" a 6"	500 min
	1/4	946	Lata Con Aplicador	Verde	8" a 12"	1600 min

CURVAS SEL



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E1 (mm)	L (mm)	R (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.5	13	89	65	0.008	T
5/8"	15.7	15	103	70	0.010	T
3/4"	18.8	17	104	72	0.018	T
1"	25.0	20	127	82	0.030	T
1 1/4"	31.3	24	178	125	0.060	T
1 1/2"	37.7	27	211	165	0.100	T
2"	50.4	34	260	200	0.150	T

CURVAS SAP



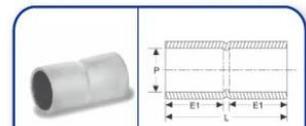
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	E1 (mm)	L1 (mm)	R (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	21.3	21.0	18	81	52	0.037	T
3/4"	26.8	26.5	21	125	91	0.057	T
1"	33.3	33.0	25	143	102	0.084	T
1 1/4"	42.3	42.0	30	187	136	0.132	T
1 1/2"	48.3	48.0	33	203	145	0.185	T
2"	60.3	60.0	40	251	181	0.338	T
2 1/2"	73.3	73.0	47	330	246	0.600	T
3"	88.8	88.5	55	418	319	1.225	T
4"	114.3	114.0	69	526	400	1.700	T

CONECTOR SAP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	17.6	29	22	0.007	T
3/4"	23.2	35	24	0.012	T
1"	29.3	41	27	0.018	T
1 1/4"	38.0	52	33	0.030	T
1 1/2"	43.6	58	38	0.045	T
2"	54.3	70	44	0.077	T
2 1/2"	66.3	83	53	0.130	T
3"	80.9	109	62	0.197	T
4"	106.2	134	77	0.305	T

UNIONES SAP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E1 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	21.3	18	38	0.015	T
3/4"	26.8	21	44	0.021	T
1"	33.3	24	50	0.033	T
1 1/4"	42.3	29	61	0.051	T
1 1/2"	48.3	33	69	0.073	T
2"	60.3	39	82	0.124	T
2 1/2"	73.3	46	97	0.208	T
3"	88.8	55	116	0.343	T
4"	114.3	69	145	0.587	T

CONECTOR SEL



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.5	19	16	0.002	T
5/8"	15.7	22	15	0.002	T
3/4"	18.8	25	18	0.003	I
1"	25.0	33	23	0.005	T
1 1/4"	31.3	40	29	0.001	T
1 1/2"	37.7	46	34	0.015	T
2"	50.4	59	44	0.020	T

En Mexichem tenemos un compromiso diario con nuestros clientes, el medio ambiente y la comunidad.



Integridad Confianza Innovación Soluciones



MEXICHEM PERÚ S.A.

Av. Nugget 555, Lima10 - Perú . Telf.: (51-1) 362-0016. Fax (51-1) 362-3791.

Central de Pedidos: Fax (51-1) 362-7090, 362-7613. <http://www.pavco.com.pe> e-mail: ventasperu@mexichem.com

Anexo 9: Especificaciones Técnicas del Contador de Agua



DVM-A

Medidor de Agua Volumétrico Dorot

Aplicación

Medidor para uso doméstico Modelo DVM-A. Instalación vertical u horizontal. En tamaños 1/2", 5/8" y 3/4".

El principio de medición es de desplazamiento positivo por disco nutante colocado en una cámara.

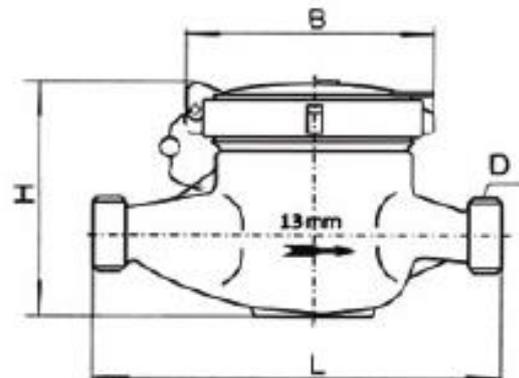
El Volumen de agua que pasa a través del medidor es contabilizado en base al número de ciclos.

Cada ciclo del disco nutante conduce un volumen fijo de agua. Medición precisa en amplio rango de caudales.

Equipado con estrella giratoria sensible a caudales mínimos que permite detectar fugas por mínimas que sean.

Características

- Carcaza: Bronce
- Registro sellado al vacío
- Temperatura máxima 50°C
- Máxima presión de trabajo 16 BAR
- Recubrimiento externo epóxico
- Filtro interno
- Niples y conectores incluidos - NPT
- Cumple con norma ISO 4064
- Válvula antirretorno opcional
- El medidor está preparado para la emisión de pulsos de lectura remota
- Protección Magnética
- Clase Metroológica: C
- NOM-012- SCFI- 1994
- Clase D disponible bajo pedido



DVM-A

Medidor de Agua Volumétrico Dorot

Características

Modelo	DN	Clase	Q _{max} m ³ /h	Q _n m ³ /h	Q _t L/h	Q _{mín} L/h	Lectura Mínima	Lectura Máxima
DVM-A-13	13	C	3	1.5	22.5	15	0.0001	99999
DVM-A-16	16	C	3	1.5	22.5	15	0.0001	99999
DVM-A-20	20	C	5	2.5	37.5	25	0.0001	99999

