

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE
500m³/DÍA DE CAPACIDAD**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

ALDO MARCELO ESTRATTI ORTEGA

PROMOCIÓN 2001 - II

LIMA-PERÚ

2013

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Aldo y Rosa por la educación y el apoyo que me brindaron en el logro de mis objetivos personales y profesionales y en especial a mi esposa Luisa por su colaboración durante la elaboración de este informe.

INDICE

PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	03
1.1 Antecedentes	03
1.2 Objetivos	04
1.2.1 Objetivo general	04
1.2.2 Objetivo específico	04
1.3 Justificación	04
1.4 Importancia	05
1.5 Alcances	06
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	07
2.1 Generador Fotovoltaico	07
2.1.1 Radiación solar	07
2.1.1.1 Datos numéricos	07
2.1.1.2 El clima	09
2.1.1.3 Energía incidente y energía aprovechable	10
2.1.2 Conversión Eléctrica	12
2.1.2.1 Efecto fotovoltaico	13
2.1.2.2 La celda fotoeléctrica	15
2.1.3 Módulo solar	16
2.1.3.1 Características eléctricas	17
2.1.3.2 Potencia del módulo solar	18
2.1.3.3 Curvas características	19
2.1.3.4 Agrupamiento y conexión de módulos	25
2.1.4 Mecanismos de seguimiento solar.	26

2.1.5	Aplicaciones de la energía solar	29
2.1.5.1	Aplicaciones autónomas	29
2.1.5.2	Aplicaciones conectadas a la red	29
2.2	Sistemas de Bombeo Fotovoltaico	31
2.2.1	Cálculo de la carga dinámica total	32
2.2.1.1	Carga estática	32
2.2.1.2	Carga dinámica	33
2.2.2	Equipo de bombeo fotovoltaico	34
2.2.2.1	Bomba de agua	35
2.2.2.2	Controlador	38
2.2.2.3	Módulos fotovoltaicos	38
2.2.3	Ventajas y desventajas	39
2.2.4	Aplicaciones	40
CAPÍTULO III: DISEÑO CONCEPTUAL		41
3.1	Principio de Funcionamiento	41
3.2.	Sub-Sistema de Transporte Hidráulico	42
3.2.1	Demanda del agua diaria	42
3.2.2.	Caudal	42
3.2.3	Tuberías	42
3.2.3.1	Materiales	42
3.2.3.2	Diámetro	43
3.2.3.3	Pérdidas hidráulicas	44
3.2.4	Carga dinámica total	45
3.2.5	Trazado	45
3.3.	Sub-Sistema de Equipo de Bombeo	46
3.3.1.	Tipo de Bomba	46
3.3.2	Caudal	46
3.3.3	Inversor	46
3.3.4	Consideraciones por la altitud de instalación	47
3.4	Sub-Sistema de Generación Eléctrica	47

3.4.1	Potencia requerida	47
3.4.2	Dimensionado	48
3.4.3	Orientación	48
3.5.	Sub-Sistema de Equipos e Instalaciones Auxiliares	48
3.5.1	Equipos de energía auxiliar	48
3.5.2	Equipos de control e instrumentación	49
3.5.3	Cableado	49
3.5.4	Estructura soporte	50
3.6	Sub-Sistema de Infraestructura	51
3.6.1	Almacenamiento de energía	51
3.6.2	Cámaras de vigilancia	52
3.6.3	Iluminación	52

CAPÍTULO IV: DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

4.1.	Disponibilidad del Recurso Solar	53
4.1.1	Ubicación	53
4.1.2	Irradiación	54
4.2.	Demanda de Agua	55
4.3.	Sub-Sistema de Transporte Hidráulico	56
4.3.1	Caudal	56
4.3.2	Análisis técnico – económico para determinar el diámetro de la tubería	57
4.3.3	Resultado de cálculos para las tuberías	57
4.4.	Sub-Sistema de Equipo de Bombeo	60
4.4.1	Selección de la Bomba	60
4.4.2	Selección del inversor DC/AC	62
4.5.	Sub-Sistema de Generación Eléctrica	63
4.5.1	Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico	63
4.5.1.1	Energía del generador fotovoltaico	63
4.5.1.2	Voltaje nominal del sistema	63
4.5.1.3	Corriente nominal del sistema	63

4.5.1.4	Módulos en paralelo	64
4.5.1.5	Módulos en serie	64
4.5.1.6	Potencia del generador fotovoltaico	64
4.5.2	Arreglo de los paneles solares	65
4.6.	Sub-Sistema de Equipos e Instalaciones Auxiliares	66
4.6.1	Energía de respaldo de control y fuerza	66
4.6.2	Cableado	67
4.6.2.1	Cables para corriente continua	67
4.6.2.2	Cable para el conexionado entre los módulos solares de un panel solar	67
4.6.2.3	Cable para el conexionado entre los paneles solares y tablero de distribución.	68
4.6.2.4	Cable para el conexionado entre los paneles solares y el inversor.	68
4.6.2.5	Cable para las bombas	68
4.7	Soporte de los Paneles Fotovoltaicos	70
CAPÍTULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		72
5.1	Generador Fotovoltaico	72
5.1.1	Módulo Solar	72
5.1.2	Soporte del panel solar	73
5.2	Bomba de Agua	74
5.3	Tablero de Control y Fuerza - Inversor Dc/Ac	75
5.4	Equipos Auxiliares	76
5.4.1	Cables para el generador fotovoltaico	76
5.4.2	Cable submarino para alimentación de bombas sumergibles	76
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA		77
6.1	Estimación del Costo del Sistema	77
6.2	Comparación de Bombeo Diesely Solar	79
CONCLUSIONES		80
RECOMENDACIONES		81

BIBLIOGRAFÍA

82

APÉNDICE

84

Índice de tablas

Tablas 2.1	Diferencias entre los paneles según la tecnología de fabricación.	17
Tabla 2.2	Ventajas y desventajas del bombeo solar.	39
Tabla 3.1	Velocidad de aspiración / impulsión en función del diámetro de la tubería. Fuente: Editorial Paraninfo, Bombas Centrífugas, Enrique Carnicer y Concepción Mainar Hasta, Segunda Edición 2001.	44
Tabla 4.1	Irradiación en la zona del proyecto.	55
Tabla 4.2	Cálculo del mes crítico.	56
Tabla 4.3	Dimensiones de tuberías de acero y velocidades de flujo.	57
Tabla 4.4	Dimensiones de tuberías de polietileno y velocidades de flujo.	58
Tabla 4.5	Resultado de pérdidas y presión de trabajo para cada alternativa.	58
Tabla 4.6	Costo para el caso de las tuberías de Acero.	59
Tabla 4.7	Costo para el caso de las tuberías de polietileno.	59
Tabla 4.8	Valores típicos para la intensidad máxima en los cables sumergibles. GRUNDFOS Manual de Ingeniería SP.	70

Índice de figuras

Figura 2.1	Mapa de energía solar incidente diaria promedio anual (1975-1990) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.	11
Figura 2.2	Esquema de la constitución de una central térmica solar de torre central.	13
Figura 2.3	(a) Sistema conectado a la red y (b) instalación fotovoltaica autónoma	13
Figura 2.4	Estructura de la celda solar.	15
Figura 2.5	Placa de datos de un panel solar y sus principales características.	16
Figura 2.6	Asociación de módulos solares. Si necesitamos aumentar la tensión, los uniremos en serie; si lo que queremos es aumentar la corriente haremos la asociación en paralelo.	19
Figura 2.7	Curva de potencia para un nivel de irradiación.	20
Figura 2.8	Curvas i-V para diferentes modelos de paneles, obtenidas a 25°C y con una potencia solar de 1000 W/m ² (Cortesía de ARCO Solar, Inc.).	21
Figura 2.9	Efecto de la variación de la potencia solar, medida en milivatios por cm ² (manteniendo constante la temperatura), sobre la curva i-V. Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR.	22
Figura 2.10	Efecto de la variación de la temperatura (manteniendo constante la intensidad radiante), sobre la curva i-V.	23

Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR

- Figura 2.11 Variaciones de VOC (ordenada izquierda) y de ISC (ordenada derecha) en función de la irradiancia incidente. Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR. 24
- Figura 2.12 Gráfico que muestra la variación relativa según la temperatura del módulo. Obsérvese que el efecto de la temperatura es muy pequeño para i , pero bastante acentuado para V y P . Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR. 25
- Figura 2.13 Conexión de 4 paneles en paralelo. Tensión de salida: 12 V. 26
- Figura 2.14 Comparación de la energía recogida en cinco instalaciones en el mismo lugar (una zona de clima poco nuboso y latitud 40°) con superficie de paneles idéntica pero con diferentes sistema 1) Estructura fija, con un ángulo igual a la latitud. 2) Con seguimiento “total” (dos ejes). 3) Paneles rotando alrededor de un eje horizontal N-S. 4) Paneles rotando alrededor de un eje inclinado con un ángulo igual a la latitud (eje polar). 5) Estructura semifija, cambiando manualmente la inclinación dos veces al año (primavera-verano: $L-15^\circ$; otoño-invierno: $L+15^\circ$). Obsérvese las apreciables diferencias de la energía recolectada por cada uno de los sistemas. Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR. 28
- Figura 2.15 Sistema para seguimiento solar de un solo eje, utilizado para hacer girar una larga hilera de paneles. Fuente: Grupo Clavijo, España. 28
- Figura 2.16 Granja solar ubicada en Granada, España, tiene una Potencia eléctrica de 19,9 MW y una producción neta esperada de 110 GWh/año contando con 185 hectáreas de terreno. 30

Figura 2.17	Ejemplo de edificio fotovoltaico. La fachada está formada por paneles solares.	31
Figura 2.18	Esquema típico de una bomba sumergible, con descarga libre a un tanque elevado.	33
Figura 2.19	Esquema de un sistema de bombeo solar.	34
Figura 2.20	Bomba centrífuga superficial. Fuente: Manual de SolarRam.	35
Figura 2.21	Ejemplos de posibles configuraciones de sistemas de bombeo. Modificado de FRAENKEL, P. Water-Pumping Devices: A Handbook for Users and Choosers.	36
Figura 2.22	Vista interna de una bomba sumergible. La bomba consta de una entrada (1), un número de etapas de bomba (2) y una salida de la bomba (3). Cada etapa de la bomba crea una diferencia de presión y, cuanto más presión se requiera, más etapas deberán incluirse. Cada etapa de la bomba incluye un impulsor (4), los álabes del impulsor transfieren energía al agua en términos de incremento de velocidad y presión. Cada impulsor está fijo al eje de la bomba (5) mediante una conexión acanalada o una conexión de cono dividido. Fuente: Manual de Grundfos.	37
Figura 2.23	Controlador típico de un sistema fotovoltaico de bombeo. Manual OPTI-Solar.	38
Figura 3.1	Principio de funcionamiento.	41
Figura 4.1	Área del sitio del sitio de bombeo. Laguna Leoncocha, Pasco.	54
Figura 4.2	Perfil del terreno que sigue el trazo de la tubería, desde la Laguna Leoncocha, progresiva 000 hasta el reservorio, progresiva 480. Fuente propia, levantamiento topográfico, año 2013.	60
Figura 4.3	Curva Altura vs Capacidad de bombeo diario. Fuente: Solartech.	61

Figura 4.4	Arreglo solar formado por 16 módulos solares, cuatro filas y cuatro módulos por fila en posición horizontal.	65
Figura 4.5	Arreglo del generador fotovoltaico. El proyecto usará dos generadores fotovoltaicos de 54,72 kW, uno para cada bomba.	66
Figura 4.6	Vista lateral de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos.	71
Figura 6.1	Comparación de sistemas de bombeo solar y diésel. Cortesía de Shenzhen Solartech Renewable Energy Co.Ltd.	79

PRÓLOGO

Hay mucho que se puede decir a favor de la energía solar, la hay en abundancia, está disponible para todos, no contamina el ambiente y es gratis, lo único que cuesta es captarla.

El Perú se encuentra situado en una ubicación que le permite tener una radiación directa del sol la mayor parte del año y esta cantidad de energía puede aprovecharse directamente o bien ser convertida en otras formas útiles como por ejemplo, en electricidad y calor.

En lo que respecta a este informe, lo que se pretende es desarrollar el diseño de una instalación de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica y realizar las especificaciones técnicas para que sirva de guía para la adquisición de los equipos.

En el informe se expone el caso particular del sistema de generación fotovoltaica para el bombeo de 500 m³ de agua diarios para un proyecto de irrigación de pastizales en la región Pasco.

El informe se ha dividido en seis capítulos, los cuales en resumen, tratan lo siguiente:

En el capítulo I, Introducción, se citan los objetivos, los antecedentes, la justificación y los alcances del presente trabajo.

En el capítulo II, Fundamento teórico, se expone una base general de la teoría de los generadores fotovoltaicos y sistemas de bombeo fotovoltaico.

En el capítulo III, Diseño conceptual, se describe el principio de funcionamiento del sistema de bombeo y los sub-sistemas que lo conforman.

En el capítulo IV, Dimensionamiento del sistema de bombeo solar, se realizan los cálculos en base a los datos del proyecto y del diseño conceptual, determinándose los equipos principales y auxiliares del sistema.

En el capítulo V, Especificaciones técnicas, se especifican las características técnicas de los equipos principales que conformarán las instalaciones.

En el capítulo VI, Evaluación económica, se realiza la estimación del costo del sistema.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Es de esperar que la demanda de la energía se incremente año tras año, en particular por las características finitas de algunas fuentes de energía. Además las tarifas eléctricas por una parte y por otra la grave situación de contaminación generada por las fuentes energéticas tradicionales, han dado paso a un interés mayor en energía renovables y tecnologías limpias que entreguen tanto beneficios económicos como medioambientales.

En este ámbito, el uso de sistemas de bombeo de agua activados con energía solar fotovoltaica se presenta como una real alternativa para disminuir los costos asociados consumo energético al utilizar directamente la energía solar para este efecto, a continuación algunos ejemplos:

En el año 1996 un proyecto de bombeo de agua con electrificación fotovoltaica se ejecutó en la comunidad insular de Taquile en el Lago Titicaca. Fuente: Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica, por Salazar Tatute, Ivo René, año 2000.

En Enero del 2010 se implementó una mejora al sistema de control del proyecto piloto de riego solar-eólico en una zona rural del departamento de Ancash. El objeto de este proyecto es proveer a pequeños agricultores un método de riego de bajo costos que promueva el uso sostenible de agua y energía mediante el uso de bombas de diafragma alimentado con energía

renovables. Fuente: IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar y XVII Simposio Peruano de Energía Solar, Cusco, Nov.2010

En el mes de Junio 2012, se inauguraron 4 pozos con bombeo solar en La Matanza, Piura, facilitándoles el acceso al agua para el consumo humano y animal a los caseríos de Hispón, Ternique, Colpas. Fuente: Fundación Energía sin Fronteras www.energiasinfronteras.org

Considerando que en el departamento de Pasco el período solar es de aproximadamente 12 horas diarias durante todo el año, con una incidencia solar promedio entre 5.5 – 5.6 kWh/m² (Atlas de Energía Solar del Perú) se concluye que es factible beneficiarse de la tecnología fotovoltaica en esta región.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Diseñar de un sistema de bombeo de agua que aislado de la red eléctrica, permita el uso de energía solar fotovoltaica.

1.2.2 Objetivo específico

1. Describir el sistema solar adoptado.
2. Determinar el equipamiento para la ejecución del proyecto.
3. Calcular el costo del proyecto.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el año 2012 se identificó la necesidad de instalar un sistema de riego tecnificado en las localidades de Cachipampa del distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel A. Carrión, Región Pasco aprovechando los recursos hídricos provenientes de la laguna Leoncocha.

El proyecto implicaba la acumulación de 500 m³ de agua diarios a una cota superior de la laguna con la finalidad de abastecer toda al área establecida. Sin embargo el problema es que la zona es muy remota y no existe electrificación.

Para solucionar este problema se ha diseñado un sistema de generación fotovoltaica que proporcione la energía requerida para el bombeo de agua desde la laguna hacia el reservorio.

1.4 IMPORTANCIA

El sistema de bombeo de agua forma parte de un proyecto de fortalecimiento de las capacidades comunales en la crianza de animales en la Comunidad Campesina de Cachipampa, Distrito, Pasco. El objetivo principal del proyecto es aumentar los niveles de producción y productividad agropecuaria en la crianza de alpacas y ovinos y manejo de pastizales en la comunidad campesina.

El número de beneficiarios de la comunidad asciende a 800 familias.

El problema de los bajos niveles de producción y productividad agropecuaria de las familias de la comunidad, es debido principalmente al inadecuado manejo tecnológico en las actividades pecuarias y la existencia de las condiciones naturales inadecuadas, lo que no permite asegurar la suficiente disponibilidad de pastizales como alimento.

El 90 a 95 % de la población se encuentra afectada por esta situación negativa, esperando que se ejecute el proyecto para poder cubrir en parte las necesidades planteadas.

Con el incremento de la producción y productividad, las familias campesinas de esta comunidad, mejorarán sus ingresos económicos por la venta de sus productos contribuyendo a mejorar su nivel socioeconómico.

Los beneficiarios directos serán partícipes de la ejecución del proyecto, comprometiéndose a participar con un 25 % del total de la inversión en mano de obra no calificada y traslado de materiales, además, de gestionar la operación y mantenimiento del proyecto en su viuda útil con una importante compañía minera.

1.5 ALCANCES

1. Diseño de una estación de bombeo de agua con energía solar desde la captación de agua hasta la llegada al reservorio de almacenamiento.
2. Selección del equipamiento de los siguientes sub sistemas:
 - Sub-sistema de generación eléctrica
 - Sub-sistema de bombeo
 - Sub-sistema de transporte hidráulico
 - Sub-sistema de equipos e instalaciones auxiliares
 - Sub-sistema de infraestructura
3. Determinar las Especificaciones técnicas
4. Realizar el presupuesto de la adquisición

El informe no incluye:

1. Estudio de impacto ambiental.
2. Obras civiles.
3. Cálculo del volumen de agua requerido para la irrigación.
4. Especificaciones técnicas del montaje.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

2.1.1 Radiación solar

En siglos recientes, astrónomos que examinaron los cielos con los primeros telescopios notaron ciertas formaciones borrosas, nebulosas. Supusieron que estas eran nubes cercanas compuestas de gases. Pero en los años veinte del siglo XX a medida que se empezaron a usar telescopios más poderosos, se descubrió que estos “gases” eran algo mucho más inmenso y significativo: galaxias.

Una galaxia es una gran agrupación de estrellas, gases y materia en otras formas que giran alrededor de un núcleo central. Se ha llamado a las galaxias universos islas, porque cada una de ellas es en sí misma como un universo. Por ejemplo, considere la galaxia en que vivimos, llamada la Vía Láctea. Nuestro sistema solar —es decir, el Sol y la Tierra y otros planetas con sus lunas— es parte de esta galaxia. Pero es solamente una parte pequeñísima, ¡pues nuestra galaxia, la Vía Láctea, contiene más de 100.000 millones de estrellas!

2.1.1.1 Datos numéricos

Entre las muchas condiciones precisas que son vitales para la vida en la Tierra está la de la cantidad de luz y calor que se recibe del Sol. La Tierra recibe solamente una fracción pequeñísima de la energía del Sol. Sin embargo, es precisamente la cantidad apropiada que se requiere para sustentar la vida. Esto se debe a que la Tierra se halla a precisamente la distancia apropiada del

Sol, una distancia media de 149.600.000 kilómetros. Si la Tierra se hallara mucho más cerca o mucho más lejos del Sol, las temperaturas serían demasiado calientes o demasiado frías para la vida.

La radiación que emite el Sol tarda algo más de 8 minutos en alcanzar nuestro planeta, a razón de 300 000 km/s. El Sol no es más que una estrella de tamaño mediano; su masa, sin embargo, es 330.000 veces mayor que la de la Tierra.

La energía del Sol procede de su núcleo, un reactor nuclear que comprime los átomos unos contra otros y desprende las inmensas fuerzas resultantes. Debido al gran tamaño del Sol y a la densidad de su núcleo, la energía que se genera en su interior tarda millones de años en salir a la superficie. A la Tierra apenas llega alrededor de una mil millonésima parte de su energía, pero esa mínima fracción es suficiente para sustentar la vida en nuestro planeta. El problema no es la cantidad total de energía disponible, sino las dificultades para su aprovechamiento, dado que ésta se extiende, por toda la superficie de la tierra y los océanos. La potencia de la radiación varía según el momento del día; las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de radiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia. La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones.

La irradiancia directa normal (o perpendicular a los rayos solares) fuera de la atmósfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor medio de 1366 W/m^2 (que corresponde a un valor máximo en el perihelio de 1395 W/m^2 y un valor mínimo en el afelio de 1308 W/m^2).

La temperatura de la fotosfera (casi toda la luz solar es emitida desde esta aparente superficie del Sol) es de 6000 °C. Este dato es importante porque las características de la radiación que emite un cuerpo son función de la temperatura de la superficie del mismo. Esta temperatura es superior a la temperatura normalmente alcanzable en los procesos industriales habituales que el hombre puede producir artificialmente. De ahí que las características de la radiación solar sean sensiblemente diferentes de las de otras fuentes de radiación artificiales.

La radiación solar está formada por una mezcla de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias, algunas de ellas (aquéllas cuya “longitud de onda” está comprendida entre 0,4 y 0,7 μm) pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. Otras, aunque no son visibles, hacen notar igualmente sus efectos, al ceder a los cuerpos la energía que transportan.

2.1.1.2 El clima

Otro factor que determina la menor o mayor cantidad de energía que llega a la superficie es el grado de nubosidad de la zona. Las nubes absorben la mayoría de la energía solar, reflejándola por su parte superior y devolviéndola al espacio. En un típico día cubierto la energía que logra atravesar la capa de nubes es solamente una fracción de la que llegaría a la superficie si el cielo estuviese despejado.

Además no olvidemos que los paneles solares se colocarán a la intemperie, por lo tanto, tendrán que soportar una gran variedad de condiciones climáticas. Viento, granizo, nieve y lluvia - todo esto afecta a la calidad de los paneles solares en el tiempo.

Por otro lado, las zonas donde las tormentas de polvo son frecuentes, la instalación de paneles solares no se recomienda. El polvo reducirá la capacidad de absorción de los módulos fotovoltaicos del panel.

Las condiciones climáticas de una región determinada son pues un factor importante a la hora de evaluar las posibilidades prácticas de una instalación solar. Si el clima no es el adecuado, las posibilidades de conseguir rentabilizar el sistema serán escasas.

2.1.1.3 Energía incidente y energía aprovechable

Tanto la radiación directa como la difusa son útiles para producir energía. Sin embargo, no toda la energía radiante que llega hasta nosotros es susceptible de ser aprovechada ya que, como ocurre con muchos aparatos que necesitan para comenzar a funcionar un estímulo superior a un determinado valor, los dispositivos de captación solares funcionan únicamente a partir de un valor mínimo de radiación. Toda energía que incida bajo un cierto valor mínimo será inútil a efectos de aprovechamiento práctico, ya que los sensores encargados de poner en marcha el sistema solar no detectarán un valor suficiente para lograr hacer trabajar al sistema con la mínima eficiencia requerida.

Por ejemplo, durante los primeros momentos de la mañana o los últimos de la tarde, la energía incidente es muy baja, no alcanzándose el valor umbral mínimo para poder ser aprovechada por un fluido térmico, a través de un absorbedor solar. Lo mismo ocurre en momentos de elevada nubosidad: algo de energía siempre llega al suelo (por eso, aunque el día esté muy nublado podemos ver en las calles sin recurrir al alumbrado artificial), pero con una intensidad insuficiente para, con la actual tecnología, ser capaz de aportar energía útil. Por ejemplo, aunque teóricamente una intensidad de radiación de 100 W/m^2 incidiendo durante 6 horas aportaría la misma cantidad de energía que una intensidad de 600 W/m^2 durante una hora, en realidad en el primer caso la energía neta aprovechable por un colector térmico sería nula.

El conocimiento cuantitativo de la fracción difusa de la radiación solar global, en una localidad en particular puede ser importante en el diseño de sistemas solares.

El tipo de valores de radiación necesarios para el dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo depende de la exactitud con que sea necesario realizar el mismo, es decir, de la aplicación de que se trate. Así habrá sistemas que puedan dimensionarse con valores medios mensuales de radiación global, mientras que en otros será necesario utilizar series de datos horarios de varios de años.

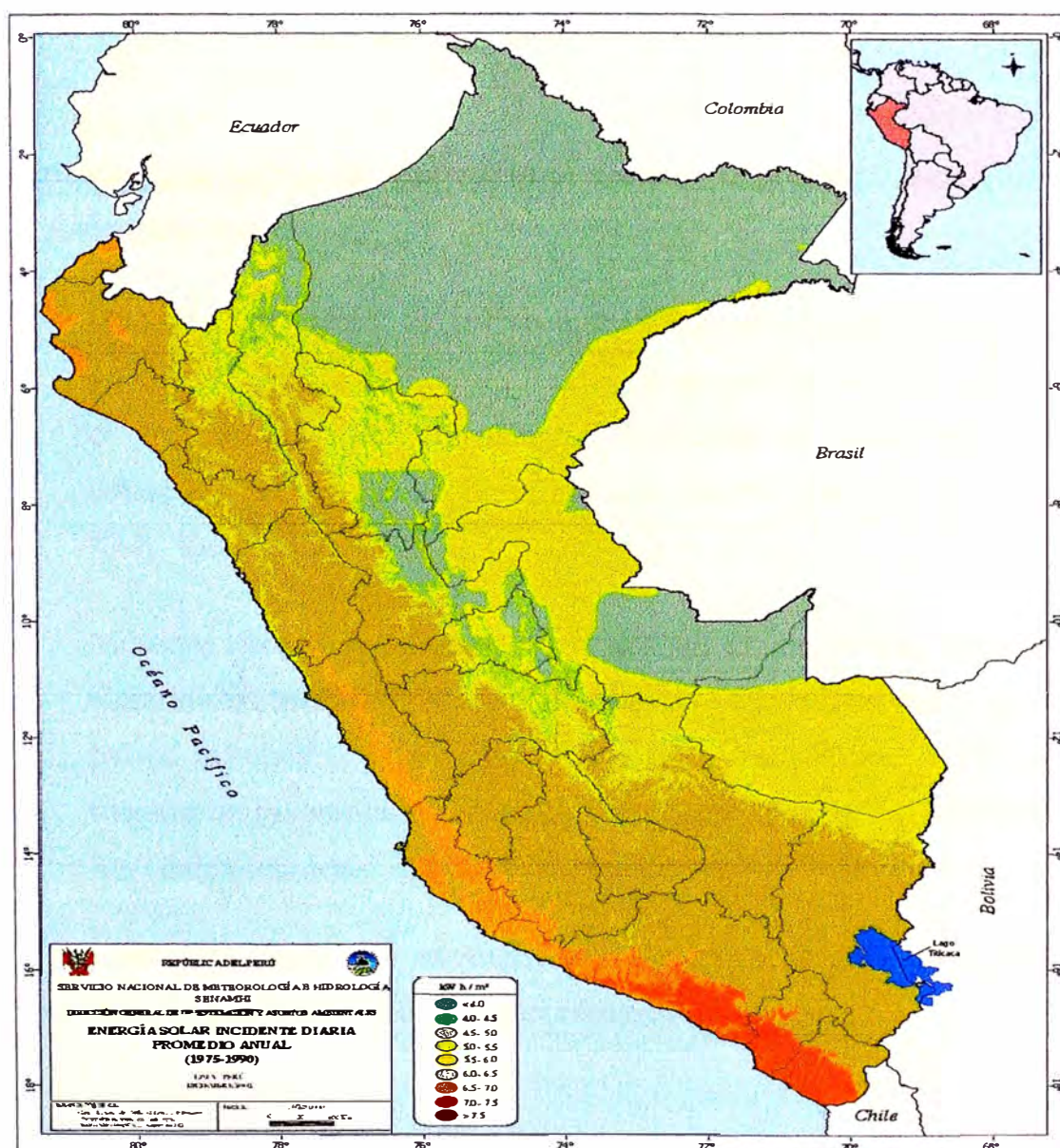


Figura 2.1 Mapa de energía solar incidente diaria promedio anual (1975-1990) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

2.1.2 Conversión eléctrica

La electricidad es una de las formas de energía más versátiles y que mejor se adapta a cada necesidad. Su utilización está tan extendida que hoy difícilmente podría concebirse una sociedad tecnológicamente avanzada que no hiciese uso de ella. Miles de diferentes aparatos están diseñados para funcionar alimentados con energía eléctrica, bien en forma de corriente continua de pequeña tensión o de corriente alterna, a tensiones mayores. Por todo ello, resulta muy interesante la posibilidad de producir electricidad mediante una fuente energética segura y no contaminante, como es la energía solar.

Varias son las formas de aprovechar el sol para la producción de electricidad; se distinguen entre:

- Métodos indirectos: el sol se aprovecha para calentar un fluido (que puede ser agua, sodio, sales fundidas, etc.) y convertirlo en vapor, con el fin de producir electricidad mediante un ciclo termodinámico convencional, como se haría en una central térmica de combustible fósil. Vea la figura 2.2
- Métodos directos: en ellos la luz del sol es convertida directamente a electricidad mediante el uso de las células solares, es decir no requieren partes móviles y están basados en las interacciones físicas entre los fotones de la radiación incidente y los electrones de los materiales sobre los cuales inciden.

En este informe trataremos exclusivamente sobre la energía solar fotovoltaica por el tipo de aplicación práctica que estamos desarrollando.

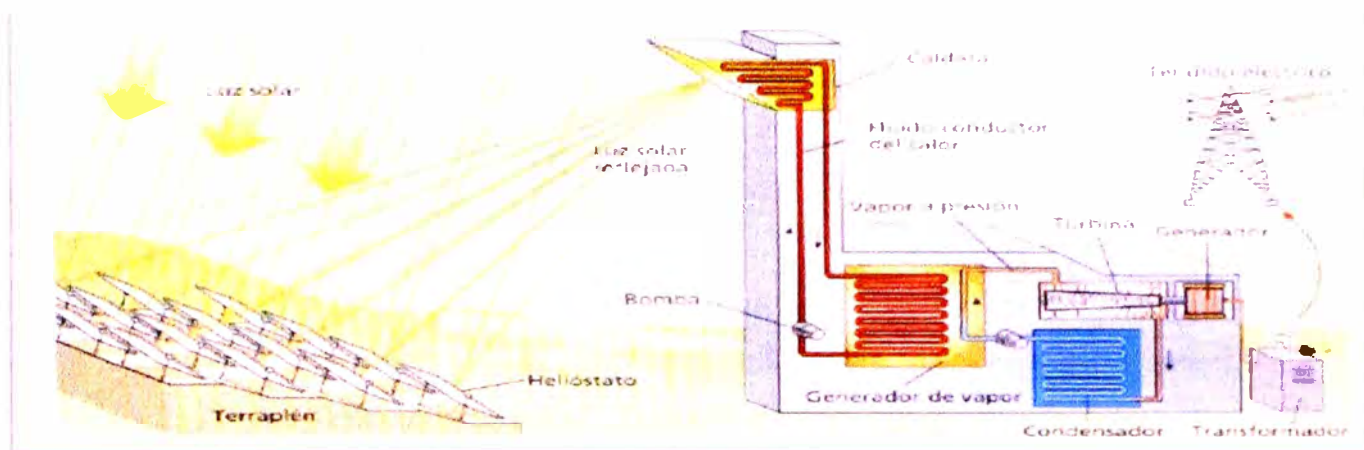


Figura 2.2 Esquema de la constitución de una central térmica solar de torre central.

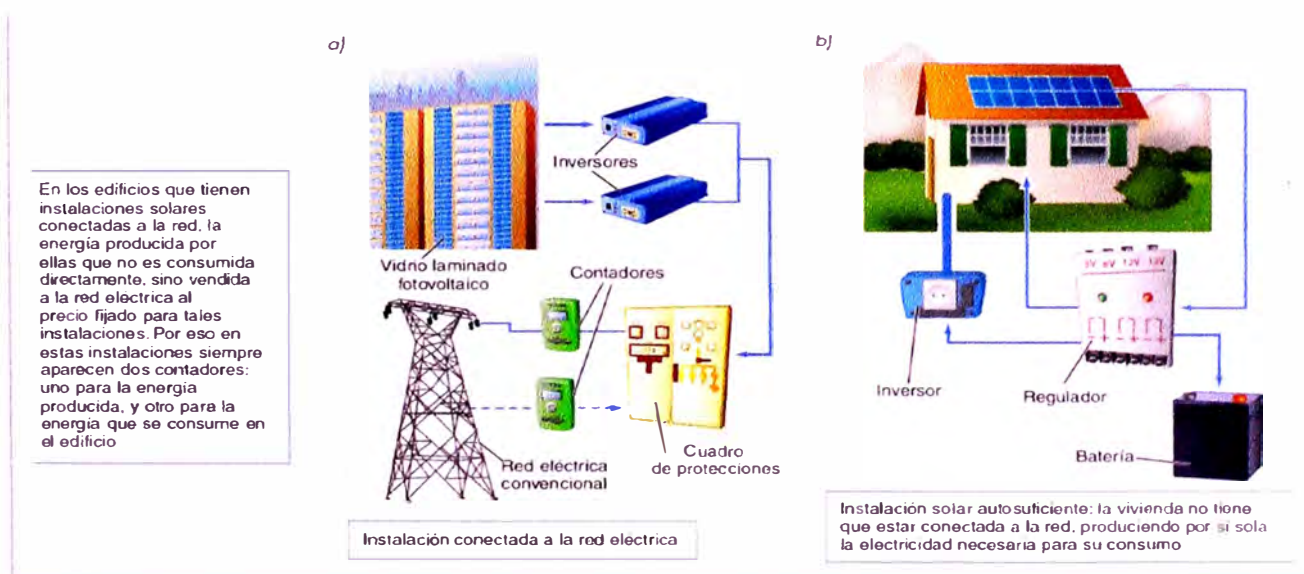


Figura 2.3 (a) Sistema conectado a la red y (b) instalación fotovoltaica autónoma.

2.1.2.1 Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico consiste en esencia, en la conversión de la energía que transportan los fotones de luz, cuando inciden sobre materiales semiconductores convenientemente tratados en energía eléctrica capaz de impulsar los electrones despedidos a través de un circuito exterior realizando un trabajo útil.

Un especial tratamiento del material semiconductor es necesario porque, en principio la energía originalmente cedida por el fotón a los electrones de dicho material está destinada a convertirse en calor inútil tras unos cuantos choques del electrón en su movimiento a través de la red atómica.

La clave para producir una corriente eléctrica útil está en lograr extraer los electrones liberados fuera del material antes de que éstos vuelvan a recombinarse con los “huecos” (lugares vacíos que dejan los electrones). Una forma de lograr eso es introducir (dopar) en el material semiconductor elementos químicos que contribuyan a producir un exceso de electrones y de huecos. Dichos elementos que alteran significativamente las propiedades intrínsecas de los semiconductores, se denominan dopantes y el proceso de su incorporación al semiconductor se llama dopado.

No todos los fotones se comportan del mismo modo en la producción de electricidad por efecto fotovoltaico. Unas frecuencias son más apropiadas que otras para producir dicho efecto, según los tipos de materiales semiconductores utilizados.

En una típica célula de silicio monocristalino dicha eficiencia de conversión sólo es significativa para longitudes de onda comprendidas entre 350 y 1100 nanómetros, con un máximo alrededor de 800 nanómetros, mientras que para el silicio amorfo el intervalo va desde los 250 hasta los 800 nanómetros, con un máximo alrededor de los 520 nanómetros. Otros materiales tienen una respuesta espectral diferente.

Como la luz solar que llega hasta nosotros está formada por una mezcla de fotones de frecuencias diferentes dentro de un amplio rango, la eficiencia global de conversión será la conjunción de la respuesta espectral para cada frecuencia.

2.1.2.2 La celda fotoeléctrica

Una célula o celda fotoeléctrica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico. Está formada por material semiconductor capaz de producir, mediante una unión P-N, una barrera de potencial que haga posible el efecto fotovoltaico. El tamaño de cada celda, que depende fundamentalmente del proceso de fabricación, varía normalmente desde unos pocos centímetros cuadrados hasta 100 cm² o más, y su forma es circular, cuadrada o derivada de estas dos geometrías.

Una celda solar se comporta como un diodo: La parte expuesta a la radiación solar es la N, y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. los terminales de conexión de la celda se hallan sobre cada una de estas partes del diodo la cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizada por completo (no tiene que recibir luz), mientras que en la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor. Figura 2.4.

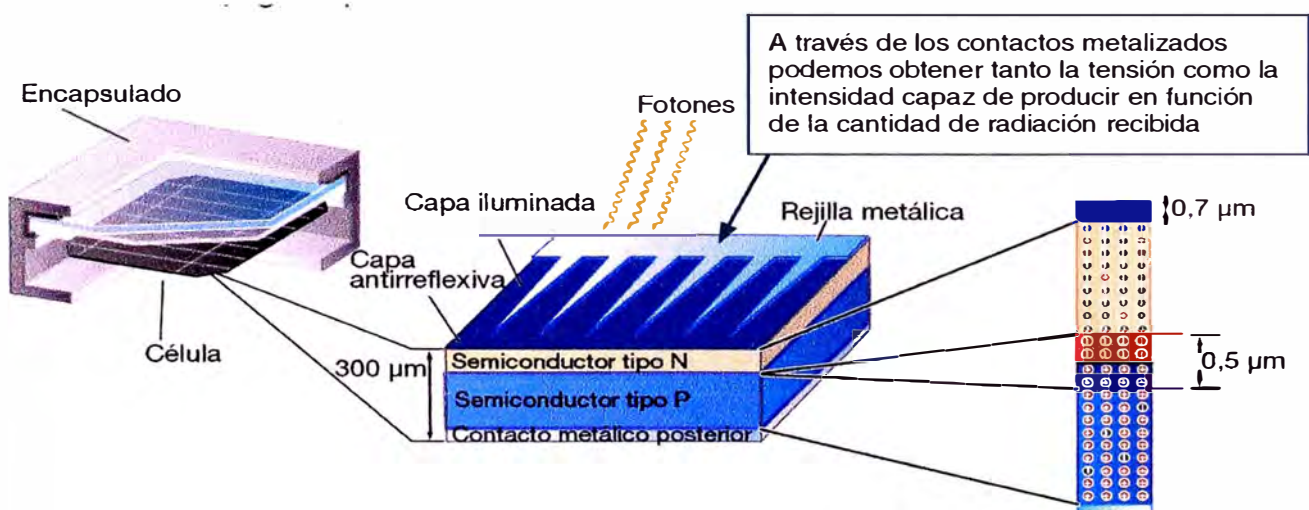


Figura 2.4 Estructura de la celda solar.

Las celdas se interconectan en serie, a fin de lograr una diferencia de potencial en el circuito exterior adecuada a la demanda requerida.

2.1.3 Módulo solar

Una celda solamente es capaz de proporcionar una tensión de algunas décimas de voltio y una potencia máxima de unos cuantos vatios. Es preciso conectar entre sí en serie un determinado número de celdas para producir tensiones de 6, 12, 24 o 35 voltios, aceptadas en la mayor parte de las aplicaciones. Al conjunto así formado, convenientemente ensamblado y protegido contra los agentes externos (las celdas son muy delicadas), se le denomina módulo fotovoltaico.

ZYTECH [®] SOLAR		www.zytesch.es
Model	ZT85S	
Maximum Power (Pm)	85 W	
Power tolerance	±3%	
Open-circuit voltage (Voc)	22.21V	
Short-circuit current (Isc)	5.06 A	
Voltage at Pmax (Vmp)	18.50 V	
Current at Pmax (Imp)	4.59 A	
Weight	7 Kg	
Module dimension	1201x545x 35mm	
Fuse rating	15A	
Maximum system voltage	1000 V	
Temp coefficient of Voc	-(70±5)mV/°C	
Temp coefficient of Isc	+(0.04±0.02)%/°C	
Temp coefficient of Power	-(0.38±0.05)%/°C	
All technical data at Standard test condition Am=1.5 E=1000W/m² Tc=25°C		
		IEC 61215 IEC 61730


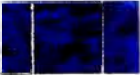
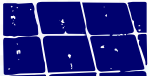
Figura 2.5 Placa de datos de un panel solar. Se destacan sus principales características.

Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las celdas y son fundamentalmente:

- Silicio cristalino (monocristalino y multicristalino).
- Silicio amorfo

En la tabla 2.1 podemos observar las diferencias que existen entre ellos.

Tablas 2.1 Diferencias entre los paneles según la tecnología de fabricación.

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	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 monocrystalino, 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.

2.1.3.1 Características eléctricas

La respuesta de un panel frente a la radiación solar vendrá determinada por la de las celdas que la forman, pudiendo ser descrita mediante varios parámetros, los cuales definiremos a continuación:

Voltaje de circuito abierto (V_{OC}): la máxima tensión que se obtiene en los extremos del módulo fotovoltaico, que se da cuando no está conectada a ninguna carga. Es una característica del material con el que está construida la celda.

Corriente de cortocircuito (I_{SC}): máximo valor de corriente que puede circular por la celda solar. Se da cuando sus terminales están cortocircuitados.

Corriente (i) a un determinado voltaje (V): las dos definiciones anteriores corresponden a casos extremos. En la práctica, lo usual es que un módulo produzca una determinada corriente eléctrica que fluye a través del circuito externo que une los bornes del mismo y que presenta una determinada carga, esto definirá las características eléctricas del circuito (intensidad i y voltaje V).

Potencia máxima (W_M): cuando el módulo fotovoltaico es conectado a una carga, los valores de tensión e intensidad varían. Existirán dos de ellos para los cuales la potencia entregada sea máxima. V_m (tensión máxima) e I_m

(intensidad máxima), que siempre serán menores que V_{OC} e I_{SC} . En función de estos valores, la potencia máxima que puede entregar el módulo solar será:

$$W_m = V_m \times I_m$$

Factor de forma (FF): la definición anterior nos permite definir un parámetro que recibe el nombre de factor de forma y que se calcula mediante la fórmula:

$$FF = \frac{V_m \times I_m}{V_{OC} \times I_{SC}}$$

Así pues, el factor de forma es el cociente entre la máxima potencia que puede entregar la celda a la carga y el producto de la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito. En las celdas solares más habituales, los valores típicos de FF son 0,7 o 0,8.

2.1.3.2 Potencia del módulo solar

La potencia que proporciona una celda de tamaño estándar (156 x 156mm) es muy pequeña (alrededor de 3 o 4 W), por lo que generalmente será necesario tener que asociar varias de ellas con el fin de proporcionar la potencia necesaria al sistema fotovoltaico de la instalación. Es de este hecho de donde surge el concepto de panel solar o módulo fotovoltaico, cuyos elementos y características acabamos de ver.

Según la conexión eléctrica que hagamos de los módulos, nos podemos encontrar con diferentes posibilidades:

- La **conexión en serie** de los módulos permitirá aumentar la tensión final en los extremos del módulo equivalente.
- La **conexión en paralelo** permitirá aumentar la intensidad total del conjunto.

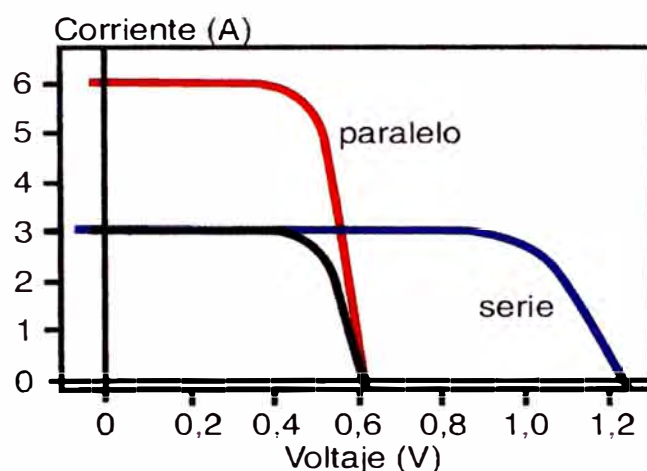


Figura 2.6 Asociación de módulos solares. Si necesitamos aumentar la tensión, los uniremos den serie; si lo que queremos es aumentar la corriente haremos la asociación en paralelo.

2.1.3.3 Curvas características

A la hora de trabajar los módulos solares nos interesa saber qué datos nos proporciona el fabricante, con el fin de utilizarlos correctamente. En los catálogos aparecen todos aquellos parámetros que nos son de utilidad a la hora de realizar el diseño de la instalación.