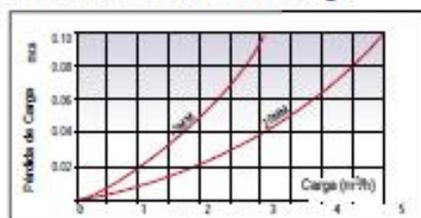
Rango de Exactitud

Q _{max}	± 2%
Q _n	± 2% (Caudal Nominal)
Q _t	± 2% (Caudal de Transición)
Q _{mín}	± 5% (Caudal Mínimo)

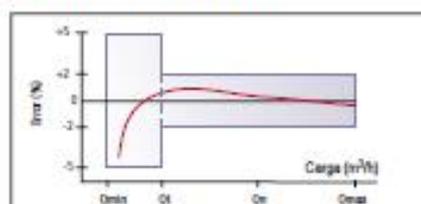
Dimensiones y Pesos

Modelo	DN	Longitud (mm) L	Ancho (mm) B	Alto	Peso Kg	Rosca D
DVMA	13	185 / 190	95	115	1.7 / 2	G 3/4
DVMA	16	190	95	115	2	G 3/4
DVMA	20	190	100	125	2	G 1

Curva de Pérdida de Carga



Curva de Exactitud



www.dorot.com - E-mail: info_d@dorot.com



Medidores Para Agua

MultiJet



Descripción

El medidor de chorro múltiple, modelo MDHE, opera bajo principio de medidor de velocidad. Los chorros de agua impulsan a la turbina que está colocada en la parte inferior de la cámara de medición por debajo del registro.

El movimiento (velocidad) de la turbina se transmite magnéticamente al registro de medición y carátula, que están sellados herméticamente al vacío y no tienen contacto alguno con el agua.

El medidor pertenece a la clase Metroológica-B. Cumple con la normatividad Internacional ISO 4064 y está certificado bajo la Norma Mexicana: NOM-008-SCFI-2002 las cuales aseguran la calidad y larga vida útil del medidor.

Características

- Cuerpo de bronce.
- Cámara de chorro múltiple en polímero de alta calidad.
- Transmisión magnética.
- Registro sellado hermético.
- Protección Magnética.
- El medidor está preparado para lectura remota, sin tener que cambiar el registro, como configuración estándar. La implementación de lectura remota es sencilla y económica, sin tener que desinstalar el medidor ni hacerle ningún cambio. Bajo pedido se pueden surtir ya totalmente equipados y cableados para la lectura remota.
- El eje (pivote) es fabricado con acero inoxidable de alta resistencia.

Especificaciones técnicas

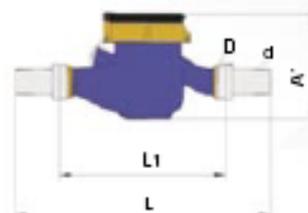
- Clase Metroológica B.
- Presión de trabajo 10 bar.
- Temp. 50°C. (90°C para medidor/es para agua caliente).
- Conexiones -NPT or BSPT.
- martornillo de calibración exterior con sello inviolable sellado con.

Medidores Para Agua

MultiJet

Dimensiones y Pesos

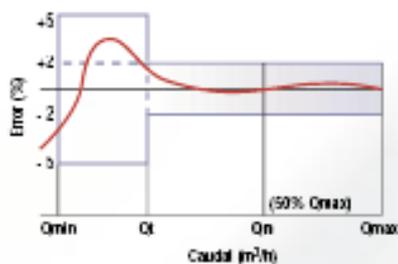
Calibre DN	Pulg.	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	mm	15	20	25	32	40	50
L-Longitud (mm)		165	190	260	290	300	300
H-Altura (mm)		105	105	114	117	147	172
Conexiones (rosca)		G3/4	G1	G1 1/4	G1 1/2	G2	G2 1/2
Peso (Kg)		1.5	1.7	2.5	2.8	5.1	11.5



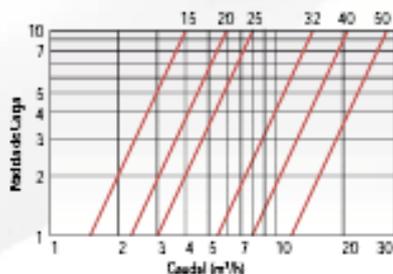
Datos de Funcionamiento

Calibre DN	Pulg.	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	mm	15	20	25	32	40	50
Caudal Nominal Qn (m³/h)		1.5	2.5	3.5	6	10	15
Caudal Máximo Qmax (m³/h) (±2%)		3.5	5	7	12	20	30
Caudal de Transición Qt (m³/h) (±2%)		0.12	0.2	0.29	0.49	0.8	1.2
Caudal Mínimo Qmin (m³/h) (±2%)		0.05	0.05	0.07	0.12	0.2	0.3
Indicación Máxima (m³)		99999	99999	99999	99999	99999	99999
Indicación Mínima (m³)		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.001

Curva de Exactitud



Pérdida de Carga



www.dorot.com - E-mail: info_d@dorot.com

Anexo 10: Especificaciones Técnicas del Tanque



Cisterna Rotoplas Especificaciones Técnicas

Beneficios

- Única con Garantía de por vida.
- Equipada con Filtro  el cual retiene tierra y sedimentos, evitando que se tapen las tuberías y brindando agua limpia y transparente.
- Su innovadora tecnología  inhibe la reproducción de bacterias.
- Todos los accesorios incluidos están garantizados por cinco años y cero fugas. (La bomba cuenta con 2 años de garantía).

Cuadro de capacidades Cisterna Equipada

	CAPACIDAD	DIÁMETRO	ALTURA
<input type="checkbox"/>	1 200 L*	1.10/0.55 m	1.40 m
<input type="checkbox"/>	2 800 L	1.55/0.55 m	1.85 m
<input type="checkbox"/>	5 000 L	2.20/0.55 m	1.60 m
<input type="checkbox"/>	10 000 L	2.20/0.55 m	2.90 m

* 1 200 L incluye: Válvula de Llenado, flotador #7 y Bomba Centrífuga.

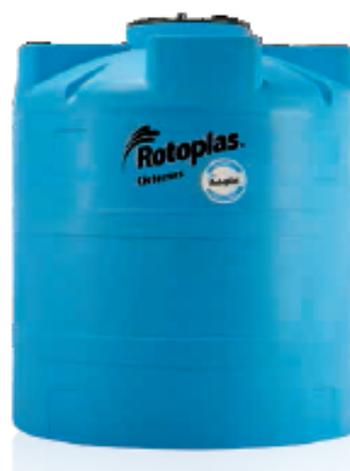
Accesorios que equipan una Cisterna Rotoplas

1. Válvula de Llenado.
2. Pichancho
3. Flotador # 7.
4. Válvula de Esfera.
5. Electronival.
6. Filtro Jumbo.
7. Bomba.
8. Tubería Interna Tuboplas



Anotaciones y firmas

Nombre y firma del cliente:



Capacidades

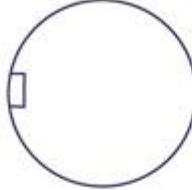
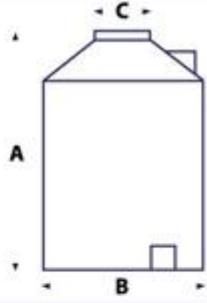
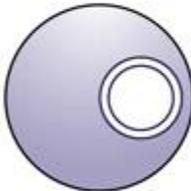
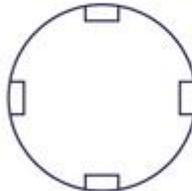
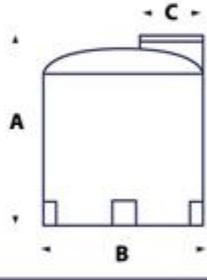


GUÍA DE PRODUCTOS ROTOPLAS cisterna

- Al recibir su tanque verifique que no presente daño alguno causado por el transporte.
 - Evite el contacto con cualquier objeto punzocortante, piedras u otros materiales que pudieran dañarlo.
 - No permita que éste sea rodado sobre sus conexiones (en caso de que se le hayan instalado).
 - Coloque el tanque sobre una superficie plana y limpia, de preferencia sobre una losa de concreto pulido.
 - Asegúrese de que las conexiones o bridas estén perfectamente instaladas, apretadas y selladas, ya que éstas pueden aflojarse durante el transporte, además de esto haga de ser posible una prueba hidrostática llenándolo con agua primero.
 - Los impactos, especialmente en temperaturas menores a los cero grados centígrados, pueden dañar severamente su tanque.
 - Si requiere entrar al tanque una vez usado, tome las debidas precauciones.
- Todos nuestros productos cuentan con servicio post-venta, en caso de cualquier eventualidad contáctenos a nuestra lada sin costo, ya que contamos con servicio técnico especializado.
- Al momento de recibir sus productos rotoplas, verifique que los accesorios estén completos antes de firmar la remisión, una vez firmada estamos imposibilitados de hacer alguna reclamación.

www.distribuidornacional.com

LADA SIN COSTO
01 800 0016 500

VERTICAL CERRADO <small>Tanques 600, 1100 y 2500 Lts</small>		VERTICAL CERRADO	
VISTA SUPERIOR	VISTA INFERIOR	VISTA LATERAL	
			
VERTICAL ESPECIAL <small>Tanque 250 Lts</small>	VISTA SUPERIOR	VISTA INFERIOR	VERTICAL ESPECIAL
VISTA SUPERIOR	VISTA INFERIOR	VISTA LATERAL	
			
Descripción	A	B	C
TVC- 600 l	1.15 m	0.97 m	18"
TVC- 1100 l	1.43 m	1.10 m	18"
TVC- 2500 l	1.65 m	1.55 m	18"
TVC- 5000 l	1.82 m	2.20 m	18"

Anexo 11: Especificaciones Técnicas del Manómetro



C/ IKEA, 51-Bajo B- 48940 LEIOA (VIZCAYA) Tfno.: 944803040 /Fax:944803024 - www.isotest.es
DIGITAL MANOMETER ECO 1 / ECO 1 Ei

WITH MAX.- AND MIN.-FUNCTION / ACCURACY: 0,5%

ECO 1 is a compact and economic digital pressure measuring instrument. It is of medium accuracy, but of high resolution and repeatability.