Entre toda la información que proporciona el fabricante, vamos a ir viendo cual puede ser de mayor relevancia, desde el punto de vista práctico, a la hora de elegir un panel solar.

No obstante, hay que tener cuidado, ya que los valores proporcionados por el fabricante son obtenidos siempre en unas determinadas condiciones de irradiación solar y temperatura ambiente. En la práctica siempre existirá una pequeña desviación sobre los valores teóricos cuando el panel esté colocado en la instalación.

En la figura siguiente observamos la curva de potencia (en rojo), esta se obtiene multiplicando los valores de tensión e intensidad dados por la gráfica I-V (en azul). Los valores de esta gráfica se leen en el eje de la derecha, que

está calibrado en vatios (W). Así, si trazamos una línea desde el pico de la gráfica hasta el eje, vemos que obtenemos un valor aproximado de 240 W.

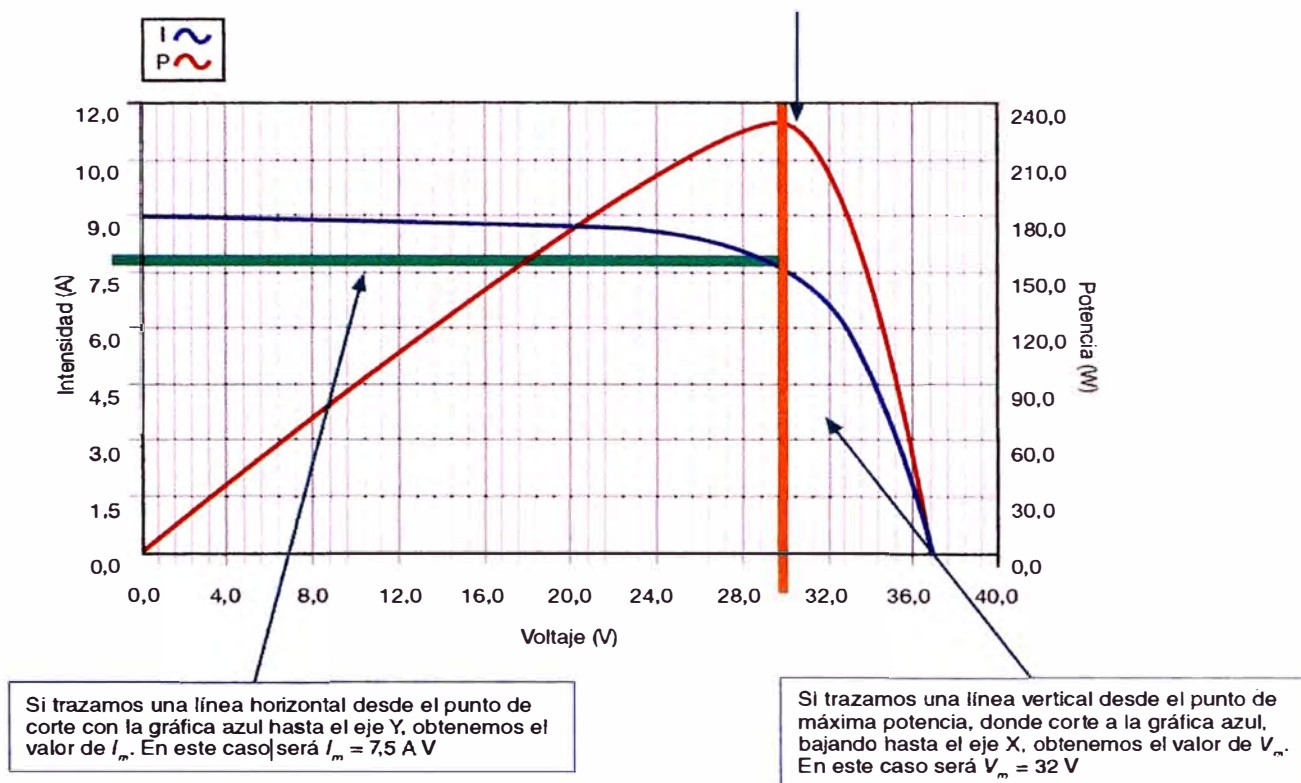


Figura 2.7 Curva de potencia para un nivel de irradiación.

Según el número de módulos en serie que conste el panel (cada una de ellas es capaz de producir un voltaje de alrededor de medio voltio), puede generar voltajes adecuado para trabajar a 6, 12 ó 24 V. También el tipo de material semiconductor influye en estas características. La figura 2.7 muestra la curva de 7 diferentes modelos de paneles comerciales.

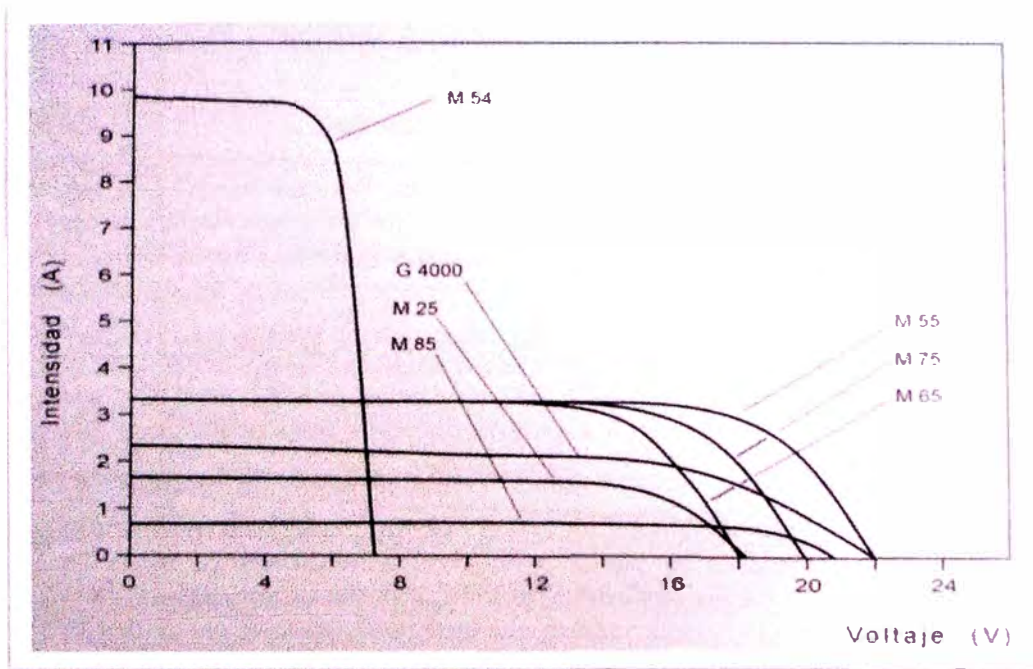


Figura 2.8 Curvas i-V para diferentes modelos de paneles, obtenidas a 25°C y con una potencia solar de 1000 W/m² (Cortesía de ARCO Solar, Inc.).

Si se modifican la intensidad radiante incidente sobre el panel o la temperatura ambiente, que son las dos variables que más influencia tienen en la respuesta eléctrica del mismo, la curva i-V también se modifica, como lo ilustra en las figuras 2.9 y 2.10.

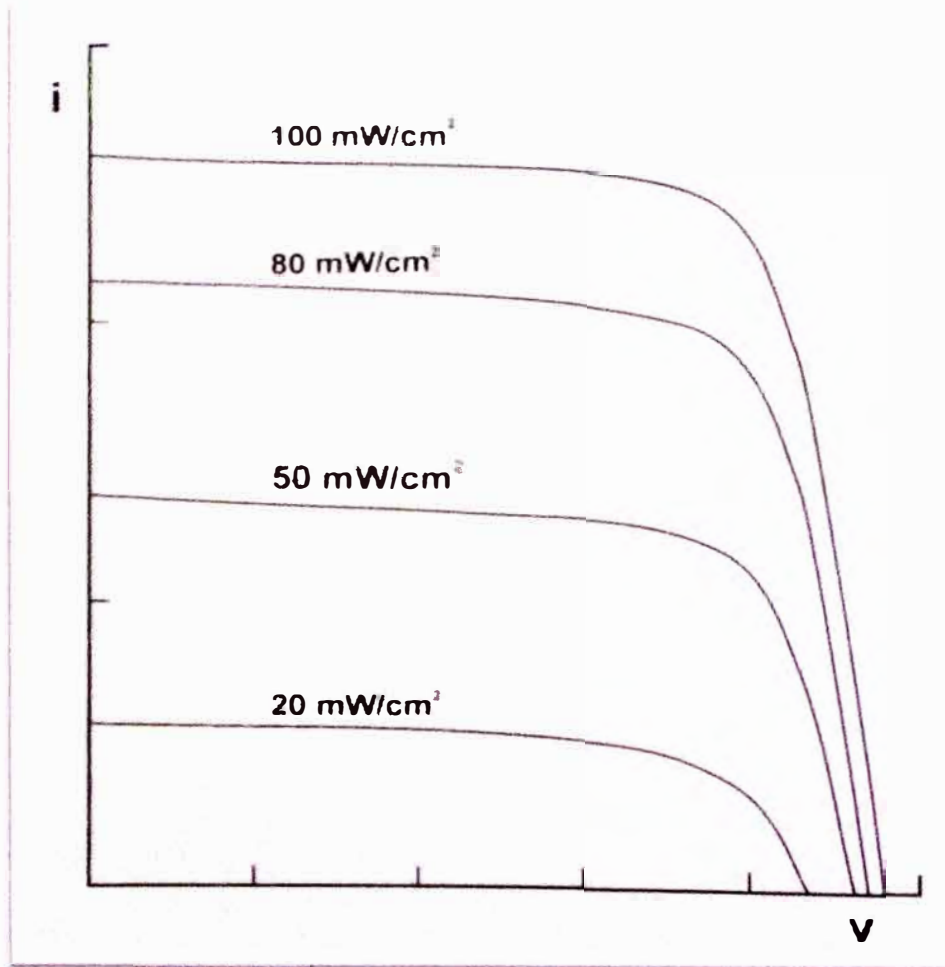


Figura 2.9 Efecto de la variación de la potencia solar, medida en milivatios por cm^2 (manteniendo constante la temperatura), sobre la curva i - V . Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR

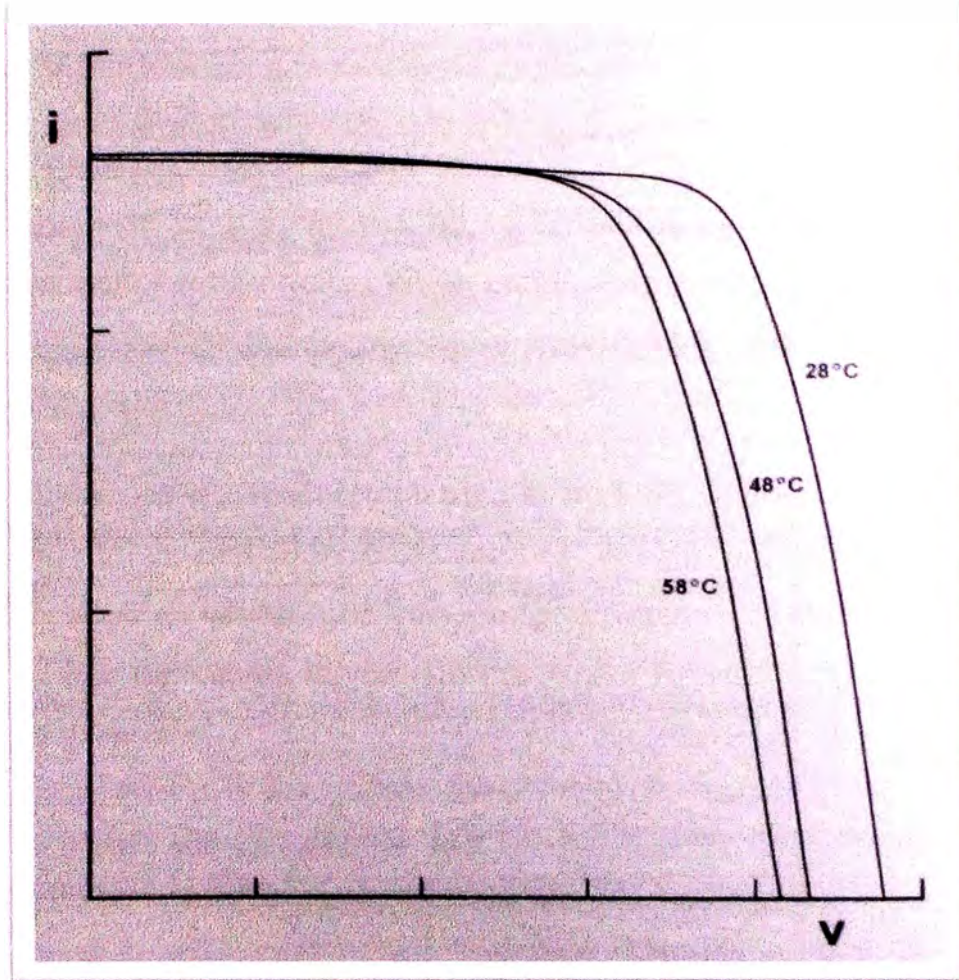


Figura 2.10 Efecto de la variación de la temperatura (manteniendo constante la intensidad radiante), sobre la curva i-V. Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR

El estándar internacionalmente aceptado para medir respuestas de paneles fotovoltaicos establece una serie de condiciones bajo las cuales se debe realizar dicha medida, como son una intensidad radiante de 1000 W/m^2 , que se conoce como una intensidad de “un sol”, y una temperatura de módulo de 25°C . Dichas condiciones se simulan en los laboratorios de ensayo por medio de un simulador solar.

La potencia pico (W_p) de un módulo fotovoltaico, se define como la máxima potencia eléctrica que éste puede generar bajo las siguientes condiciones estándares de medida: Irradiación: 1000 W/m^2 , temperatura de la superficie

del módulos fotovoltaico de 25° C y AM: 1.5. AM o Masa de Aire, es una medida de la distancia que recorre la radiación al atravesar la atmósfera y que varía según el ángulo de incidencia del lugar.

A diferencia de lo que se cree, no es la máxima potencia que es capaz de generar el panel fotovoltaico, si las condiciones estándar son superadas, por ejemplo con una irradiancia mayor, el panel podrá generar más potencia que la potencia pico.

La intensidad de la corriente eléctrica es aproximadamente proporcional a la intensidad de la radiación incidente. El voltaje también aumenta con la radiación, pero siguiendo una curva muy diferente a la de la corriente. En la figura 2.11 se representa la variación de V_{OC} e I_{SC} en función de la intensidad luminosa incidente.

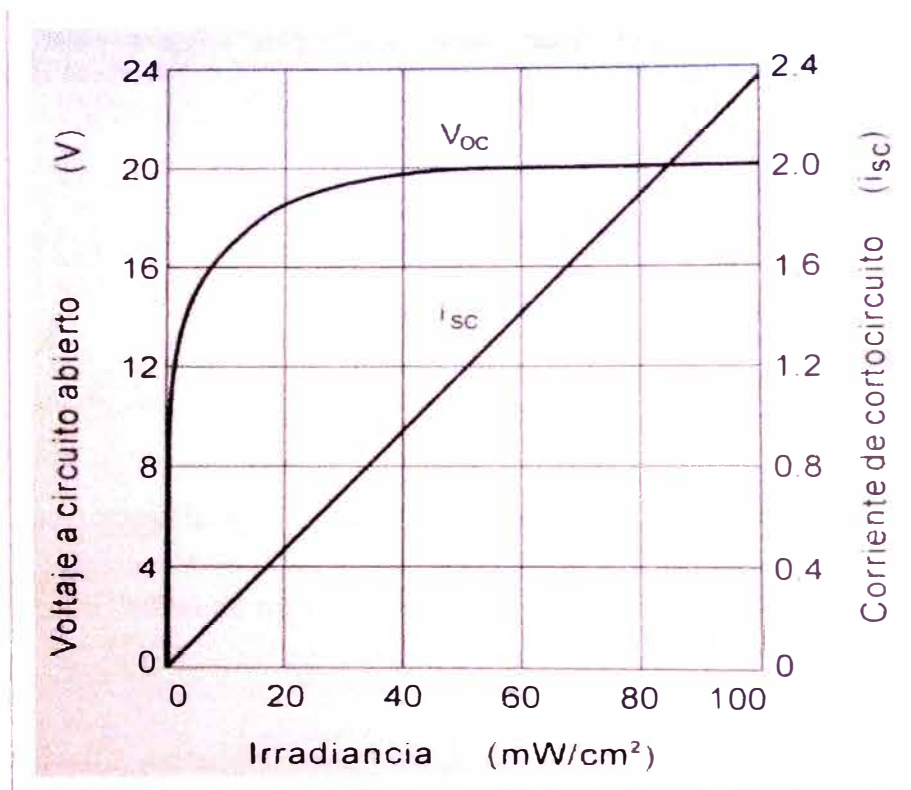


Figura 2.11 Variaciones de V_{OC} (ordenada izquierda) y de I_{SC} (ordenada derecha) en función de la irradiancia incidente. Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR

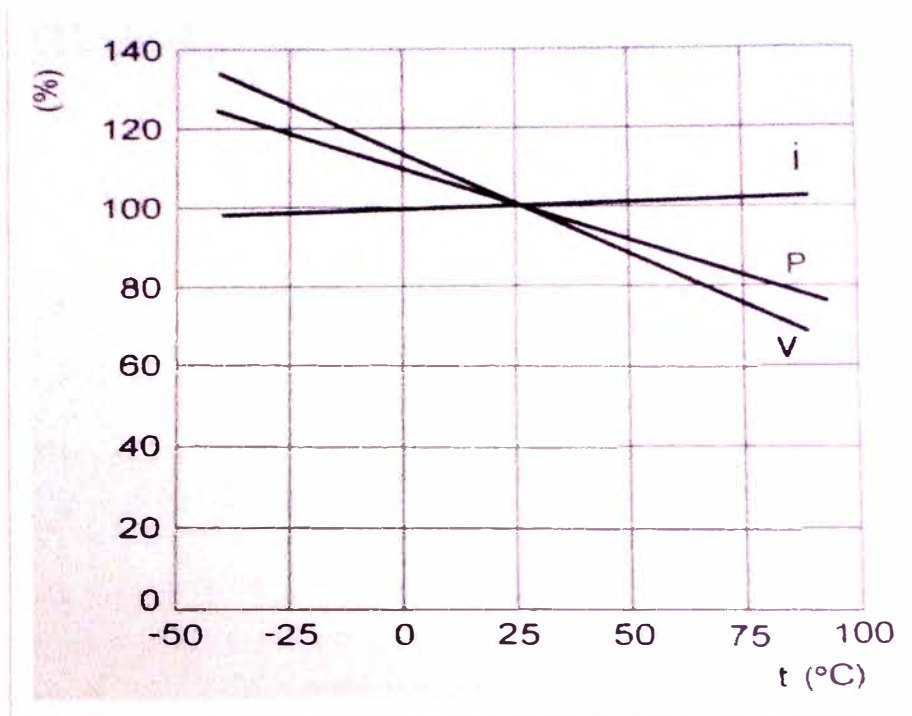


Figura 2.12 Gráfico que muestra la variación relativa según la temperatura del módulo. Obsérvese que el efecto de la temperatura es muy pequeño para i , pero bastante acentuado para V y P . Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar CENSOLAR

2.1.3.4 Agrupamiento y conexión de módulos

Dependiendo de la instalación que estemos desarrollando, y de la aplicación para la que se ha diseñado, existe la posibilidad de utilizar un solo módulo fotovoltaico o un conjunto de módulos que se montarán agrupados sobre un determinado soporte y conectados entre sí eléctricamente.

Es importante advertir que los módulos que se interconexionan deberán tener la misma curva i - V , a fin de evitar descompensaciones.

Además de las características eléctricas, habría que mantener en cuenta otras consideraciones, como espacio disponible, dimensiones de los módulos, coste de los mismos, etc.

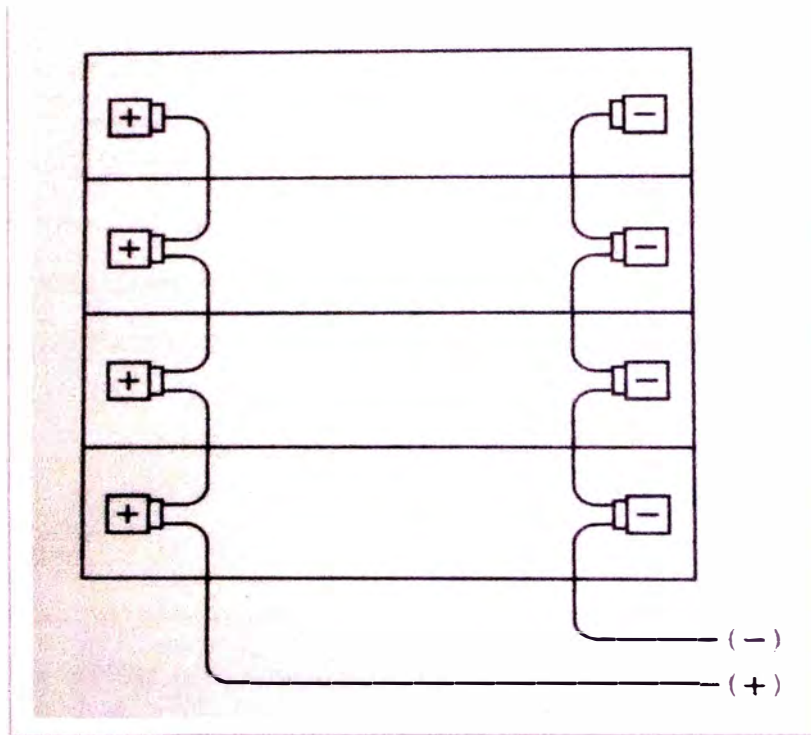


Figura 2.13 Conexión de 4 paneles en paralelo. Tensión de salida: 12 V

2.1.4 Mecanismos de seguimiento solar

La estructura que soporta los paneles puede estar dotada de un sistema de seguimiento continuo de la posición del Sol con el fin de aprovechar más la radiación incidente, tanto a lo largo del día como en las diferentes épocas del año.

Los sistemas de seguimiento son más indicados en zonas de poca nubosidad, ya que los que optimizan es la captación de la radiación directa, manteniendo la superficie del panel lo más perpendicular posible a los rayos de sol en todo momento. Con estructuras fijas, el ángulo de incidencia solamente se aproximará a los 90° en los momentos centrales del día, y únicamente en determinadas épocas del año.

En relación con el tipo de movimiento de rotación que los mecanismos de seguimiento producen, éstos se dividen en sistemas de un solo eje y de dos ejes.

Los primeros, que son los más simples, permiten a la estructura y a los paneles rígidamente unidos a ella girar en torno a un eje horizontal, vertical o inclinado. Mediante este giro se puede llevar a cabo un seguimiento del azimut del Sol, o de su altura pero no de ambas coordenadas simultáneamente.

En los sistemas de dos ejes, además del movimiento de giro este-oeste alrededor del primer eje, también es posible un segundo movimiento rotatorio alrededor de un eje horizontal. Dicho eje está en la dirección este-oeste, por lo que el movimiento de rotación alrededor de él permitirá variar el ángulo del plano del panel con respecto al plano horizontal.

La combinación de los movimientos alrededor de ambos ejes hace posible que los rayos solares incidan en todo momento perpendicularmente a la superficie del panel, captándose así la mayor cantidad teóricamente posible de energía solar.

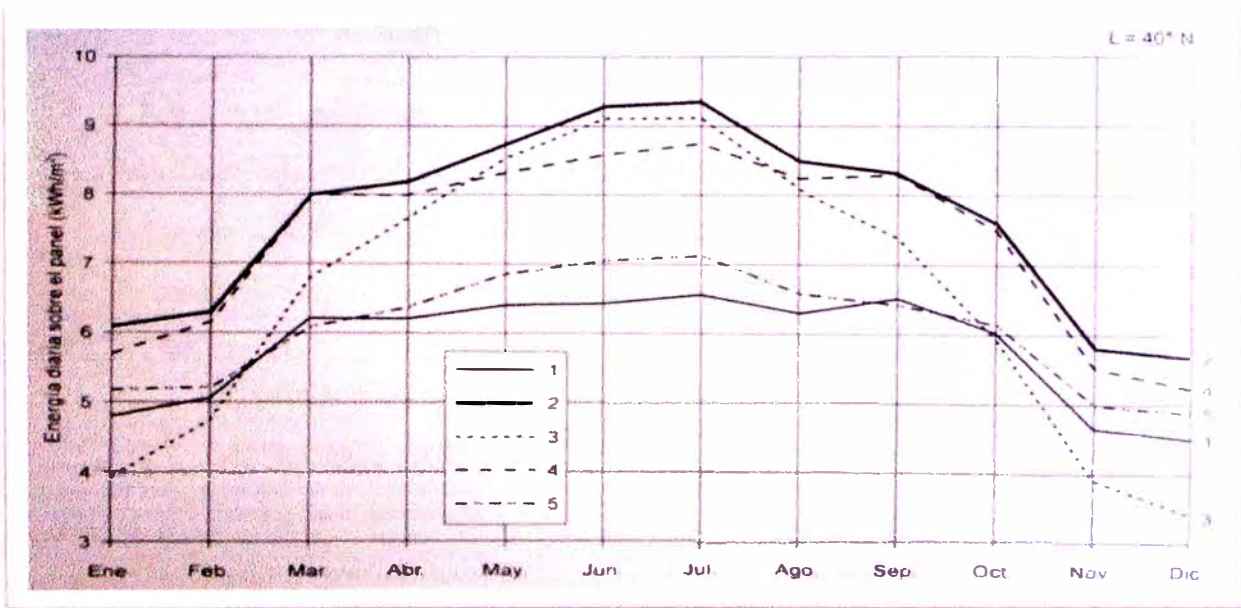


Figura 2.14 Comparación de la energía recogida en cinco instalaciones en el mismo lugar (una zona de clima poco nuboso y latitud 40°) con superficie de paneles idéntica pero con diferentes sistemas 1) Estructura fija, con un ángulo igual a la latitud. 2) Con seguimiento “total” (dos ejes). 3) Paneles rotando alrededor de un eje horizontal N-S. 4) Paneles rotando alrededor de un eje inclinado con un ángulo igual a la latitud (eje polar). 5) Estructura semifija, cambiando manualmente la inclinación dos veces al año (primavera-verano: $L-15^\circ$; otoño-invierno: $L+15^\circ$). Obsérvese las apreciables diferencias de la energía recolectada por cada uno de los sistemas.

Fuente: Tomo V Sistemas de Conversión Eléctrica – Instalaciones de Energía Solar
CENSOLAR

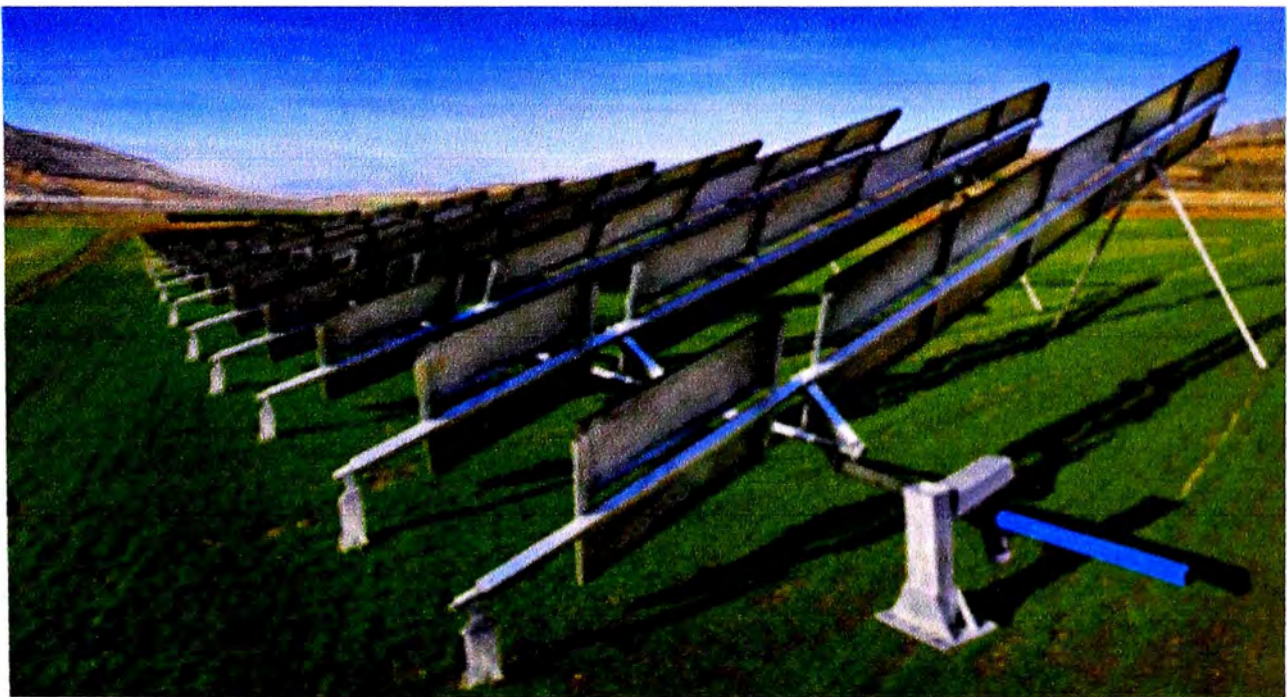


Figura 2.15 Sistema para seguimiento solar de un solo eje, utilizado para hacer girar una larga hilera de paneles. Fuente: Grupo Clavijo, España.

2.1.5 Aplicaciones de la energía solar

2.1.5.1 Aplicaciones autónomas

Producen electricidad sin ningún tipo de conexión con la red eléctrica a fin de dotar de este tipo de energía a lugares remotos donde se encuentran ubicadas. Pueden distinguirse dos tipos:

- **Aplicaciones espaciales.**- sirven para proporcionar energía eléctrica a elementos colocados en el espacio, tales como satélites de comunicaciones.
- **Aplicaciones terrestres.**- entre las cuales destacan las siguientes:
 - Telecomunicaciones:** telefonía rural, repetidoras de microondas y de radio, incluyendo acceso a internet.
 - Electrificaciones de zonas rurales y aisladas:** estas instalaciones pueden realizarse en cualquier lugar donde no exista acceso a la red eléctrica comercial, para instalaciones médicas,
 - Señalización:** se aplica, por ejemplo a señales de tráfico luminosas LED, postes SOS (teléfonos de emergencia de carretera).
 - Alumbrado público:** se utiliza en zonas en las que resulta complicado llevar una línea eléctrica convencional.
 - Bombeo de agua:** estas instalaciones están pensadas en lugares tales como granjas, ranchos, etc. Se pueden realizar en cualquier lugar. Su uso puede ser tanto para agua potable como para riego.

2.1.5.2 Aplicaciones conectadas a la red

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional. El concepto de generadores fotovoltaicos es compatible con un amplio margen de aplicaciones las cuales pueden ir desde centrales de varios megavatios hasta pequeños sistemas de unos cuantos kilovatios.

En nuestro caso las compañías españolas Solarpack y Gestamp Solar han puesto en marcha los parques solares Tacna Solar (Tacna) desde octubre de 2012 y Panamericana Solar (Moquegua) desde diciembre 2012 con 20MW cada una las que proporcionan energía eléctrica a través del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

- **Centrales fotovoltaicas o granjas solares.-** recinto en los que se concentra un número determinado de instalaciones fotovoltaicas de diferentes propietarios con el fin de vender la electricidad producida a la compañía eléctrica con la cual se haya establecido el contrato. (Figura 2.16).
- **Edificios fotovoltaicos.-** es una de las últimas aplicaciones desarrolladas para el uso de la energía fotovoltaica. Es el sistema de energías renovables más adecuado para la generación de electricidad en zonas urbanas sin provocar efectos ambientales adversos. La integración arquitectónica consiste en combinar la doble función, como elemento constructivo y como productor de electricidad, de los módulos fotovoltaicos. (Figura 2.17).



Figura 2.16 Granja solar ubicada en Granada, España, tiene una Potencia eléctrica de 19,9 MW y una producción neta esperada de 110 GWh/año contando con 185 hectáreas de terreno.



Figura 2.17 Ejemplo de edificio fotovoltaico. La fachada está formada por paneles solares.

2.2 SISTEMAS DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

Las bombas solares están diseñadas para trabajar en corriente directa proporcionada por un arreglo fotovoltaico. Debido a la naturaleza de la energía solar este tipo de sistemas tienen que aprovechar al máximo la energía solar, necesitan maximizar los litros de agua bombeados por watt eléctrico consumido. También deben de ser capaces de bombear agua durante periodos de baja insolación.

2.2.1 Cálculo de la carga dinámica total

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

La carga dinámica total (CDT) es la altura (expresada en metros ó presión en kg/cm^2), que deberá vencer el equipo de bombeo para elevar el agua hasta el punto de descarga final, adicionando las pérdidas por fricción en la tubería de conducción y los accesorios, así como pérdidas menores como la energía cinética, etc.

La fórmula para calcular la CDT es la suma de la carga estática (CE) y la carga dinámica (CD):

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

2.2.1.1 Carga estática

La primera parte, la carga estática, puede obtenerse con mediciones directas. Se trata de la distancia vertical o desnivel topográfico que el agua se desplaza desde el nivel del espejo del agua antes del abatimiento del pozo hasta la altura en que se descarga el agua. La Figura 2.18 muestra estos componentes hidráulicos que conforman la carga estática.

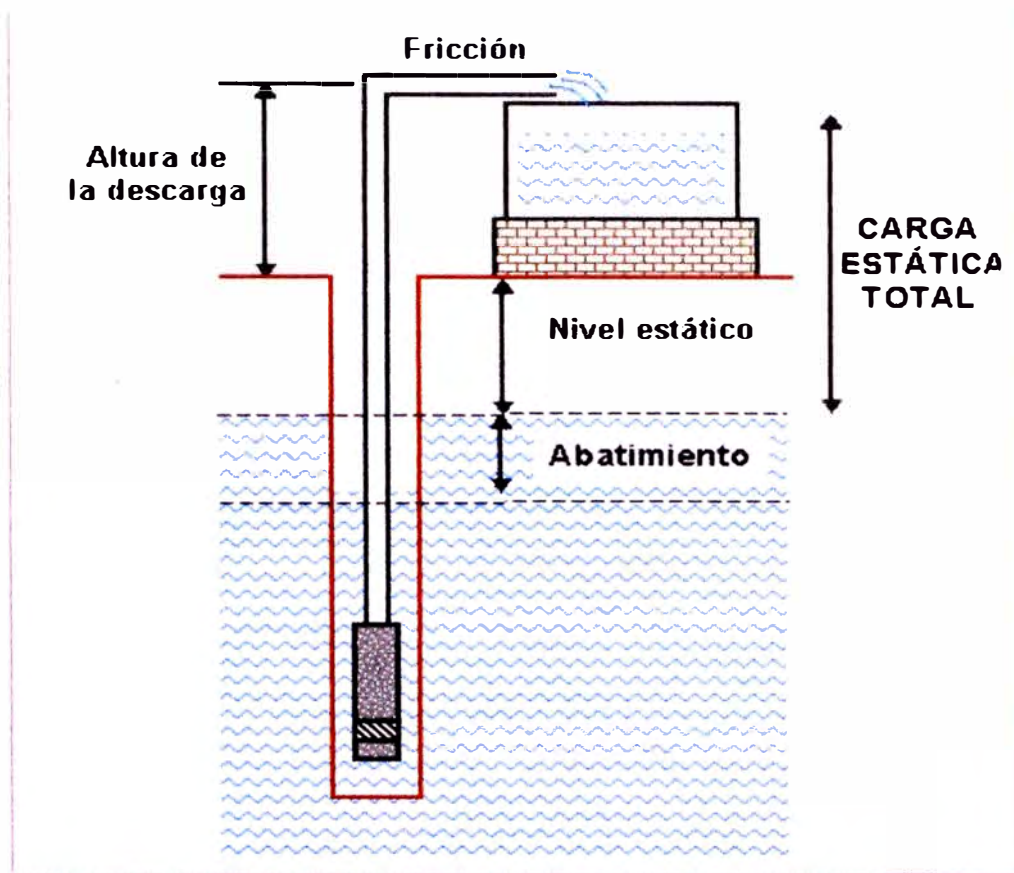


Figura 2.18 Esquema típico de una bomba sumergible, con descarga libre a un tanque elevado.

2.2.1.2 Carga dinámica

Carga por abatimiento: Todos los pozos experimentan el fenómeno de abatimiento cuando se bombea agua. Es la distancia que baja el nivel del agua debido a la constante extracción.

Carga por pérdidas por fricción: son las pérdidas de presión causada por la resistencia al flujo al agua debido a la rugosidad de las tuberías de conducción y en los accesorios. Las pérdidas por fricción dependen del tipo de material y longitud de la tubería, así como el gasto a conducir. Para calcular la carga dinámica, es necesario encontrar la distancia que recorre el agua desde el punto en que el agua entra a la bomba hasta el punto de descarga, incluyendo las distancias horizontales, así como el material de la línea de conducción y

su diámetro. Con esta información se puede estimar la carga dinámica de varias maneras.

2.2.2 Equipo de bombeo fotovoltaico

Un sistema de bombeo fotovoltaico es similar a los sistemas convencionales excepto por la fuente de potencia. Está compuesta (ver Figura 2.19) principalmente por un generador fotovoltaico, un motor-bomba, un pozo, un sistema de acondicionamiento de potencia (controlares DC/DC, inversores DC/AC u otros dispositivo electrónicos) de acople entre el generador FV al motor, para poder operar motores AC. El sistema ha de estar debidamente instalado y protegido, utilizando sensores de nivel en el pozo y en el depósito de acumulación.

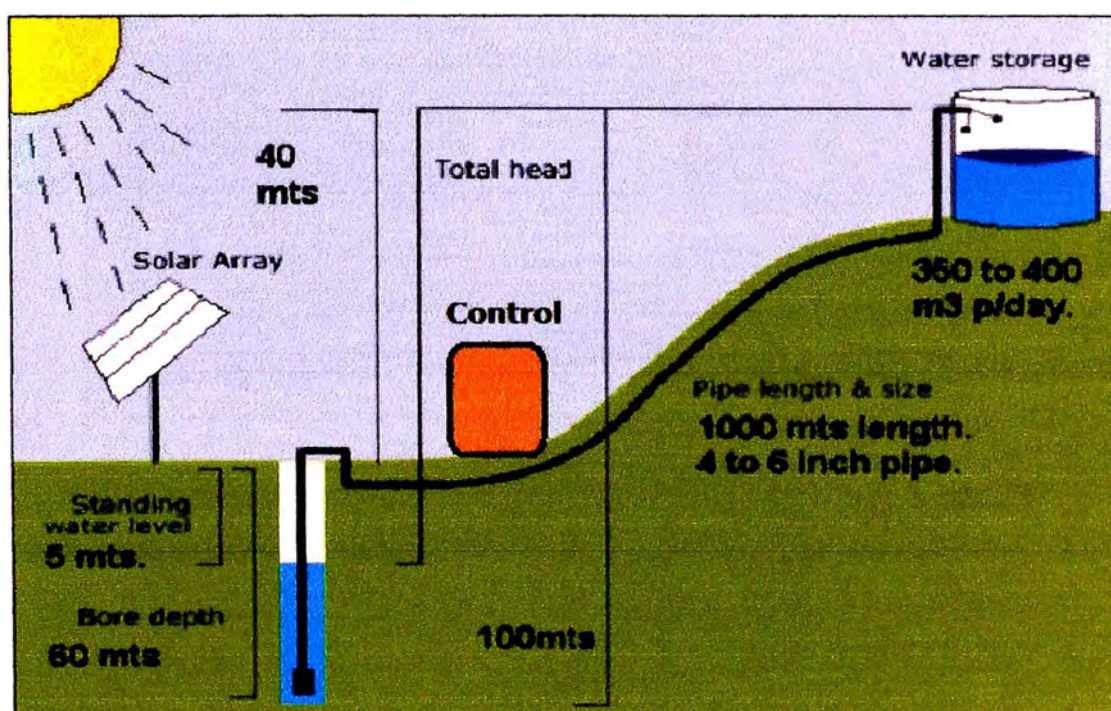


Figura 2.19 Esquema de un sistema de bombeo solar

En esta sección se explica brevemente cada uno de estos componentes.

2.2.2.1 Bomba de agua

Las bombas de agua deben ser compatibles con los sistemas fotovoltaicos. Las bombas de aplicaciones generales han sido desarrolladas pensando en que hay una fuente de potencia constante. Por otro lado, la potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar. Es decir, a medida que el sol cambia su posición durante el día, la potencia generada por los módulos varía y en consecuencia la potencia entregada a la bomba. Por esta razón se han diseñado algunas bombas especiales para la electricidad fotovoltaica las cuales se dividen, desde el punto de vista mecánico, en centrífugas y volumétricas.



Figura 2.20 Bomba centrífuga superficial. Fuente: Manual de SolarRam

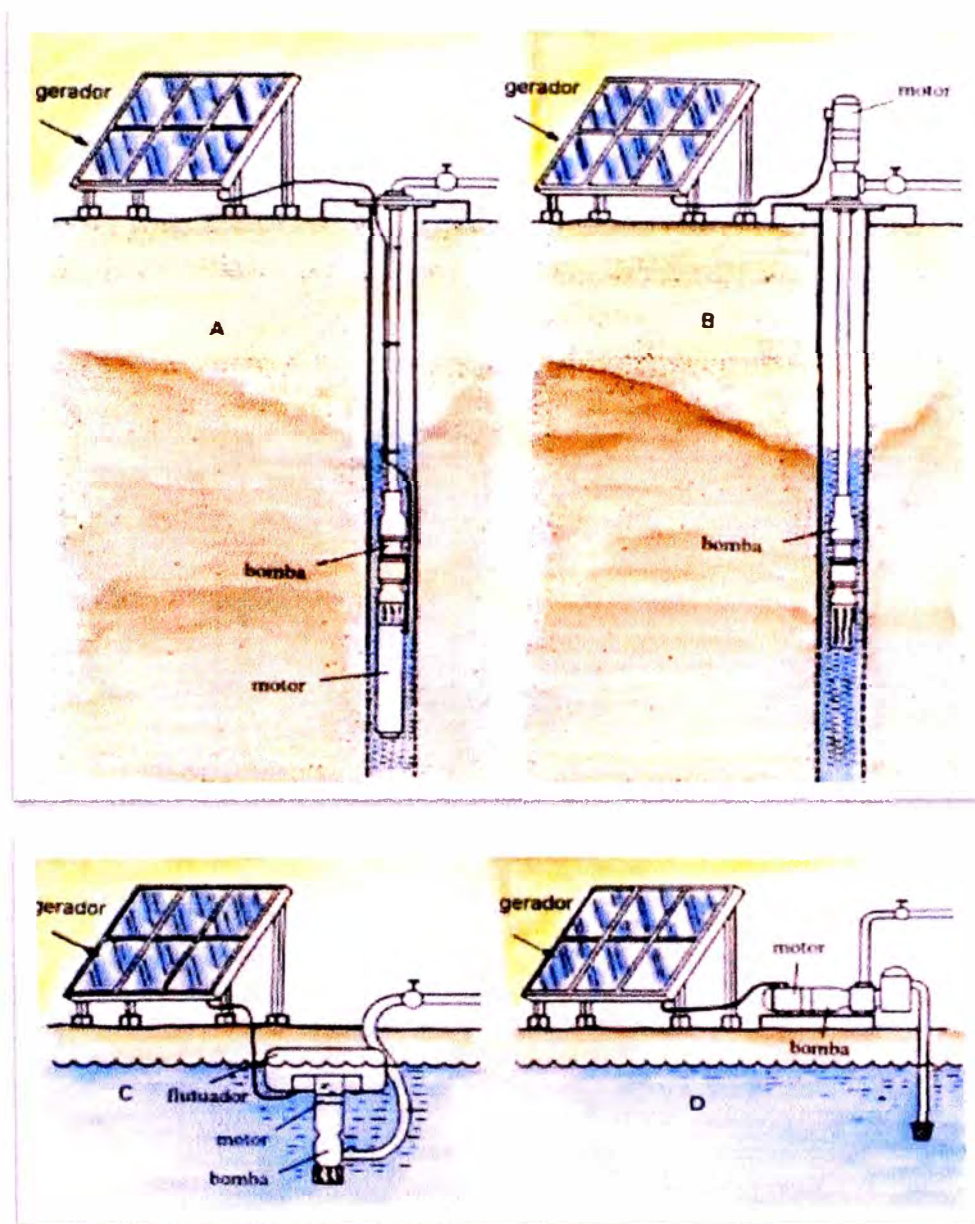


Figura 2.21 Ejemplos de posibles configuraciones de sistemas de bombeo.
 Modificado de FRAENKEL, P. Water-Pumping Devices: A Handbook for Users
 and Choosers.

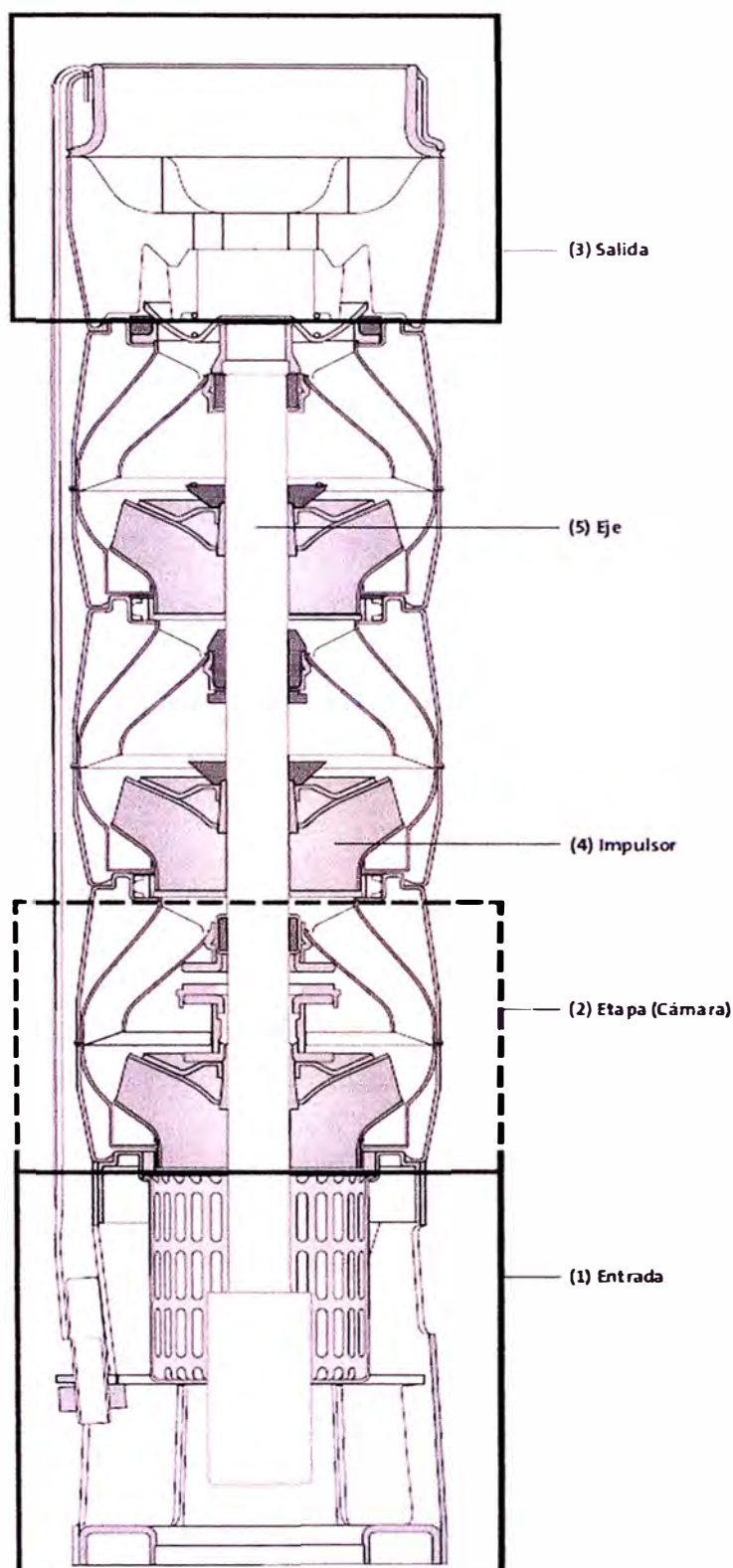


Figura 2.22 Vista interna de una bomba sumergible. La bomba consta de una entrada (1), un número de etapas de bomba (2) y una salida de la bomba (3). Cada etapa de la bomba crea una diferencia de presión y, cuanto más presión se requiera, más etapas deberán incluirse. Cada etapa de la bomba incluye un impulsor (4), los álabes del impulsor transfieren energía al agua en términos de incremento de velocidad y presión. Cada impulsor está fijo al eje de la bomba (5) mediante una conexión acanalada o una conexión de cono dividido. Fuente: Manual de Grundfos.

2.2.2.2 Controlador

Los controles electrónicos pueden mejorar el rendimiento de un sistema de bombeo solar, bien diseñado, del 10 al 15%. Los controles se usan con frecuencia en áreas con niveles de agua y/o condiciones atmosféricas fluctuantes. Los controles electrónicos consumen del 4 al 7% de la energía generada por el arreglo. Es común que las bombas FV se vendan junto con el controlador adecuado para operarlas eficientemente. Generalmente se usan controladores de potencia máxima (los cuales operan el arreglo cerca de su punto de potencia pico).



Figura 2.23 Controlador típico de un sistema fotovoltaico de bombeo.
Manual OPTI-Solar.

2.2.2.3 Módulos fotovoltaicos

El panel solar es el encargado de transformar la energía solar en electricidad. La determinación del arreglo (cantidad de unidades en serie y en paralelo) deberá seleccionarse para cubrir la demanda de voltaje y corriente del sistema de bombeo.

2.2.3 Ventajas y desventajas

Actualmente hay miles de sistemas de bombeo FV en operación en granjas y ranchos alrededor del mundo. Los sistemas fotovoltaicos pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde pequeños hatos (menos de 20 cabezas de ganado) hasta requerimientos moderados de irrigación. Los sistemas de bombeo solar son sencillos, confiables y requieren de poco mantenimiento. Tampoco se requiere combustible. Estas ventajas deben considerarse cuidadosamente cuando se comparen los costos iniciales de un sistema convencional con un sistema de bombeo solar.

Los sistemas activados por el sol representan una solución costeable para muchos usuarios alejados de fuentes convencionales de energía eléctrica. Estos sistemas solares tienen algunas ventajas y desventajas que deben considerar cuidadosamente el proyectista y el usuario.

Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del bombeo solar

Ventajas	Desventajas
No consumen combustible Larga vida útil (de 15 a 20 años) Impacto ambiental mínimo Bajos costos de operación y mantenimiento	Inversión inicial relativamente alta Acceso a servicio técnico limitado Producción de agua variable dependiendo de condiciones meteorológicas

Ventajas

1. No dependen de la existencia de una red distribuidora de energía eléctrica para ser puestos en funcionamiento.
2. No dependen de generadores eléctricos portátiles que consumen combustible que polucionan el ambiente, o son caro o difíciles de obtener.

3. Su diseño es simple, ya que no requieren un banco de baterías (uso diurno).
4. Las bombas modernas pueden operar a grandes profundidades y con más durables y eficientes.
5. En muchos lugares los vientos que hacen funcionar la típica aerobomba, cesan durante el verano, cuando la radiación solar alcanza su máximo valor.

Desventajas

1. El costo inicial del sistema es alto, debido al costo de los paneles solares y a la mayor potencia del equipo de bombeo.
2. El volumen extraído por hora es menor que el de una bomba convencional. El criterio de diseño para un equipo de bombeo solar sólo considera el volumen diario requerido.
3. Necesita un tanque de acumulación para compensar por los días con radiación solar baja o nula.

2.2.4 Aplicaciones

En los sistemas de bombeo fotovoltaico la demanda de agua se especifica por día, por lo que el siguiente factor en consideración es el uso que se pretende dar al agua bombeada.

Las aplicaciones típicas son:

1. Aplicaciones de riego agrícola
2. Abastecimiento de agua en zonas rurales.

CAPÍTULO III

DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El sistema de bombeo solar consiste en usar un generador fotovoltaico como fuente de energía para la bomba de agua que impulsará el agua desde la fuente de agua hacia un reservorio ubicado en una cota más alta.

A través de un inversor DC/AC, la corriente continua de los módulos solares podrán operar los motores trifásicos de las bombas de agua.

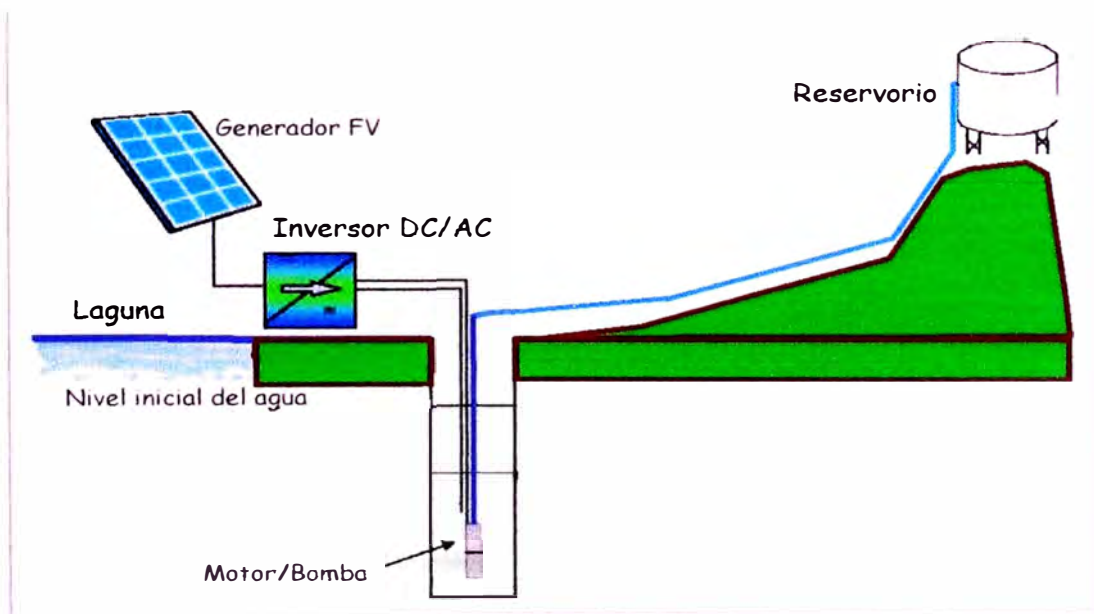


Figura 3.1 Principio de funcionamiento

3.2. SUB-SISTEMA DE TRANSPORTE HIDRÁULICO

3.2.1 Demanda del agua diaria

En los sistemas de bombeo fotovoltaico la demanda de agua se especifica por día. Esta información es clave para estimar el tamaño y costo del sistema. En la mayoría de los casos, la demanda de agua es diferente para cada época del año. Para obtener el consumo diario de agua para cada mes del año, el proyectista debe basarse primordialmente en la información proporcionada por el usuario. Debe ser de acuerdo a criterios técnicos para no sobre dimensionar la instalación.

3.2.2. Caudal

Antes de iniciar el dimensionamiento de un sistema de bombeo con energía solar, es necesario conocer la demanda diaria de agua en el mes crítico del año, llamado “mes de diseño”. El cálculo consiste en definir el caudal para el mes crítico según la irradiación o valor pico de horas de sol diario de la zona del proyecto.

Para lo anterior, debe emplearse datos estadísticos de mediciones hechas anteriormente y a lo largo de un año completo.

La determinación del caudal es importante para el dimensionamiento de la tubería de impulsión, selección de las bombas y generador fotovoltaico.

3.2.3 Tuberías

3.2.3.1 Materiales

Las tuberías de conducción de agua van desde la bomba hasta el tanque de almacenamiento, los diámetros y materiales de la tubería dependen de la cantidad de agua a bombear, la distancia del recorrido.

Los materiales empleados suelen ser tubería de hierro negro cedula 40 u 80, tubería galvanizada, entre otros. Las tuberías lisas de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) ofrecen una alternativa de solución a problemas tradicionales, minimizando costos de instalación y mantenimiento en una gran gama de aplicaciones.

Dependiendo del terreno por donde pase la tubería de conducción de agua se recomienda enterrarla por lo menos cincuenta centímetros para evitar posibles fugas debidas al deterioro del material por exposición al sol, daño a las mismas por animales o tránsito de vehículos y de acuerdo a la ingeniería definitiva.

3.2.3.2 Diámetro

El diámetro se diseñará para un rango de velocidad entre 1,0 m/s y máxima de 3,0 m/s y en base a las recomendaciones señaladas en la literatura técnica especializada. Vea la Tabla 3.1, donde se muestra que la velocidad media del agua en las tuberías no debe sobrepasar los 2 m/s en la aspiración ni los 3 m/s en la impulsión. La selección de la velocidad del flujo es importante para la economía de funcionamiento de las bombas y para la duración del sistema. Velocidades inferiores a 0.5 m/s puede conducir a sedimentación de sólidos dentro de los tubos; por encima de 5 m/s tiene lugar abrasión si el agua tiene alto contenido de sólidos en suspensión. El límite máximo se impone también por la pérdida de carga. Estas serán proporcionales al cuadrado de la velocidad e inversamente proporcional a la quinta potencia del diámetro.

Tabla 3.1 Velocidad de aspiración / impulsión en función del diámetro de la tubería.

TUBERIAS		
\varnothing mm	Aspiración m/s	Impulsión m/s
25 a 40	1,25	1,5
50 a 70	1,50	2,0
80 a 100	1,75	2,25
125 a 200	2,0	2,5
Desde 200	2,0	3,0

Fuente: Editorial Paraninfo, Bombas Centrífugas, Enrique Carnicer y Concepción Mainar Hasta, Segunda Edición 2001.

3.2.3.3 Pérdidas hidráulicas

Las pérdidas primarias h_f , es el incremento en la presión causado por la resistencia al flujo al agua debido a la rugosidad de las tuberías. Esta rugosidad depende del material usado en la fabricación de las tuberías. Los tubos de acero producen una fricción diferente a la de los tubos de plástico PVC de similar tamaño. Además, el diámetro de los tubos influye en la fricción. Mientras más estrechos, mayor resistencia producida.

Las pérdidas secundarias h_s se refieren a la caída de presión en los accesorios, como válvulas, codos, cambios de sección, etc.

3.2.4 Carga dinámica total

Deberá calcularse la carga dinámica total del sistema de tal manera que se pueda seleccionar el equipo de bombeo y la potencia del generador fotovoltaico.

La carga dinámica total es la suma de la carga causada por la fricción y la carga estática.

3.2.5 Trazado

Se tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Evitar pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas.
- b) En lo posible buscar el menor recorrido siempre y cuando esto no conlleve a excavaciones excesivas u otros aspectos.
- c) Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- d) Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- e) Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- f) Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- g) Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.

- h) Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

3.3. SUB-SISTEMA DE EQUIPO DE BOMBEO

3.3.1. Tipo de Bomba

La bomba a utilizar será del tipo centrífuga de turbina vertical sumergible en corriente alterna, ya que es común para aplicaciones solares que manejan altos caudales y operan a grandes cargas dinámicas. Este tipo de bombas incorpora el motor eléctrico dentro del cuerpo cilíndrico diseñado a prueba de inmersión.

3.3.2 Caudal

Una vez fijado la cantidad de agua necesaria, se puede hallar el caudal medio que la bomba ha de suministrar, sin más que dividir el volumen de agua requerido diariamente entre el tiempo de la bomba. Sin embargo hay que tener en consideración que la variación de la intensidad radiante a lo largo del día se traducirá en una variación aproximadamente proporcional de la potencia mecánica desarrollado por la bomba y por lo tanto del caudal suministrado.

Con la finalidad de aumentar la confiabilidad del sistema de bombeo se usarán dos equipos de bombeo independientes.

3.3.3 Inversor

La corriente continua del generador fotovoltaico es transmitida al convertidor a través de una caja de terminales con interruptor. El inversor convierte la corriente continua producida por los paneles solares en tensión de corriente alterna trifásica para accionar las bombas.

Se usará un inversor completamente automatizados para cada bomba. Este equipo además posee un controlador electrónico con la finalidad de mejorar el rendimiento del sistema de bombeo operando el arreglo fotovoltaico cerca de su punto de potencia pico.

Si la radiación se intensifica, el convertidor aumentará automáticamente la frecuencia y el voltaje. Como resultado la velocidad de la bomba aumenta.

En un típico día despejado, las bombas se desconectan y conectan comandadas por este dispositivo electrónico de control, empezará a funcionar en cierto momento de la mañana, cuando el sol haya alcanzado cierta altura, desarrollará sus máximas prestaciones en las horas centrales del día y disminuirá progresivamente su acción hasta dar un caudal nulo cuando el sol ya esté muy bajo.

3.3.4 Consideraciones por la altitud de instalación

Además de la capacidad de flujo y altura de bombeo se deberá tener en cuenta el derrateo por la altitud de la instalación en el dimensionamiento del motor eléctrico de las bombas.

3.4 SUB-SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

3.4.1 Potencia requerida

Para el cálculo de la potencia consumida por las bombas, ha de considerarse la potencia eléctrica real absorbida (que debería estar especificado en el correspondiente catálogo técnico del fabricante) y no limitarse a determinar la potencia mecánica teórica ya que como sabemos el rendimiento de las bombas es muy variable.

En el dimensionado se considerará que es un sistema aislado y sin uso de baterías.

A efectos de cálculos energéticos, se asumirá que el panel está recibiendo una intensidad constante de 1000 W/m² durante un tiempo igual al número de horas se sol pico sobre horizontal, puesto que, al coincidir dicho número con el número de kW.h de energía incidente en todo el día, en ambos casos se llega al mismo valor de energía.

3.4.2 Dimensionado

Una vez elegido el tipo y modelo de inversor, el siguiente paso es definir la estructura del campo fotovoltaico, es decir el número de módulos en serie y en paralelo que hay que conectar para proporcionar la corriente continua a la entrada de cada inversor.

Una vez determinada la tipología del generador fotovoltaico, este se reproducirá dos veces para satisfacer la demanda total del sistema de bombeo ya que serán dos bombas cada uno con su generador fotovoltaico independiente.

3.4.3 Orientación

La orientación de los módulos solares se logrará en el proceso de montaje, la cual será diseñada cuidadosamente para optimizar la eficiencia del sistema y minimizar el tiempo invertido en su instalación.

3.5. SUB-SISTEMA DE EQUIPOS E INSTALACIONES AUXILIARES

3.5.1 Equipos de energía auxiliar

La fuente auxiliar resulta necesaria, no solo como unidad de apoyo para cuando el tiempo sea inclemente, sino como parte de un sistema de funcionamiento normal principalmente para el control y monitoreo automático del sistema.

Un pequeño grupo electrógeno y un banco de baterías tipo UPS están considerados para este fin.

3.5.2 Equipos de control e instrumentación

El equipo de control e instrumentación debe incluir:

Medidores de agua tipo Woltman para la medición y registro del agua bombeada de cada una de las bombas. La presión de trabajo debe ser de 16 Bar.

Medidores de energía trifásicos clase 1, con registrador ciclométrico para medir y registrar la energía eléctrica consumida por cada una de las bombas y para la totalidad del sistema.

Manómetros y presostatos con contactos de salida para el mantenimiento, vigilancia y seguridad del sistema hidráulico.

Se incluirá sensores de nivel en el reservorio y en las bombas.

3.5.3 Cableado

El arreglo fotovoltaico se conecta directamente a un interruptor, y este se conecta al controlador inversor de la bomba.

Respecto al cableado de la instalación, es muy importante minimizar todo lo posible la longitud del cable a utilizar, procurando para ello que las distancias entre los paneles, el controlador-inversor sean los menores posibles.

La sección de los cables se debe elegir de forma que las máximas caídas de tensión en ellos comparadas con la tensión a la que estén trabajando, estén por debajo de los siguientes límites:

	Valor máximo admisible	Valor recomendado
Tramo del panel – regulador o inversor	3%	1%
Tramo regulador –acumulador	1%	0.5%
Tramo acumulador – inversor	1%	1%
Tramo línea principal para la bomba	5%	3%

Fuente: Censolar, Tomo V Sistema de Conversión Eléctrica, 3 (5.2.2), 2008.

El cable que va a la bomba debe ser del tipo sumergible del calibre adecuado, la unión eléctrica con la bomba sumergible debe de utilizar empaques termocontraíbles para asegurar hermeticidad en la línea eléctrica.

3.5.4 Estructura soporte

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos deberá ser suficientemente robusta para garantizar un comportamiento estable frente a los vientos de máxima intensidad que cabe esperarse en la zona por lo que su cimentación debe ser la adecuada.

La forma de la estructura viene determinada por el tipo de paneles, el conexionado entre ellos y las condiciones del lugar. En relación al montaje, la estructura debe tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

- La posición de los paneles debe prever una separación entre los mismo no inferior a 3 cm, para dejar paso al aire y reducir las cargas de viento.
- La posición de los paneles facilitará la conexión entre ellos.
- La forma de la estructura y de los anclajes se diseñarán de modo que no haya posibilidad de retención del agua de lluvia.
- Se instalará sobre el suelo.

Para su construcción se usarán perfiles de acero estructural debidamente protegidos contra la corrosión atornillada y/o soldada entre sí.

Esta estructura debe de aterrizarse eléctricamente.

3.6 SUB-SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

3.6.1 Almacenamiento de energía

Debido a que los sistemas fotovoltaicos (FV) sin acumuladores no proveen agua cuando el sol no brilla los sistemas de suministro de agua deben disponer de suficiente agua almacenada cubierta para garantizar el suministro de agua diaria y cortos periodos de tiempo nublado. Generalmente se almacena el equivalente a dos a cinco días de demanda.

Almacenar agua en tanques es mucho más económico que almacenar energía en baterías. Después de cinco años o menos, las baterías necesitan reemplazarse, mientras que la vida útil de un tanque de almacenamiento bien construido es de varias décadas. El almacenamiento por baterías normalmente se justifica sólo cuando el rendimiento máximo del pozo durante las horas de sol es insuficiente para satisfacer las necesidades diarias de agua y cuando se requiere bombear agua durante la noche. A largo plazo, podría ser más económico perforar otro pozo que añadir almacenamiento por baterías. La introducción de baterías en un sistema de bombeo FV podría reducir su confiabilidad e incrementar sus requerimientos de mantenimiento. En general no se recomienda utilizar baterías en sistemas de bombeo fotovoltaico.

Además es necesario el almacenamiento, aunque no sean necesarias grandes reservas dado que el recurso hídrico no es limitante. Esto permitirá que en éstos periodos de baja producción energética la totalidad de la misma se destine a consumo eléctrico de la vivienda.

3.6.2 Cámaras de vigilancia

Debe implementarse un sistema de seguridad no solo para la prevención de robos, sino también como herramienta de control y supervisión en los diferentes procesos del bombeo.

3.6.3 Iluminación

Debe implementarse un sistema de iluminación interior para el cuarto de control e iluminación exterior, la cual esté disponible cuando se requiera y con control automático de encendido.

CAPÍTULO IV

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

4.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO SOLAR

Para un dimensionado adecuado de cualquier equipo o sistema solar, es necesario conocer ciertas características atmosféricas, geográficas y meteorológicas del lugar donde este va a funcionar. Una estimación muy optimista originaria deficiencia en la cantidad de agua bombeada.

También es necesario conocer la climatología de la zona como la irradiación solar, la velocidad del viento, el nivel de precipitaciones, la temperatura del ambiente, etc.

4.1.1 Ubicación

La ubicación política del proyecto es:

Departamento :	Pasco
Provincia	Pasco
Distrito	Yanahuanca
Localidad	Cachipampa; Pampa Saleras, Curpacurpa y León Cocha

Ubicación geográfica:

Latitud	- 10,5139°
Longitud	+76,6944°
Altitud	4504 m.s.n.m.

El clima es frígido o de puna, entre los 4 000 y 5 000 msnm. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 700 mm anuales y temperaturas promedio anuales de 6 'C. Los veranos (diciembre-marzo) son lluviosos y nubosos, y los inviernos (junio-agosto) son secos y con heladas nocturnas continuas.

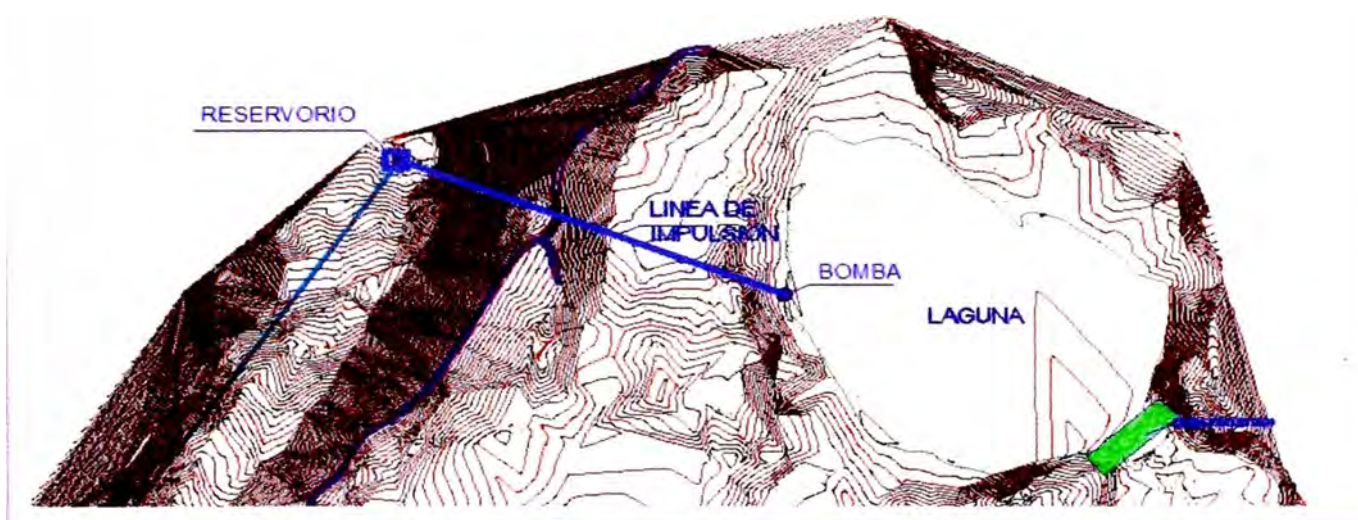


Gráfico 4.1 Área del sitio del sitio de bombeo. Laguna Leoncocha, Pasco.

4.1.2 Irradiación

Para la evaluación de la radiación solar se ha tomado los datos de la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto, los cuales se resume en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Irradiación en la zona del proyecto

Mes	Horas Solares Pico
Enero	4.77
Febrero	4.00
Marzo	4.40
Abril	6.06
Mayo	5.85
Junio	6.34
Julio	5.94
Agosto	6.08
Septiembre	5.34
Octubre	5.97
Noviembre	5.66
Diciembre	5.08

Fuente: Estación Atacocha ubicado en la latitud 10°07', longitud 77°20', altitud 4020 tomado de la Tesis de grado "Radiación Solar en el Perú", Cesar A. Kadono Nakamura, Lima, Perú, 1972.

Se considerará para el diseño de las instalaciones una insolación diaria de 5.0 Horas-pico/día.

4.2. DEMANDA DE AGUA

El proyecto de irrigación contempla un volumen de 3 500 m³ semanal en promedio. Este requerimiento debe ser abastecido por el sistema de bombeo solar.

Por lo tanto, el volumen de agua diario para satisfacer la necesidad del sistema de regadío es 500 m³.

4.3. SUB-SISTEMA DE TRANSPORTE HIDRÁULICO

4.3.1 Caudal

Para la determinación del caudal, escogemos el mes del año que requiera mayor el caudal de bombeo. La tabla 4.2 ayuda en la selección del mes de diseño. Para obtener el caudal se ha dividido la demanda diaria entre la insolación en horas solares pico.

Tabla 4.2 Cálculo del mes crítico

Mes	Demanda Diaria (m ³ /día)	Horas Solares Pico	Caudal (m ³ /h)
Enero	380	4.77	79.7
Febrero	380	4.00	95.0
Marzo	380	4.40	86.5
Abril	500	6.06	82.5
Mayo	500	5.85	85.5
Junio	550	6.34	86.8
Julio	550	5.94	92.6
Agosto	550	6.08	90.4
Septiembre	500	5.34	93.7
Octubre	500	5.97	83.8
Noviembre	500	5.66	88.3
Diciembre	500	5.08	98.4

Nota: El trabajo de campo realizado por la contratista encargada del proyecto de irrigación consistió entre otros un recorrido del camino para su evaluación y observación de las características, levantamiento topográfico y aspectos hidrológicos de las quebradas así como la identificación de la Laguna Leoncocha donde se puede edificar una presa para poder embalsar sus aguas siempre en cuando satisfaga la acumulación de sus escorrentías en épocas invernales y la determinación de la demanda diaria.

De los resultados de la tabla anterior, el caudal del mes crítico es 98.4 m³/h para fines de cálculo se considerará de aquí en adelante una irradiación de 5,0 kWh/m² día y un caudal de diseño de 100 m³/h.

4.3.2 Análisis técnico – económico para determinar el diámetro de la tubería

El diámetro de la tubería es uno de los parámetros más importantes de dimensionamiento del sistema de bombeo, pues permite limitar la capacidad de transporte, definir el punto de presión de las bombas y estimar el consumo de energía del sistema de bombeo.

Para reducir el rango de diámetros estándares disponibles, tomando como criterio que la velocidad de flujo se mantenga en el rango de 1m/s a 3m/s, evaluamos los diámetros nominales para la tubería entre DN100mm y DN150mm.

4.3.3 Resultado de cálculos para las tuberías

La tubería de agua está compuesta por dos materiales, el acero y el polietileno (HDPE). Debe tenerse presente los espesores nominales disponibles en el mercado de ambos materiales para los diámetros analizados.

En la tabla 4.3, se presenta las dimensiones y pesos de las tuberías de acero.

Tabla 4.3 Dimensiones de tuberías de acero y velocidades de flujo

DATOS DE TUBERIA					FLUJO NOMINAL		FLUJO DISEÑO	
DN	SCH	De (mm)	t(mm)	Di (mm)	Q (m3/s)	v (m/s)	Q (m3/s)	v (m/s)
4"	40	114.3	6.02	102	0.0273	3.33	0.0278	3.38
5"	40	141.3	6.56	128	0.0273	2.12	0.0278	2.15
6"	40	168.3	7.11	154	0.0273	1.47	0.0278	1.49

En la tabla 4.4, se presenta las dimensiones y pesos de las tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) según la norma ASTM F714.

Tabla 4.4 Dimensiones de tuberías de polietileno y velocidades de flujo

DATOS DE TUBERIA					FLUJO NOMINAL		FLUJO DISEÑO	
DN	SDR	De (mm)	t(mm)	Di (mm)	Q (m3/s)	v (m/s)	Q (m3/s)	v (m/s)
125	9	125	9.2	107	0.0273	3.06	0.0278	3.11
140	9	140	10.3	119	0.0273	2.44	0.0278	2.48
160	9	160	17.9	124.2	0.0273	2.26	0.0278	2.29

Se realizan los cálculos de energía en la tubería y se estiman las pérdidas de la tubería para todo el recorrido y cuyo perfil se muestra en el Gráfico 4.1

Las pérdidas primarias h_f se deben a la caída de presión en la tubería de acero y HDPE que en total suma una longitud de 495 metros.

Las pérdidas locales h_s se refieren a la caída de presión en los accesorios, como válvulas en la tubería de succión, válvulas check, medidores de agua, pérdidas por codos y demás accesorios.

Las pérdidas totales $h_{f_{total}}$ serán la suma de las pérdidas primarias h_f y la suma de las pérdidas locales h_s .

En la tabla 4.5 se presenta los resultados de pérdidas de presión para cada diámetro y la determinación de la altura dinámica total (TDH) que debe tener la bomba para transportar el caudal de diseño.

Tabla 4.5 Resultado de pérdidas y presión de trabajo para cada alternativa

Tubería	Cotas		Altura	Longitud de tubería			Pérdidas	Presión de trabajo		
	Inicio	Llegada	Estática	Acero	HDPE	Total	Hf tot	Altura dinámica total (TDH)		
Diám. (pulg)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)	(kPag)	(psig)
4	4503	4621	117	123	372	495	49	166	1627	236
5	4503	4621	117	123	372	495	24	141	1382	200
6	4503	4621	117	123	372	495	11	128	1254	182

Para cada alternativa, se disgregan los metrados para los diferentes materiales, mostrados en las tablas 4.6 y 4.7. Esto permite evaluar los costos que implican usar cada alternativa de diámetro.

Tabla 4.6 Costo para el caso de las tuberías de Acero

TUBERIA		PESOS Y COSTOS			LONGITUD	PESO	COSTO	TOTAL
DN	Sch	kg/m	US\$/kg	US\$/m	M	t	US\$	US\$
4"	40	16.06	3.9	62.6	123	2.0	7,704	7,704
5"	40	21.76	3.9	84.9	123	2.7	10,438	10,438
6"	40	28.23	3.9	110.1	123	3.5	13,542	13,542

Tabla 4.7 Costo para el caso de las tuberías de polietileno

TUBERIA		PESOS Y COSTOS			LONGITUD	PESO	COSTO	TOTAL
DN	SDR	kg/m	US\$/kg	US\$/m	M	t	US\$	US\$
125	9	4.9	5.15	25.2	372	1.8	9,387	9,387
140	9	6.2	5.15	31.9	372	2.3	11,878	11,878
160	9	8.1	5.15	41.7	372	3.0	15,518	15,518

Del análisis de las tablas que preceden, se determina que el diámetro para el sistema de impulsión es de 6" para la tub Acero y DN140 para la tubería HDPE.

Por lo tanto las Altura Dinámica Total es 135m

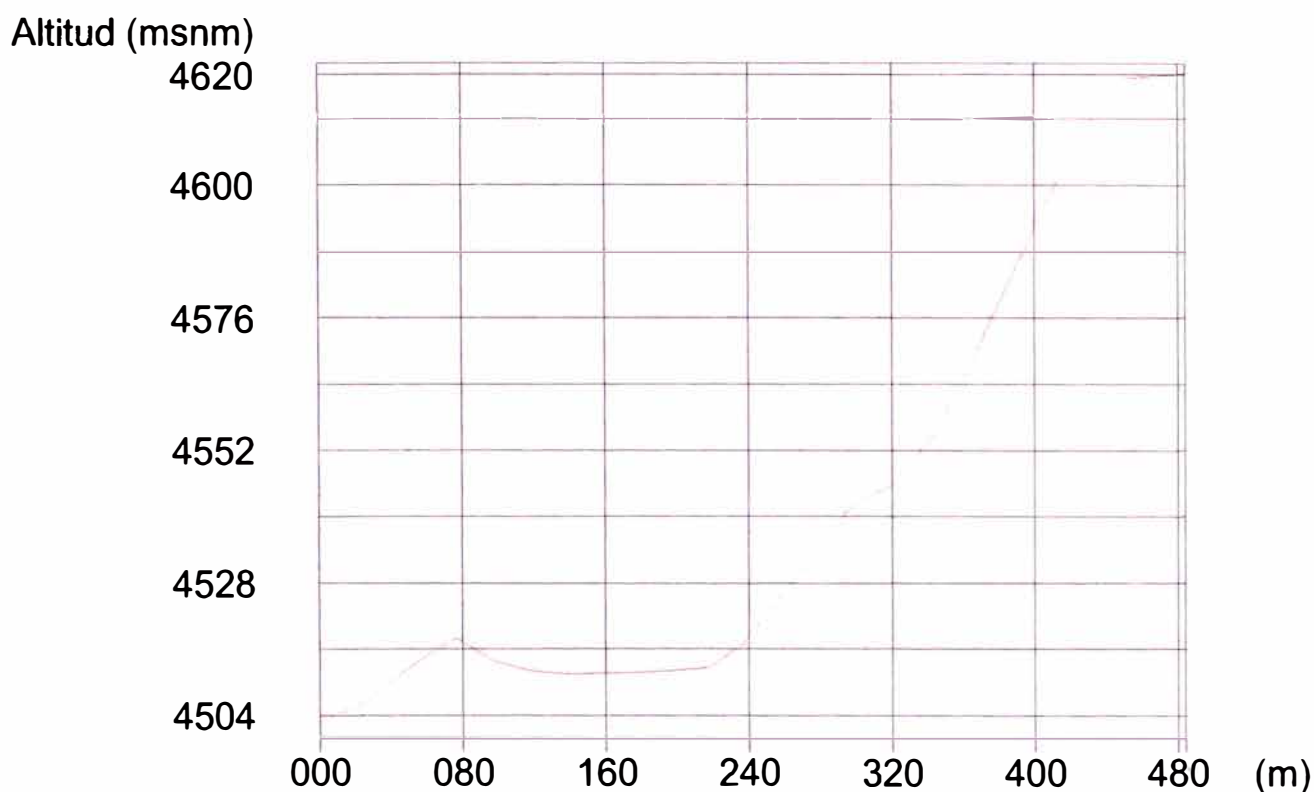


Gráfico 4.2 Perfil del terreno que sigue el trazo de la tubería, desde la Laguna Leoncocha, progresiva 000 hasta el reservorio, progresiva 480. Fuente: Levantamiento topográfico, año 2013.

4.4. SUB-SISTEMA DE EQUIPO DE BOMBEO

4.4.1 Selección de la bomba

Luego de haber analizado la demanda diaria del mes crítico del año, se determinó que el caudal total de diseño es $100 \text{ m}^3/\text{hora}$ y la carga dinámica total es de 135 m.

En el diseño conceptual se estableció que se usarían dos bombas, por lo tanto el caudal de diseño de cada bomba es: $50 \text{ m}^3/\text{hora}$

Para el presente proyecto se ha seleccionado bombas del tipo sumergible de corriente alterna para poder conectarlos a los paneles solares a través de un inversor automático.

De la revisión de los modelos disponibles de los principales fabricantes del mundo (Grundfos International, BP Solar, Lorentz, Total Energie, Solartech) de “bombas solares” seleccionamos el modelo PS45000-3 de la empresa Solartech el cual produce hasta 250m^3 para una altura dinámica total de 139m, este valor debe ajustarse en concordancia con la irradiación solar del área del proyecto. Ya que en nuestro proyecto se ha verificado que la irradiación es $5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{día}$ entonces la capacidad de bombeo que se indica en el gráfico 4.3 es conforme.

El modelo PS45000-3 es una bomba sumergible trifásica de 45kW de potencia nominal sin embargo por derrateo por la altura de instalación se considerará una potencia del motor eléctrico de $1.20 \times 45\text{kW} = 55\text{ kW}$

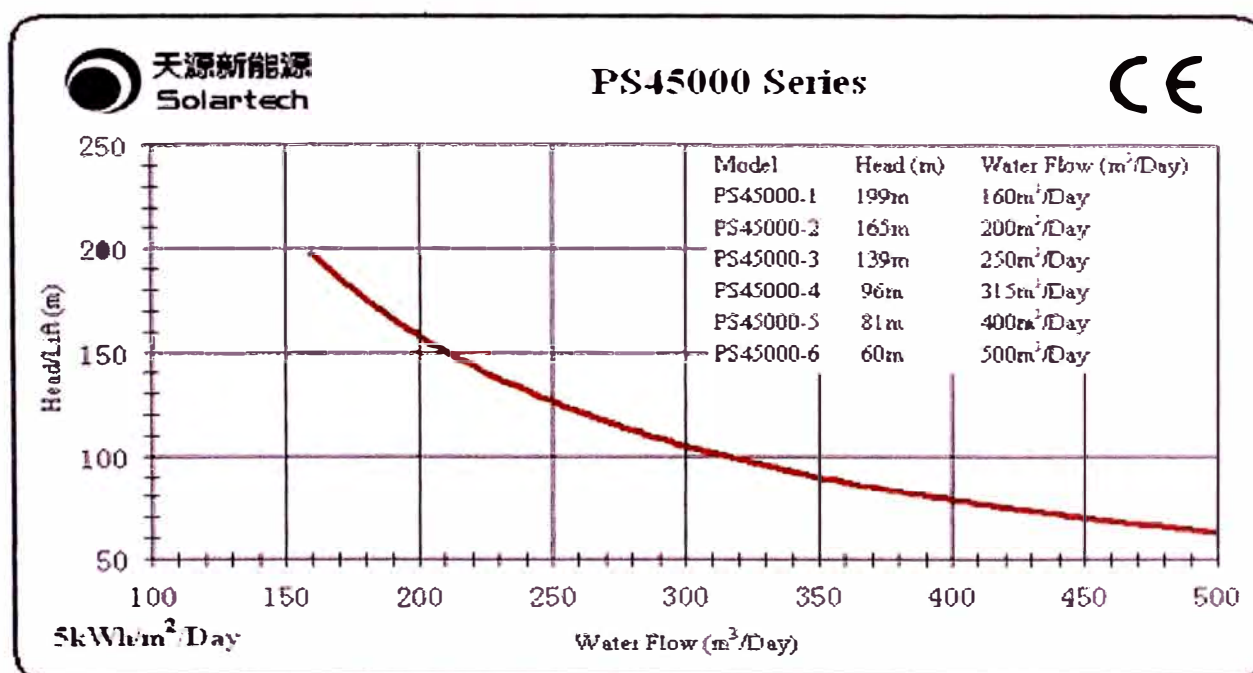


Gráfico 4.3 Curva Altura vs Capacidad de bombeo diario. Fuente: Catálogo Solartech.

Los datos de la bomba seleccionada son:

Marca: Solartech

Modelo: PS45000-3

Tipo de bomba: sumergible

Tipo de motor: trifásico 45kW, 380V, 50Hz

4.4.2 Selección del inversor DC/AC

Se selecciona un equipo para el control de todo el sistema el cual proporcionará la energía en corriente alterna proveniente del generador fotovoltaico. El inversor seleccionado puede ajustar la frecuencia de salida de acuerdo a la intensidad de irradiación en tiempo real ya que implementa un algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia.

Las características de funcionamiento que definen un inversor son:

Tensión nominal de entrada

Potencia nominal

Tensión de operación

Tensión nominal de salida

Los datos del modelo del inversor seleccionado son:

Marca: Solartech

Modelo: PB55KH

Potencia nominal: 55kW

Entrada: Voltaje en el punto de máxima potencia: 500 ~ 600 V

Voltaje de circuito abierto: 625 ~ 750 V

Salida: Voltaje trifásico 380 ~ 400 V, 50/60 Hz

Corriente nominal 112 A (sobredimensionado por altitud de operación).

4.5. SUB-SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

4.5.1 Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico

4.5.1.1 Energía del generador fotovoltaico

Luego que se ha determinado la potencia de la bomba, con el fin de evaluar la energía que se requiere diariamente utilizaremos el número de horas de sol pico del lugar de la obra:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} \times \text{H.S.P.}$$

$$\text{Energía} = 45 \text{ kW} \times 5 \text{ h} = 225 \text{ kWh}$$

4.5.1.2 Voltaje nominal del sistema

El voltaje que debe funcionar el sistema debe ser compatible con la entrada del inversor que es entre 500V a 600V. Escogemos un valor medio de 560 V.

4.5.1.3 Corriente nominal del sistema

La producción del arreglo fotovoltaico expresado en Ampere-horas / día es

$$225 \text{ kWh} / 560 \text{ V} = 402 \text{ Ah}$$

Se considerará un factor de rendimiento de 90% por las pérdidas en los conductores, pérdidas adicionales por posible suciedad de los paneles, pérdidas por reflexión en los momentos de incidencia muy oblicua, etc.

$$402 \text{ Ah} / 0.90 = 447 \text{ Ah}$$

Los módulos fotovoltaicos pierden eficiencia debido a las condiciones de trabajo en el campo. Esto se debe del efecto de temperatura, degradación con el tiempo, polvo en la superficie, cargas desiguales y algunas condiciones más.