The pressure is measured twice per second and displayed. The top display indicates the actual pressure, the bottom display shows the MAX.- or MIN.- pressure since the last RESET.

ECO 1 has two operating keys. The left key is to turn the instrument on and to execute its functions (the functions appear successively on the display as long as the key is pressed and are executed when releasing the key). The right key is also used to switch between the MAX.- and MIN.-value.

The instrument has the following functions:

RESET: With the RESET-function, the MAX.- and MIN.-value is set to the actual pressure value.

QEE: Turns off the instrument.

ZERO: The ZERO-function allows to set any value as a new Zero reference. Barometric pressure variations can thus be compensated.
 The factory setting of the Zero for the range -1...30 bar is at 0 bar absolute. For sealed gauge pressure measurements, activate "ZERO SET" at ambient pressure. Instruments with the range 0...300 bar are calibrated in a sealed gauge mode with 1 bar absolute pressure as a Zero reference.

CONT: The instrument turns off 15 Min. after the last key function. Activating CONT (Continuous) deactivates this automatic turn-off.

ECO 1 has 7/16" UNF male thread and is delivered complete with an O-ring seal swivel fitting which allows ECO 1 to be rotated through 360°. Only minimal tightness is needed to seal up to 300 bar.

Process pressure connection is G 1/4" male.



Swivel



Adapter G 1/4"



SPECIFICATIONS		ECO 1 Ei	
Ranges rel.	-1...30 bar 0...300 bar	Intrinsically safe version, 94/WCE (ATEX 100a)	
Resolution	10 mbar 100 mbar	Classification: II 1 G EEx Ia IIC T6 or T5	
Overpressure	60 bar 400 bar	Certification File: LCIE 01 ATEX 6001 X	
Accuracy	0,5% FS typ. 1% FS max	The EEx Ia version of ECO 1 incorporates an additional protection switch. Functions, ranges and accuracy are identical to the standard version.	
storage- / Operating Temperature	-20...70 °C / 0...50 °C		
Compensated Temperature Range	0...50 °C		
Supply	3 V battery, type CR 2430		
Battery Life	1'000 hours continuous operation		
Pressure Connection	7/16"-20 UNF (adapter G 1/4" included)		
Protection, CEI 529	IP 65		
Diameter x Height x Depth	59 x 95 x 32 mm		
Weight	≈ 125 g		
ACCESSORIES (OPTIONAL):			
Protective rubber covering and carrying bag. The protective rubber covering is suitable for toughest applications.			

Subject to alterations

302

KELLER AG für Druckmesstechnik st. Gallerstrasse 119 CH-8404 Winterthur Tel. 052 - 235 25 25 Fax 052 - 235 25 00
KELLER Gesellschaft für Druckmesstechnik mbH Schwarzwaldstrasse 17 D-79796 Jestetten Tel. 07745 - 9214 - 0 Fax 07745 - 9214 - 50

Company approved to ISO 9001 / EN 29001

www.keller-druck.com

ISOTEST, Instrumentación y Metrología C/ IKEA, 51-Bajo B- 48940 LEIOA (VIZCAYA) Tfno.: 944803040 /Fax:944803024 www.isotest.es

Anexo 12: Tarifas Luz del Sur

EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.				
PRECIOS PARA LA VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (Incluye IGV)				
PLIEGO TARIFARIO : 04 MAYO 2015 (1)		LDS2015-08		
MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS (2E2P)	Unidad	Media Tension MT2	Baja Tension BT2	
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	4,55	4,55	
Cargo por Energía en punta	cent S./kW.h	23,39	25,36	
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	19,49	21,12	
Cargo por potencia activa de generación en horas punta	S./kW-mes	49,36	52,10	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución en horas punta	S./kW-mes	10,97	50,52	
Cargo por exceso de potencia por uso redes de distribución en horas fuera de punta	S./kW-mes	12,05	40,63	
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S./varh	4,73	4,73	
MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (2E1P)	Unidad	Media Tension MT3	Baja Tension BT3	
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,62	3,62	
Cargo por Energía en punta	cent S./kW.h	23,39	25,36	
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	19,49	21,12	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	44,07	48,18	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	30,04	33,00	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	12,08	52,95	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	12,07	48,49	
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S./varh	4,73	4,73	
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (1E1P)	Unidad	Media Tension MT4	Baja Tension BT4	
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,62	3,62	
Cargo por Energía	cent S./kW.h	20,38	22,09	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	44,07	48,18	
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	30,04	33,00	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	12,08	52,95	
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	12,07	48,49	
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	cent S./varh	4,73	4,73	
DOBLE MEDICION DE ENERGIA (2E)	Unidad	Baja Tension BT5A		
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,62		
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en horas punta y fuera punta	cent S./kW.h	132,22		
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en hor.punta y 50 kW en fra.punta	cent S./kW.h	148,92		
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	21,12		
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta	S./kW-mes	44,99		
Cargo por exceso de potencia en horas de punta	S./kW-mes	44,99		
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E)	Unidad	Baja Tension BT5C-AP		
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	4,14		
Cargo por Energía	cent S./kW.h	53,49		
CLIENTES A PENSION FIJA	Unidad	Baja Tension BT6		
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	2,89		
Cargo mensual por Potencia	cent S./Watt	21,28		
SERVICIO PREPAGO	Unidad	Baja Tension BT7		
BT7 No Residencial				
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,57		
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,57		
Cargo por Energía	cent S./kW.h	49,15		
BT7 Residencial				
a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes				
0 - 30 kW.h				
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,50		
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,50		
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	35,82		
31 - 100 kW.h				
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,50		
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,50		
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./Usuario	10,75		
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S./kW.h	47,77		
b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes				
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,57		
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,57		
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	49,15		
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - NO RESIDENCIAL	Unidad	Baja Tension BT5B	Baja Tension BT5D	Baja Tension BT5E
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	2,89	2,89	2,61
Cargo por Energía	cent S./kW.h	49,94	39,70	49,90
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - RESIDENCIAL	Unidad	Baja Tension BT5B	Baja Tension BT5D	Baja Tension BT5E
a) Usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes				
0 - 30 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,81	2,81	2,54
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	36,40	28,93	36,38
31 - 100 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,81	2,81	2,54
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./Usuario	10,92	8,68	10,92
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S./kW.h	48,53	38,57	48,50
b) Usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,89	2,89	2,61
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	49,94	39,70	49,90
(1) Aplicación de las fórmulas de reajuste de los precios a nivel de generación (Art. 2 de Res. N° 081-2015 y Actualización de Costos de Distribución (Art. 2 de Res. N° 203-2013-OS/CD).				
Costos de Distribución				
Fecha:	IPM	TC	ICu	IPAL
Ai 04/02/15	213,91	3,058	311,16	1.865,66
Ai 04/05/15	216,03	3,127	297,51	1.888,53
Variación	1,0%	2,3%	-4,4%	1,2%
NOTA: Los tarifas de Distribución se reajustan en función a la variación de los indicadores macro-económicos: IPM=índice de precios al por mayor; TC=índice de cambio (S./USD); TA=tasa de inflación (%); IPAL=índice de precio del aluminio (USD/Tn); ICu=índice de precio del Cobre (cent./lib);				