Suponemos que la temperatura media de trabajo sea de 20° C superior a la del ambiente estimada en 15°C, entonces la temperatura del panel sería 35°C y la

potencial real del panel será aproximadamente un 5% menor (0.5% por cada grado que exceda los 25°C)

Por lo tanto la corriente del sistema, considerando las horas de trabajo es

$$447 \text{ Ah} / 0.95 = 471 \text{ Ah}$$

$$\text{Corriente del sistema } 471 \text{ Ah} / 5 \text{ h} = 94,2 \text{ A}$$

4.5.1.4 Módulos en paralelo

Seleccionamos el módulo fotovoltaico modelo SLR180M de la marca Solartech, con una potencia nominal de 180Wp y corriente en el punto de máxima potencia de 5.16 A

$$I_{mp} = 5,16 \text{ A}$$

Entonces el número de módulos conectados en paralelo son $94,2 \text{ A} / 5,16 \text{ A} = 18,3$

$$\text{Núm. Módulos en paralelo} = 19$$

4.5.1.5 Módulos en serie

El módulo fotovoltaico modelo SLR180M tiene un voltaje a la potencia máxima de 34.9 V.

$$V_{mp} = 34.9 \text{ V}$$

Entonces el número de módulos conectados en serie son $560 \text{ V} / 34.9 \text{ V} = 16.0$.

$$\text{Núm. Módulos en serie} = 16$$

4.5.1.6 Potencia del generador fotovoltaico

El número total de módulos en el arreglo solar, es el producto del número de módulos en paralelo por el número de módulos en serie.

Por lo tanto la potencia del generador fotovoltaico es $19 \times 16 \times 180 \text{ W} = 54720 \text{ W}$.

4.5.2 Arreglo de los paneles solares

El generador fotovoltaico para cada bomba estará compuesto de estructuras modulares con capacidad de 16 módulos solares cada uno, formado de cuatro filas y cuatro módulos por fila en posición horizontal. A partir de ahora, al arreglo formado por 16 módulos de 180W cada uno le llamaremos panel solar.

Entonces para las dos bombas se dispondrá de 38 paneles solares.

Teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en la literatura especializada los módulos fotovoltaicos se instalarán siempre mirando hacia el norte e inclinados 15° mayor que la latitud para instalaciones de funcionamiento más o menos uniforme.

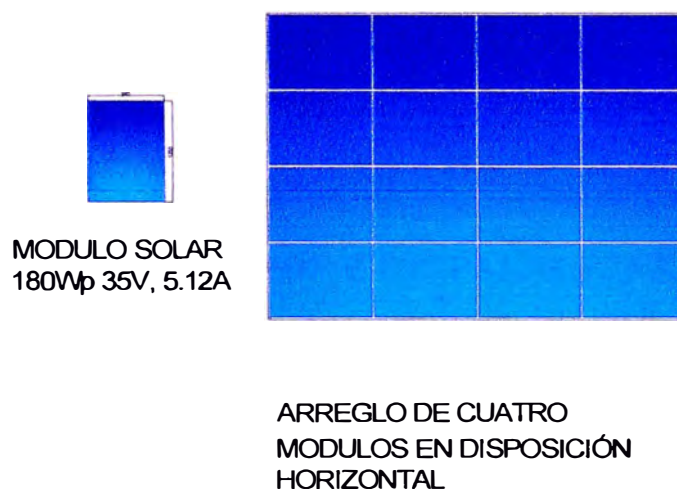
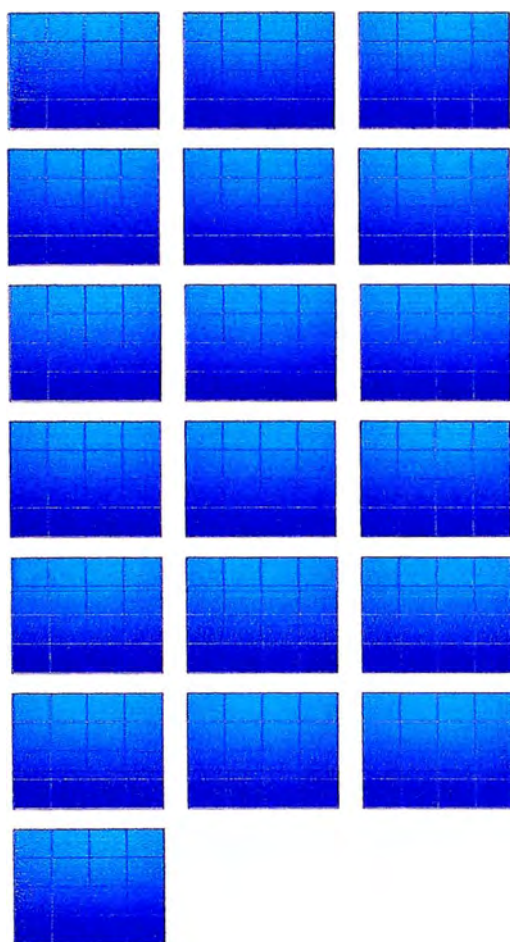


Figura 4.1 Arreglo solar formado por 16 módulos solares, cuatro filas y cuatro módulos por fila en posición horizontal.



GENERADOR FOTOVOLTAICO 54,720kWp

Módulos Solares tipo:

Monocristalino/Policristalino

Potencia: 180W

Arreglo: 16 sets serie y 19 cadenas

Tolerancia 3%

Voltaje max (Vmp) 34.9V

Corriente max (Imp) 5.16A

Voltaje cto abierto (Voc) 43.6V

Corriente cto cto (Isc) 5.57A

Temperatura de trabajo -40°C a +80°C

Dimensiones/Peso 990x1350x50mm/18kg

Figura 4.2 Arreglo del generador fotovoltaico. El proyecto usará dos generadores fotovoltaicos de 54,72 kW, uno para cada bomba.

4.6. SUB-SISTEMA DE EQUIPOS E INSTALACIONES AUXILIARES

4.6.1 Energía de respaldo de control y fuerza

Para el presente proyecto se ha previsto conectar las bombas directamente al circuito de los paneles, no requiriendo acumuladores o instalaciones de conexión a la red, sin embargo como como elementos de respaldo para el control se instalarán un conjunto rectificador-cargador y para una eventual necesidad de arrancar una bomba aún en condiciones de muy baja irradiación solar un grupo generador diésel:

Tablero rectificador – cargador de 110Vdc, 100Ah y Banco de Baterías tipo VRLA.

Un grupo diesel 60kVA, 380Vac.

4.6.2 Cableado

4.6.2.1 Cables para corriente continua

La prestación más demandada para un cable fotovoltaico es la de ofrecer una vida útil de al menos 25 años de perfecta funcionalidad en cualquier instalación fotovoltaica que esté correctamente diseñada y en adecuadas condiciones de uso y mantenimiento durante ese período. Para las interconexiones entre los paneles y entre los paneles con el inversor se utilizará cables unipolares para aplicaciones solares con las siguientes características:

Tensión nominal 1 kV en corriente continua,

El cable está formado por un conductor de cobre electrolítico estañado flexible de clase 5, aislamiento de alta calidad.

Cubierta libre de halógenos y con baja emisión de humos

Alta resistencia a los rayos ultravioleta, diseñado para uso a la intemperie capaz de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones.

Temperatura de servicio desde -40°C a 120°C

4.6.2.2 Cable para el conexionado entre los módulos solares de un panel solar

Cada panel solar estará formado por 16 módulos solares de 180 Wp cada uno. A partir de los siguientes datos: Tensión de trabajo 560V, caída de tensión

1%, corriente 5,2 A, longitud 35m se ha calculado la sección del conductor que los conectarán entre sí. El resultado del cálculo es 1,4 mm²

Por lo tanto la sección normalizada de cable seleccionada es de 1,5 mm², el cual tiene una capacidad de 13,5 A.

4.6.2.3 Cable para el conexionado entre los paneles solares y tablero de distribución.

Para la conexión de 8 paneles solares se ha calculado la sección del conductor con los siguientes datos de entrada: Tensión de trabajo 560V, caída de tensión 1%, corriente 41,6 A, longitud 41m.

El resultado del cálculo es 13,4 mm²

Por lo tanto la sección normalizada de cable seleccionada es de 16 mm², el cual tiene una capacidad de 58 A.

4.6.2.4 Cable para el conexionado entre los paneles solares y el inversor.

Para la conexión del generador fotovoltaico con el inversor se ha calculado la sección del conductor con los siguientes datos de entrada: Tensión de trabajo 560V, caída de tensión 1.5%, corriente 114,4 A, longitud 50 m.

El resultado del cálculo es 30,0 mm²

Por lo tanto la sección normalizada de cable seleccionada es de 35 mm², el cual tiene una capacidad de 183 A.

4.6.2.5 Cable para las bombas

Para los cables de alimentación sumergibles de las bombas trifásicas el cable de alimentación sumergible se selecciona en función de la aplicación y el tipo de instalación.

La longitud máxima en metros de los cables de alimentación tendidos desde el arrancador del motor a la bomba con un arranque directo

Tamaño del motor: 45 kW,

Intensidad nominal: 96.5 A

Tensión nominal: 3 x 400 V, 50 Hz

Método de arranque: Directo

Factor de potencia: $\cos\phi = 0.85$

Caída de tensión: 1 %

Sección transversal: 35 mm²

$$L = \frac{U \times \Delta U}{I \times 1.73 \times 100 \times \left(\cos\phi \times \frac{\rho}{q} + \sin\phi \times K_L \right)} \text{(m)}$$

Términos de la fórmula

U = Tensión nominal (V)

ΔU = Caída de tensión (%)

I = Intensidad nominal del motor

q = Sección transversal del cable sumergible (mm²)

K_L = Resistencia inductiva: 0.078×10^{-3} (Ω/m)

$\cos\phi$ = Factor de potencia

$\sin\phi$ = $\sqrt{1 - \cos^2\phi}$

ρ = Resistencia específica: 0.02 (Ωmm^2)

Reemplazando en la fórmula anterior tenemos que la longitud L es:

$$L = 47 \text{ m}$$

Por lo tanto la sección normalizada de cable seleccionada es de 35 mm², el cual tiene una capacidad de 126 A.

Tabla 4.8 Valores típicos para la intensidad máxima en los cables sumergibles. GRUNDFOS Manual de Ingeniería SP

Dimensión (mm ²)	Intensidad máx. (A)
1,5	18,5
2,5	25
4	34
6	43
10	60
16	80
25	101
35	126
50	153
70	196
95	238
120	276
150	319
185	364
240	430
300	497

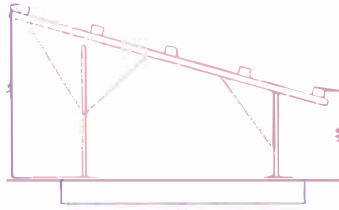
4.7 SOPORTE DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Las dimensiones del bastidor fueron determinadas a través de las medidas de los módulos solares y para cada arreglo de 16 unidades.

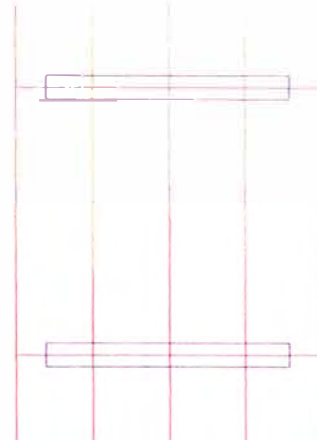
El material será en acero galvanizado en caliente o Aluminio el cual se ensamblará en el lugar del proyecto.

La estructura se soportará hacia dos zapatas de hormigón mediante dos pórticos.

Las dimensiones propuestas de la estructura son las siguientes:



SOPORTE - VISTA DE ELEVACIÓN



SOPORTE - VISTA DE PLANTA

Figura 4.3 Vista lateral de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos.

CAPÍTULO V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

5.1.1 Módulo Solar

	Características eléctricas	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Potencia máxima (Pm)	Watt	180
5	Tolerancia de potencia	%	±3
6	Voltaje a potencia máxima (Vmp)	V	34.9
7	Corriente a potencia máxima (Imp)	A	5.16
8	Voltaje a circuito abierto (Voc)	V	43.6
9	Corriente de cortocircuito (Isc)	A	5.57
10	Temperatura de operación	°C	-40 a +85
11	Voltaje máximo del sistema	V	1000
12	Máximo valor del fusible en serie	A	15
13	Condiciones estándares de prueba		Irradiancia 1000W/m2. Temperatura del módulo 25°C, AM=1.5
14	Características generales y mecánicas		
15	Celda solar		Celdas solares Monocristalino / Policristalino 156x156
16	Número de células y conexiones		6x12=72
17	Dimensiones máximas	mm	990 x 1350 x 50
18	Peso	Kg	18
19	Grado de protección caja de unión	IP	IP65
20	Garantía		Pm no es menos de 90% en 10 años y 80% en 20 años.

5.1.2 Soporte del panel solar

	Características	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Material		Acero galvanizado en caliente o Aluminio
5	Tornillería		Calidad 8.8 Galvanizado en caliente o Acero Inoxidable.
6	Descripción de la estructura y soporte a suelo		
	Número de pórticos		2
	Número de módulos solares	und	16
	Fijación de los módulos		Mediante grapas traseras en puntos donde cada fabricante de módulos garantiza su correcta fijación, facilitando así su montaje y desmontaje.
	Inclinación del pórtico		15°
	Fijación al suelo		Zapata o pilote de hormigón, tornillo o hinca. (Adaptable a la necesidad requerida)
	Carga de viento	m/s	Según normas
	Carga de nieve		Si.
7	Accesorios de montaje		Incluye, los elementos de unión (pernos, arandelas, tuercas) y pernos de anclaje.
8	Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	m	Aprox. 5,5 x 4,0 x 2,0
9	Peso	Kg	
10	Garantía		

5.2 BOMBA DE AGUA

	Características	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Potencia	kW	55
5	Voltaje	V	380 trifásico
6	Frecuencia	Hz	50 o 60
7	Caudal	m ³ /h	50
8	Tipo		Sumergible
9	Altura total	m	170
10	Diámetro	mm	150
11	Incluye cable sumergible		Si, al menos 10m
12	Montaje		Vertical en el pozo
13	Altitud	m.s.n.m.	4 600
14	Temperatura ambiente	°C	-20 a +30
15	Dimensiones	mm	
16	Peso	Kg	

5.3 TABLERO DE CONTROL Y FUERZA – INVERSOR DC/AC

	Características	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Entrada		
4.1	Máxima Potencia	kWp	≥ 75
4.2	Voltaje MPP recomendado	V	500 ~ 600
4.3	Voltaje Circuito Abierto recomendado	V	625 ~ 750
4.4	Máximo voltaje de entrada	V	$\geq 750V$
5	Salida		
5.1	Compatible con bombas de 55kW de capacidad	Si / No	Si
5.2	Corriente nominal (AC)	A	112
5.3	Voltaje de salida		380 ~ 440 trifásico
5.4	Frecuencia	Hz	50 / 60
6	Eficiencia máxima	%	
7	Protección		
7.1	Sobre/bajo voltaje	Si / No	Si
7.2	Sobre corriente	Si / No	Si
7.3	Sobre carga	Si / No	Si
7.4	Sobre temperatura	Si / No	Si
7.5	Pérdida de fase del motor	Si / No	Si
7.6	Bombeo en seco	Si / No	Si
7.7	Conexión reversa	Si / No	Si
8	Seguidor de punto de potencia máxima (MPPT)	Si / No	Si
9	Control digital	Si / No	Si
10	Caja		Aluminio
11	Grado de protección mínima	IP	IP52
12	Altitud de operación	m.s.n.m.	4 600
13	Temperatura ambiente	°C	-10 a +50
14	Dimensiones máximas	mm	
15	Peso	Kg	

5.4 EQUIPOS AUXILIARES

5.4.1 Cables para el generador fotovoltaico

	Características	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Normas		IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034
5	Tipo de cable		
6	Tensión nominal		700V
7	Conductor		Cobre electrolítico estañado, clase 5 (para servicio fijo el generador FV/flexible módulos FV) según EN 60228
8	Aislamiento		Goma libre de halógenos / XLPE
9	Cubierta		Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio / Elastómero termoestable
10	Temperatura admisible		120°C IEC 60216
11	Resistencia a temperaturas extremas		Mínima -40°C IEC 60811-1-4
12	Peso	Kg/Kg	Según calibre
13	Garantía		

5.4.2 Cable submarino para alimentación de bombas sumergibles

	Características	Unidad	Valor requerido
1	Marca		
2	Modelo		
3	Procedencia		
4	Normas		IEC
5	Tipo de cable		Sumergible
6	Calibre		3 x 35 mm ²
7	Tensión de operación		400 V
8	Temperatura admisible del líquido		60°C
9	Material del conductor		Conductor flexible de cobre suave
10	Material de aislamiento		Polietileno
11	Material de cubierta		PVC
12	Aislamiento Tensiones (U _o /U _m)	kV	0.60 / 1.0
13	Propiedades		Gran resistencia a la humedad, flexibilidad y resistencia a la abrasión y al ozono.
14	Peso	Kg	
15	Garantía		

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL SISTEMA

Presupuesto del SUMINISTRO DE MATERIALES Y SERVICIOS TECNICOS PARA EL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR DE 500m3/día

Datos básicos del sistema :

TDH= 130 m, Caudal= 100 m3/h, Capacidad Instalada= 500m3/día , Salida de voltaje: 560Vdc, Horassolarpico= 5.0

Bomba tipo : Sumergible , Arreglo de paneles Tipo fijo

Moneda : USD

No.	Nombre del Equipo	Tipo y Especificaciones	Unid	Cant.	Precio Unitario	Parcial	Precio Total
I Sub-sistema de transporte hidráulico							67,560.35
1.1	Tuberías Acero	4" Sch40 (2 ramales de 30 m para cada bomba)	m	60	84.90	5,094.00	
1.2	Tuberías HDPE	HDPE PE 80 160MM PN 20	m	480	31.90	15,312.00	
1.3	Tubería de drenaje	6" Sch40	m	30	97.64	2,929.05	
1.4	Acc de unión y montaje acero	4" Sch40	Glb	1	5,200.00	5,200.00	
1.5	Acc de unión y montaje HDPE	HDPE PE 80 160MM PN 20	Glb	1	5,450.00	5,450.00	
1.6	Valvulas check	DN160	Sets	2	2,380.00	4,760.00	
1.7	Válvulas relief	DN160	Set	1	1,475.00	1,475.00	
1.8	Soporte metálico de tuberías		Glb	1	17,340.30	17,340.30	
II Sub-sistema de bombeo							134,732.00
No.	Nombre del Equipo	Tipo y Especificaciones	Unid	Cant.	Precio Unitario	Parcial	Precio Total
2.1	Bombas sumergibles	Tipo sumergible. Potencia: 45kW trifásica, 380V, 50Hz. Corriente Nominal 96.5 Amp Incluye : 10m de cable alimentación Flujo diario: 250m3 TDH: 155m	Sets	2	49,630.00	99,260.00	
2.2	Distribuidor de bombas	Inc. union universal para inst de caudalímetros	Set	1	1,940.00	1,940.00	
2.3	Elementos de protección hidráulica y mantenimiento						
2.3.1	Valvulas check	DN100	Sets	2	2,250.00	4,500.00	
2.3.2	Valvulas de alivio	DN100					
2.3.3	Valvulas compuerta	DN100	Sets	3	2,750.00	8,250.00	
2.3.4	Manómetros		Und	2	350.00	700.00	
2.4	Sensores de nivel y medidor						
2.4.1	Sensores de nivel bomba		Sets	2	250.00	500.00	
2.4.2	Instalación eléctrica control	Tableros interno/externo, cableado, conduit, acc fijación.					
2.4.3	Medidor de agua	DN80	Und	2	350.00	700.00	
2.5	Accesorios de montaje de las bombas	brida, codos, tee, cambio de sección	Sets	2	950.00	1,900.00	

2.6	Instalación eléctrica bomba							
2.6.1	Cables	CB/YYY 0.6/1 kV 3-1x50 mm2 (30m por bomba)	m	60	29.7	1,782.00		
2.6.2	Tableros	Tablero de fuerza a la intemperie	Und	2	4500	9,000.00		
2.6.3	Acc instalación	Tubería y acc de montaje	Gib	1	6,200.00	6,200.00		
III	Sub-sistema de generación fotovoltaica						367,900.00	
3.1	Generador Solar 2 x 63 kWp	Generador solar 54,720 kWp compuesto de : Módulos Solares tipo: Monocristalino/Policristalino Potencia: 180W Arreglo: 16 sets serie y 19 cadenas Tolerancia 3% Voltaje max (Vmp) 34.9V Corriente max (Imp) 5.16A Voltaje cto abierto (Voc) 43.6V Corriente cto cto (Isc) 5.57A Temperatura de trabajo -40°C a +80°C Dimensiones/Peso 990x1350x50mm /18kg	Sets	2	101,250.00	202,500.00		
3.2	Inversor solar	Potencia 55kW Max DC entrada 750Vdc. Salida frecuencia 0-50Hz/60Hz Vmpp 500-600Vdc Voc 625-750Vdc	Sets	2	6,480.00	12,960.00		
3.3	Tablero de control solar	Tablero del interruptor automático	Sets	2	11,200.00	22,400.00		
3.4	Estructura metálica para soporte de 16 paneles	Fabricado en angulos de acero estructural galvanizado, incluye pemeira de ensamblaje y pernos de anclaje.	Sets	44	2,560.00	112,640.00		
3.5	Cables para conexión DC	Tipo PV ZZ-F Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables de alta seguridad y libres de halógenos.	Gibs	1	17,100.00	17,100.00		
IV	Sub-sistema de equipos e instalaciones auxiliares						42,000.00	
4.1	Sistema DC	Rated Voltage (V) : 110 Rated Capacity (Ah) : 100	Set	1	23,500.00	23,500.00		
4.2	Tablero de distribución AC	220Vac	Set	1	4,500.00	4,500.00		
4.3	Instrumentación	Manómetros, filtros, interruptores.	Gib	1	6,400.00	6,400.00		
V	Sub-sistema de equipos para la cisterna						6,600.00	
5.1	Sensores de nivel		Sets	2	250.00	500.00		
5.2	Sistema de transmisión del control de nivel		Gib	1	2,500.00	2,500.00		
5.3	Sistema de control de nivel redundante automático		Gib	1	2,500.00	2,500.00		
VI	Servicios						29,300.00	
7.1	Costo por servicios técnicos	Cálculos justificativos y planos de la instalación.	Gib	1	4,300.00	4,300.00		
7.2	Guía para la instalación	100USD por persona/día (estimado 10semanas)	Pers	3	5,000.00	15,000.00		
7.3	Puesta en marcha	500USD por persona/día (estimado 5días)	Pers	2	2,500.00	5,000.00		
7.4	Entrenamiento	Durante dos jornadas	Gib	1	2,000.00	2,000.00		
Total del equipamiento						US\$633,692.35		
Embalaje y transporte al sitio						US\$9,000.00		
Presupuesto estimado para la instalación (30% Total Equipamiento)						US\$190,107.71		
Total						US\$642,692.35		

El costo del sistema de bombeo fotovoltaico de 500 m³/día y 109,4 kWp instalados asciende a 645 692.32 dólares americanos a la fecha Enero 2013.

6.2 COMPARACIÓN DE BOMBEO DIESEL Y SOLAR

El costo del sistema de bombeo solar será igual al diesel en 4 años. Además note que la tendencia de los precios de los módulos fotovoltaicos es a la baja mientras que el precio de diesel sube.

Comparison of Solar and Diesel Water Pumping System on Cost and Capability						
Take 160m ³ per day water consumption, 20years usage as an example						
Comparison Item	Solar Water Pumping System			Diesel Power System		
Water output per day	180m ³			180m ³		
Lift	28m			28m		
Output time	5h			12h		
Water capacity/h	36m ³ /h			15m ³ /h		
Rated Power(pump)	5.5KW			2.2KW		
PV array/Motor	8KW			5.5KW		
Components	Components	Price (RMB)	Working life	Components	Price (RMB)	Working life
	PV array and brackets	120,000.00	20	Diesel motor	7,000.00	5
	Inverter(PB7500H)	26,325.00	10	Submersible pump	4,528.00	5
	Submersible pump	10296.00	5			
	Accessory	30,000.00				
	Subtotal	186,621.00			Subtotal	11,528.00
Extra costs	Item	Amount (RMB)		Item	Amount (RMB)	
	Engineering charge	66,833.00		Diesel Oil transportation, storage charge	360,000.00	
	Subtotal	66,833.00		Subtotal	360,000.00	
Cost of maintenance	Item	Times per year	Amount (RMB)	Item	Times per year	Amount (RMB)
	Renewal cost of pump	3	30,888.00	Labor cost	20	480,000.00
	Renewal cost of inverter	1	26,325.00	Oil consumption	20	1,058,830.78
				Renewal cost of pump	3	13,584.00
				Diesel motor	3	21,000.00
	Subtotal		57,213.00	Subtotal		1,573,414.78
Capability of safety and stability	<ul style="list-style-type: none"> ● One of the most feasible ways to solve the irrigation and daily water use problem on remote districts, where there is no electricity. ● Environment friendly, noiseless, High reliability and low maintenance 			<ul style="list-style-type: none"> ● High cost of maintenance ● Loud noise and serious pollution ● Safety issue for storage diesel oil 		
Total water output	1,314,000.000			1,314,000.000		
Total cost	310,667.00			1,944,942.78		
Unit cost(RMB) m ³	0.236			1.490		
The unit cost of Solar water pumping system and Diesel power system will keep the same in about 3 years, the unit cost will be decreased year by year with the descending price of PV module and the rising price of oil.						

Figura 6.1 Comparación de sistemas de bombeo solar y diésel. Cortesía de ShenzhenSolartechRenewableEnergy Co.,Ltd.

CONCLUSIONES

1. En base a los cálculos y resultados se ha seleccionado dos bombas del tipo sumergible de corriente alterna de 45kW, cada uno es alimentado por un generador fotovoltaico de 54,7 kWp de potencia.
2. El objeto del diseño ha sido optimizar el sistema para reducir el número de paneles solares a ser utilizado que cumplan con la capacidad de bombeo requerida.
3. El sistema de bombeo está diseñado para operar sólo de día por lo que no es necesario un banco de baterías.
4. En el diseño se ha determinado no instalar un sistema de seguimiento solar para los paneles solares ya que la zona del proyecto está alejada y se requiere una instalación simple, con la menor cantidad de partes móviles que requieran mantenimiento.
5. Se usará un inversor completamente automatizados para cada bomba. Este equipo además posee un controlador electrónico con la finalidad de mejorar el rendimiento del sistema de bombeo operando el arreglo fotovoltaico cerca de su punto de potencia pico.

RECOMENDACIONES

1. Adquirir equipos de bombeo y demás equipamiento de control estándares y específicamente diseñados para operar con energía fotovoltaica.
2. Mantener el diseño lo más simple posible.
3. Incorporar un sistema de monitoreo remoto debido a la envergadura de las instalaciones y la lejanía del lugar del proyecto desde el poblado más cercano.
4. Implementar un sistema de seguridad que incluya cercar las instalaciones solares e incluir cámaras de vigilancia.
5. Implementar un proyecto piloto en el lugar del proyecto, de esta manera los usuarios y autoridades locales tendrán una oportunidad de adquirir una mejor comprensión técnica del sistema fotovoltaico antes de iniciar proyectos de mayor envergadura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bombas GRUNDFOS España S.A.: "Catálogo SP A, SP Bombas sumergibles, motores y accesorios 50 Hz".www.grundfos.es
2. Bombas GRUNDFOS España S.A.: "GRUNDFOS Manual de Ingeniería SP"www.grundfos.es
3. CENSOLAR, La energía solar. Aplicaciones prácticas, CENSOLAR, España, 2005.
4. CENSOLAR. Curso Programado. Instalaciones de Energía Solar. Tomo V Sistemas de conversión eléctrica" Progensa, Quinta Edición. Año 2008.
5. Editorial Paraninfo, BOMBAS CENTRÍFUGAS, Enrique Carnicer y Concepción Mainar Hasta, Segunda Edición 2001.
6. FRAENKEL, P. Water-Pumping Devices: A Handbook for Users and Choosers. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), London, Intermediate Technology, 1990.
7. Guía para el desarrollo de proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica. Volumen 1, Libro de Consulta. Sandia National Laboratories, Ed. Ecoturismo y Nuevas tecnologías s.a. de c.v.2001
8. Sitio Web Mac Graw-Hill. www.mcgraw-hill.es: Unidad 1 Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

9. Sitio Web www.sunrotor.com Solar Water Pumping Basics

10. Sitio Web Soluciones Prácticas.
www.solucionespracticas.org.pe/fichastecnicas/pdf/BombeodeAguaMedianteEnergiaSolarFotovoltaica.pdf: Bombeo de agua mediante energía solar fotovoltaica.

11. Sitio Web OpenCourseWare de la UNIA (OCW-UNIA) Universidad Internacional de Andalucía, Ciencias Tecnológicas, <http://ocw.unia.es/>: Tema 3. Modelos para estimar la radiación solar.

12. Kadono N. Cesar "La Radiación Solar en el Perú", tesis de competencia profesional, PAIME - DEM -UNI; Lima Perú 1972.

13. WatchtowerBible and Tract: Creación, Capítulo 9 "Nuestro imponente universo" y Capítulo 10 "Prueba procedente de un planeta singular", EEUU, 1985

APÉNDICE

APÉNDICE

APENDICE

Catálogos de módulos fotovoltaicos

Catálogos de inversores DC/AC

Catálogos de bombas para aplicaciones fotovoltaicas

Himin[®] PV

HG-190S/195S/
200S/205S



M CLEAN ENERGY HOLDINGS CO.,LTD.

Monocrystalline photovoltaic module



MONOCRYSTALLINE SILICON PHOTOVOLTAIC MODULE WITH 190W~205W POWER

Himin Clean Energy Holdings Co., Ltd, as the main holder of the fourth International Solar City Congress (Dezhou city, 2010) and the constructor of China Solar Valley, has concentrated on solar energy research since 1995.

Himin's HG-190S~205S photovoltaic module is designed for large electrical power requirements, this module has super durability to withstand rigorous operating conditions and is suitable for grid connected systems.

Quality & Reliability

Robust, corrosion resistant aluminum frames independently tested to withstand wind loads of up to 2400Pa and snow loads of up to 5400Pa ensuring a stable mechanical life.

Module independently tested to ensure conformance with certification and regulatory standards.

Manufacturing factory certified by ISO9001 and ISO14001.

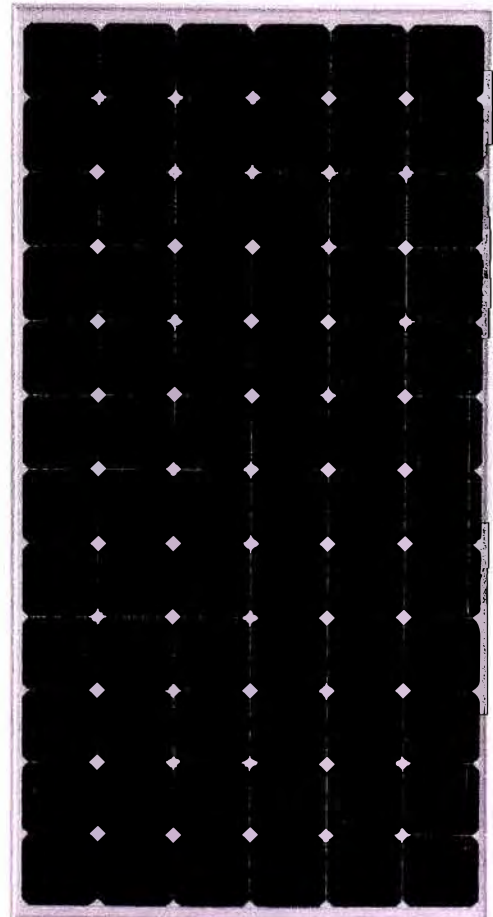
Guarantees and certifications

Product warranty	10 years
Performance guarantee	Guaranteed output of 90% for 10 years and 80% for 25 years
Approvals and certificates	TUV:IEC 61215 Edition II, IEC 61730 I and II, MCS

In the absence of confirmation by specification sheets, Himin takes no responsibility for any defects that any occur in equipment using any Himin products shown in catalogs, data books, etc.

Contact Himin in order to obtain the latest specification sheets, before using any Himin products.

Specifications are subject to change without notice.



Specifications

HG-190S~205S

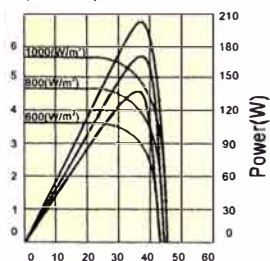
Cell	Monocrystalline silicon solar cells, 125mm square
Number of cells and connections	72 in series
Application	DC 24V system
Maximum system voltage	DC 1,000V
Series fuse rating	10A
Nominal power	190W~205W
Dimensions	1580×808×50/35mm
Weight	16.2/14.8Kg
Type of output terminal	Lead wire with connectors
Function box	3 bypass diodes

Electro-optical characteristics

Parameters	Symbol	HG-190S	HG-195S	HG-200S	HG-205S
Open circuit voltage	Voc	44.6V	44.9V	45.1V	45.9V
Maximum power voltage	Vmp	36.9V	37.4V	37.7V	38.3V
Short circuit current	Isc	5.57A	5.62A	5.65A	5.73A
Maximum power current	Imp	5.15A	5.21A	5.31A	5.35A
Maximum power	Pm	190W	195W	200W	205W
Encapsulated solar cell efficiency	η_c	17.0%	17.4%	17.8%	18.4%
Module efficiency	η_m	14.9%	15.3%	15.7%	16.1%
Power output tolerance		0/+3%	0/+3%	0/+3%	0/+3%

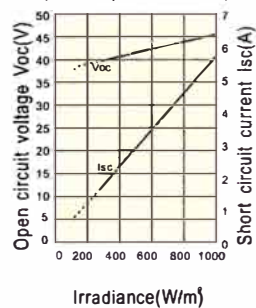
Characteristics

Current, power vs. voltage characteristics 205W (cell temperature: 25°C)

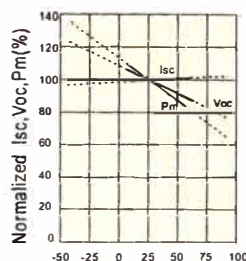


Voltage (V) — Current vs. voltage
— Power vs. voltage

Open circuit voltage, short circuit current, vs. irradiance characteristics (cell temperature: 25°C)

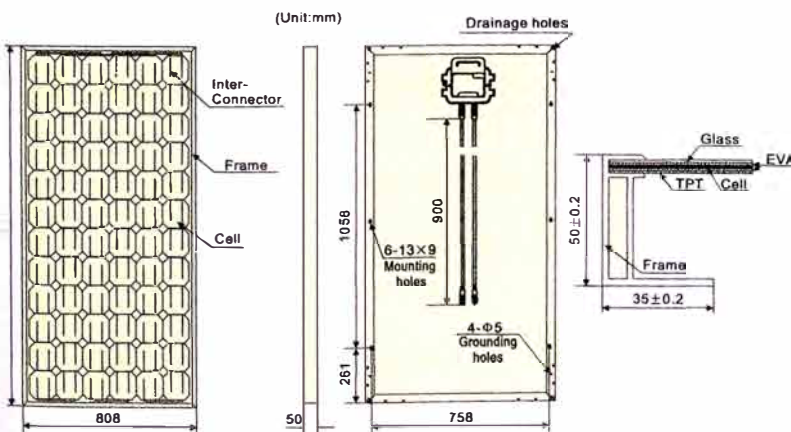


Normalized Isc, Voc, Pm vs. cell temperature characteristics



Cell temperature (°C)

Outline dimensions



Packaging Specifications

Number of modules per pallet	48/64
Number of pallets per 40' container	14
Packaging box dimensions (L/W/H)	2260×825×2200mm
Box weight	825/1000Kg

Conditions

Standard test conditions (STC)

Irradiance: 1,000W/m²

AM1.5

Module temperature: 25°C

Temperature coefficients

Parameters	Rating
Operating temperature	-40 to +85°C
Storage temperature	-40 to +85°C
α Pm	-0.460%/K
α Isc	+0.024%/K
α Voc	-0.356%/K
NOCT	46 ± 2/°C

Mechanical specification

Cable	Solar cable ,900mm length 4mm ² prefabricated with plugs (male/female)
Front glass	Transparent toughened safety glass, 3.2mm
Cell encapsulation	EVA (Ethylene-Vinyl-Acetate), 0.5mm
Backside	Composite film
Frame	Anodised aluminium cavity frame
Maximum surface load	(screwless) with drainage holes Entire module certified to withstand high wind loads (2400Pa) snow loads (5400Pa)
Hail resistance	Maximum diameter of 25mm with impact speed 83km/h

Himin PV

TEL: 0086-534-5089496

Fax: 0086-534-2563913

E-mail: nancy@himin.com

Add: Himin Sun-moon Mansion, Solar Valley Road, Economic-development Zone, Dezhou, Shandong, P.R.China

Electrical Data

	SLR-165M SLR-165P	SLR-170M SLR-170P	SLR-175M SLR-175P	SLR-180M SLR-180P	SLR-185M SLR-185P
Maximum power(Pm)	165.0W	170.0W	175.0W	180.0W	185.0W
Power tolerance	±3%	±3%	±3%	±3%	±3%
Optimal power(Vmp)	34.9V	34.9V	34.9V	34.9V	34.9V
Current at max power(Imp)	4.73A	4.88A	5.02A	5.16A	5.31A
Open circuit voltage(Voc)	43.6V	43.6V	43.6V	43.6V	43.6V
Short circuit current(Isc)	5.10A	5.26A	5.41A	5.57A	5.72A
Operating Temperature	-40°Cto +85°C	-40°Cto +85°C	-40°Cto +85°C	-40°Cto +85°C	-40°Cto +85°C
Maximum System Voltage	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V
Maximum Series Fuse Rating	15A	15A	15A	15A	15A
Standard Test Condition	Irradiance 1000W/m2.Module temperature 25°C,AM=1.5				

Mechanical Data

Cell type: Monocrystalline/Polycrystalline silicon solar cell 156*156

Number of cells and connections: 72=6*12pcs

Dimension of module: 990*1350*50mm

Weight: 18kg

Injection Box: Ip65 rated

Warranty: Pm is not less than 90% in 10 years and 80% in 20 years

Performance: 227g steel ball down from 1m height and 60m/s wind

Temperature Coefficients

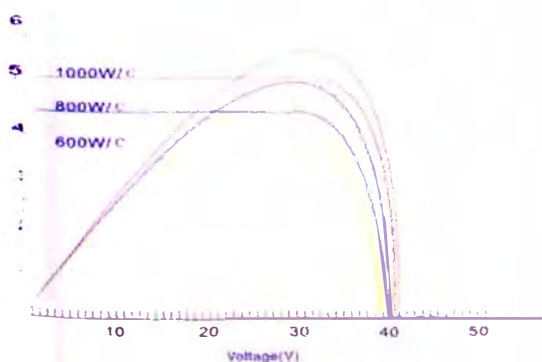
Operating temperature: 3°C ± 1°C

Current temperature coefficient: 0.06 ± 0.01%/K

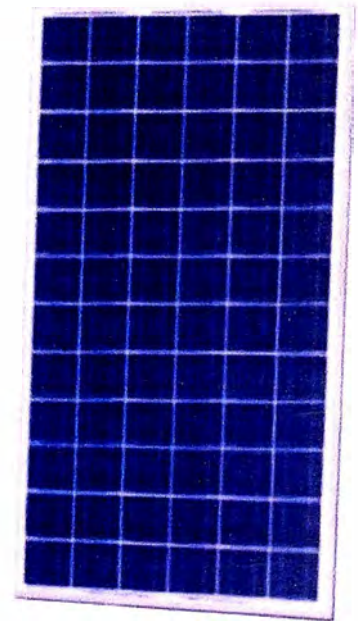
Voltage temperature coefficient: -(78 ± 10)mV/K

Power temperature coefficient: -(0.5 ± 0.05)%/K

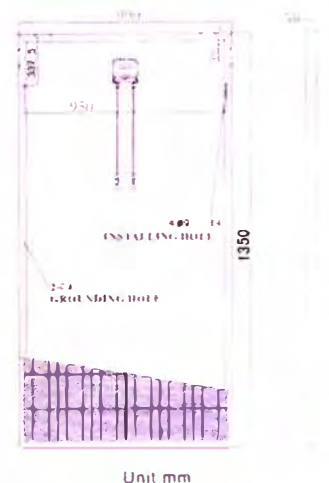
Current-Voltage diagram of curves



Products Picture



Engineering Drawing



Disfrute de las ventajas de ISOFOTON

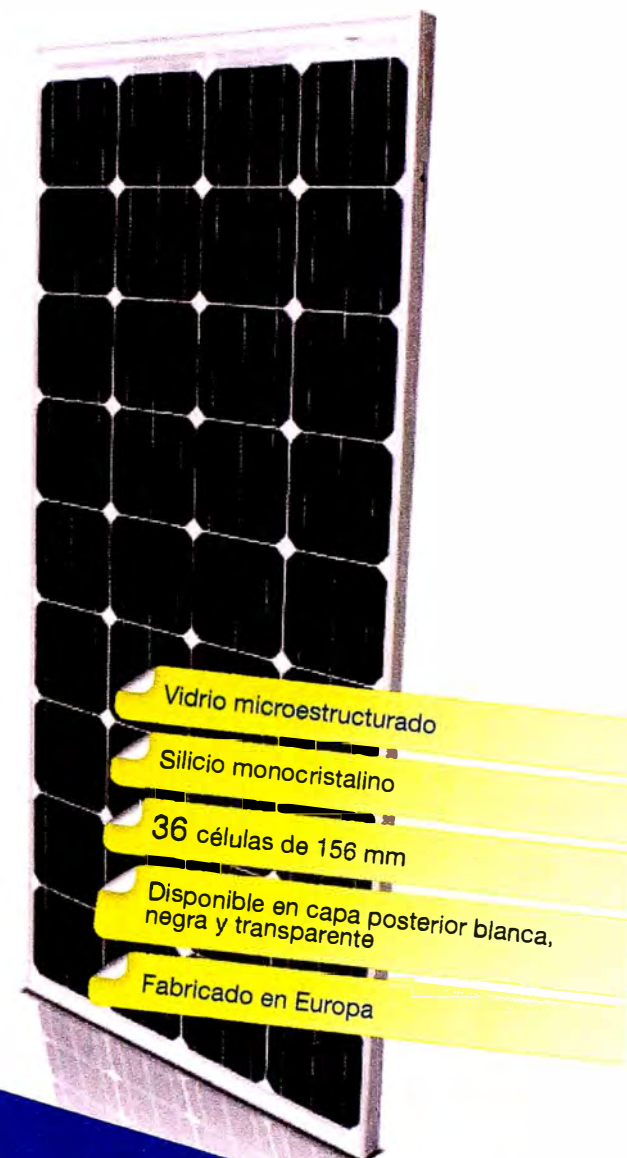
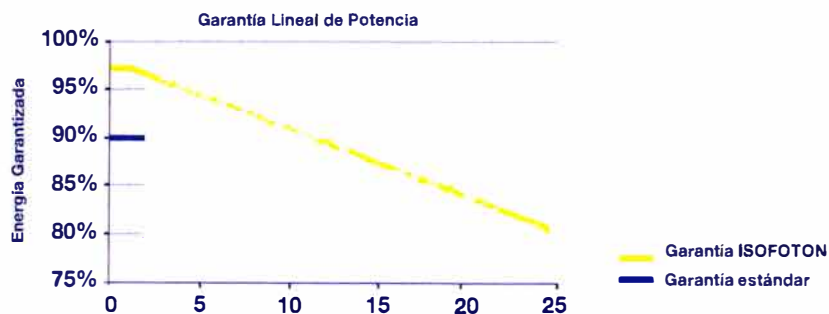
- 30 años de experiencia en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
- Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
- Asistencia técnica
- Tecnología punta y calidad certificada
- Compromiso con el medio ambiente

Disfrute de las ventajas de la gama ISF

- Vidrio microestructurado con mayor capacidad de absorción de luz difusa, que mejora el rendimiento energético
- Caja de conexión exclusiva, diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
- El módulo más ligero de su categoría, lo que facilita su manejo

La garantía ISOFOTON

25 años de garantía lineal de potencia que mejora en un 7,5% la garantía estándar de mercado y 10 años de garantía de producto.



Homologaciones y Certificados de Producto



Certificados de Empresa



Desde 1999



Desde 2001



Desde 2008



Desde 2007

ISOFOTON es socio fundador



MÁS DE 30 AÑOS PONIENDO EL SOL AL SERVICIO DE LA HUMANIDAD

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m², temperatura de célula 25°C, AM 1,5

	ISF-145	ISF-150
Potencia nominal (Pmax)	145 W	150 W
Tensión en circuito abierto (Voc)	22,4 V	22,6 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,55 A	8,70 A
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax)	18,1 V	18,5 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	8,00 A	8,12 A
Eficiencia	14,5%	15,0%
Tolerancia de potencia (% Pmax)	+/- 3%	+/- 3%

Comportamiento a Irradiancia 800 W/m², TONC, temperatura ambiente 20°C, AM 1,5; velocidad del viento 1m/s

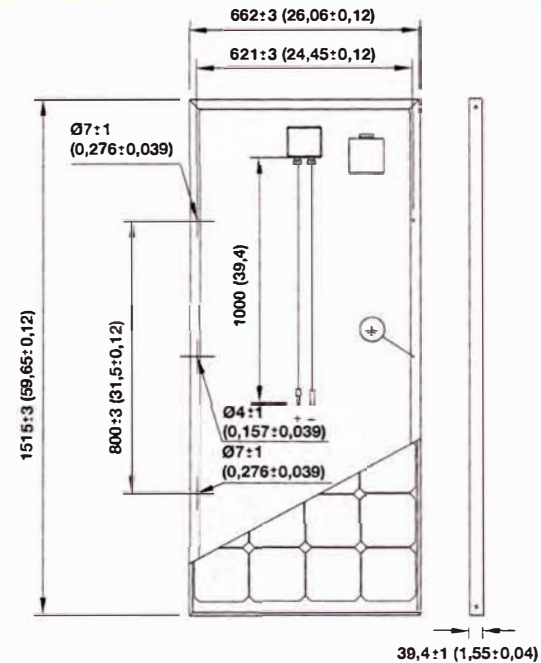
	ISF-145	ISF-150
Potencia máxima (Pmax)	103 W	107 W
Tensión en circuito abierto (Voc)	20,1 V	20,3 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	6,88 A	7,01 A
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax)	16,1 V	16,4 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	6,44 A	6,54 A

Reducción de eficiencia desde 1.000 W/m² a 200 W/m² 5% (+/-3%)

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

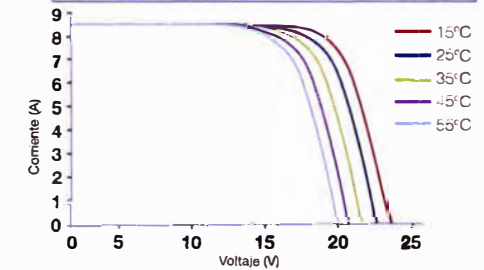
Tensión máxima del sistema	1.000 V
Límite de corriente inversa	20 A
Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	45 +/- 2° C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0,464%/K
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,323%/K
Coefficiente de temperatura de Isc	0,042%/K

DIMENSIONES



EMBALAJE

Módulos por palet
36
Tamaño de embalaje (palet + esquinas)
1625 x 780 x 215 mm
Materiales reciclables



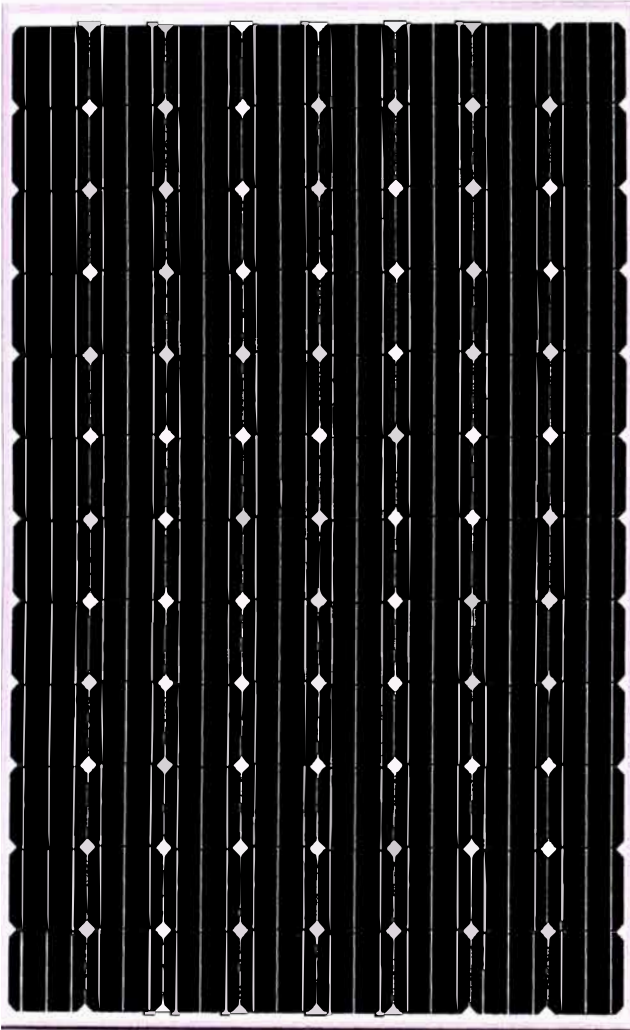
DATOS DE CONTACTO

FÁBRICA Parque Tecnológico de Andalucía (PTA)
C/ Severo Ochoa, 50
E-29590 Málaga
Tel.: +34 95 1233500
isofoton.m@isofoton.com

OFICINA COMERCIAL Torre de Cristal
Paseo de la Castellana, 259 C (planta 18)
E-28046 Madrid
Tel.: +34 91 4147800
isofoton@isofoton.com

ISOPARTNER

TS6S96



		TS-S390	TS-S395	TS-S400	TS-S405	TS-S410	TS-S415	TS-S420	TS-S425	TS-S430
Nominal power [Wp]	Pmpp	390	395	400	405	410	415	420	425	430
Voltage at nominal power [V]	Vmpp	49.38	49.53	49.80	50.06	50.32	50.58	50.82	51.05	51.35
Current at nominal power [A]	Impp	7.92	7.98	8.04	8.1	8.15	8.21	8.27	8.33	8.38
Open-circuit voltage [V]	Voc	59.62	59.71	60	60.38	61.06	61.25	61.44	61.63	61.82
Short-circuit current [A]	Isc	8.42	8.49	8.56	8.66	8.77	8.84	8.92	8.99	9.07
Module efficiency level [%]		15.25	15.41	15.60	15.80	15.99	16.19	16.38	16.58	16.77
Output tolerance [%]		±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2

Performance under standard test conditions (STC) : 1000W/m², 25°C, AM 1.5
 Mechanical load at 5400 Pa/550 kg has been performed.

▪ Mechanical characteristics

Solar cells	96 monocrystalline 6" silicon cells (156x156mm)
Front cover	Low iron tempered glass 4.0mm
Back cover	White polyester
Frame	Silver anodized aluminum
Junction box	4 bypass diodes
Dimensions (HxWxT)	1960 x 1308 x 40 mm
Weight	35.5 kg

▪ Warranty

- » Free from defects in materials and workmanship for 10 years
- » 90% power output over 10 years
- » 80% power output over 25 years

▪ Thermal characteristics

Temperature coefficients of Isc	0.05 %/K
Temperature coefficients of Voc	-0.40 %/K
Temperature coefficients of Pm [%]	-0.49 %/K
NOCT	47°C

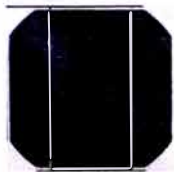
▪ Limits

Operating Temperature	-40°F to +194°F (-40°C to +90°C)
Storage Temperature	-40°F to +194°F (-40°C to +90°C)
Maximum System Voltage	DC 1,000V

Módulo fotovoltaico de 175W

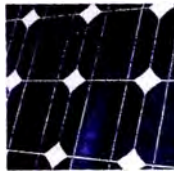
BP 4175T

BP Solar lleva fabricando obleas, células y módulos solares más de 35 años. Nuestra experiencia demuestra que la mejor forma de optimizar la esperanza de vida de un módulo y la cantidad de energía que producirá es fijarse incluso en los detalles más mínimos del diseño, la fabricación y los ensayos que garantizan su calidad. La nueva Serie T de módulos de 72 células alcanzan este objetivo gracias a:



Potencia real

La potencia real de todos los módulos monocristalinos de la nueva Serie T medida en fábrica es mayor que la nominal, con una precisión de medida con trazabilidad hasta el Índice Radiométrico Mundial.



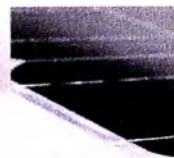
Cristal de alta transmitancia

Con recubrimiento anti reflexivo optimizado, que como se ha demostrado permite obtener hasta un 4% más de energía al año.



Tecnología Integrabus™

Asegura un sistema de cableado más eficiente mientras mantiene los diodos de bypass y caja de conexiones alejados de las células, permitiendo así una temperatura de funcionamiento menor y por tanto mayor producción de energía.



Responsabilidad medioambiental

Soldadura e interconexiones sin plomo, cables sin halógenos con conectores MC4 y cantidad mínima de empaquetado a desechar.



Marco Universal II

Marco de aluminio de gran resistencia con perfil redondeado para mayor comodidad en la manipulación y sistema de fijación de la tuerca para dificultar el robo. Certificado para soportar cargas de nieve de 5400Pa incluso montándose por los extremos.

Garantizados para durar

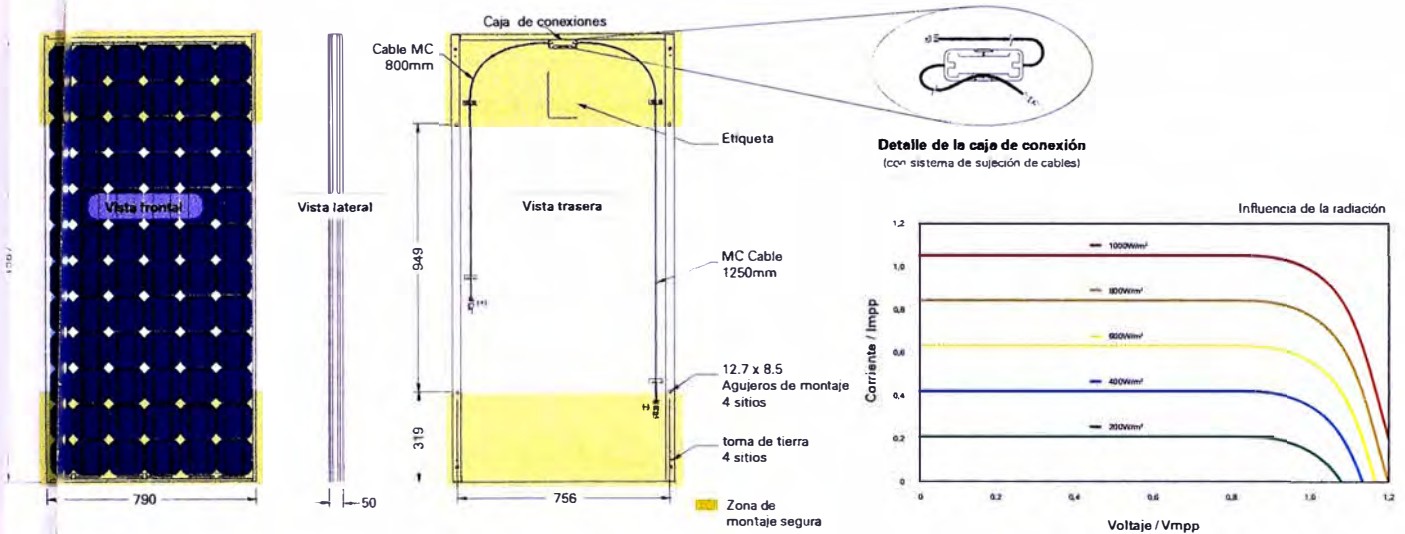
Garantía de 5 años de producto y de 25 años de potencia por parte de una compañía que sigue en activo después de más de 35 años de experiencia en fabricación, con la confianza que dan unos requisitos de calidad internos que van mucho más allá de los estándares internacionales.

la 1:12



• O 9001
• O 14001

Diagrama del módulo



Características eléctricas

	BP 4175T
Tolerancia	-3/+5%
Eficiencia del módulo	13,9%
Reducción de la eficiencia a 200W/m²	< 3%
	13,5%
Datos: 1000W/m² (STC*)	
Potencia máxima (P _{max})	175W
Tensión en P _{max} (V _{mpp})	35,4V
Corriente en P _{max} (I _{mpp})	4,9A
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	5,45A
Tensión de circuito abierto (V _{oc})	43,6V
Datos: 800W/m² (NOCT**)	
Potencia máxima (P _{max})	126W
Tensión en P _{max} (V _{mpp})	31,5V
Corriente en P _{max} (I _{mpp})	3,9A
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	4,4A
Tensión de circuito abierto (V _{oc})	39,7V
Límite corriente inversa	5,45A
Coefficiente de temperatura de I _{sc}	(0,065±0,015)%/K
Coefficiente de temperatura de V _{oc}	-(0,36±0,05)%/K
Coefficiente de temperatura de P _{max}	-(0,5±0,05)%/K
NOCT**	47±2°C
Voltaje máximo del fusible en serie	20A
Clase de aplicación (conforme a IEC 61730:2007)	Clase A (1000V)

Características mecánicas

Células	72 células de silicio monocristalino (125mm x 125mm) en serie
Frontal	Cristal templado de 3,2mm con capa antirreflexiva
Encapsulante	EVA
Posterior	Poliéster blanco
Marco	Aluminio anodizado plateado
Diodos	Integrabus™ con 3 diodos Schottky protegiendo cada 24 células
Caja de conexiones	Sellada (IP 67); certificada según UL1703 test de inflamabilidad Dimensiones (mm): 39,6 x 100,60 x 13,20
Cables de salida	Certificados según Pg 1167-2007 de 4mm² y conectores MC IV
Dimensiones (mm)	1587±2 x 790±2 x 50
Peso (kg)	15,4

Garantías

- Libre de defectos en materiales y mano de obra durante 5 años
- 90% potencia de salida durante 12 años
- 80% potencia de salida durante 25 años

Certificaciones

- Certificados según la norma IEC 61215:2005 extendida (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación)
- Certificados según la norma IEC 61730-1 y IEC 61730-2. (Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos)
- Homologado por los Laboratorios Underwriters para seguridad eléctrica y contra incendios (UL 1703 - Clasificación de incendios clase C)
- Las medidas del módulo son calibradas conforme a referencias radiométricas suministradas por laboratorios externos internacionales
- Fabricado en plantas certificadas ISO 9001 y ISO 14001

Contacto:

Su distribuidor BP Solar:

Condiciones de Medida Estándar, irradiación 1000W/m², distribución espectral de AM1,5G, temperatura de célula 25°C. Temperatura nominal de operación de la célula a irradiación solar de 800W/m², 20°C de temperatura ambiente, al viento 1m/s.

Los módulos son medidos individualmente antes de enviarlos. Dentro de las medidas de la fábrica está incluido el degradación inicial (efecto LID) que se produce durante los primeros días de funcionamiento del módulo.

Este producto de características cumple con los requisitos exigidos por la norma EN 50380.

Este producto resume las especificaciones y la garantía del producto, que están sujetas a cambios sin previo aviso. El contenido es el resultado de un proceso de reciclaje del 80% / 40% libre de cloro.

ZT 220P/225P poly

ZYTECH MÓDULOS



Células	
Tecnología	Silicio polycristalino
Número de células por módulo	60
Dimensiones	156 x 156 mm

Características estructurales	
Dimensiones L x W x H	1669x997x46mm
Peso	20.0 kg

Características eléctricas			
		ZT 220P	ZT 225P
Potencia máxima	P_{max}	220 W	225 W
Tensión a circuito abierto	V_{oc}	36.36 V	36.60 V
Tensión punto máx. potencia	V_{mpp}	29.09 V	29.28 V
Densidad de cortocircuito	I_{sc}	8.13 A	8.21 A
Densidad punto máx. Potencia	I_{mpp}	7.55 A	7.68 A
Factor FF		74.30 %	74.84 %
Eficiencia del módulo		13.22 %	13.52 %

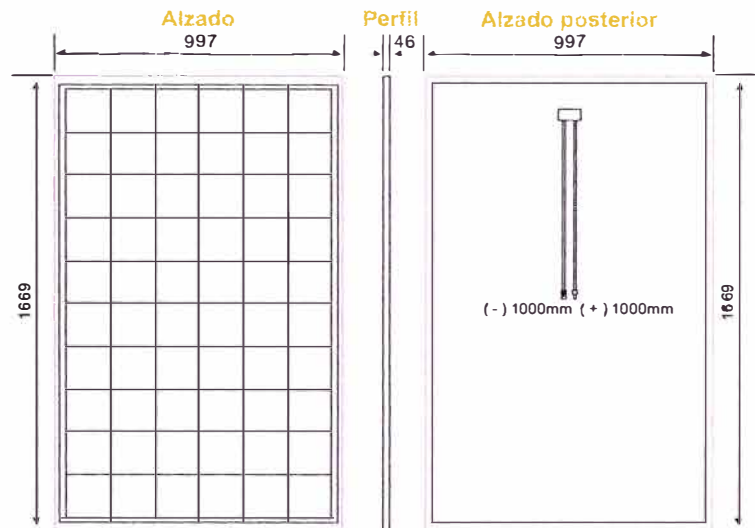
Condiciones estándar (STC) Irradiancia 1000W/m², AM1.5, temperatura de la célula 25°C

Características térmicas	
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	$47^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	- 0.144 mV /°C
Coeficiente de temperatura de P_m	+ 5.5 mA /°C
Coeficiente de temperatura de P_m	- 0.40 % /°C

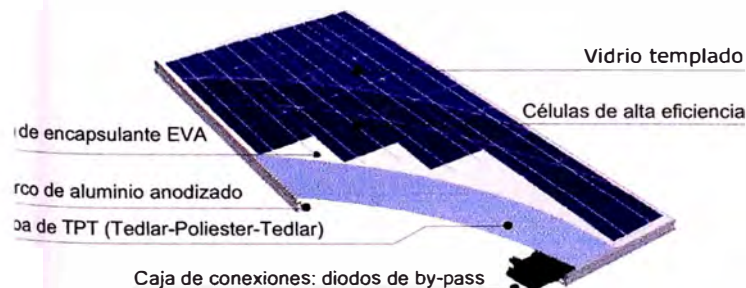
Parámetros del sistema	
Tensión máxima del sistema	1000 VDC
Máxima intensidad inversa	No aplicar a los módulos tensiones mayores a V_{oc}

Características adicionales	
Caja de conexiones	1000 VDC
Conector	Plug type 4
Tolerancia	$\pm 3\%$
Cable (Tyco)	4 mm ²
Longitud del cable	1000 mm
Número de diodos de by-pass	3 unidades

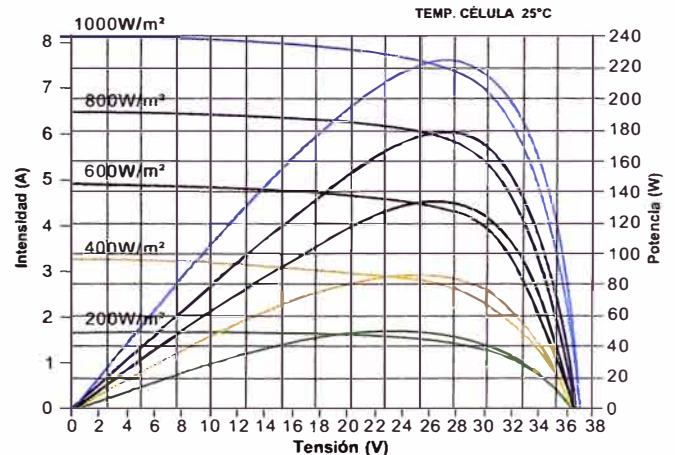
5 años de garantía en materiales o defectos de fabricación.
Garantía de producción del 90% a 10 años y del 80% a 25 años.



Componentes del módulo



CURVA DE COMPORTAMIENTO V-I



Zytech Solar se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso.



5 years limited warranty on material and workmanship.
Guarantee of production of 90% to 10 years and of 80% to 25 years.

ZYTECH SOLAR - Zueco Y Technology S.L.
P. Industrial Centrovía - C/ R. Janeiro, 12
50198 La Muela (Zaragoza) SPAIN
Tel: +34 976 141819 / Fax: +34 976 141818
info@zytechsolar.com / www.zytechsolar.com

Solar Pumping Inverter

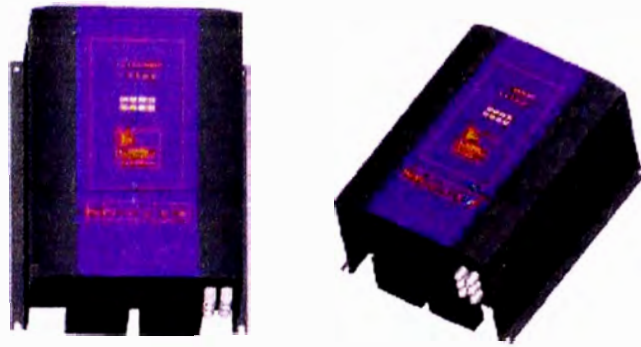
Product Features

Most reliable in industry. System operating over 12 years and still running!

Patented dynamic VI maximum power point tracking (MPPT) control.

Fast, responsive, stable.

- Ultra tracking performance.
- Protection from highly damaging water hammer effects when irradiation changes rapidly.
- Digital control. Fully automatic operation, data storage and protection.
- Intelligent Power Module (IPM) for maintaining stability.
- Aluminum alloy construction, LED display.
- User friendly.
- IP52 Protection. Perfect cooling and shielding.
- Optional up and down water level detection.
- Operating Temperature: -10 ~ +50°C.



Inverter Specification

Model		PB22KH	PB30KH	PB37KH	PB45KH	PB55KH
Input	Max. Input Power (kWp)	30	40	50	60	75
	Recommended MPP Voltage	500 V ~ 600 V				
	Recommended Open Circuit Voltage	625 V ~ 750 V				
	Max. Input Voltage	750 V				
Output	Compatible Pump Capacity (kW)	22	26, 30	37	45	55
	Rated AC Current (A)	45	60	75	91	112
	Output Voltage	3 Phase 380V ~ 440V 50Hz/60Hz				
Max. Efficiency		99%				
Protection		Over-Voltage, Under-Voltage, Over-Current, Overload, Over-Temperature, Motor Phase Loss, Pump Dry Running, Reverse Connection.				
Dimensions (mm)		450*360*235				
Weight (kg)		18	20			
Operating Temperature		-10°C ~ + 50°C, (Derated Operation above 50°C)				
Operating Humidity		0 ~ 95%				
Operating Altitude		< 1000m. (Derated Operation above 1000m)				

SC 100 Outdoor / SC 100 Indoor

Flexible

Rango de temperatura ampliado -20 °C a +50 °C
Dimensiones reducidas,
Montaje sencillo

eficiente

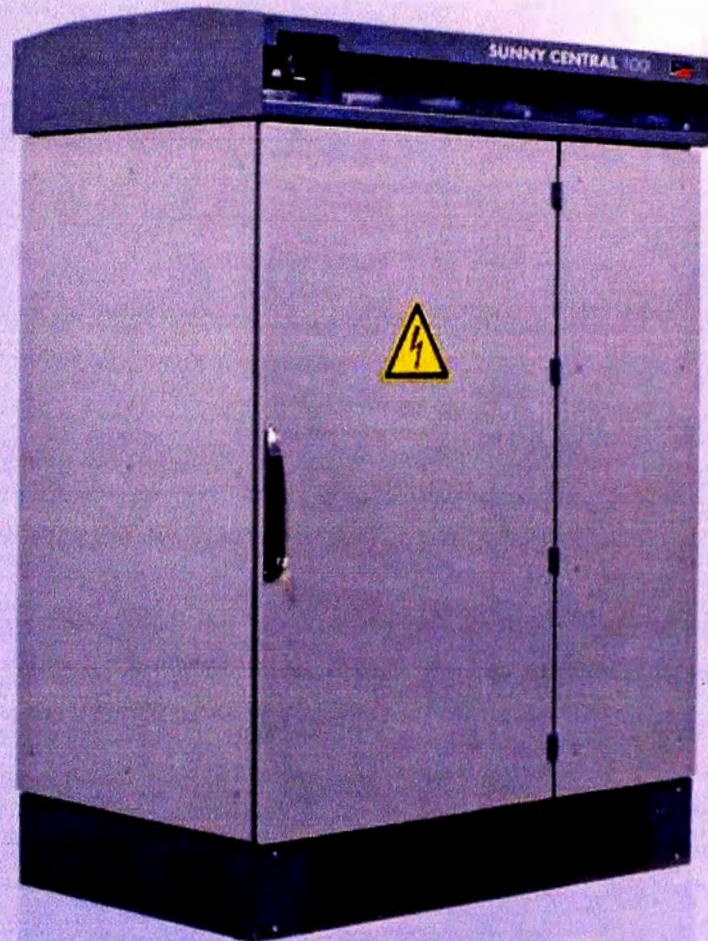
Gracias a la innovadora tecnología de transformadores, mejor rendimiento máximo del 97,6 % y un rendimiento promedio del 97,0 %

Seguro

Monitorización de la instalación y evaluación de los datos por medio de un registrador de datos integrado
Posibilidad de monitorización remota vía Internet / GSM / GPRS

Opcional

Monitorización de Strings
Rango de tensión de entrada de CC hasta 1000 V
Funcionamiento con generadores fotovoltaicos con toma a tierra
Disponible en versión de alta eficiencia HE



SUNNY CENTRAL 100

Potente y eficiente

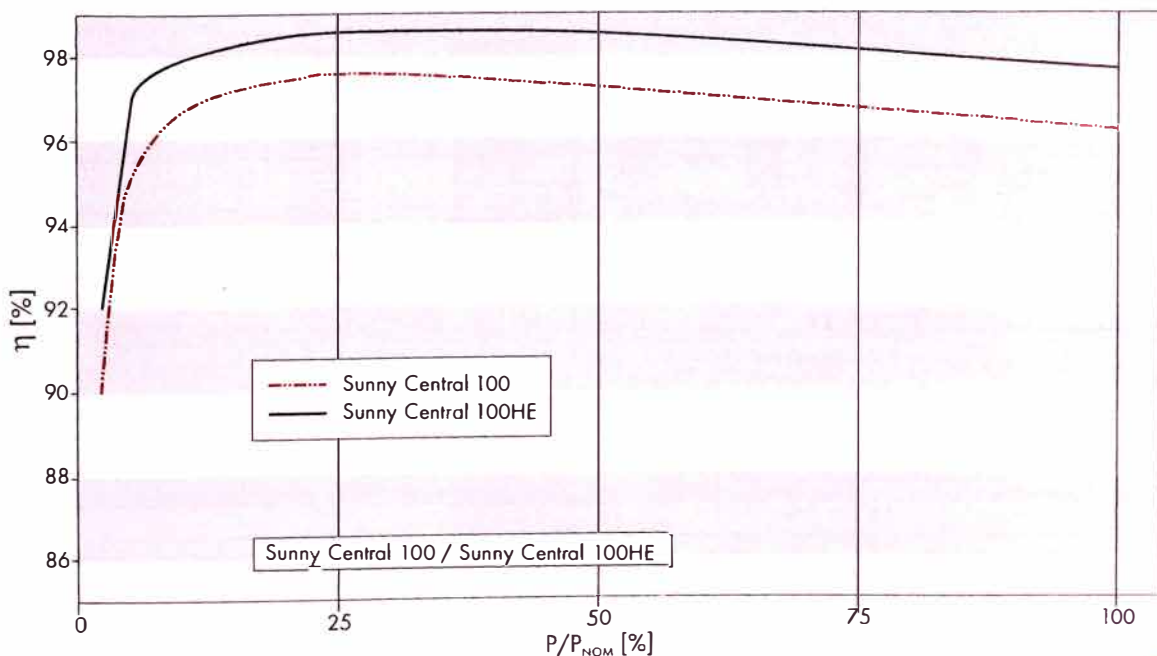
Para fuerza a buen precio: El Sunny Central 100 Outdoor es el inversor idóneo para su instalación en campo abierto. Gracias a su carcasa apta para exteriores y a su rango de temperatura ampliado, es el equipo perfecto para un funcionamiento fiable en exteriores, incluso bajo condiciones ambientales extremas. Para usted, el empleo tanto del Sunny Central 100 Outdoor como de la versión Indoor representa un beneficio por partida doble: por un lado su construcción compacta reduce considerablemente los gastos de montaje, y por el otro, su alto coeficiente de rendimiento de un 97,6 %, conseguido gracias a una innovadora tecnología de transformadores. Ambas características lo convierten en uno de los inversores más eficientes de su clase. El equipo Indoor es idéntico en apariencia al Sunny Central 100 Outdoor, pero por su sistema de ventilación especial resulta óptimo para la utilización en interiores.

datos técnicos

UNNY CENTRAL 100 Outdoor / 100 Indoor

	SC 100 Outdoor / HE*	SC 100 Indoor / HE*
Parámetros de entrada		
Potencia fotovoltaica máx. (recomendada), (P_{PV})	110 kWp ¹⁾	110 kWp ¹⁾
Rango de tensión CC, MPPT (U_{DC})	450 V - 820 V	450 V - 820 V
Tensión de CC máx. admisible ($U_{DC,max}$)	900 V / opcional 1000 V	900 V / opcional 1000 V
Corriente continua máx. admisible ($I_{DC,max}$)	235 A	235 A
No. de entradas de CC (punto de conexión no protegido)	3 x positivas, tornillos de M12 3 x negativas, tornillos de M12	3 x positivas, tornillos de M12 3 x negativas, tornillos de M12
Parámetros de salida		
Potencia nominal de CA (P_{AC})	100 kW	100 kW
Tensión de trabajo, red $\pm 10\%$ (U_{AC})	400 V / 300 V*	400 V / 300 V*
Corriente nominal de CA ($I_{AC,nom}$)	145 A / 193 A*	145 A / 193 A*
Estructura de la red	red IT, TN-S, TN-C / IT*	red IT, TN-S, TN-C / IT*
Rango de trabajo de la frecuencia de red (f_{AC})	50 Hz - 60 Hz	50 Hz - 60 Hz
Factor de distorsión de la tensión fotovoltaica (U_{pp})	< 3 %	< 3 %
Coefficiente de distorsión no lineal de la corriente de red (K_{iAC})	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal
Factor de potencia ($\cos \phi$)	$\geq 0,99$ a potencia nominal	$\geq 0,99$ a potencia nominal
Rendimiento		
Rendimiento máximo $P_{AC,nom}$ (η)	97,6 % / 98,5 %*	97,6 % / 98,5 %*
Rendimiento europeo (η)	97,0 % / 98,3 %*	97,0 % / 98,3 %*
Dimensiones y peso		
Ancho / alto / fondo (mm)	1280 / 1835 / 830	1280 / 1835 / 830
Peso (aprox., m)	925 kg / 505 kg*	925 kg / 505 kg*
Consumo de potencia		
Consumo característico en funcionamiento (P_{day})	< 1 % de $P_{AC,nom}$	< 1 % de $P_{AC,nom}$
Consumo característico en stand-by (P_{night})	< aprox. 50 W	< aprox. 50 W
Tensión auxiliar externa / estructura de la red	230 V, 50/60 Hz, red TN-S (opcional / sí*)	230 V, 50/60 Hz, red TN-S (opcional / sí*)
Fusible de entrada exterior para alimentación auxiliar	B 16 A, de 1 polo	B 16 A, de 1 polo
Interfaces SCC (Sunny Central Control)		
Comunicación (NET Piggy Back, opcional)	analógico, ISDN, Ethernet, GSM	analógico, ISDN, Ethernet, GSM
Entradas analógicas	opcional: 1 x PT 100, 2 x A _{in} ³⁾	opcional: 1 x PT 100, 2 x A _{in} ³⁾
Protección de sobretensión para entradas analógicas	opcional	opcional
Conexión del Sunny String Monitor (COM1)	RS485	RS485
Conexión del PC (COM3)	RS232	RS232
Contacto libre de tensión (alarmas de fallos externos)	1	1

Curva del coeficiente de rendimiento



	SC 100 Outdoor / HE*	SC 100 Indoor / HE*
Características		
Disy (SCC)	sí	sí
Monitorización de toma a tierra	sí (ajuste opcional)	sí (ajuste opcional)
Ca acción	sí	sí
Interruptor de emergencia	no	sí
Interruptor de potencia en el lado de CA	sí / seccionador para ruptura de carga*	sí / seccionador para ruptura de carga*
Interruptor de potencia en el lado de CC	accionado por motor	accionado por motor
De reguladores de sobretensión CA monitorizados	opcional	opcional
De reguladores de sobretensión CC monitorizados	sí	sí
De reguladores de sobretensión monitorizados, alimentación auxiliar	opcional	opcional
Normas		
CE	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4
Monitorización de red	según las directrices de la VDEW	según las directrices de la VDEW
Compatibilidad CE	sí	sí
La de protección y condiciones ambientales		
Grado de protección según EN 60529	IP44 / IP54	IP21
1. Grado de protección según EN 60721-3-4, condiciones ambientales: ubicación estacionaria, no protegido contra la intemperie	1. clasificación de • sustancias químicamente activas: 4C1 • sustancias sustancias mecánicamente activas: 4S2	2. clasificación de • sustancias químicamente activas: 3C11 • sustancias sustancias mecánicamente activas: 3S2
2. Grado de protección según EN 60721-3-3, condiciones ambientales: ubicación estacionaria, protegido contra la intemperie		
Temperaturas ambiente (T)	-20 °C ... +50 °C ⁴⁾	-20 °C ... +50 °C ⁴⁾
Humedad del aire rel. sin condensación (U _{rel})	15 % ... 95 %	15 % ... 95 %
Altitud máx. sobre el nivel del mar (NN)	1.000 m	1.000 m
Caudal de aire fresco (V _{ext})	2.300 m ³ /h	2.300 m ³ /h
Extracción de aire (montaje exterior con SC 100 Outdoor)	aspiración por techo, expulsión por pedestal	aspiración y expulsión por techo

*HE: High Efficiency, inversor sin separación galvánica para la conexión al transformador de media tensión (datos provisionales, a marzo de 2008)

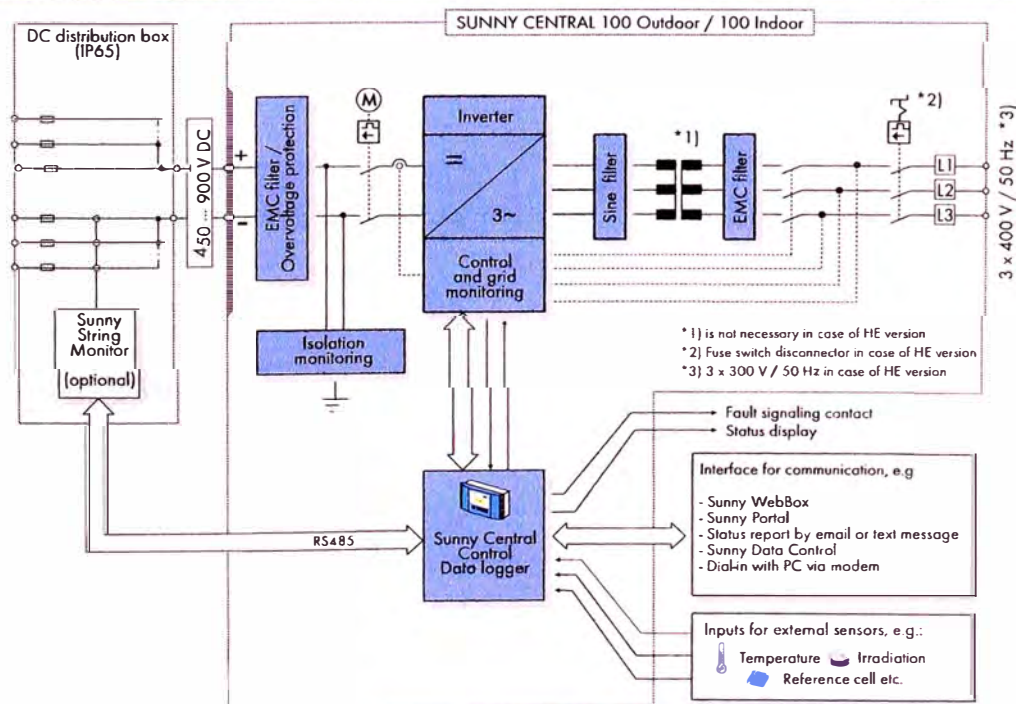
⁴⁾ Datos válidos para valores de radiación = 1.000 (kWh/(kWp x año))

Rendimiento medido sin autoalimentación a U_{dc} = 500 V

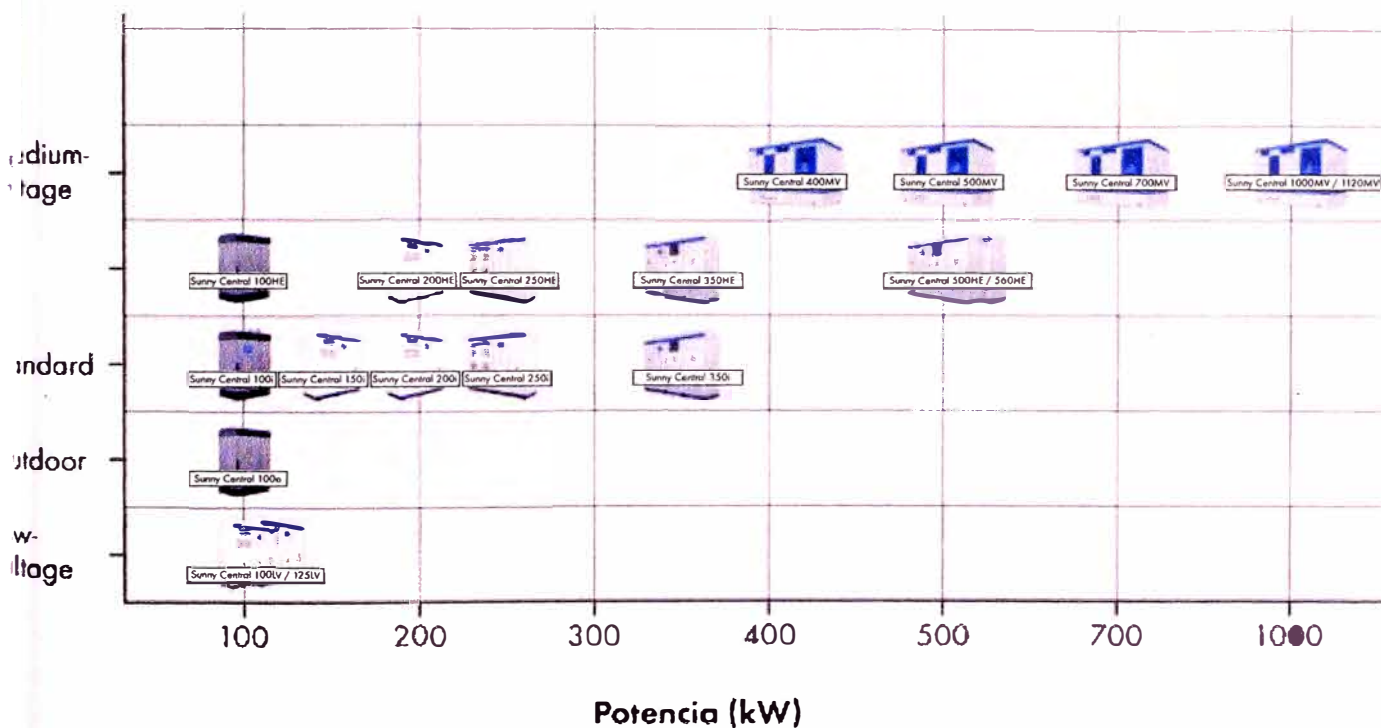
Conexión de un sensor analógico al lado del cliente con técnica de dos y de cuatro conductores

Cumplimiento de los valores nominales hasta una temperatura ambiente de +40 °C, cumplimiento de los valores nominales durante dos horas en caso de que la temperatura ambiente sea de +50 °C.

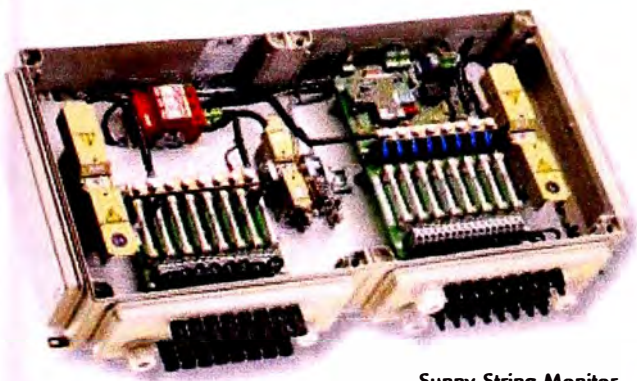
Por favor tenga en cuenta las indicaciones para el transporte del Sunny Central, las instrucciones de instalación del Sunny Central y la necesidad de que la base en la que instale el SC 100 Outdoor sea adecuada, así como de que se disponga de una ventilación libre y una protección solar adecuada.



Vista general de los productos SUNNY CENTRAL



Accesorios



Sunny String Monitor



Presentación de gran efecto de los datos de la instalación en pantalla Sunny Matrix de grandes dimensiones



Archivo y visualización automática de los datos de medición en Sunny Portal, gratuito



Ampliación de memoria y transmisión de datos al PC mediante tarjeta SD intercambiable



Servidor web integrado para el acceso remoto en línea a los datos actuales desde cualquier PC



Servidor FTP integrado para el almacenamiento y la transmisión de datos al PC



Procesamiento individual de los datos de medición en su PC



30 / 60 / 90 / 120

UN SISTEMA ADAPTABLE PARA REDES AISLADAS Y MICROREDES

Los inversores trifásicos basados en un novedoso sistema modular que reduce el tiempo de fabricación y de montaje y facilita la logística.

Flexibilidad

Facilita la adaptación del equipo a los requerimientos particulares de cada instalación, además de permitir una futura ampliación. Cada instalación puede estar compuesta por un máximo de 4 módulos energy manager, 4 módulos inversores, 4 módulos fotovoltaicos y 4 módulos aerogeneradores.

Módulos aerogeneradores y fotovoltaicos

disponen cada uno de 3 entradas que pueden ser conectadas en paralelo. Entrada fotovoltaica: dispone de un algoritmo avanzado de búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT) que

permite obtener el máximo rendimiento del campo fotovoltaico.

Entrada de energía eólica: diseñada para una fácil conexión en alterna de los aerogeneradores, ya sean síncronos o asíncronos.

Fácil instalación y mantenimiento

Monitorización, control y configuración de los parámetros del equipo de forma local con su display y teclado frontales o remota mediante el software Ingecon® Sun Manager.

Software incluido

Incluye sin coste la aplicación Ingecon® Sun Manager para la monitorización y visualización de datos del inversor.

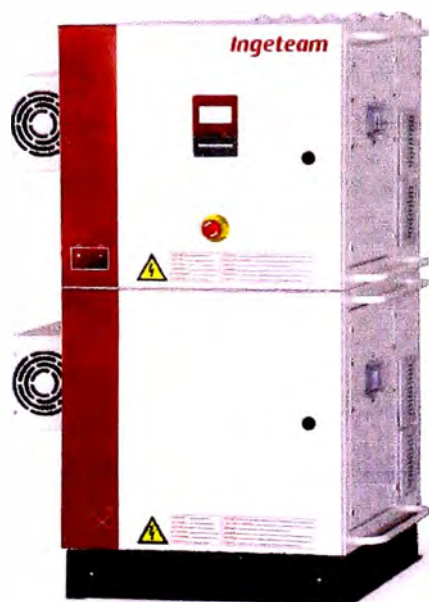
Garantía de 3 años ampliable hasta 25 años

PROTECCIONES

- Protecciones eléctricas integradas contra sobretensiones transitorias mediante varistores.
- Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas a la salida.
- Protecciones ante descargas atmosféricas.

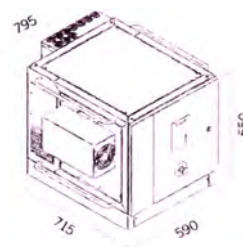
ACCESORIOS OPCIONALES

- Monitorización y control del sistema mediante RS-485, fibra óptica, inalámbrica o Ethernet.
- Módem para comunicación remota GSM/GPRS.
- Transformador de aislamiento galvánico.
- Kit para entrada de generador auxiliar.