Anexo 13: Sedapal

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.

ESTRUCTURA TARIFARIA

Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1. CARGO FIJO (S/. / Mes) 4,886

2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (S/. / m ³)	
	m ³ /mes	Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1,031	0,451
Doméstico	0 - 10	1,031	0,451
	10 -25	1,197	0,524
	25 - 50	2,648	1,157
	50 a más	4,490	1,962
NO RESIDENCIAL			
Comercial	0 a 1000	4,490	1,962
	1000 a más	4,817	2,104
Industrial	0 a 1000	4,490	1,962
	1000 a más	4,817	2,104
Estatal	0 a más	2,516	1,099

⁽¹⁾ Incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Notas:

A.- No incluye I.G.V.

B.- SUNASS mediante Oficio N° 017-2014-SUNASS-030, autoriza a SEDAPAL aplicar un incremento tarifario de 0,56% por los servicios de agua potable y alcantarillado, en cumplimiento a lo dispuesto en el literal b) del Artículo Primero de la Resolución de Consejo Directivo N° 026-2010-SUNASS-CD.

C.- La presente Estructura Tarifaria entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación.

Diario El Peruano - 05 de Marzo de 2014

Anexo 14: Herramienta para la Estimación de las reducciones de CO₂ – Generación Eléctrica por Energías Renovables para la Red Interconectada, FONAM



HERRAMIENTA PARA LA ESTIMACION DE LAS REDUCCIONES DE EMISIONES DE CO₂ - GENERACIÓN ELECTRICA POR ENERGIAS RENOVABLES PARA LA RED INTERCONECTADA

HERRAMIENTA PARA LA ESTIMACION DE LAS REDUCCIONES DE EMISIONES DE CO₂ - GENERACIÓN ELECTRICA POR ENERGIAS RENOVABLES PARA LA RED INTERCONECTADA

Introducción

La siguiente hoja de cálculo presenta una primera estimación del potencial de reducciones de emisiones para la introducción de energía renovable (cero emisiones) a la red interconectada. La hoja de cálculo realizará las operaciones en base a los datos de entrada que se ingresen. Los datos serán ingresados en las celdas marcadas con color **gris**.

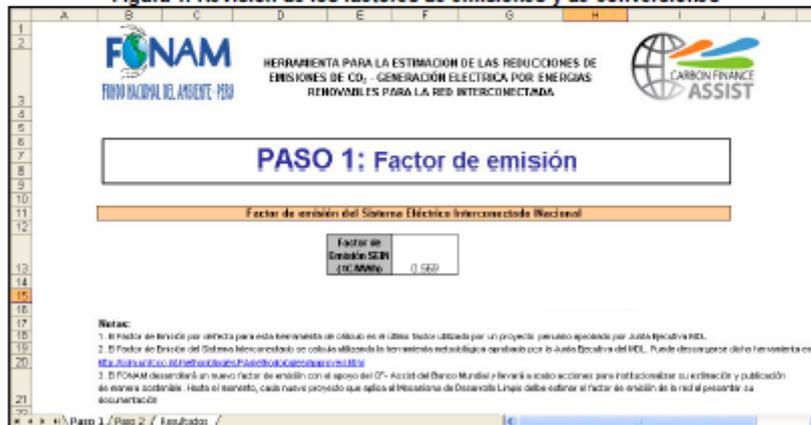
La presente hoja de cálculo está protegida para que solo puedan modificarse los datos de entrada, sin embargo pueden hacerse cambios (como por ejemplo en los factores de conversión) desprotegiendo la hoja en menú **Herramientas/Proteger(Desproteger)**.