Dimensiones y peso (mm)

Hybrid MS
120 kg. (cada módulo)

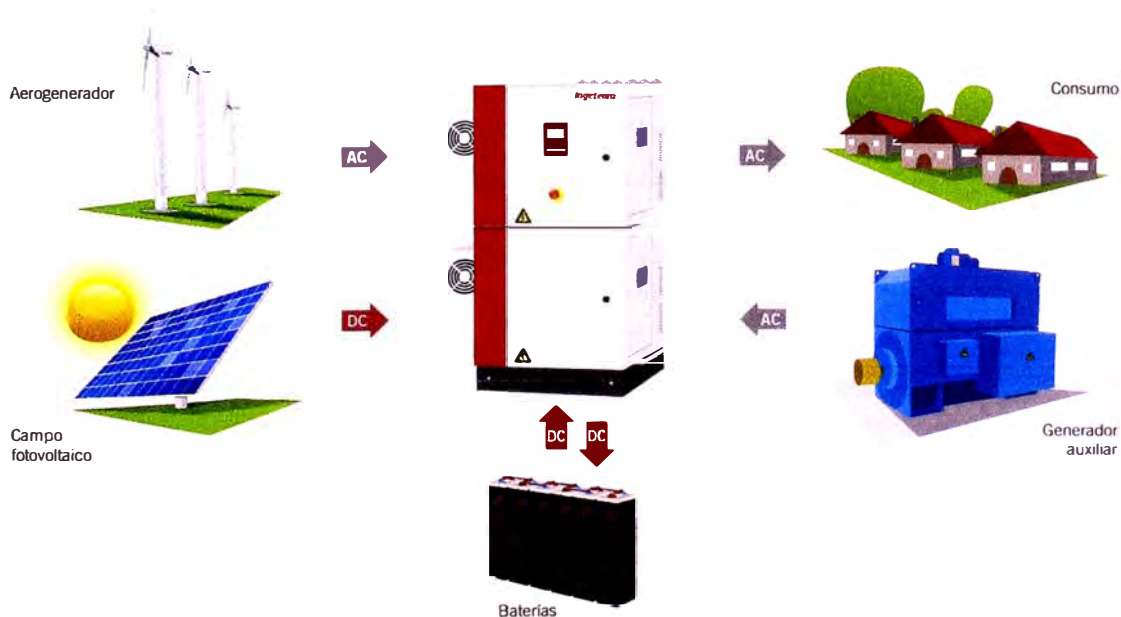


	1 Módulo	2 Módulos	3 Módulos	4 Módulos**
Módulo fotovoltaico				
Número de entradas	3	6	9	12
Potencia	3 x 15 kW	6 x 15 kW	9 x 15 kW	12 x 15 kW
Rango de tensión	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc
Máxima corriente por cada entrada	30 A	30 A	30 A	30 A
Módulo aerogenerador				
Número de entradas	3	6	9	12
Potencia	3 x 15 kW	6 x 15 kW	9 x 15 kW	12 x 15 kW
Rango de tensión de línea	70 - 495 Vac	70 - 495 Vac	70 - 495 Vac	70 - 495 Vac
Corriente máxima de línea por cada entrada	24 A	24 A	24 A	24 A
Módulo energy manager				
Potencia	30 kW	60 kW	90 kW	120 kW
Tensión de entrada de baterías	200 - 500 Vdc	200 - 500 Vdc	200 - 500 Vdc	200 - 500 Vdc
Máxima corriente	100 A	200 A	300 A	400 A
Entrada Fotovoltaica *				
Potencia nominal	1 x 15 kW	1 x 15 kW	1 x 15 kW	1 x 15 kW
Rango de tensión	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc	150 - 700 Vdc
Máxima corriente	30 A	30 A	30 A	30 A
Módulo inversor				
Potencia nominal	30 kVA	60 kVA	90 kVA	120 kVA
Tensión de salida	380 - 430 Vac (neutro accesible)	380 - 430 Vac (neutro accesible)	380 - 430 Vac (neutro accesible)	380 - 430 Vac (neutro accesible)
Frecuencia de salida	50 - 60 Hz	50 - 60 Hz	50 - 60 Hz	50 - 60 Hz
THD	<4%	<4%	<4%	<4%
Coseno Phi	de -1 a 1	de -1 a 1	de -1 a 1	de -1 a 1
Rendimiento				
Eficiencia	> 96%			
Datos generales				
Temperatura funcionamiento	-10°C a +45°C			
Grado de protección	IP 20			

* Solo el primer módulo Energy Manager tiene una entrada adicional de campo fotovoltaico. ** Máximo número de módulos.

Referencias normativas: Marcado CE

Esquema de conexión



COMMERCIAL INVERTERS

50KW
60KW
75KW
85KW
100KW

FEATURES

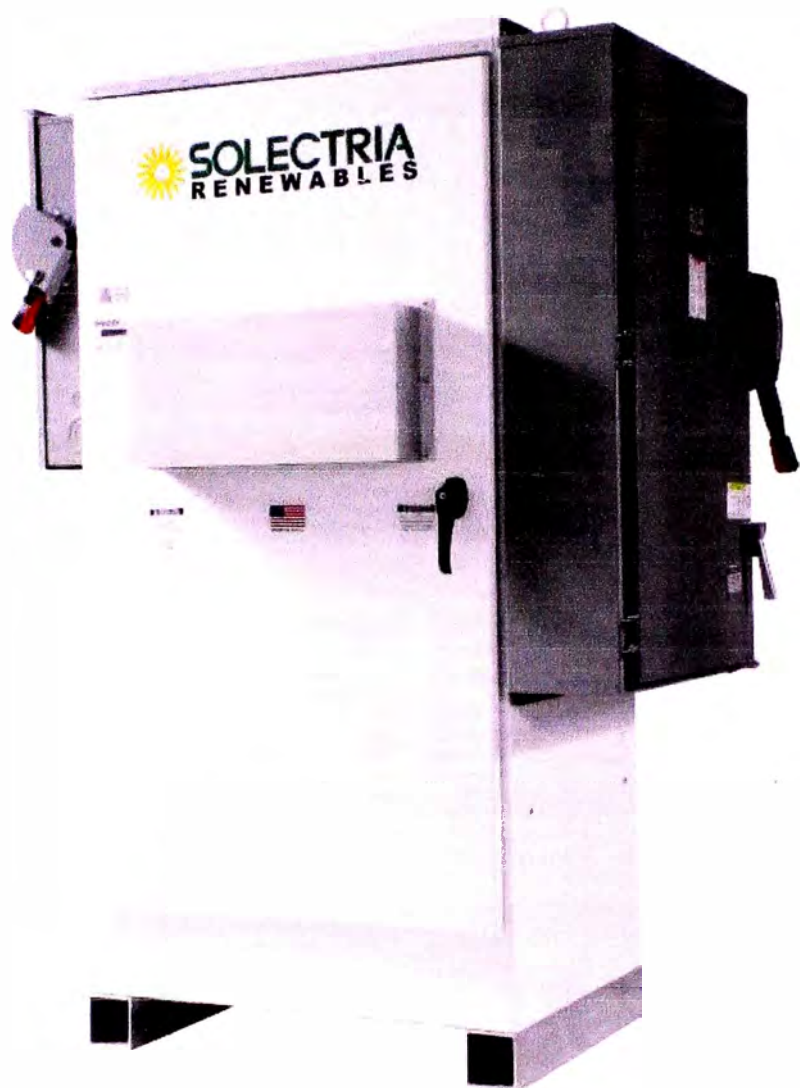
Best peak and CEC efficiencies
50, 75, 85 and 100 kW
Integrated AC and DC disconnects
Transformer isolated
208 VAC, 240 VAC, 480 VAC or 600 VAC
CAN bus communications
Interactive LCD

OPTIONS

Premium efficient models
Fused or breaker subcombiners
Forward facing disconnects
Stainless steel enclosure
Web-based monitoring
Sub-array monitoring
Built-in cellular connectivity
Dust filter

DESIGN FOR UTILITIES

Power curtailment
Active power control
Voltage ride through
Frequency ride through



COMMERCIAL INVERTERS

The most customizable full-line of commercial grid-tied PV inverters available today, the PVI 50-100KW series has been utilized in projects ranging from 30kW to multi-megawatt solar farms. This series of inverters is capable of operating at 208 VAC, 240 VAC, 480 VAC, and 600 VAC and comes standard with AC and DC disconnects, transformer isolation, LCD display, and monitoring gateway. Options include premium efficient models, integrated fused or breaker subcombiners, forward facing disconnects, stainless steel enclosure, web-based and sub-array monitoring, built-in cellular connectivity, and a dust filter. AC voltage and frequency settings may be customized according to utility specifications.



Built for the real world

SPECIFICATIONS		PVI 50KW	PVI 60KW	PVI 75KW PVI 75KW-PE	PVI 85KW PVI 85KW-PE	PVI 100KW PVI 100KW-PE
Input						
Absolute Maximum Input Voltage				600 VDC		
Net Input Voltage Range				300-500 VDC		
Maximum Operating Input Current		176 A	211 A	264 A	299 A	351 A
Output						
Final Output Voltage		208, 240, 480 or 600 VAC, 3-Ph (4 wire option)				
Voltage Range (Standard)				-12%/+10%		
Continuous Output Power		50 kW	60 kW	75 kW	85 kW	100 kW
	208 VAC	139 A	167 A	208 A	236 A	278 A
	240 VAC	120 A	144 A	180 A	205 A	240 A
Continuous Output Current	480 VAC	60 A	72 A	90 A	102 A	120 A
	600 VAC	48 A	58 A	72 A	82 A	96 A
Maximum Backfeed Current				0 A		
Final Output Frequency				60 Hz		
Output Frequency Range				59.3-60.5 Hz		
Power Factor				1.0		
Total Harmonic Distortion (THD)				<3%		
Efficiency						
	208 or 240 VAC			97.3%	96.6%	96.5%
Peak Efficiency	208 VAC Premium (PE)	--		97.8%		97.0%
	480 or 600 VAC	96.5%		97.2%		96.9%
	480 VAC Premium (PE)	--		97.8%		97.5%
	208 VAC	96.0%		97.0%		96.0%
	208 VAC Premium (PE)	--		97.5%		96.5%
DC Efficiency	480VAC	96.0%		97.0%		96.5%
	480 VAC Premium (PE)	--		97.5%		97.0%
Core Loss				3 W		
Inverter Options						
Positions or Breakers				2-8 positions, 40-300 A		
Temperature						
Ambient Temperature Range (full power)				-40°F to +131°F (-40°C to +55°C)		
Storage Temperature Range				-40°F to +131°F (-40°C to +55°C)		
Relative Humidity (non-condensing)				0-95%		
Monitoring Options						
Web-based Monitoring (Inverter Direct)				SolrenView		
Revenue Grade Monitoring				External		
Sub-Array Monitoring (SolZone)				2-8 zones		
Cellular Communication				SolrenView AIR		
Third Party Compatibility				Standard via MODBUS		
Certifications						
Safety Listings & Certifications		UL 1741/IEEE 1547, IEEE 1547.1, IEEE 62.41.2, IEEE 62.45, IEEE C37.90.2, CSA C22.2#107.1, FCC part 15 B				
Certification Agency		ETL				
Warranty						
Standard		5 year				
Optional		10, 15, 20 year; extended service agreement; uptime guarantee				
Enclosure						
Transformer		Standard, fully-integrated (internal)				
AC/DC Disconnects		Standard, fully-integrated				
Dimensions - Side Facing Disconnects (H x W x D)		78.2 in. x 50-53 in. x 33 in. (1986 mm x 1270-1346 mm x 838 mm)*				
Dimensions - Forward Facing Disconnects (H x W x D)		78.2 in. x 79-88 in. x 33 in. (1986 mm x 2007-2235 mm x 838 mm)*				
Weight		1450 lbs (659 kg)		1875 lbs (852 kg)		2070 lbs (941 kg)
Enclosure Rating		NEMA 3R				
Enclosure Finish		Polyester powder coated steel; Optional 316 stainless steel				
Width	dependent upon rating of disconnect chosen					

PS21k C-SJ30-16

Solar submersible pump system for 6" wells

Application

- drinking water supply
- pond management
- irrigation
- livestock watering
- pressurizing

Characteristics

- fast, failure-free installation
- excellent serviceability
- high reliability and life expectancy
- short Return of Investment (ROI) cycle
- lower Total Cost of Ownership (TCO)

Technical data

Item #	1199
Total dynamic head	max. 120 m
Flow rate	max. 43 m ³ /h
Vmp**	> 500 V
Voc	max. 800 V



Components

Controller: PS21k

- controlling and monitoring
- control inputs for well probe, dry running protection, remote control etc.
- protected against reverse polarity, overload and high temperature
- integrated MPPT (Maximum Power Point Tracking)
- datalogger

Motor:

- highly efficient 3-phase AC motor
- no electronics in the motor
- submersion max. 300 m, IP68
- premium materials

Pump end: PE C-SJ30-16

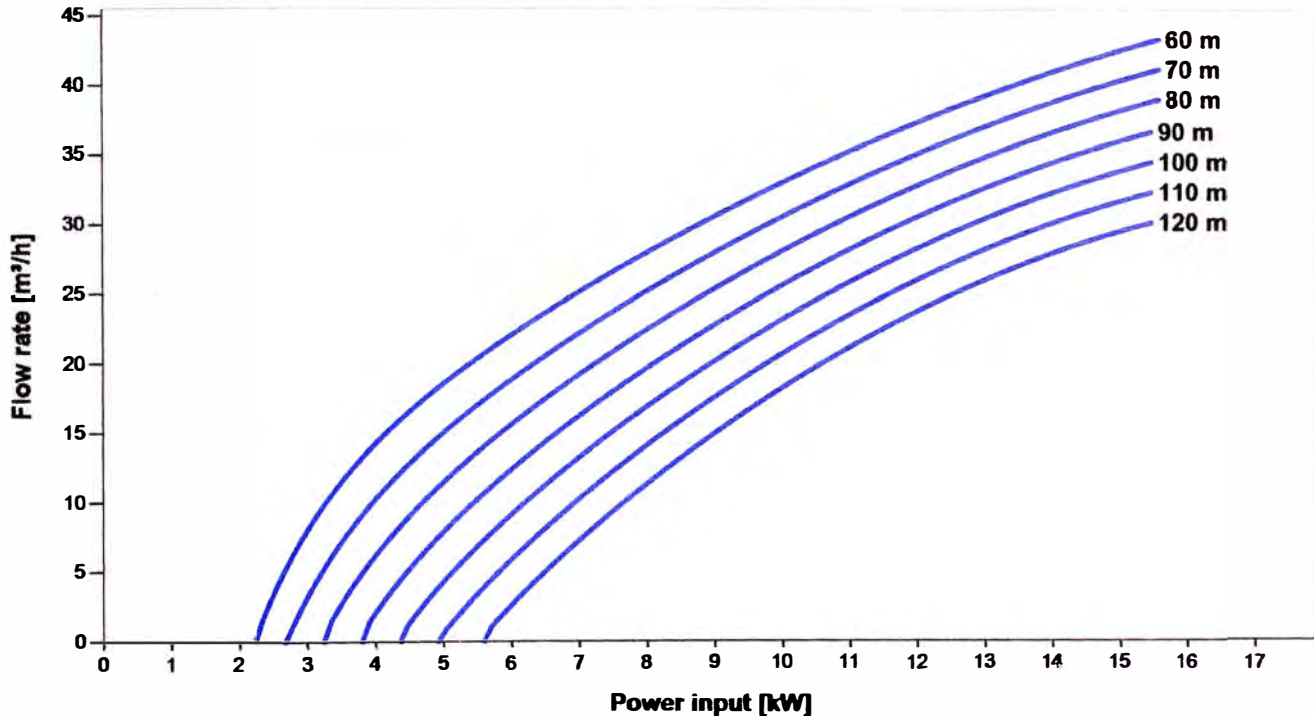
- high reliability and life expectancy
- non-return valve
- premium materials
- optional: dry running protection

PS21k C-SJ30-16

Solar submersible pump system for 6" wells

Pump chart

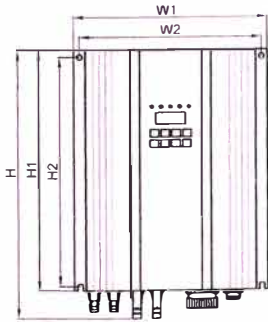
Max. power voltage (Vmp^{**}): > 500 V



Dimensions and weights

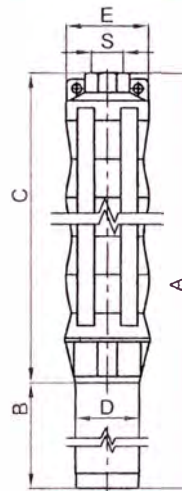
Controller

- H = 350 mm
- H1 = 310 mm
- H2 = 295 mm
- W = 250 mm
- W1 = 235 mm
- D = 200 mm
- D1 = 200 mm
- D2 = 167 mm



Pump unit

- A = 2.597 mm
- B = 777 mm
- C = 1.820 mm
- D = 138 mm
- E = 133 mm
- S = 3 in



	net weight	packaging	shipping volume	gross weight
Controller	9,0 kg	420x330x300 mm	0,042 m³	11 kg
Pump unit	100 kg	-	-	-
motor	65 kg	1.060x160x160 mm	0,027 m³	66 kg
pump end	35 kg	-	-	-

*Max. flow rate at min. recommended head

**Vmp: max. power voltage under Standard Test Conditions (STC): AM = 1.5, E = 1000 W/m², cell temperature 25 °C

PS1200

LORENTZ

"The World's Most Economical Solar Pump"

RELIABLE AND MAINTENANCE-FREE

PS1200 eliminates the weakest links in solar pumping by using helical rotor (progressing cavity) and centrifugal pump ends and a brushless and water-filled motor.

No failure-prone diaphragms, no flooded-motor failures and no electronics in the well!

Lift from as deep as 760 ft (230 m)
Maximum 25,000 gallons per day (135 m³)
PS1200 eliminates the costs of fuel, delivery, engine maintenance, and pollution.

In many cases it COSTS LESS than a conventional pump and generator installation

Great reliability and life expectancy
High resistance to sand and corrosion

- Fits 4" and larger well casings
- Wide voltage range for 72 to 96V systems (6-8 solar modules in series)

>> DEEP WELL APPLICATIONS

The pump can be submersed as deep as necessary. Submersion depth does not affect the performance or place additional stress on the pump or motor.

>> SURFACE WATER APPLICATIONS

The pump can be installed in a stream, pond, tank or shallow well, in any position.

>> DRY RUN PROTECTION

An optional low water probe turns pump off to prevent dry-run damage. Reset is automatic after 20 minutes. The PS1200 Controller has an RFL limit adjustment to reduce the maximum flow rate to about 50 %, to help match a limited water source.

>> SAND AND SILT TOLERANCE

The pump has high resistance to wear from sand, clay, etc. that may occur in a properly constructed water well. However, a concentration of solids greater than 2 % (by volume) may cause blockage in the pump or the drop pipe, especially at low flow rates. Do not use the pump to clean out a dirty well.

>> CONTROLLER

Optional, well probe and float/remote switch terminals.

Lights indicate: system on, pump on, pump speed, tank full, water source low, overload, and battery low. Protected against reverse polarity, overload and high temperature.

>> BATTERY SYSTEMS

Choose the PS600 System for 48V battery systems, or the PS200 for 24 or 48V battery systems.

>> STORAGE REQUIREMENT

Storage tank (not included) should be sized to supply a minimum of 5-7 days' water supply, depending on climate and application. Water storage is generally more economical than energy storage in batteries.

>> DROP PIPE

PS1200 pump outlet on most pumps—see sizing chart for specifics. If water is dirty, consider a smaller size drop pipe to increase the flow velocity. This helps exhaust solid particles and prevent accumulation in the drop pipe. When considering reduced pipe size, consult a pipe sizing chart (friction loss) chart. Pipe can be of any standard material, rigid or flexible. A torque arrestor is NOT required.

>> PUMP CABLE and SPLICE

Standard submersible cable, 3-wire + ground (total 4 wires). Connection to the pump is made using industry-standard splicing methods.

>> DIMENSIONS & WEIGHTS

PUMP & MOTOR

- Diameter: 3.78" (96 mm)
- Height: 20" - 32" (500-800 mm) depending on model
- Weight: 25 lbs (11.5 kg) or less, depending on model

CONTROLLER

- Controller: 17" x 7" x 6" (425 x 175 x 150 mm)
- 3 conduit holes: 1/2", 3/4", and 1 1/4" KO
- Weight: 11 lbs (4.8 kg)
- Enclosure: gasket-sealed, weatherproof

>> WETTED MATERIALS

316 stainless steel, chromium, NBR rubber, natural rubber, POM, polyurethane (cable)

>> TEMPERATURE LIMITS

- Pump: Specify Temperature Class on order
 - Class 1 46° F to 72° F
 - Class 2 64° F to 90° F
 - Class 3 82° F to 104° F
- Controller: Ambient -22° F to 131° (-30° C to 55° C)



>> INSTALLATION

Install the pump by the same methods and materials used for conventional submersible pumps. The PS1200 instruction manual is clearly illustrated. No special product training is required.

>> OPTIONAL EQUIPMENT:

- Low-water probe
- 4 wire submersible cable splice kit, 3 wire + ground
- Disconnect and Junction box

>> TWO YEAR MANUFACTURER'S WARRANTY

against defects in materials and workmanship

DS1200 SIZING TABLE for Solar Direct Systems

Rev: 05/01/13

Fixed and single axis tracked Systems



VERTICAL LIFT	16 Feet 5m		33 Feet 10m		50 Feet 15m		65 Feet 20m		100 Feet 30m		133 Feet 40m		165 Feet 50m		200 Feet 60m		230 Feet 70m			
	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked		
US Gallons x 1000 / day																				
PEAK	7.5	11.1	16.1	5.8	7.9	6.0	7.7	4.7	6.9	3.7	5.3	1.8	2.3	1.6	2.2	1.5	2.1	1.3	1.8	
SUN	6.0	9.8	14.0	5.0	6.9	4.8	6.3	4.0	5.2	2.6	3.7	1.7	2.2	1.5	2.0	1.3	1.8	1.1	1.5	
hours/day	4.5	8.5	11.6	4.2	5.8	3.7	5.0	2.6	3.6	1.6	2.1	1.6	2.1	1.2	1.6	1.1	1.5	0.9	1.3	
350 Wp	C-BF-04				HR-14				HR-04											
GPM	21.0		12.3		10.6		9.5		7.9		3.5		3.3		2.9		2.6			
Wire size / max. length	#12 / 200ft																			
PEAK	7.5	12.4	18.0	6.9	8.3	6.3	8.0	5.3	7.7	4.2	6.1	2.3	3.3	1.8	2.3	1.6	2.2	1.5	2.0	
SUN	6.0	11.0	15.5	5.8	7.1	5.2	6.7	4.5	6.3	3.2	4.5	2.0	2.8	1.6	2.1	1.4	1.9	1.3	1.7	
hours/day	4.5	9.5	13.0	4.6	6.2	4.0	5.4	3.7	5.0	2.1	2.9	1.7	2.3	1.3	1.9	1.2	1.6	1.1	1.4	
420 Wp	C-BF-04				HR-14				HR-07				HR-04							
GPM	23.0		11.4		11.0		10.0		9.0		5.3		3.4		3.0		2.7			
Wire size / max. length	#12 / 150ft																			
PEAK	7.5	13.7	20.0	7.9	10.0	7.1	9.2	5.8	8.0	4.8	6.9	3.7	5.3	2.9	3.8	2.3	3.3	1.6	2.3	
SUN	6.0	12.2	17.2	6.5	8.5	5.8	7.7	5.0	7.1	4.0	4.9	2.6	3.7	2.3	3.2	1.9	2.6	1.5	2.0	
hours/day	4.5	10.6	14.5	5.0	6.9	4.2	5.8	4.0	5.6	3.2	4.2	1.9	2.5	1.5	2.0	1.3	1.7	1.2	1.6	
480 Wp	C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07							
GPM	25.0		15.0		14.5		11.1		9.5		7.4		5.3		5.0		4.4			
Wire size / max. length	#12 / 150ft																			
PEAK	7.5	17.0	24.5	11.6	17.0	8.4	10.3	7.0	8.0	5.7	7.6	4.5	6.5	3.6	5.0	2.6	3.8	2.3	3.3	
SUN	6.0	14.8	21.0	9.5	13.5	7.1	9.1	6.0	7.5	4.7	6.3	3.6	5.0	2.8	3.8	2.3	3.2	1.9	2.8	
hours/day	4.5	12.7	17.4	7.4	10.0	5.8	7.9	5.0	6.6	3.7	5.0	2.6	3.6	2.1	2.6	1.9	2.5	1.6	2.3	
660 Wp	C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07							
GPM	30.0		28.0		15.0		11.4		11.0		10.5		10.0		5.3		5.2			
Wire size / max. length	#12 / 150ft																			
PEAK	7.5	18.5	26.4	13.2	18.8	9.5	13.5	7.7	10.6	6.6	9.5	5.3	7.7	4.7	6.8	2.9	3.8	2.7	3.8	
SUN	6.0	16.4	23.3	11.4	15.6	7.4	10.6	6.9	9.5	5.8	7.9	4.8	6.6	3.7	5.0	2.6	3.7	2.4	3.4	
hours/day	4.5	14.0	20.0	9.3	12.4	5.3	7.4	6.1	8.5	4.6	6.3	4.1	5.6	2.4	3.2	2.4	3.3	2.1	2.9	
720 Wp	C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07							
GPM	31.0		29.0		25.0		14.3		14.0		11.4		10.2		5.4		5.3			
Wire size / max. length	#10 / 250ft																			
PEAK	7.5	20.3	29.3	14.5	21.1	10.8	15.8	8.4	10.6	7.1	10.0	5.9	7.9	5.0	7.1	2.8	3.8	2.7	3.8	
SUN	6.0	18.5	26.4	13.0	18.5	9.5	13.5	7.9	10.6	6.6	9.3	5.6	7.4	4.2	6.1	2.7	3.8	2.6	3.7	
hours/day	4.5	16.6	23.3	11.4	15.6	7.9	10.8	7.4	10.0	6.1	8.2	4.8	6.3	3.4	4.8	2.5	3.5	2.4	3.4	
840 Wp	C-DF-03				C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07			
GPM	43.0		32.0		29.5		14.5		14.2		11.4		10.3		5.4		5.3			
Wire size / max. length	#10 / 250ft																			
PEAK	7.5	22.5	33.0	19.0	27.7	12.7	18.5	11.1	15.8	8.1	10.6	6.6	9.5	5.5	7.7	4.4	6.6	3.0	3.8	
SUN	6.0	20.6	29.1	15.9	22.5	11.1	15.9	9.5	13.5	7.4	9.8	5.8	7.9	4.8	6.6	3.7	5.6	2.7	3.8	
hours/day	4.5	18.8	25.4	12.4	17.2	9.5	13.0	7.9	10.8	6.6	8.7	4.8	6.3	4.0	5.3	3.0	4.2	2.6	3.6	
1000 Wp	C-DF-03				C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07			
GPM	45.0		42.0		30.0		27.0		14.3		13.8		10.4		10.0		5.3			
Wire size / max. length	#10 / 250ft																			
PEAK	7.5	25.0	35.0	21.0	33.0	14.0	20.0	12.4	17.4	8.7	10.6	7.0	10.0	5.8	7.9	4.7	6.8	3.2	3.8	
SUN	6.0	23.3	32.0	18.5	27.2	13.0	18.5	11.1	15.3	8.2	10.6	6.3	8.7	5.3	7.1	4.2	6.1	3.0	3.8	
hours/day	4.5	21.1	28.3	15.6	21.1	11.9	16.4	9.5	13.0	7.4	10.0	5.6	7.4	4.8	6.3	3.7	5.0	2.9	3.8	
1200 Wp	C-DF-03				C-BF-04				HR-20				HR-14				HR-07			
GPM	45.0		42.0		31.0		28.0		14.3		13.8		10.4		10.0		5.3			
Wire size / max. length	#10 / 250ft																			

BERNT LORENTZ GmbH & Co.KG
Hamburg, Germany
www.Lorentz.de

Table format is ©2002
DANKOFF SOLAR &
LORENTZ

System Voltage: 72 -96V
nominal, e.g. 6 to 8 standard 12V
modules wired in series.
Voc 200Vmax.
LIFT LIMITS
These systems are selected for
optimum performance. To allow
unexpected drawdown, each
system can handle an additional
15% lift.

HOW DAILY WATER VOLUME IS CALCULATED

Daily volume is calculated by integrating real flow vs. realistic solar (PV) output
through the day. (peak sun hours/day = kWh/sq.m/day)

Calculations include a 10% PV output degradation (heat, dirt etc). Cable losses are
included at maximum allowable length. The solar array is fixed at tilt angle =
latitude of the location. For central USA, seasonal adjustment of the tilt angle
increases daily volume by about 8% summer, 5% winter. Flow rates may vary +/-
10%.

Specifications are subject to change. Please use the newest version.

METRIC WIRE
nearest larger
equivalent

AWG	mm ³
#18	1
#12	4
#10	6
#8	10
#6	16

PS200 SIZING TABLE for Solar Direct Systems

Ver 01/13 Fixed and single axis tracked Systems



Feet 0m	300 Feet 90m		330 Feet 100m		400 Feet 120m		460 Feet 140m		530 Feet 160m		600 Feet 180m		660 Feet 200m		760 Feet 230m		VERTICAL LIFT
Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	Fixed	Tracked	

US Gallons x 1000 per day

1	1.35	0.90	1.32	0.85	1.24	0.79	1.14	0.71	1.06
2	1.16	0.79	1.06	0.71	1.03	0.66	0.87	0.53	0.77
3	1.00	0.69	0.92	0.58	0.79	0.45	0.61	0.34	0.48
HR-03									
2.2	2.0		1.9		1.8		1.7		
#10 / 500ft									

INSTRUCTIONS
(1) Find the LIFT you require, and read the column below it.

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
350 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

1	1.82	1.19	1.42	1.06	1.32	0.98	1.32	0.79	1.11	0.61	0.85	0.45	0.63
2	1.44	0.98	1.24	0.85	1.10	0.79	1.08	0.66	0.91	0.53	0.71	0.36	0.50
3	1.06	0.77	1.03	0.63	0.87	0.61	0.85	0.53	0.71	0.45	0.58	0.26	0.37
HR-03										HR-03H			
2.5	2.1		2.0		1.9		1.8			1.6		1.4	
#10 / 500ft										#8 / 750ft			

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
420 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

1	2.17	1.45	2.11	1.32	1.85	1.19	1.72	0.87	1.19	0.74	1.06	0.61	0.79	0.50	0.71	0.42	0.61
2	1.77	1.16	1.72	1.00	1.40	0.90	1.27	0.79	1.06	0.63	0.87	0.50	0.66	0.42	0.58	0.34	0.48
3	1.37	0.87	1.19	0.69	0.92	0.58	0.79	0.69	0.92	0.50	0.66	0.40	0.53	0.32	0.42	0.26	0.34
HR-04H					HR-03					HR-03H							
3.2	3.0		2.7		2.5		1.9			1.7		1.6		1.6		1.5	
#10 / 450ft					#10 / 500ft					#8 / 750ft							

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
480 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

1	3.04	1.72	2.32	1.45	2.06	1.35	1.96	1.19	1.69	0.87	1.22	0.85	1.14	0.79	1.08	0.55	0.98
2	2.44	1.45	1.96	1.29	1.76	1.07	1.53	0.92	1.31	0.79	1.10	0.74	0.99	0.66	0.87	0.48	0.75
3	1.85	1.19	1.59	1.14	1.45	0.79	1.11	0.66	0.92	0.71	0.98	0.63	0.85	0.53	0.66	0.40	0.53
HR-07					HR-04H					HR-03H							
5.0	3.4		3.3		3.2		3.1			1.8		1.8		1.8		1.7	
#10 / 300ft					#10 / 450ft					#8 / 750ft							

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
660 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

1	3.6	2.3	3.3	1.59	2.30	1.51	2.17	1.40	1.85	0.98	1.32	0.92	1.24	0.87	1.11	0.79	1.06
2	3.0	2.0	2.8	1.53	2.11	1.32	1.80	1.16	1.59	0.92	1.25	0.87	1.15	0.79	1.03	0.66	0.90
3	2.5	1.6	2.1	1.45	1.96	1.06	1.43	0.92	1.24	0.87	1.19	0.79	1.06	0.71	0.95	0.53	0.71
HR-07					HR-04H					HR-03H							
5.2	5.0		3.3		3.3		3.2			1.8		1.8		1.8		1.7	
#10 / 350ft					#10 / 500ft					#8 / 750ft							

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
720 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

1	3.7	2.5	3.6	2.1	3.2	1.9	2.8	1.59	1.98	1.11	1.37	1.06	1.32	0.98	1.16	0.87	1.11
2	3.2	2.2	3.1	1.9	2.8	1.7	2.4	1.37	1.85	1.02	1.31	0.95	1.23	0.89	1.12	0.81	1.05
3	2.8	1.9	2.6	1.7	2.3	1.5	2.0	1.16	1.59	0.92	1.24	0.85	1.14	0.79	1.08	0.74	1.00
HR-07					HR-04H					HR-03H							
5.2	5.0		4.8		4.6		3.2			1.8		1.8		1.8		1.7	
#10 / 400ft					#10 / 500ft					#8 / 750ft							

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
840 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

7	3.8	2.6	3.6	2.4	3.3	2.3	3.2	1.72	2.11
5	3.5	2.4	3.3	2.1	2.9	2.0	2.8	1.53	1.96
4	3.2	2.1	2.9	1.9	2.5	1.8	2.4	1.32	1.80
HR-07									
5.2	5.0		4.8		4.6		3.2		
#10 / 300ft					#10 / 500ft				

(2) Find the DAILY VOLUME you require.
at 7.5 peak sun hrs/day
at 6.0 peak sun hrs/day
at 4.5 peak sun hrs/day
(For more water, look further down the column.)

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
1000 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

0	3.8	2.9	3.6	2.6	3.3	2.5	3.2	1.85	2.30
8	3.8	2.6	3.4	2.4	3.1	2.3	2.9	1.69	2.25
7	3.8	2.4	3.3	2.1	2.9	2.0	2.6	1.51	2.03
HR-07									
5.2	5.0		4.8		4.6		3.2		
#10 / 300ft					#10 / 500ft				

Daily solar radiation:
7.5 = moderately dry
summer weather

(4) Wire size / max. length (see below)

PEAK	7.5
SUN	6.0
hours/day	4.5
1200 Wp	
GPM	
Wire size/max. length	

Conversions for Flow:

- 1 / 0.003785 = US Gallons
 - 1 / 0.004546 = Imp Gallons
 - 1 / 3.785 = US Gallon per minute
 - 1 / 4.546 = Imp Gallon per minute
- Conversion for Lift / Length:**
= 3.3ft

WIRE SIZES

Cable layout is calculated to stay within 4% power loss.
PUMP CABLE, EXAMPLE: #10 / 400ft = maximum allowable length (controller to pump) for that wire size.
VARIATIONS
GREATER LENGTH: for each 150% increase, the next larger wire size is required.
SHORTER LENGTH: for each 33% decrease, the next smaller wire is allowed.

ARRAY TO CONTROLLER if <20 ft.: #10min
CONTROLLER TO LOW-WATER PROBE: #18 min. 2-conductor
CONTROLLER TO FLOAT SWITCH: #18 min. 2-conductor

Battery Systems:

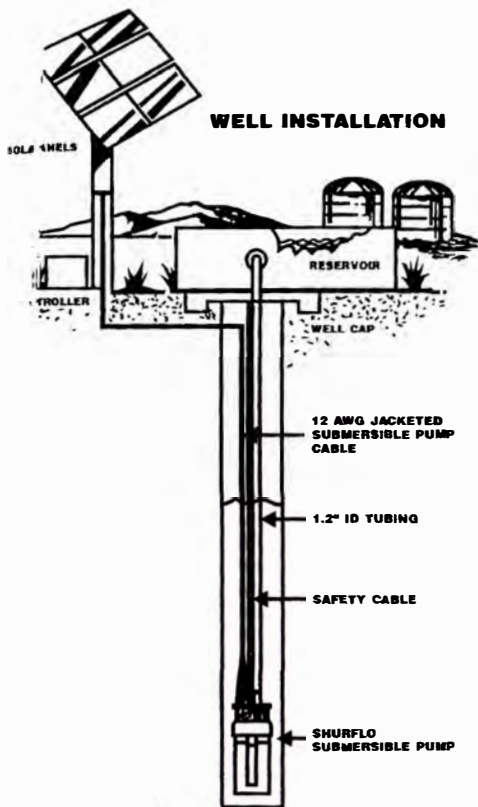
48V choose PS600 system
24-48V choose PS200 system

Pump Outlet Pipe Size	
HR-03H, 04H HR-04, 07	1" NPT
HR-14, 20	1 1/4"
C-BF-04	1 1/2"
C-DF-03	2"

MORE WATER

SHURflo solar submersible bore pump

SHURflo 9325 solar powered submersible pumps are rugged, durable and ideal for remote homes and cabins, irrigation, livestock watering and ponds.



The SHURflo 9325 DC pump design features:

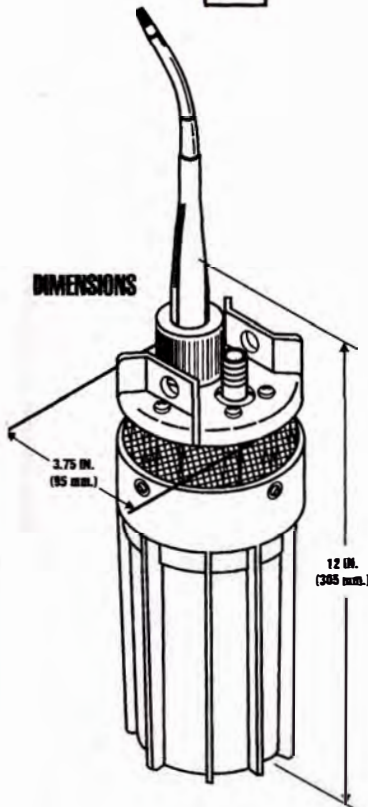
- Works from solar modules without battery storage via a Pumping Maximiser. LCB-GO (902-100) [PMP-S04-P02] is a maximiser for 24V solar array. The LCB-G (902-200) [PMP-S04-P03] is a maximiser for both 12V & 24V and comes with a float switch terminal.
- Fits in 4" or larger well casing.
- Lightweight (2.7 kg) strong construction.
- Corrosion proof housing with stainless steel fasteners.
- Dry running capability without pump damage.
- Internal bypass feature for pump protection.
- Hard wearing 'santoprene' diaphragms.
- Heavy duty motor.
- Easy to service.

Poly-propylene rope [PMP-S04-P06] and waterproof submersible cable [PMP-S04-P01] is available at cut lengths.

Note: Delivery pipe is not included.

Pump Specifications:

RPC Code#	PMP-S04
Pump Design	Positive Replacement 3 chamber diaphragm pump
Cam	3°
Motor	Permanent Magnet P/N 11-175-00 Thermally Protected
Voltage	12V or 24V DC
Amps	4.1A
Internal Bypass	105 – 110 PSI Max.
Maximum Lift	70 metres
Max. Submersion	30 metres
Outlet Port	½" barbed fitting for ½" ID tubing
Inlet	50 mesh stainless steel screen
Materials	high strength engineered plastics, s/s fasteners



Solar Pump Systems:

Solar Array	Voltage	Lift in metres	Litres per hour
1 x 20W	12V	6	200
1 x 30W	12V	12	205
1 x 40W	12V	30	186
1 x 65W	12V	61	155
2 x 30W	24V	6	440
2 x 40W	24V	18	400
2 x 65W	24V	54	350



RAINBOW POWER COMPANY LTD

Designers and Installers of Solar Systems since 1987

1 Alternative Way (PO Box 20240)
 tel: (02) 6689 1430
 international: +61 2 6689 1088
 email: sales@rpc.com.au
 A.B.N. 74 003 323 420

Nimbin NSW 2480 Australia
 fax: (02) 6689 1109
 international: +61 2 6689 1109
 website: www.rpc.com.au
 Lic: 198555C (NSW). 69172 (Qld)



Solartech



Solar Pumping Systems

www.solartech.cn

Solar Pumping Systems

Introduction

Solartech solar pumping systems are powered from persistent solar energy, which can drive the pump motor directly. With the aim of storing water rather than storing electricity, no stored energy is applied in the systems. What is more, no power grid and diesel generator is required. The whole systems can run automatically. Solartech solar pumping systems have been successfully applied in sprinkling irrigation, drip irrigation and infiltrating irrigation systems for many years to implement the energy and water savings, which provide a new way for the developments of global photovoltaic (PV) renewable energy industry and agriculture irrigation enterprise. The developed products have been widely used for agriculture irrigation, desert control, pasture animal husbandry, living water supply, city waterscape and seawater desalination etc. in over 50 countries and more than 100 areas around the world.

Certificates





History

2001

Designed and participated in the construction of the first solar pumping system for irrigation of the desert highway shelterbelt. The system runs well up to the present;

2004

Built the first solar pumping experimental demonstration base in Tsinghua University Shenzhen Campus to carry out application researches on solar pumping and agriculture irrigation;

2005

Presented the optimal solutions for the applications of solar pumping system in different areas around the world by the solar power generation system data acquisition and analysis;

2006

Became the first solar pumping inverter products tagged with complete series manufacturing enterprise around the world;

2008

Widely applied in agriculture irrigation, desert control and pasture animal husbandry etc. Honored with the title "Innovative Enterprise";

2010

Widely used over 50 countries and more than 100 areas around the world. Successful application of the first solar sea water desalination system in a Xisha island;

2011

Entered in the China's Key Promotion Guidance Catalogue (solar pumping system products) of the Ministry of Water Resources of China. Passed the CQC National Solar Products Certification (solar pumping inverter product).

Solar Pumping Systems

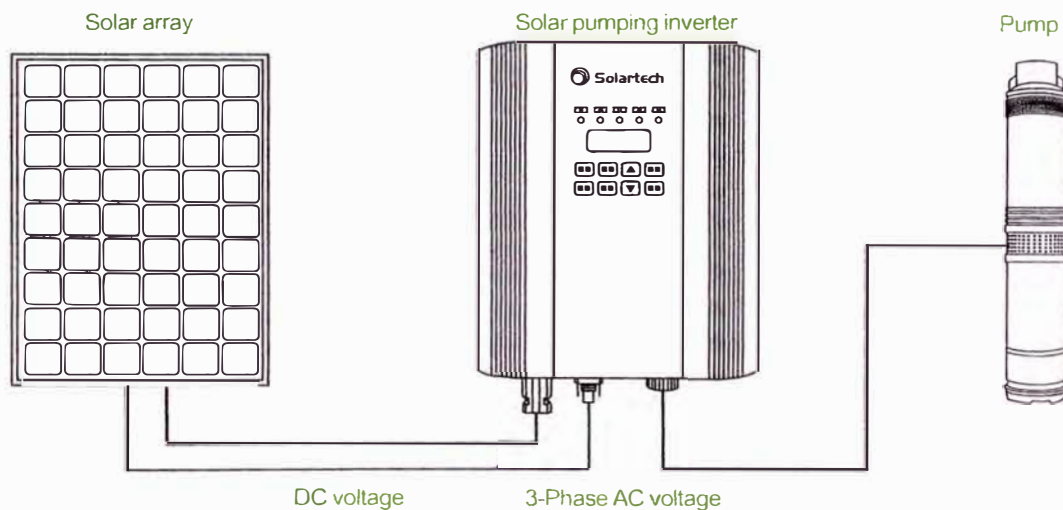
Solar Pumping System Introduction

Solartech solar pumping system consists of solar pumping inverter, pump and PV array. Consider that storing water is more efficient than storing electricity, the system is designed to directly drive the pump without battery which can reduce the construction and operating cost and routine maintenance effectively.

The PV array consists of multiple solar panels connected in series/parallel, which can supply the whole system as power source by converting the absorbed solar radiation energy to the electrical energy.

Solar pumping inverter can implement the control of the whole system operation, which drives the pump by converting DC power produced by the PV array to AC power. This inverter can adjust the output frequency according to the solar irradiation intensity in real time to implement the MPPT (maximum power point tracking).