Para realizar la estimación siga las siguientes instrucciones:

Paso 1. Factores de emisiones y de conversiones.

Vaya a la pestaña **Paso 1**. En esta sección se ha de fijar los factores a emplearse para realizar las conversiones de unidades así como también los factores de emisiones a emplearse en las estimaciones. Este paso es básicamente solo con fines informativos y normalmente no se modifica, aunque si se actualiza cierta información (factores de emisión y/o conversión) se puede modificar la desprotegiendo la hoja tal como se mencionó líneas mas arriba.

Figura 1. Revisión de los factores de emisiones y de conversiones



IMPORTANTE:

- El Factor de Emisión por defecto para esta herramienta de cálculo es el último factor utilizado por un proyecto peruano aprobado por Junta Ejecutiva MDL.
- El Factor de Emisión del Sistema Interconectado se calcula utilizando la herramienta metodológica aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL. Puede descargarse dicha herramienta en: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/approved.html>

Anexo 15: Costo de un kit de bombeo solar

AREQUIPA: Calle Paucarpata 128-130 - Oficina 216-218 Cercado
 LIMA: Urb. Canto Bello Av. Los Nogales 530 2do piso - San Juan de Luigancho
 RUC : 20455027588
 Fijos: 054-983202 / 01-3875985
 RPM: #904498771 / #904498752
 RPC: 958-957597 / 987-845078
 www.fotovoltaicosperu.com
 fotovoltaicosperu@fotovoltaicosperu.com



RUC: 20455027588

LIDERS S.A.C.
 Líderes en Paneles Solares y Energías Renovables

OFERTA ECONOMICA N° 308-2105

Atención: JOSUE ALATA -
 Email: josuealata@gmail.com
 Comentario: ¡¡¡ SERVICIO DE
 INSTALACION.....¡¡¡GRATIS!!!!

RUC solicitante: 09652791
 Teléfono: -

ITEM	CANT	DESCRIPCION	P. Unitario.	P. Total.
1	1	KIT BOMBA SOLAR 08. INCLUYE: 01 BOMBA SUPERFICIAL DE 12V. 01 PANEL DE 100W. 01 REGULADOR DE 10AMP. 01 BATERIA DE 100AH. 01 TABLERO DE CONTROL CON LLAVE GENERAL DEL SISTEMA, CABLE Y CONECTORES.	\$. 678	\$. 678
SUBTOTAL			\$. 678	\$. 678
IGV			\$. 122	\$. 122
TOTAL			\$. 800	\$. 800

CONDICIONES DE OFERTA:

1. Fecha de Emisión de Oferta: 21/05/2015
2. Validez de Oferta: 15 días calendarios.
3. Tiempo de Entrega: Entrega Inmediata
4. Lugar de Entrega: Lima o Arequipa
5. Forma de Pago: Deposito Cuenta Bancaria.
6. Moneda de Oferta: Dolares Americanos.
7. Garantía: 24 meses

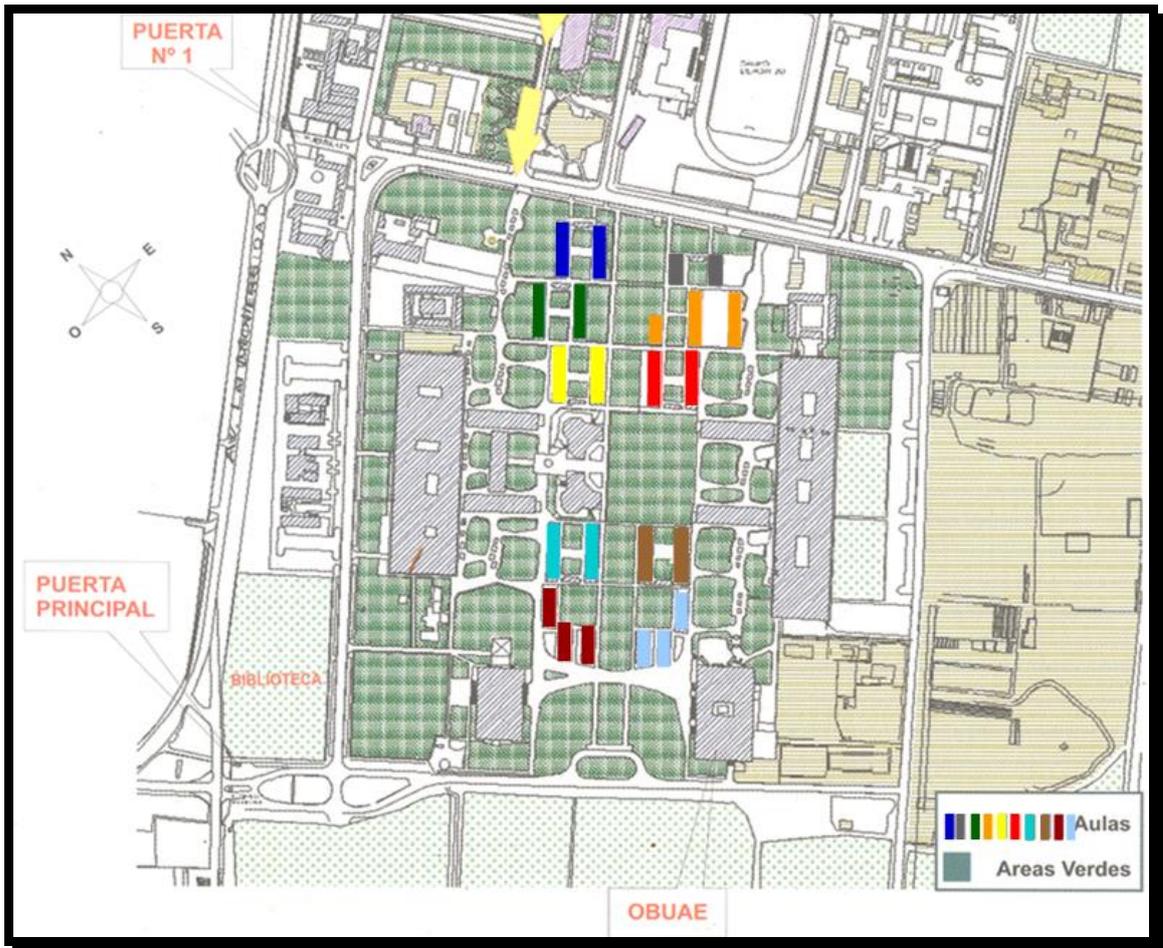


(Handwritten signature)

Willy Palomino Espinoza

Teléfono: 01-3875985 / RPM:*9908060 / C:958957597

Anexo 16: Plano UNALM

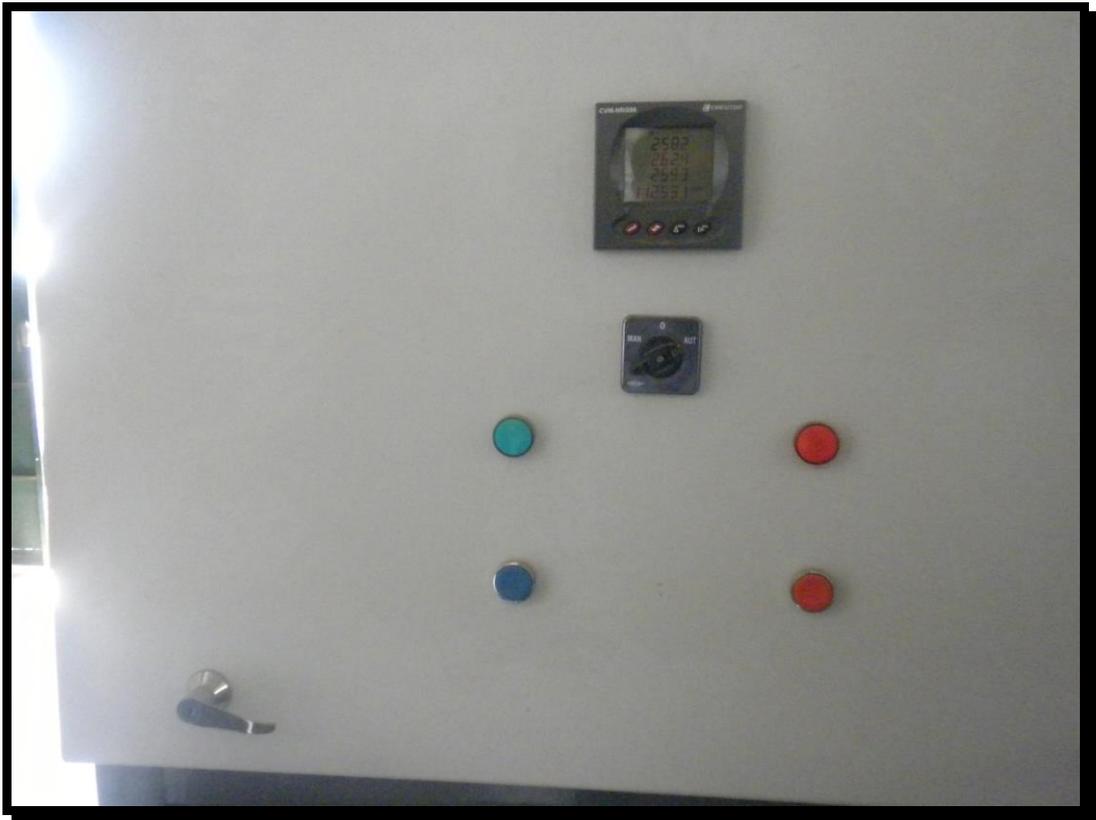


FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1:

Instalación donde se ubica el pozo “chino” y la bomba principal de la UNALM





Fotografía 2:

Reporte de la cantidad de agua extraída y energía eléctrica consumida por la bomba principal de la UNALM