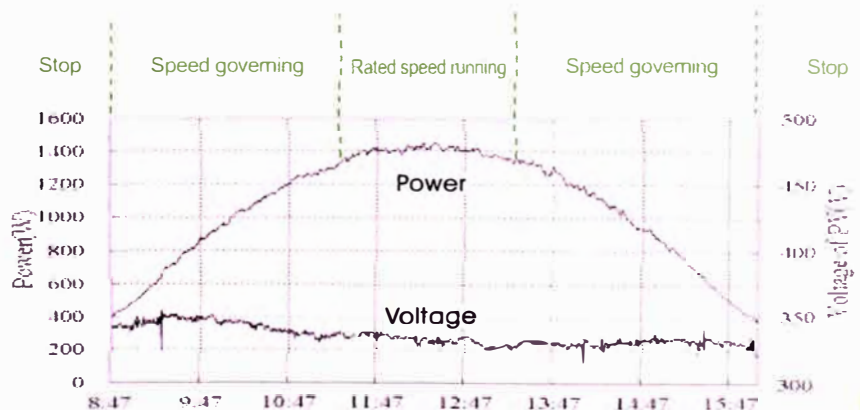
The pump driven by a 3-phase AC motor draws water from deep-well or river. The pumped water is then fed into reservoir or water tank, or connected to the irrigation system or fountain system directly. All of centrifugal pump, axial-flow pump, mixed-flow pump, and deep-well pump can be utilized.



Solar Pumping System Optimization Optimization of Single Pump System:

A single pump system denotes that only a pump and the matched PV array and a solar pumping inverter are configured in the system. The goal of system optimization is to reduce the number of PV modules to be utilized as could as possible while meeting the requirements of water head and consumption. The pump rotational speed can be regulated according to the variation of solar irradiation: When the solar radiation intensity reaches the peak, the pump runs at its rated speed, and the output power is close to the maximum power of PV array; when the solar radiation intensity is relatively weak, the pump runs with the low speed based on the MPPT algorithm; when the pump speed is so low that no water flow can be available, the system stops working. Therefore, the solar pumping system is actually different from traditional pumping system, for which the system configuration needs to be optimized according to the requirements of water head, daily water consumption, and the local solar radiation levels.

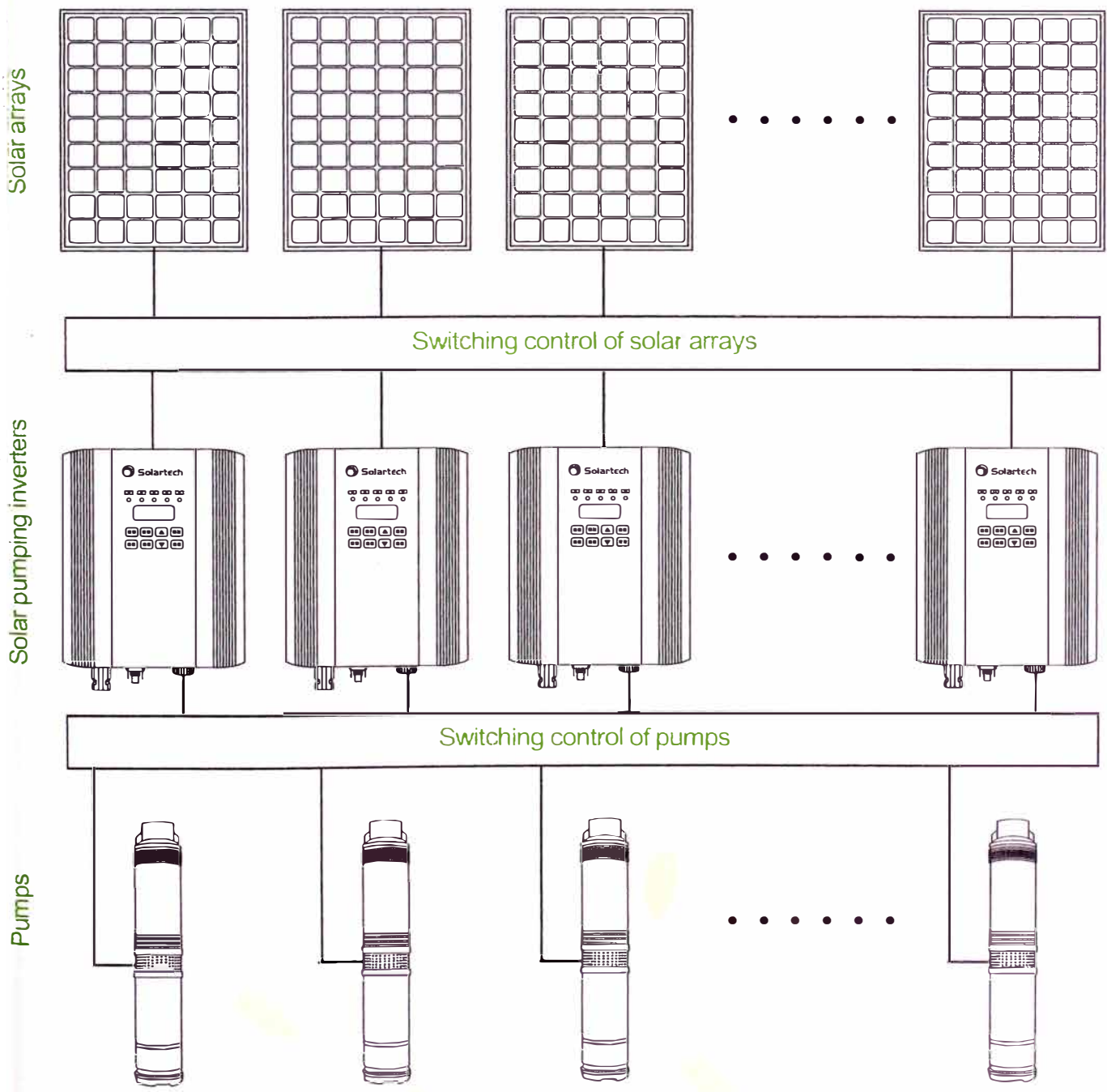
- Determine the optimal average daily working time and the range of pump speed;
- Select the optimal water head and rated power of the pump;
- Determine the maximum power of PV array, the recommended operating voltage and the connection mode.



Daily operation curve on a sunny day

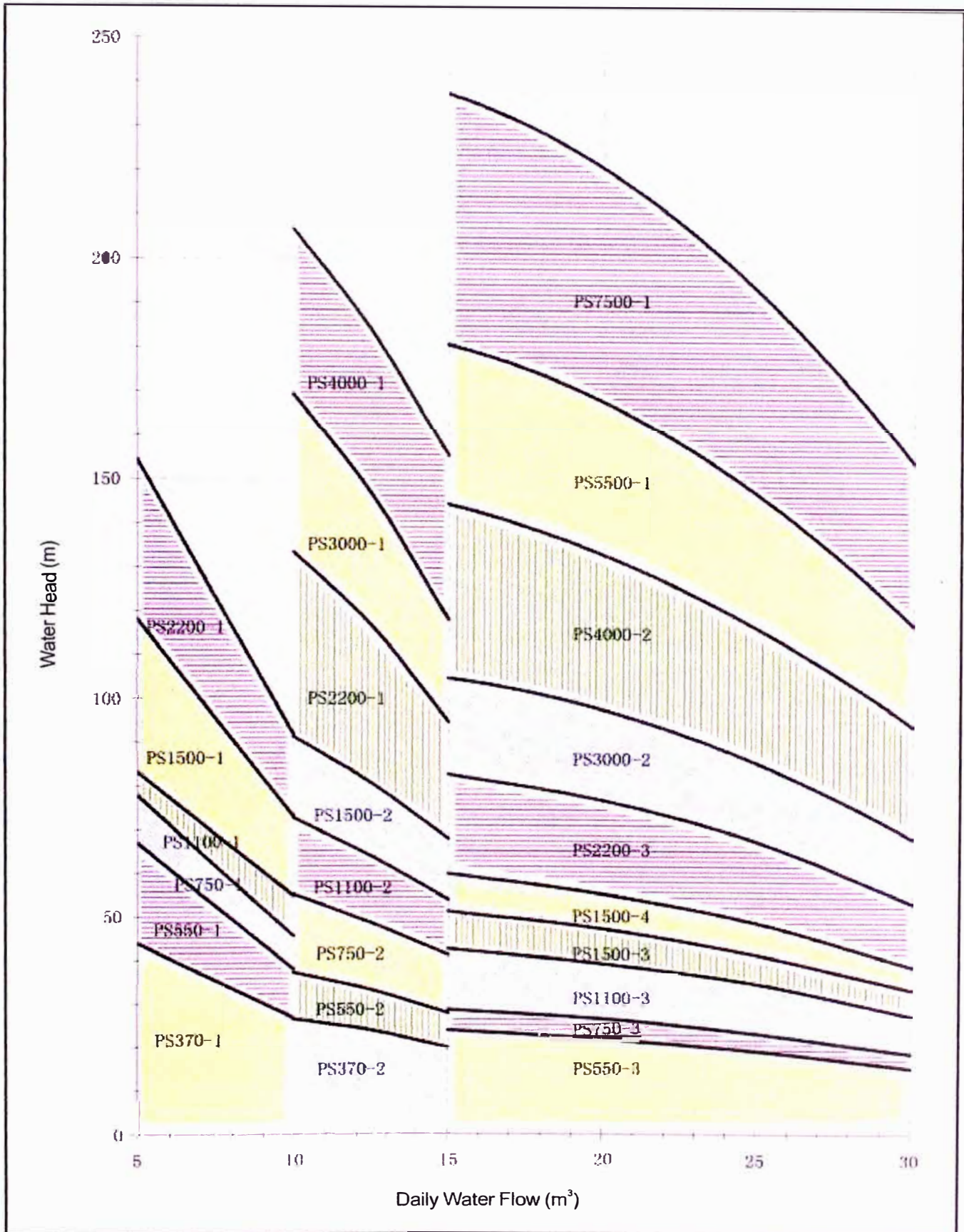
Optimization of Multi-pump System:

A multi-pump system denotes that there exist several pumps in the system. These pumps can be driven by either one high-power inverter or several low-power inverters. In general, the operation of multi-pump system bears more flexibility under the situation of high requirements of water consumption by controlling switches of solar array and pumps. When the solar radiation intensity is relatively sufficient, all pumps run in MPPT mode; when the solar radiation intensity is relatively weak, some pumps shut down, and the remaining running pumps can be intently supplied by the PV array. On the basis of single pump system optimization, the range of pump speed can be further optimized, in which the system can always work with high efficiency.



Solar Pumping System Selection 1

Head/Lift Range: 10-250m Daily Water Supply Range: 5-30m³/day

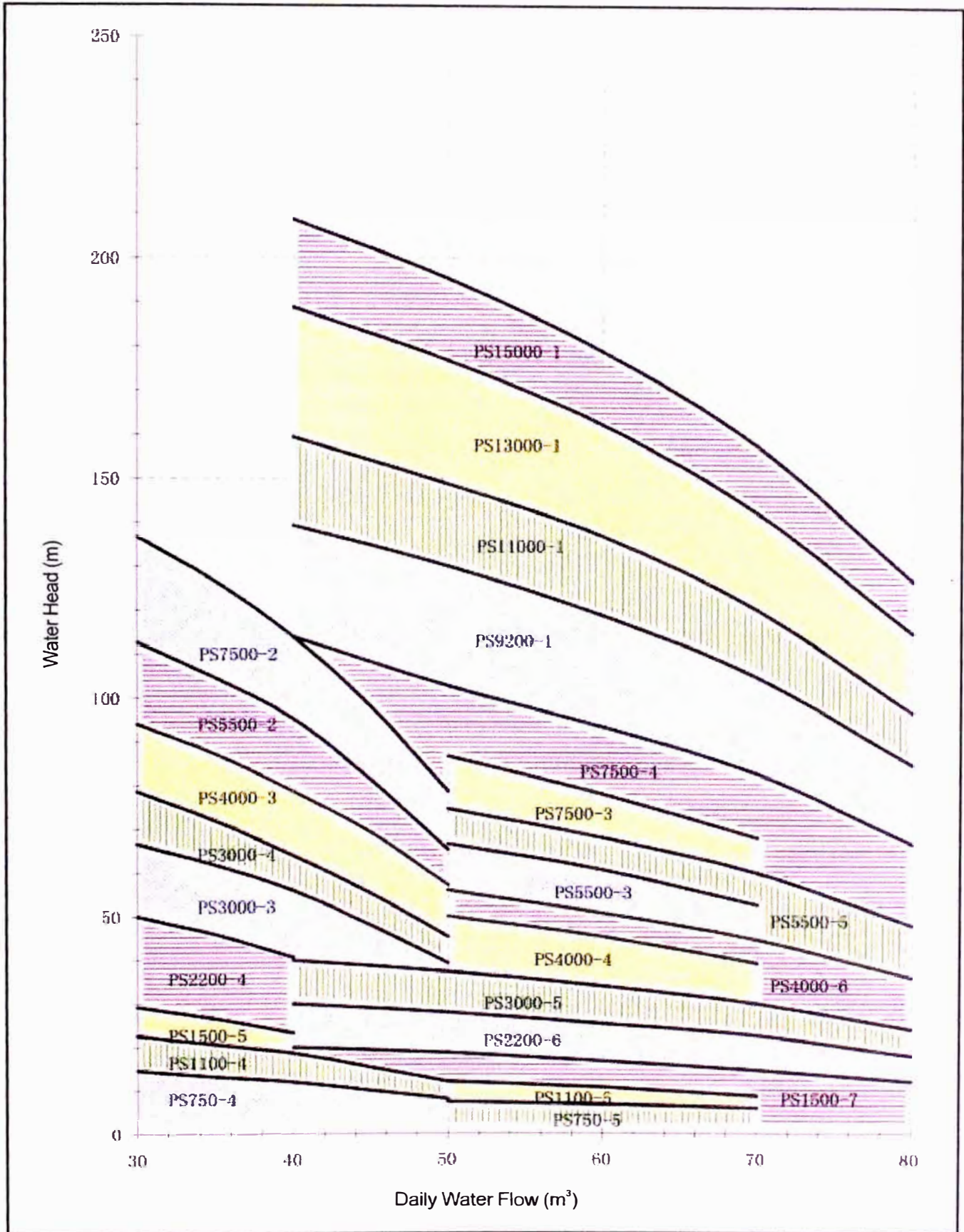


Steps for System Design

- To confirm the basic requirements of water consumption: Head and Daily water consumption;
- Y axis corresponds to Head; X axis corresponds to Daily water supply;
- To adjust the system configuration in accordance with the local solar radiation condition.

Solar Pumping System Selection 2

Head/Lift Range: 10-210m Daily Water Supply Range:30-80m³/day

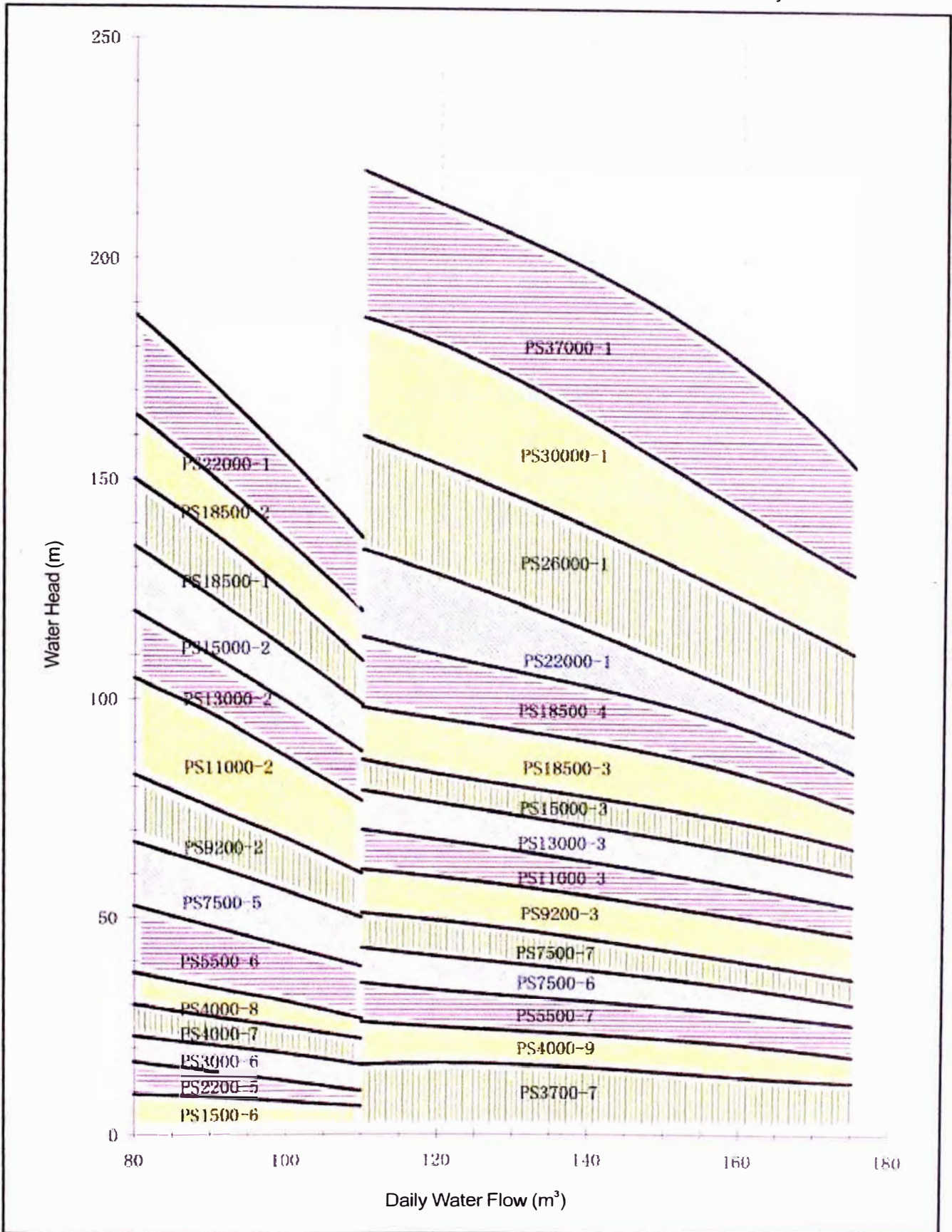


Steps for System Design

- To confirm the basic requirements of water consumption: Head and Daily water consumption;
- Y axis corresponds to Head; X axis corresponds to Daily water supply;
- To adjust the system configuration in accordance with the local solar radiation condition.

Solar Pumping System Selection 3

Head/Lift Range: 10-220m Daily Water Supply Range: 80-180m³/day

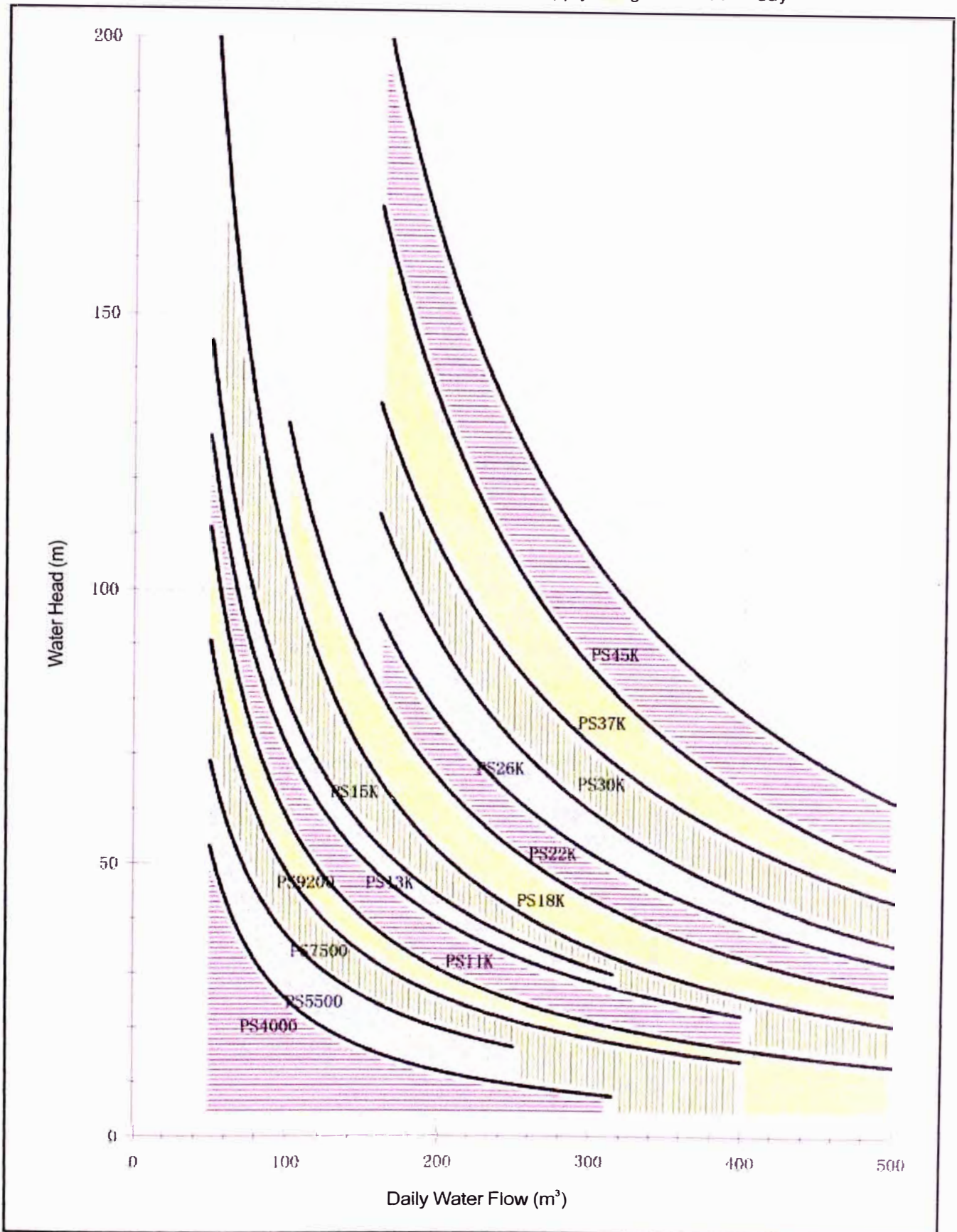


Steps for System Design

- To confirm the basic requirements of water consumption: Head and Daily water consumption;
- Y axis corresponds to Head; X axis corresponds to Daily water supply;
- To adjust the system configuration in accordance with the local solar radiation condition.

Solar Pumping System Selection 4

Head/Lift Range: 10-200m Daily Water Supply Range: 50-500m³/day



Steps for System Design

- To confirm the basic requirements of water consumption: Head and Daily water consumption;
- Y axis corresponds to Head; X axis corresponds to Daily water supply;
- To adjust the system configuration in accordance with the local solar radiation condition.

Solar Pumping Systems

Solar Pump

Solar pump is a pumping device powered by solar energy, which consists of solar pumping inverter and pump, and is mainly applied for agriculture irrigation, desert control, pasture animal husbandry, city waterscape, seawater desalination and living water supply etc.

- Powered by solar energy, no need power grid support;
- Automatic operation, maintenance free;
- Easy to install and move, high universality;
- Clean and green, high economic benefits.



Definition of Solar Pump Model:

SP 4 370 010

_____ Daily Water Supply (m³/day)
 _____ Nominal Power (W)
 _____ Outer Diameter of Pump (inch)
 _____ Solar Pump Code

Solartech Solar Pump Product List

Model	Input	Adapting Water Head	Daily Water Supply	Outlet Internal Dia.	Adapting Well Dia.	Recommended Open Circuit Voltage	Recommended MPP Voltage
SP4370010	3PH 220V 50Hz	27m–35m	10m ³ –7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4370015	3PH 220V 50Hz	20m–27m	15m ³ –10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4550010	3PH 220V 50Hz	37m–52m	10m ³ –7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4550015	3PH 220V 50Hz	28m–37m	15m ³ –10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4550030	3PH 220V 50Hz	15m–24m	30m ³ –15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4750010	3PH 220V 50Hz	45m–61m	10m ³ –7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4750015	3PH 220V 50Hz	41m–55m	15m ³ –10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4750030	3PH 220V 50Hz	19m–29m	30m ³ –15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4750050	3PH 220V 50Hz	8m–15m	50m ³ –30m ³	50mm 2"G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP4750070	3PH 380V 50Hz	6m–7m	70m ³ –50m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP41K1010	3PH 220V 50Hz	55m–69m	10m ³ –7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K1015	3PH 220V 50Hz	54m–73m	15m ³ –10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K1030	3PH 220V 50Hz	27m–43m	30m ³ –15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K1050	3PH 220V 50Hz	12m–23m	50m ³ –30m ³	50mm 2"G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K1070	3PH 220V 50Hz	8m–12m	70m ³ –50m ³	50mm 2"G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K5010	3PH 220V 50Hz	73m–95m	10m ³ –7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC

Solartech Solar Pump Product List

Model	Input	Adapting Water Head	Daily Water Supply	Outlet Internal Dia.	Adapting Well Dia.	Recommended Open Circuit Voltage	Recommended MPP Voltage
SP41K5015	3PH 220V 50Hz	68m-91m	15m ³ -10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K5030	3PH 220V 50Hz	33m-51m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K5031	3PH 220V 50Hz	39m-60m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K5040	3PH 220V 50Hz	23m-29m	40m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	350-430VDC	280-350VDC
SP41K5100	3PH 380V 50Hz	7m-9m	100m ³ -80m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP61K5080	3PH 380V 50Hz	12m-20m	80m ³ -40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP42K2010	3PH 380V 50Hz	91m-123m	10m ³ -7.5m ³	30mm 1"1/4G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP42K2015	3PH 380V 50Hz	95m-133m	15m ³ -10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP42K2030	3PH 380V 50Hz	54m-83m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP42K2040	3PH 380V 50Hz	41m-50m	40m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP42K2100	3PH 380V 50Hz	12m-16m	100m ³ -80m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP62K2080	3PH 380V 50Hz	18m-30m	80m ³ -40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP62K2300	3PH 380V 50Hz	6m-8m	300m ³ -70m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP43K0015	3PH 380V 50Hz	118m-169m	15m ³ -10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP43K0030	3PH 380V 50Hz	68m-105m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP43K0050	3PH 380V 50Hz	39m-67m	50m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP43K0051	3PH 380V 50Hz	45m-79m	50m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP63K0080	3PH 380V 50Hz	24m-40m	80m ³ -40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP63K0110	3PH 380V 50Hz	16m-22m	110m ³ -80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP63K0175	3PH 380V 50Hz	12m-17m	175m ³ -110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP63K0350	3PH 380V 50Hz	6m-15m	350m ³ -150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP44K0015	3PH 380V 50Hz	155m-207m	15m ³ -10m ³	30mm 1"1/4G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP44K0030	3PH 380V 50Hz	93m-145m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP44K0050	3PH 380V 50Hz	57m-94m	50m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP44K0070	3PH 380V 50Hz	39m-50m	70m ³ -50m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP44K0100	3PH 380V 50Hz	24m-33m	100m ³ -80m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0080	3PH 380V 50Hz	36m-56m	80m ³ -50m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0110	3PH 380V 50Hz	22m-25m	110m ³ -100m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0111	3PH 380V 50Hz	27m-37m	110m ³ -80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0175	3PH 380V 50Hz	18m-26m	175m ³ -110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0350	3PH 380V 50Hz	9m-22m	350m ³ -150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP64K0500	3PH 380V 50Hz	6m-15m	500m ³ -150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP45K5030	3PH 380V 50Hz	117m-181m	30m ³ -15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP45K5050	3PH 380V 50Hz	65m-113m	50m ³ -30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP45K5070	3PH 380V 50Hz	53m-67m	70m ³ -50m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP45K5080	3PH 380V 50Hz	42m-47m	80m ³ -70m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP65K5080	3PH 380V 50Hz	48m-75m	80m ³ -50m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP65K5110	3PH 380V 50Hz	39m-53m	110m ³ -80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC

Solar Pumping Systems

Solartech Solar Pump Product List

Model	Input	Adapting Water Head	Daily Water Supply	Outlet Internal Dia.	Adapting Well Dia.	Recommended Open Circuit Voltage	Recommended MPP Voltage
SP65K5175	3PH 380V 50Hz	25m–35m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP65K5350	3PH 380V 50Hz	12m–29m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP65K5500	3PH 380V 50Hz	10m–22m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP47K5030	3PH 380V 50Hz	154m–237m	30m ³ –15m ³	40mm 1"1/2G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP47K5050	3PH 380V 50Hz	79m–137m	50m ³ –30m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP47K5070	3PH 380V 50Hz	68m–87m	70m ³ –50m ³	50mm 2"G	100mm	625-750VDC	500-600VDC
SP67K5080	3PH 380V 50Hz	67m–114m	80m ³ –40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP67K5110	3PH 380V 50Hz	50m–67m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP67K5175	3PH 380V 50Hz	30m–43m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP67K5176	3PH 380V 50Hz	36m–51m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP67K5350	3PH 380V 50Hz	15m–37m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP69K2080	3PH 380V 50Hz	85m–139m	80m ³ –40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP69K2110	3PH 380V 50Hz	60m–83m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP69K2175	3PH 380V 50Hz	46m–61m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP69K2350	3PH 380V 50Hz	18m–44m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP69K2500	3PH 380V 50Hz	14m–30m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP611K080	3PH 380V 50Hz	97m–159m	80m ³ –40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP611K110	3PH 380V 50Hz	77m–105m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP611K175	3PH 380V 50Hz	53m–70m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP611K350	3PH 380V 50Hz	21m–51m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP611K500	3PH 380V 50Hz	17m–38m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP613K080	3PH 380V 50Hz	115m–189m	80m ³ –40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP613K110	3PH 380V 50Hz	88m–120m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP613K175	3PH 380V 50Hz	60m–79m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP613K350	3PH 380V 50Hz	24m–59m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP613K500	3PH 380V 50Hz	20m–45m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K080	3PH 380V 50Hz	127m–209m	80m ³ –40m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K110	3PH 380V 50Hz	99m–135m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K175	3PH 380V 50Hz	66m–86m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K350	3PH 380V 50Hz	27m–66m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K351	3PH 380V 50Hz	30m–73m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP615K500	3PH 380V 50Hz	24m–53m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K110	3PH 380V 50Hz	109m–143m	110m ³ –80m ³	65mm 2"1/2G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K175	3PH 380V 50Hz	75m–98m	175m ³ –110m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K350	3PH 380V 50Hz	33m–81m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K351	3PH 380V 50Hz	36m–88m	350m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K500	3PH 380V 50Hz	27m–60m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC
SP618K501	3PH 380V 50Hz	31m–68m	500m ³ –150m ³	76mm 3"G	150mm	625-750VDC	500-600VDC



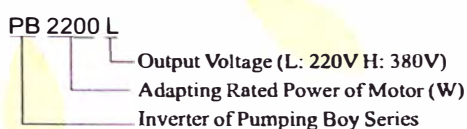
Solar Pumping Inverter

Solar pumping inverter can implement the control of the whole system operation, which drives the pump by converting DC power produced by the PV array to AC power. This inverter can adjust the output frequency according to the solar irradiation intensity in real time to implement the MPPT (maximum power point tracking).

- Compatible with 3-phase induction motors;
- Dynamic VI maximum power point tracking (MPPT) algorithm and optimized SPWM control method. Faster speed of response and good stability;
- Fully automatic operation. Free setting speed range based on practical situation of the system. Storage capacity for 8 years operational data;
- Intelligent power module used in main circuit. High reliability. 98% conversion efficiency;
- Full motor protection functions. Optional water level detecting and control circuit for overflow and idle running prevention;
- Anodized aluminum case. IP52 protection class. Ambient temperature: -10~+50°C.

Model	Maximum Input DC Voltage (V)	Recommended MPP Voltage (V)	Rated Output Current (A)	Output Frequency (Hz)	Output Voltage(V)	Net Weight (KG)	Gross Weight (KG)	Package Size (MM)		
								Length	Width	Height
PB400L	430	280-350	3	0-50	3PH 220V	3.4	4.9	320	280	225
PB750L	430	280-350	5	0-50	3PH 220V	3.4	4.9	320	280	225
PB1500L	430	280-350	7	0-50	3PH 220V	4.0	5.6	355	280	225
PB2200L	430	280-350	11	0-50	3PH 220V	4.0	5.6	355	280	225
PB3700H	750	500-600	9	0-50	3PH 380V	7.2	9.5	425	325	285
PB5500H	750	500-600	13	0-50	3PH 380V	7.3	9.6	425	325	285
PB7500H	750	500-600	18	0-50	3PH 380V	7.7	10	425	325	285
PB11KH	750	500-600	24	0-50	3PH 380V	8.2	10.5	425	325	285
PB15KH	750	500-600	30	0-50	3PH 380V	8.4	10.7	425	325	285
PB18KH	750	500-600	39	0-50	3PH 380V	8.4	10.7	425	325	285
PB22KH	750	500-600	45	0-50	3PH 380V	18.1	21.1	505	430	305
PB30KH	750	500-600	60	0-50	3PH 380V	18.1	21.1	505	430	305
PB37KH	750	500-600	75	0-50	3PH 380V	18.1	21.1	505	430	305
PB45KH	750	500-600	91	0-50	3PH 380V	18.1	21.1	505	430	305
PB55KH	750	500-600	112	0-50	3PH 380V	18.1	21.1	505	430	305

Definition of Inverter Model:



Solar Pumping Systems



Desert Control

Location:

The southern part of Maowusu desert in Jingbian county, Shaanxi Province, China

Introduction:

The solar pumping system was built in the 'National Labor Hero Niu Yuqin' desert control center, Yulin-Shaanxi in 2009, which is the first solar industry crop irrigation project in Maowusu desert.

Solution:

Solartech PS3000 solar pumping system combined with ecological drip irrigation system; over 95% of survival rate of newly planted trees (originally 30%).

Economic Benefits:

7500kWh of electricity generated annually; 70 tons of coal saving in its 25-year service life; 31 tons of CO₂, 1.4 tons of SO₂, 1.1 tons of smoke and 18 tons of ash reductions in its 25-year service life.



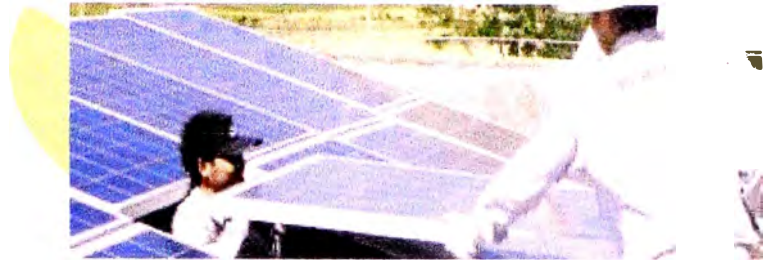
Agriculture Irrigation

Location:
Changjiang City, Hainan Province, China

Introduction:
The system was built in 2011. The Solartech PS5500 solar agricultural pumping system with 15m water head and 360m³ of daily water supply was applied.

Solution:
PB7500H solar pumping inverter; 5.5kW solar water pump; 8.4kW PV array and a 200m³ water tank. A water tower was built 10m above the well. The PV array was installed on the roof. The water tank located in the middle and the administration room located at bottom. Actual measuring data: pumping water 200m³ (cloudy day) on Nov 20, 2010 and 360m³ (sunny day).

Economic Benefits:
15500 kWh of electricity generated annually; 144 tons of coal saving in its 25-year service life; 63 tons of CO₂, 2.8 tons of SO₂, 2.2 tons of smoke and 37.5 tons of ash reductions in its 25-year service life.



Agriculture Irrigation

Location:
Bangladesh

Introduction:
Bangladesh is suffering from acute shortage of electricity. However, Bangladesh is richly endowed with renewable energy resource, especially for the solar energy. Since 2008, Solartech has made great collaboration with Bangladesh Ministry of Agriculture to carry out the research and development on the construction of agriculture and water conservancy. And the agriculture irrigation with solar energy technology has been promoted as national sustainable development strategy (NSDS) of Bangladesh, which provides new guidance to the science and technology development of renewable agriculture in southern Asia.

Solution:
Solartech PS5500 solar pumping system to irrigate farmland with 8m water head and 800-1000m³ daily water supply.

Economic Benefits:
16000 kWh of electricity generated annually; 150.6 tons of coal saving in its 25-year service life; 66.3 tons of CO₂, 3 tons of SO₂, 2.3 tons of smoke and 39.2 tons of ash reductions in its 25-year service life.



Solar Pumping Systems



Desert Control

Location:

Xiaotang Desert Highway, Xinjiang Uyghur Autonomous Region

Introduction:

The system was built in 2001. The **Solar**tech PS9200 solar pumping system with 45m water head and 180m³ of daily water supply was applied. This system covers 200m², and can irrigate 11.5 acres of shelterbelt.

Solution:

PB11KH solar pumping inverter, 9.2 kW AC pump, 14kW PV array, and associated accessories.

Economic Benefits:

27500kWh of electricity generated annually; 257.3 tons of coal saving in its 25-year service life; 113.2 tons of CO₂, 5.1 tons of SO₂, 3.9 tons of smoke and 66.9 tons of ash reductions in its 25-year service life.





Seawater Desalination

Location:

Some place in Xisha islands

Introduction:

Within the National Day 2009, technical engineers conducted a series of operational tests for solar seawater desalination system in Tsinghua University Shenzhen campus. The solar seawater desalination system has run successfully in the complex island environment under the elaborate arrangements. The **Solartech** solar seawater desalination system can fully satisfy the fresh water requirements of all residents living on the island.

Solution:

The system was built in 2009. The **Solartech** solar seawater desalination system PS5500 and PS3000 were applied. The system consists of **Solartech** solar pumping inverter, seawater pump, high-pressure desalination pump, dosing pump, cleaning pump, seawater desalination devices and solar array.

Economic Benefits:

14600 kWh of electricity generated annually; 137.2 tons of coal saving in its 25-year service life; 60.4 tons of CO₂, 2.8 tons of SO₂, 2.1 tons of smoke and 35.7 tons of ash reductions in its 25-year service life.



Solar Pumping Systems



Pasture Irrigation

Location:

Tiebojia Station, Xining city, Qinghai Province, China

Introduction:

Qinghai province has a plateau continental climate due to its elevation, topography, latitude and atmospheric circulation. The greater part of Qinghai is dry and cold and with long winters, short summers, frequent winds, little rainfall, long hours of sunshine and great differences in temperature between day and night.

Solution:

PB3700H solar pumping inverter; 2.2kW solar water pump; 3.84kW PV array; 20m water head; 80m³ of daily water supply; improving pasture 30-50 times.

Economic Benefits:

6900 kWh of electricity generated annually; 65 tons of coal saving in its 25-year service life; 28.6 tons of CO₂, 1.3 tons of SO₂, 1.1 tons of smoke and 16.9 tons of ash reductions in its 25-year service life.



Landscape Fountain

Location:

Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University

Introduction:

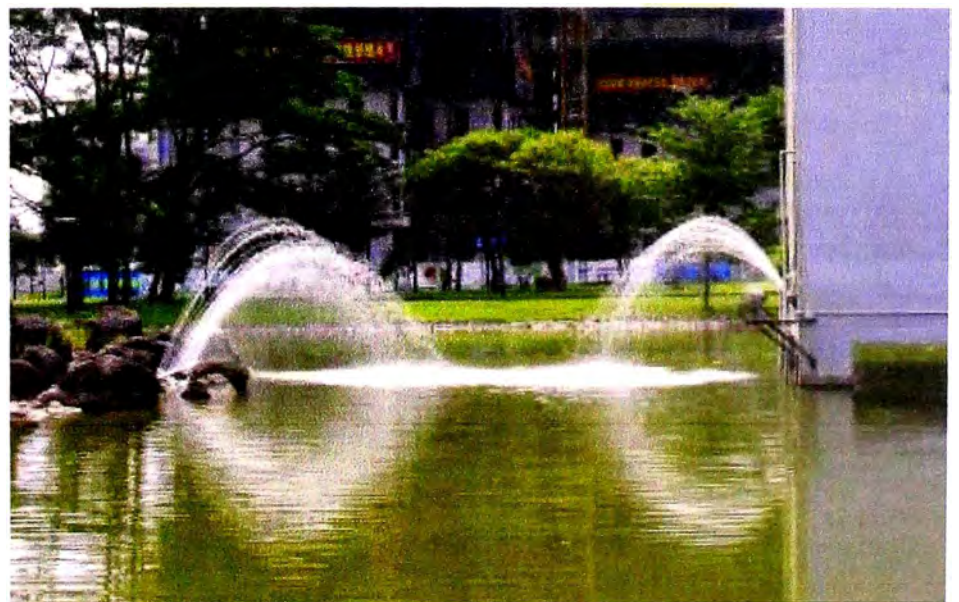
The systems were built in 2011. The **Solartech** PS1500 and PS3000 solar pumping systems were applied.

Solution:

Waterscape faucets with unique molding were used, which can implement different water spray effects. The systems are perfectly fused with the campus landscape, on the other hand, they can also improve the water circulation in the pool and the water quality.

Economic Benefits:

5400 kWh of electricity generated annually; 50.7 tons of coal saving in its 25-year service life; 22.3 tons of CO₂, 1 tons of SO₂, 0.7 tons of smoke and 13.1 tons of ash reductions in its 25-year service life.



Infinite Solar Energy

Shenzhen Solartech Renewable Energy Co., Ltd

Tel: +86-755-86151888 Fax: +86-755-86151018

Website: www.solartech.cn Mail: sales@solartech.net.cn

4F, Building 9, Jiu-Xiang-Ling Industrial Park, Xi-Li, Nan-shan District, Shenzhen, China

PRODUCTOS

Fabricación de estructuras y soportes metálicos para instalaciones solares fotovoltaicas.



Datos de partida:

Características generales de la instalación:

Tipo de módulo: Monocristalinos, policristalinos, capa fina, doble capa fina...etc.
Dimensiones del módulo y peso.

Datos a considerar:

Acciones:

- Peso propio de la estructura y módulos
- Carga de viento. Según – CTE DB – SE AE - Y - EUROCODIGO 1 (UE INTERNACIONAL)
- Carga de nieve. Según – CTE DB – SE AE - Y - EUROCODIGO 1 (UE INTERNACIONAL)

Coefficientes parciales de seguridad.

- Acciones permanentes.
- Acciones variables.

- Combinación de acciones, cálculo de acciones correspondiente a una situación permanente o transitoria.

Materiales:

Toda la estructura y soporte es en acero calidad SJ 275 y en acero conformado SJ 235 según la norma CTE DB – SE – A (ESPAÑA) Y EUROCODIGO 3 Y 4 (UE – INTERNACIONAL), galvanizado por inmersión a fuego según norma: UNE-EN ISO 1461 y tornillería en calidad 8.8 galvanizado a fuego y centrifugado, dracomet o acero inoxidable, todo ello según petición y normas VIGENTE.

Descripción de la estructura y soporte a suelo.

Formado por 2 pórticos con una distancia entre ejes según estudio previo al proyecto, modulares y uniéndolos con 2, 3, 4, 5 ó 6 travesaños de 6.000 mm. aprox. de longitud, sobre los cuales **fijamos los módulos mediante grapas traseras** en puntos donde cada fabricante de módulos garantiza su correcta fijación, facilitando así su montaje y desmontaje.

El pórtico tendrá la inclinación solicitada siendo su fijación a suelo, indistintamente si es **a zapata o pilote de hormigón, tornillo o hinca. (Adaptable a la necesidad requerida)**



Todas nuestras estructuras soporte, están diseñadas para construirlas en 1, 2, 3, 4 y 5 alturas de módulos en posición **VERTICAL y HORIZONTAL, modular y siendo a petición solicitada construirlas en cualquier otra altura.**

Para la construcción de estructura en cubiertas, se harán estudios previos de fijaciones, tanto por la orientación de la cubierta como la configuración estructural del edificio según el proyecto y datos facilitados.