CONTROL DE CONSUMO DE AGUA CHINO II					
PERSONA	DIA	LECTURA INICIO	LECTURA ACTUAL	DIFERENCIA DE LECTURA	ACUMULADO A LA FECHA KWH
	07-02-14	V			
	08-02-14	S			
	09-02-14	D			
	10-02-14	L	14 29 938		072 536
	11-02-14	M	14 30 803		072 972
	12-02-14	M	14 31 815		073 396
	13-02-14	J	14 32 956		073 709
	14-02-14	V	14 34 015		074 196
	15-02-14	S			
	16-02-14	D			
	17-02-14	L	14 37 326		075 674
	18-02-14	M	14 38 447		076 149
	19-02-14	M	14 39 490		076 662
	20-02-14	J	14 40 426		077 126
	21-02-14	V	14 41 443		077 639
	22-02-14	S			
	23-02-14	D			
	24-02-14	L	14 44 413		079 115
	25-02-14	M	14 44 998		079 581
	26-02-14	M	14 45 458		080 038
	27-02-14	J	14 46 489		080 469
	28-02-14	V	14 47 564		080 927
	01-03-14	S			
	02-03-14	D			
	03-03-14	L	14 50 032		082 091
	04-03-14	M	14 50 944		082 686
	05-03-14	M	14 51 945		083
	06-03-14	J	14 52 955		083 602
	07-03-14	V	14 53 984		084 076
	08-03-14	S			
	09-03-14	D			
	10-03-14	L	14 55 466		085 118
	11-03-14	M	14 57 411		

CONTROL DE CONSUMO DE AGUA CHINO II					
FECHA	DIA	LECTURA INICIO	LECTURA ACTUAL	DIFERENCIA DE LECTURA	ACUMULADO A LA FECHA KWH.
	16-03-14	D	14 62 303		088 645
	17-03-14	L	14 63 254		088 504
	18-03-14	M	14 64 161		089 099
	19-03-14	M	14 65 089		089 592
	20-03-14	J	14 66 043		090 016
	21-03-14	V			
	22-03-14	S			
	23-03-14	D			
	24-03-14	L	14 67 938		091 493
	25-03-14	M	14 68 808		091 992
	26-03-14	M	14 69 717		092 438
	27-03-14	J	14 70 602		092 845
	28-03-14	V	14 71 498		093 371
	29-03-14	S			
	30-03-14	D			
	31-03-14	L	14 73 631		094 936
	01-04-14	M	14 74 558		095 468
	02-04-14	J			
	03-04-14	V			
	04-04-14	S			
	05-04-14	D			
	06-04-14	L			

Fotografía 3:

Tanque de concreto de 1000 m³ de la UNALM



Fotografía 4:

Servicio higiénico que es abastecido con agua del pozo “chino” y elevado a su tanque con una bomba de 1 HP





Fotografía 5:

Evaluación de los paneles solares donados a la UNALM



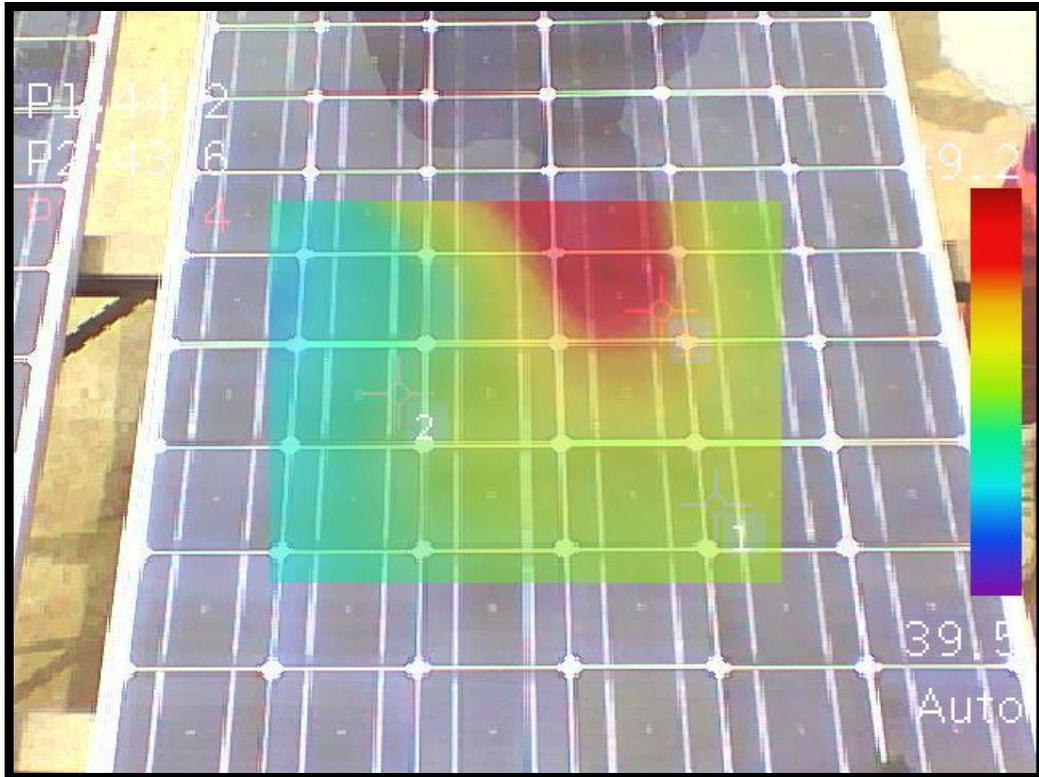






Fotografía 6:

Medición de la temperatura de la placa con la cámara termografica



Fotografía 7:

Prototipo de sistema de bombeo con paneles solares