ESTRUCTURA FIJA DEL GRUPO CLAVIJO

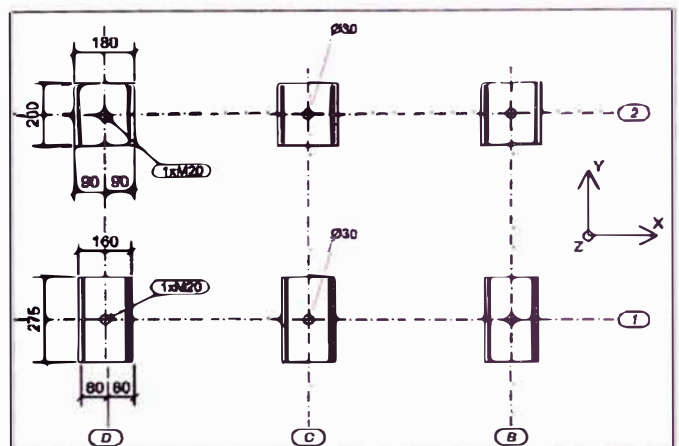
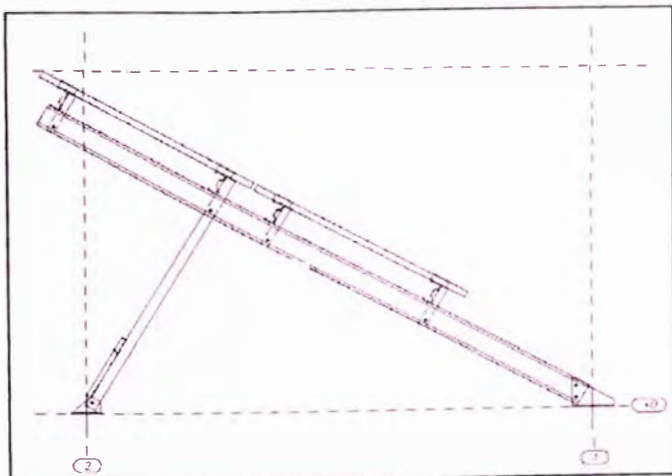
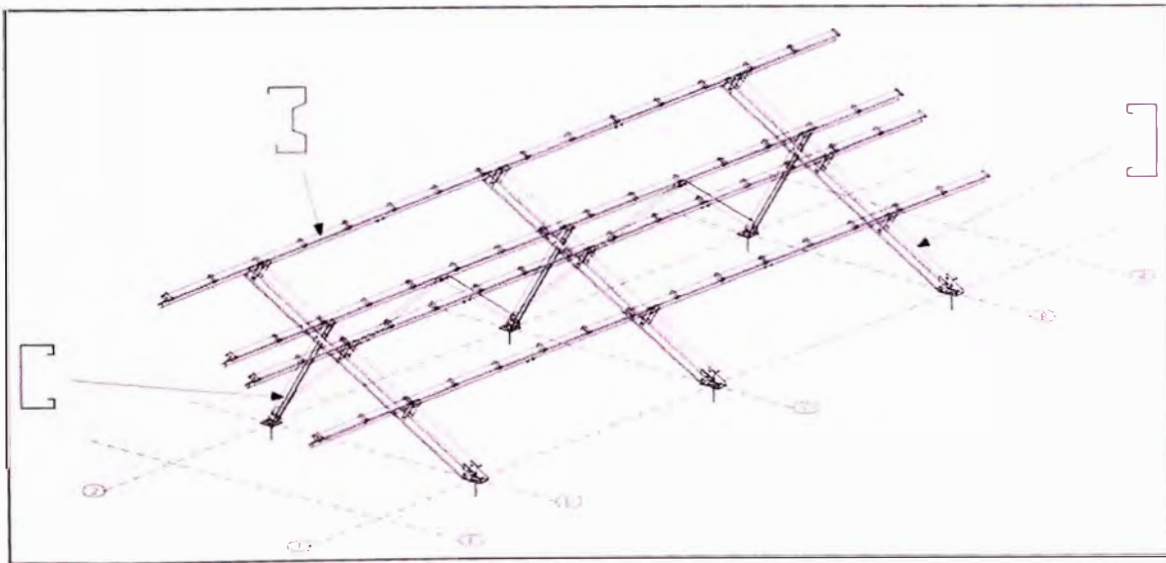
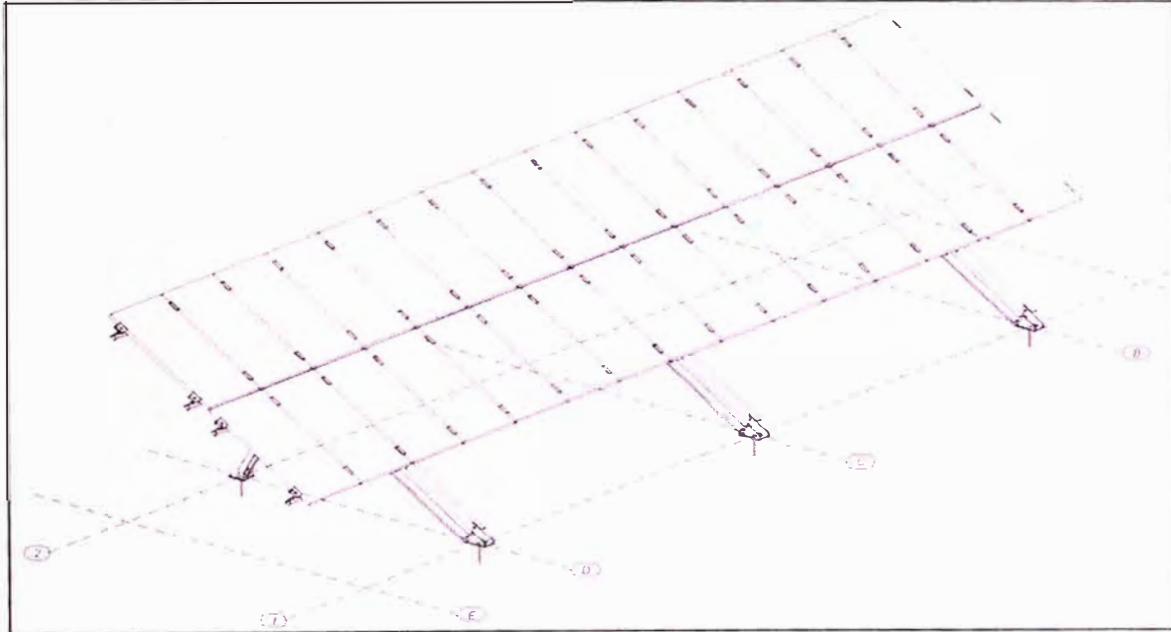
- Diseñados y analizados por elementos finitos con las cargas y coeficientes especificados en el eurocódigo.



CARACTERÍSTICAS INNOVADORAS Y DIFERENCIADORAS

- Robustez
- Flexibilidad en la colocación de los módulos fotovoltaicos (máximo aprovechamiento superficie disponible)
- Grandes facilidades en los montajes: montajes rápidos y sencillos
- Departamento de ingeniería: estructuras según los requisitos del cliente
- Reducción peso: perfiles a medida según las necesidades del proyecto en acero galvanizado en caliente o aluminio.
- Entrega estructura completa incluyendo piezas de unión
- Plazos de entrega cortos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

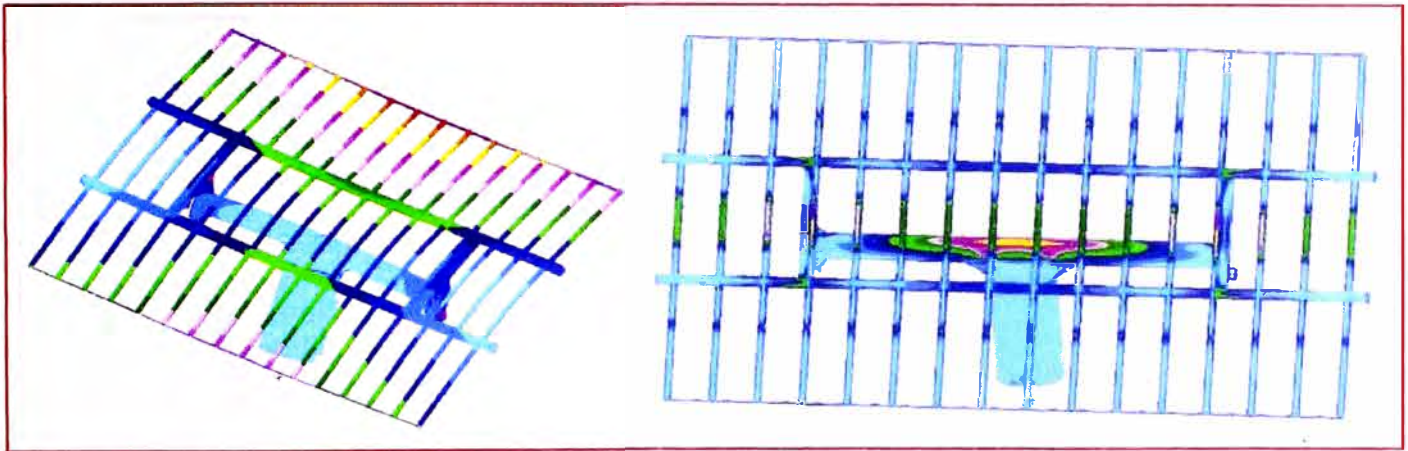


Estructura fija con cimentación Modelo FCC

Configuración paneles	Adaptable a las necesidades del cliente
Distribución estructura	Estructura hasta 2 filas / placa vertical ó 3 filas / placa horizontal
Material estructura	S250 / S2390 & Z800MA (perfilaría)
Medidas estructura	Longitud 12,7 metros x ancho 4 metros x altura 2,5 metros
Medidas placa / potencia	1.600 x 808 x 50 mm / 220 Wp
Total (cantidad / potencia)	30 placas estructura / 6,6 Kwp
Viento máximo	Hasta 33,3 metros / segundo (120 Km / hora)
Dimensiones cimentación	Según cálculo estructura en la ubicación de la instalación

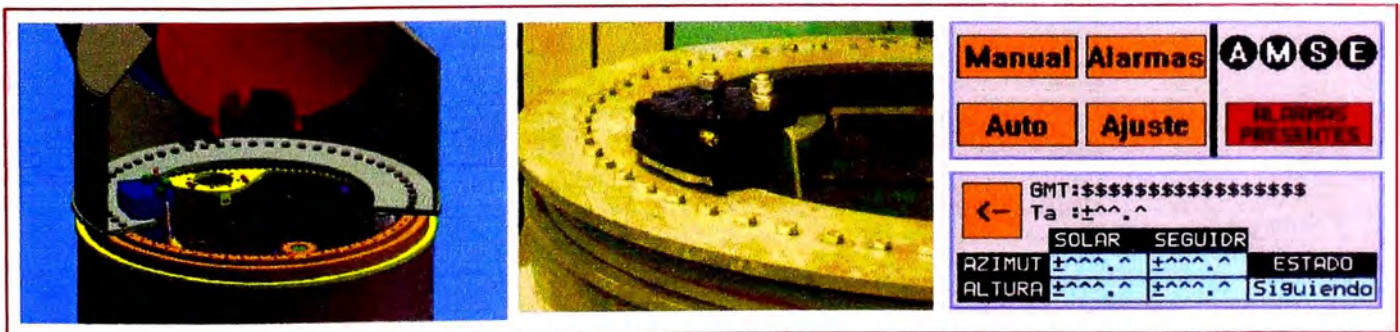
LOS SEGUIDORES SOLARES DE GRUPO CLAVIJO

- Diseñados y analizados por elementos finitos con las cargas y coeficientes especificados en el eurocódigo.
- Altas prestaciones: incremento de la producción de los módulos fotovoltaicos de hasta un 35% en comparación con una instalación fija.
- Disponible en 2 versiones:
 - Versión H cuya principal característica es la utilización de la central hidráulica para movimiento cenital y opción freno hidráulico. Versión con 2 cilindros hidráulicos ubicados en los extremos del soporte en "T".
 - Versión E cuya principal característica es la utilización de un único husillo motorizado eléctrico ubicado en la parte central del soporte en "T"
- Innovador freno azimutal patentado (opcional en versión H)



CARACTERÍSTICAS INNOVADORAS Y DIFERENCIADORAS

- Robustez
- Flexibilidad en la colocación de los módulos fotovoltaicos,
- Casquillos de bronce en las articulaciones
- Alta precisión del sistema de seguimiento (hasta 0,5 grados)
- Programa de control con gestión de alarmas y listados de eventos (facilitan las labores de mantenimiento y revisión)



FRENO HIDRÁULICO EN EL MOVIMIENTO AZIMUTAL PATENTADO POR GRUPO CLAVIJO (OPCIONAL EN VERSIÓN H)

Protege el engranaje entre el reductor planetario y la corona de orientación evitando la rotura de puntos críticos como los dientes de los piñones o la brida de amarre del reductor. Se activa y desactiva de forma automática en cada uno de los movimientos azimutales, evitando las vibraciones producidas por el efecto del viento en la parrilla y las holguras existentes en el engrane de la corona con el piñón del reductor.

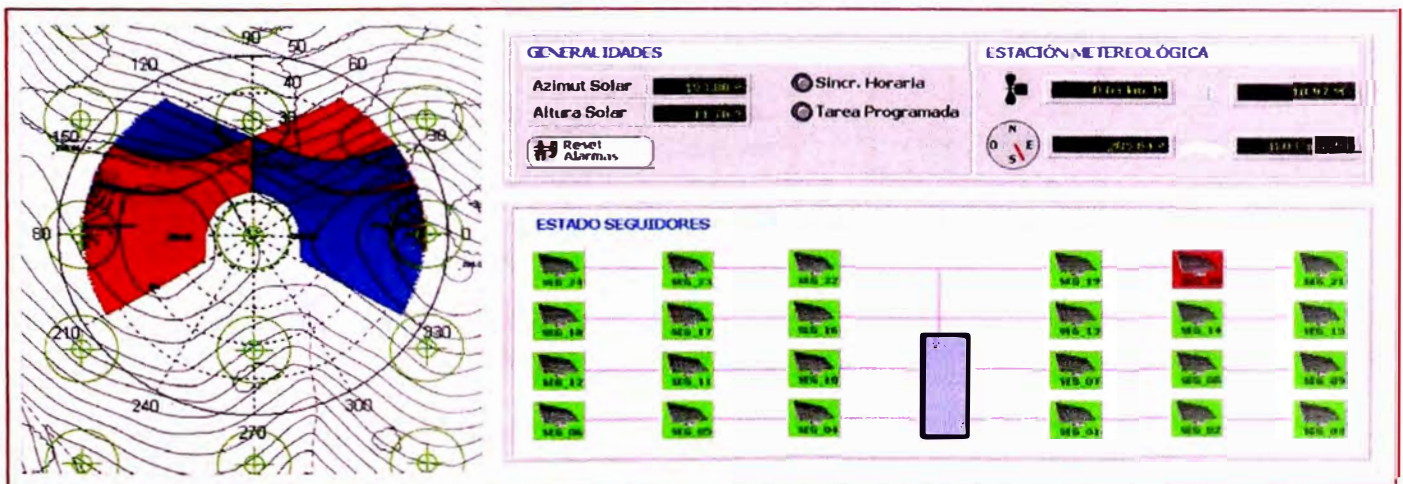
Con su utilización se reducen las cargas dinámicas que multiplican exponencialmente los esfuerzos recibidos por el choque del viento en la parrilla. Además, estabiliza y asegura el conjunto ante fuertes rachas de viento: el movimiento de la parrilla (efecto vela) se realiza de forma más suave y controlada. Junto al freno eléctrico del reductor, garantiza la estabilidad y durabilidad del conjunto.

CONFIGURACIÓN DE LOS SEGUIDORES

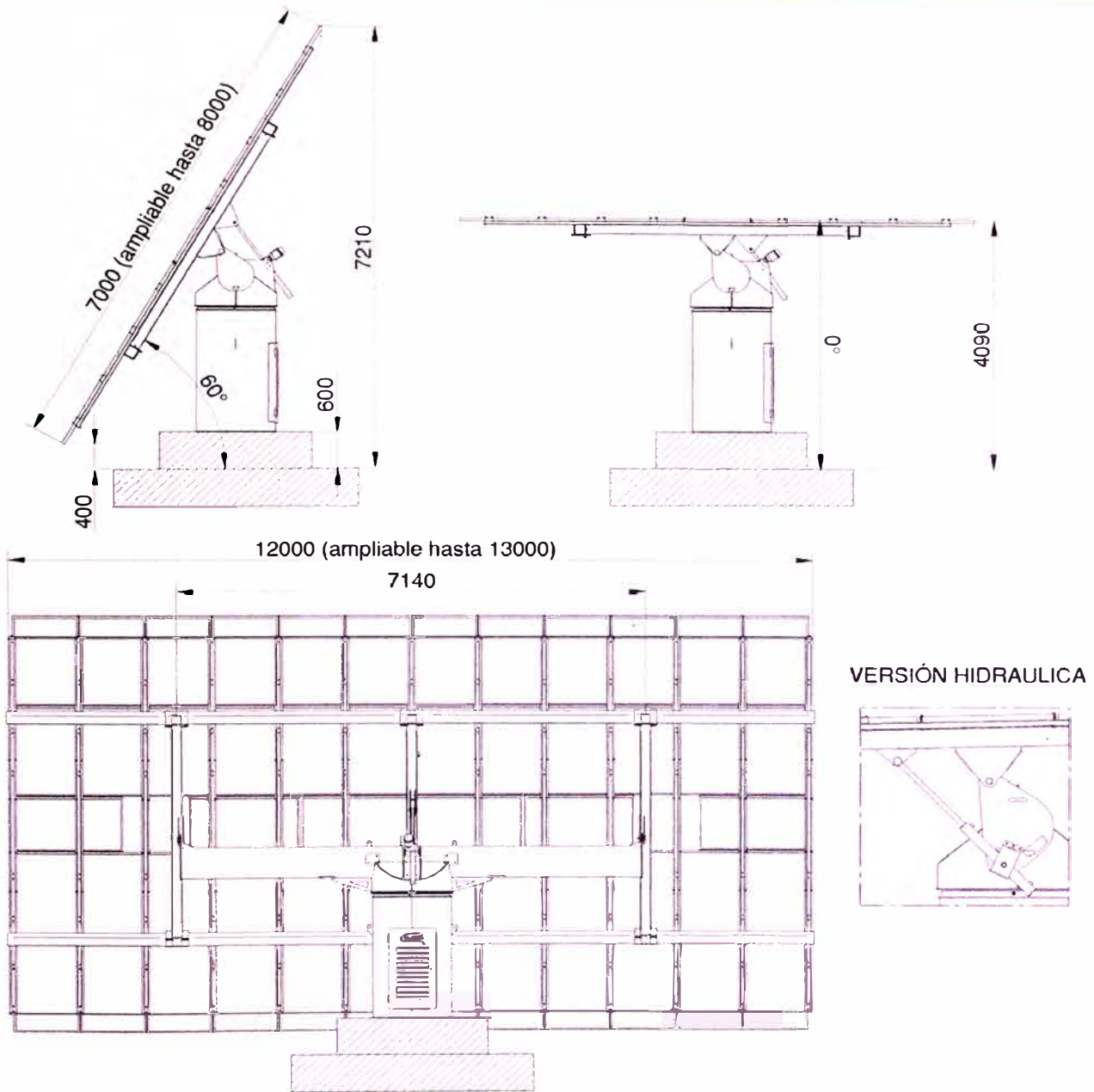
Puede modificarse de forma global si el huerto o instalación se encuentra monitorizada o se pueden manipular individualmente mediante los botones del armario eléctrico (seta de emergencia, botón de rearme y cambio a posición de seguridad para labores de mantenimiento), o mediante un terminal portátil que permite la configuración del seguidor en modo automático o manual. Además permite otras opciones como visualización y reseteo de alarmas, o cambio de parámetros de configuración (hora, localización seguidor, criterio de descanso, ángulo mínimo solar de trabajo, ángulos máximos de giro tanto en azimutal como en cenital,...).

SERVICIOS ADICIONALES

- Estudio de sombras
- Implantación de seguidores en las parcelas
- Estudio de curvas de nivel en planos topográficos
- Montaje de anemómetros y registradores de datos, comunicaciones y monitorización del huerto
- Puesta en marcha
- Mantenimiento preventivo.
- Utilización de anemómetros, visualizadores digitales de la velocidad del viento, veletas o registrador de datos para el almacenamiento de la información (hasta en 3 medios diferentes a la vez: memoria interna, memoria extraíble USB o vía FTP).
- Posibilidad de proteger los seguidores antes fallos en el suministro eléctrico con la utilización de acumuladores hidráulicos que permiten el izado automático de la parrilla



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



		Versión H	Versión E
Ejes de seguimiento		2 ejes: Azimutal y cenital	
Configuración parrilla		4,5 filas x 12 metros	
Superficie módulos		Ampliable hasta 4,5 filas x 13 metros 84 m ²	
Distribución módulos		Máxima superficie = 104 m ²	
Distribución módulos	Tipo	Módulo monocristalino SOLARWATT modelo M230-96 con potencia nominal de 250 Wp. Medidas exteriores módulo = 1.604 x 1.054 x 50mm.	
	Cantidad / Potencia	4 filas x 11 placas + 1 fila x 7 placas / 51 módulos x 250Wp = 12,75 Kwp	
	Cantidad / potencia máx.	4 filas x 12 placas + 1 fila x 8 placas // 56 módulos x 250Wp = 14 Kwp	

La potencia y cantidad final de los módulos instalados es orientativo, ya que dependerá de las necesidades del inversor y del modelo del módulo elegido. Posibilidad instalación fila extra central.

		Versión H	Versión E
Material estructura		Acero galvanizado mediante inmersión en caliente (según norma ISO1461)	
Azimutal	Campo giro	270 grados (de -135 grados a +135 grados)	
	Tipo accionamiento	Reductor planetario y corona de orientación de diente reforzado	
	Características motor - reductor	Motor 0,33 Kw / 1.500 rpm / velocidad salida = 0,93 rpm / engranaje piñón reforzado (cementado)	
	Freno eléctrico	Par frenado controlado	
	Freno hidráulico (OPCIONAL)	Fuerza frenado 175 Kn	
	Control movimiento	Potenciómetro absoluto, precisión ±0,1 grados	Sensor inductivo, precisión ±0,5 grados
	Seguridad 1	Control y seguimiento movimiento mediante autómata	
Seguridad 2	Tope físico mediante 2 finales carrera con roldana		
Cenital	Campo giro	De 0 grados a 60 grados	
	Tipo accionamiento	Central + 2 cilindros hidráulicos	Actuador lineal eléctrico
	Características central	Motor 0,75 Kw / 1.500 rpm	
	Control movimiento	Inclinómetro absoluto, precisión ±0,1 grados	Sensor inductivo, precisión ±0,5 grados
	Seguridad 1	Señal anemómetro – Posición seguridad (horizontal)	
	Seguridad 2	Tope físico mediante los cilindros, control y seguimiento movimiento mediante autómata e instalación antirretorno en cada cilindro	Control y seguimiento de movimiento mediante autómata y tope físico mediante final de carrera con roldana
Armario eléctrico	Tensión aliment.	230 Vac – 50Hz monofásico ó 380 Vac – 50Hz trifásico	
	Características eléctricas	Metálico, IP55, conexión de todos los elementos mediante conectores externos. Incluye PLC OMRON, disyuntores automáticos de protección y protección diferencial.	
	Seguimiento	Programa seguimiento mediante cálculo astronómico en el PLC. Protección contra viento y nieve.	
	Operación y mantenimiento	Incluye seta de emergencia anti fraude, pulsador bi-función de rearme y posición de mantenimiento, gestión alarmas tanto actuales como históricas.	
	Conectividad (opcional)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Terminal táctil para configuración y movimientos manuales <input type="checkbox"/> Puerto serie para terminal de configuración accesible mediante conector industrial exterior <input type="checkbox"/> Puerto RS422 (incluido en modelo avanzado) <input type="checkbox"/> Puerto Ethernet opcional <input type="checkbox"/> Acceso mediante modem GSM/GRPS y envío de mensajes SMS 	
Velocidad viento		Hasta 50 Km/h en modo trabajo. Hasta 120 Km/h en modo descanso y seguridad	
Anemómetro (OPCIONAL)		Anemómetro de poliamida + visor digital velocidad viento + relé salida señal seguidor Veleta de poliamida control dirección viento Registrador datos hasta de 3 formas a la vez: memoria interna, medios extraíbles (USB) y FTP remota (local o vía Internet). Visualización en pantalla táctil y a tiempo real señal de múltiples anemómetros.	
Seguridad movimiento cenital (OPCIONAL)		Posibilidad de izado de parrilla (posición de seguridad) ante fallo de suministro eléctrico mediante acumuladores hidráulicos	No dispone
Seguridad movimiento azimutal		Sistema patentado de freno hidráulico + disco de frenado que elimina sobrecargas dinámicas producidas por el efecto del viento en la parrilla. Pastillas de freno independientes y fácilmente intercambiables.	

	Versión H	Versión E
Consumo eléctrico	0,5kw/día	0,3kw/día
Peso aprox. estructura sin módulos	2.400 kilos	
Peso aprox. módulos	1.400 kilos	
Cimentación	Especificaciones incluidas en su correspondiente plano de cimentación	
Garantía	10 años para la estructura metálica	
Distancia entre seguidores	N - S 23,5 metros	E - W 27,5 metros
Las distancias son orientativas, ya que dependen de las medidas finales de la parrilla y el emplazamiento del montaje (longitud, latitud y altura).		

UNA ENERGÍA LIMPIA

ABLES PARA INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

General Cable



CABLES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN HUERTAS SOLARES Y TEJADOS.

Los cables **Exzhellent Solar ZZ-F (AS)** y **XZ1FA3Z-K (AS)** han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

Con los cables **Exzhellent Solar** conseguirá la máxima eficiencia de sus instalaciones, garantizando la evacuación de la energía producida durante toda la vida útil de su instalación.

CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE



TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR:
120° C⁽¹⁾
IEC 60216



RESISTENCIA A TEMPERATURAS EXTREMAS
Mínima: -40°C
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV)
UL 1581



RESISTENCIA AL OZONO
IEC 60811-2-1



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA
IEC 60811-1-3

VIDA ÚTIL



VIDA ÚTIL 30 AÑOS
IEC 60216

RESISTENCIA MECÁNICA



RESISTENCIA AL IMPACTO
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
EN 50305



RESISTENCIA AL DESGARRO
IEC 61034-2

ECOLÓGICO - ALTA SEGURIDAD (AS)



ECOLÓGICO



LIBRE DE HALÓGENOS
IEC 60754-1



BAJA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
IEC EN 61034-2



NO PROPAGADOR DEL INCENDIO
IEC 60332-3

[1] Hasta 20.000 horas de funcionamiento [IEC 60216-1]

PANELES FOTOVOLTAICOS

SERVICIO MÓVIL

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Conductor: Cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
 Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Norma: TÜV 2 Pfg 1169/08.2007



Ecológico

Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Min. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20 °C	Intensidad al Aire (1)	Caída de tensión en DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm²

(*) Posibilidad de suministrar con cubierta ■

(1) Al aire, a 60 °C Según norma TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

HUERTAS SOLARES

SERVICIO FIJO

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC

GC EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

LA MEJOR PROTECCIÓN MECÁNICA DURANTE EL TENDIDO,
LA INSTALACIÓN Y EL SERVICIO

EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC

- Conductor: Cobre Clase 5 para servicio fijo (-k)
- Aislamiento: Polietileno Reticulado XLPE (X)
- Asiento de Armadura: Poliolefina libre de halógenos (Z1)
- Armadura: Fleje corrugado de AL (FA3)
- Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z). Color Negro
- Norma: AENOR EA 0038



Ecológico



Resistente a la acción de los roedores

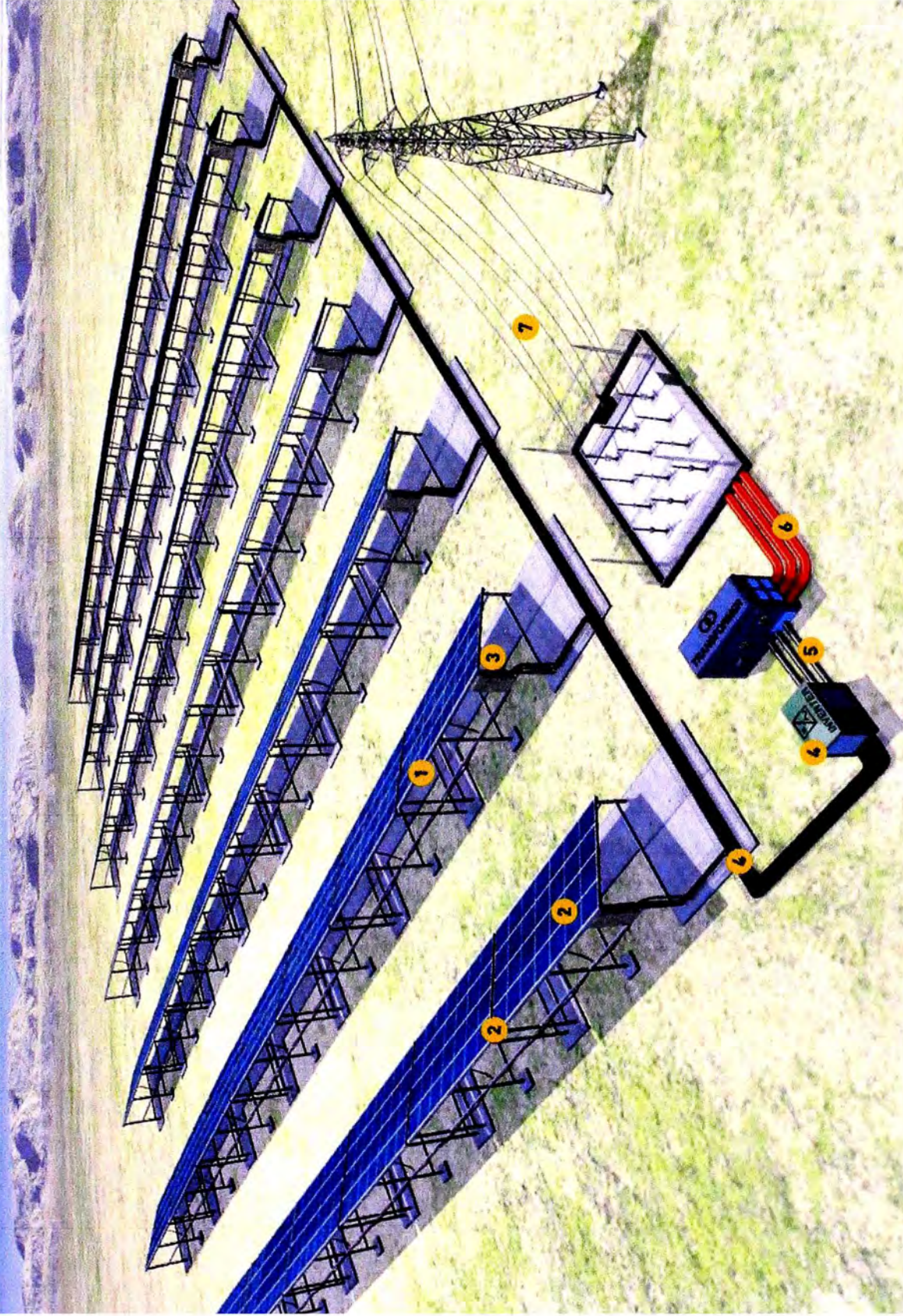


Código	Sección	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Intensidad Enterrado ⁽²⁾	Caída tensión en DC
	mm ²	mm ²	kg/km	mm ²	A	A	V/A.km
1618110	1x10	12,0	230	120	80	77	4,87
1618111	1x16	13,0	290	130	107	100	3,09
1618112	1x25	14,8	405	150	140	128	1,99
1618113	1x35	15,9	510	160	174	154	1,41
1618114	1x50	17,5	665	175	210	183	0,984
1618115	1x70	19,8	895	200	269	224	0,694
1618116	1x95	21,6	1.125	220	327	265	0,525
1618117	1x120	23,6	1.390	240	380	302	0,411
1618118	1x150	25,6	1.695	260	438	342	0,329
1618119	1x185	27,5	2.010	275	500	383	0,270
1618120	1x240	30,8	2.615	310	590	442	0,204
1618121	1x300	34,4	3.245	345	659	500	0,163

(1) Al aire a 40°C según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-1 bis Método F, 2 conductores cargados

(2) Enterrado, 25°C, 0,7 m de profundidad, 1,5 K m/W según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-2 bis Método D

INSTALACIÓN TIPO



1 Sistema de conexión rápida

ex 70 **elint** **S** **JAB** **ZZ-F (AS)**
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

2 Conexión entre placas y paneles fotovoltaicos

ex 70 **elint** **S** **JAB** **ZZ-F (AS)**
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

3 Instalación BT DC entre paneles y caja de conexión

ex 70 **elint** **S** **JAB** **ZZ-F (AS)**
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

4 Instalación BT DC entre el inversor y la caja de conexión

ex 70 **elint** **S** **JAB** **ZZ-F (AS)**
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

5 Instalación BT AC hasta el transformador

ex 70 **elint** **S** **JAB** **ZZ-F (AS)**
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

6 Cables para el circuito de MT

HERASTENE HRP27FASZ1-OL
VOLPREN HEP27FASZ1

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

7 Cables para líneas aéreas

Conductores aéreos desdoblados ACSR

• Instalación rápida y sencilla
 • Sin necesidad de herramientas
 • Sin necesidad de soldadura
 • Sin necesidad de cables de conexión
 • Sin necesidad de cables de conexión

CENTRAL

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA
Tel.: +34 93 227 97 00 - Fax: +34 93 227 97 22
info@generalcable.es

ZONAS IBERIA**ANDALUCÍA**

Averroes, 6, Edificio Eurosevilla, 4º, 7º
41020 SEVILLA
Tel.: +34 95 499 95 18 - Fax: +34 95 451 10 13
delegacionandalucia@generalcable.es
Málaga
Tel. Móvil: +34 626 014 918 - Fax: +34 95 225 99 12
astecchini@generalcable.es

CENTRO

Ávila, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real,
Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo
Avda. Ciudad de Barcelona, 81 A, 4º A - 28007 MADRID
Tel.: +34 91 309 66 20 - Fax: +34 91 309 66 30
delegacioncentro@generalcable.es
Burgos, León, Palencia, Salamanca, Valladolid y Zamora
Tel. Móvil: +34 609 154 594 - Fax: +34 983 24 96 32
aastorgano@generalcable.es

LEVANTE

Albacete, Comunidad Valenciana, Cuenca y Murcia
Cirilo Amorós, 27 - 6º C - 46004 VALENCIA
Tel.: +34 96 350 92 58 - Fax: +34 96 352 95 53
delegacionlevante@generalcable.es

NORDESTE

Andorra, Aragón, Baleares y Cataluña
Aragón, 177-179, 2º planta - 08011 BARCELONA
Tel.: +34 93 467 85 78 - Fax: +34 93 467 46 97
nordeste@generalcable.es

NORTE

Álava, Asturias, Cantabria y Vizcaya
Juan de Ajuriaguerra, 26 - 48009 BILBAO
Tel.: +34 94 424 51 76 - Fax: +34 94 423 06 67
delegacionnorte@generalcable.es
Guipúzcoa, La Rioja, Navarra, Soria
Tel.: +34 629 34 85 22 - Fax: +34 948 23 46 05
plopez@generalcable.es
Representación GALICIA
BESIGA COMERCIAL, S.L.
Av. Tierno Galván, 112
15178 MAIANCA - OLEIROS (La Coruña)
Tel.: +34 981 61 71 94 - Fax: +34 981 61 74 78
comercial@besiga.com

Representación CANARIAS

Ángel Guerra, 23 - 1º
35003 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Tel.: +34 928 36 11 57 - Fax: +34 928 36 44 73
info@emgg.es

PORTO

R. Gonçalves Cristovão, 312 - 4º B e C
4000-266 PORTO
Tel.: +351 223 392 350 - Fax: +351 223 323 878

EXPORTACIÓN

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA (Spain)
Tel.: +34 93 227 97 24 - Fax: +34 93 227 97 19
export@generalcable.es

FACTORÍAS**ABRERA (España)**

Carrer del Metall, 4 (Polígon Can Sucarrats) - 08630 ABRERA (Barcelona)
Tel.: +34 93 773 48 00 - Fax: +34 93 773 48 48

MANLLEU (España)

Ctra. Rusiñol, 63 - 08560 MANLLEU (Barcelona)
Tel.: +34 93 852 02 00 - Fax: +34 93 852 02 22

MONTCADA I REIXAC (España)

Ctra. de Ribas, Km. 13,250 - 08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)
Tel.: +34 93 227 95 00 - Fax: +34 93 227 95 22

VITORIA (España)

Portal de Bergara, 36 - 01013 VITORIA-GAZTEIZ
Tel.: +34 945 261 100 - Fax: +34 945 267 146 - marketing@ecn.es - www.ecn.es

MONTEREAU (Francia)

SILEC CABLE - Rue de Varennes Prolongée - 77876 MONTEREAU CEDEX (France)
Tel.: +33 (0) 1 60 57 30 00 - Fax: +33 (0) 1 60 57 30 15
contact@sileccable.com - www.sileccable.com

MORELENA (Portugal)

Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelena - 2715-055 PÊRO PINHEIRO (Portugal)
Tel.: +351 219 678 500 - Fax: +351 219 271 942

NORDENHAM (Alemania)

NSW - Kabelstraße 9-11 - D-26954 NORDENHAM (Deutschland)
Tel.: +49 4731 82 0 - Fax: +49 4731 82 1301 - info@nsw.com - www.nsw.com

BISKRA (Argelia)

ENICAB - Zone Industrielle - B.P. 131 07000 RP BISKRA (Algérie)
Tel.: +213 033 75 43 21/22 - Fax: +213 033 74 15 19 - info@generalcable.dz

LUANDA (Angola)

CONDEL - Fábrica de Condutores Eléctricos de Angola, SARL
5º Av Nº 9, Zona Industrial do Cazenga, Caixa Postal nº 3043 LUANDA (Angola)
Tel.: +244 2 380076/7/8/9/17 - Fax: +244 2 33 78 12 - condel@snet.co.ao

INTERNACIONAL**ABU DHABI**

P.O. Box No. 112478 - Next Showroom Building - Nazda Street, ABU DHABI (UAE)
Tel.: +971-2- 6338991 - Fax: +971-2- 6338993 - akhanka@generalcable-uk.com

ARGELIA

ENICAB
Centre Commercial de L'Egtc local nº A21 - 170 Rue, Hassiba Ben Bouali El Hamma
016000 ALGER - Telf: +213 021 67 61 73 - Fax: +213 021 67 61 75 - info@enicab.dz

NORUEGA

Randemveien 17 - 1540 VESTBY (Norway)
Tel.: +47 64955900 - Fax: +47 64955910 - firmapost@generalcable.no

REINO UNIDO

Regus House, Herons Way, Chester Business Park,
CH4 9QR CHESTER (United Kingdom)
Tel.: +44 1244 893 245 - Fax: +44 1244 893 101 - aribeiro@generalcable-uk.com

RUSIA

Azovskaya str., 13 - (Russia) MOSCOW
Tel.: +7 495 617 0005 - Fax: +7 495 617 0006 - info@generalcable-ru.com

AGENCIAS**ARGENTINA**

Francisco Beiró 1490 - Florida Este 1602 - BUENOS AIRES (Argentina)
Tel.: +54 11 4760 6088 - Fax: +54 11 4761 0251 - e-mail: info@generalcable-ar.com

FRANCIA

DOMEX Cabling s.a.s - 43, rue de Vincennes - 93100 MONTREUIL (France)
Tel.: +33 1 60 62 51 45 - Fax: +33 1 60 62 51 49 - manuel.dorado@wanadoo.fr

ITALIA

Salvaneschi E.e.R.&C.S.A. - Via Pelizza da Volpedo, 20
20092 CINISELLO BALSAMO - MILANO (Italy)
Tel.: +39 02 660 49494 - Fax: +39 02 660 49489 - rsalvaneschi@generalcable-it.com

TDPSOLAR PV

ZZ-F

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos tipo EI6.

Cubierta

Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

APLICACIONES

Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables especialmente diseñado para su uso a la intemperie en plenas garantías.

Embalaje

Disponibles en rollos con film retractilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.



CARACTERÍSTICAS



Conductor:
Flexible clase 5/6



Radio de curvatura:
3 x diámetro exterior



Resistencia a los impactos: AG2. Impacto medio



Resistencia a los rayos ultravioletas



Instalaciones solares fotovoltaicas



Temperatura mínima de servicio: -40°C



Marcaje: metro a metro



Resistencia al agua: AD7 inmersión



Vida útil 30 años según UNE 60216-2



Intemperie



Temperatura máxima del conductor: 120°C



No propagación de la llama



Resistencia a los ataques químicos: excelente



Resistencia a grasas y aceites



Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)



Instalación al aire libre: permanente



Resistencia a temperaturas ambientales extremas: excelente



Resistencia a abrasión

CONDICIONES DE INSTALACIÓN

ENERGYFLEX

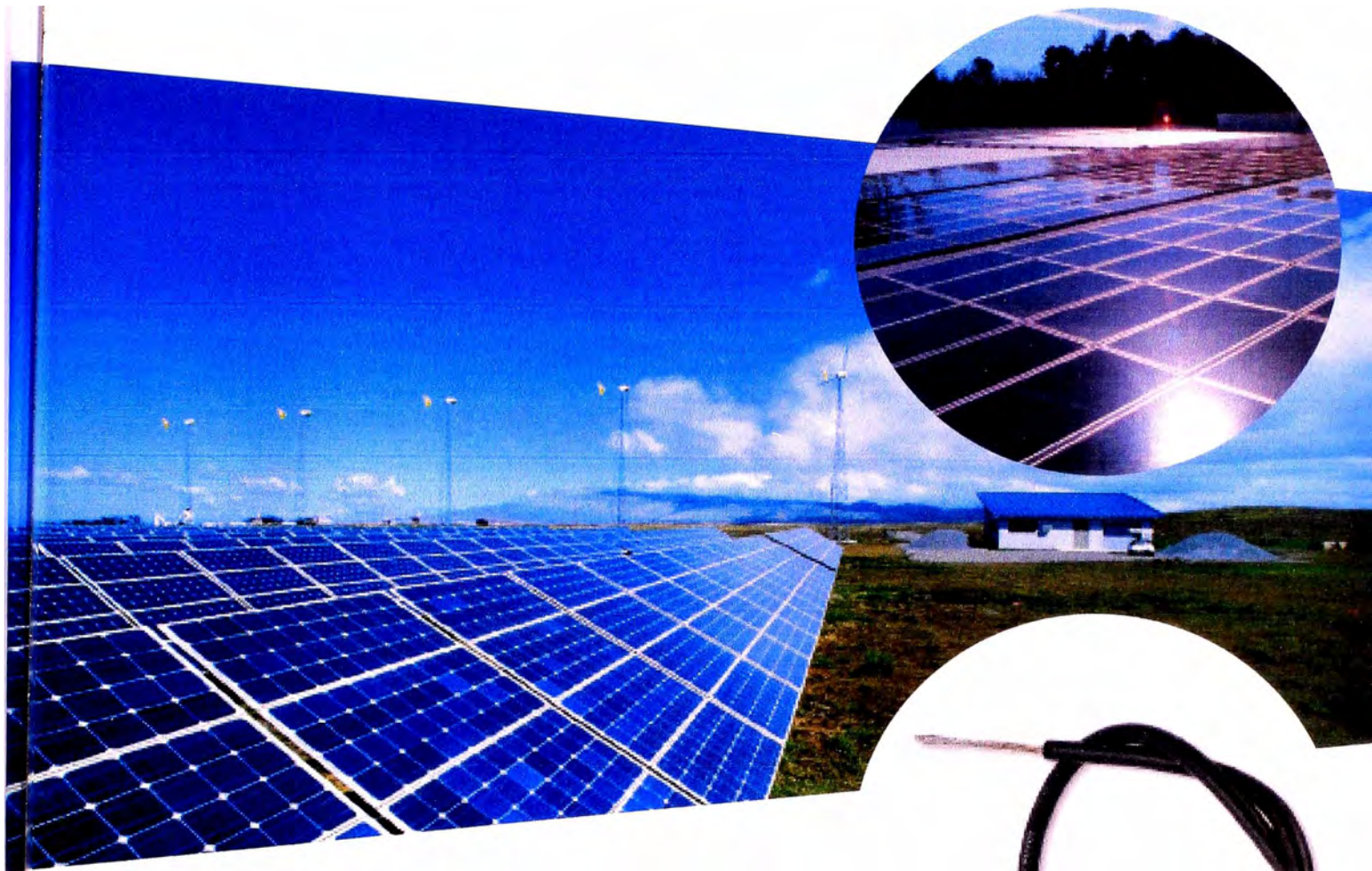
Maximo rendimiento fotovoltaico a largo plazo garantizado



Los costes, cada vez, más elevados de la energía eléctrica y la sensibilización por la reducción de los gases de Efecto Invernadero, están planteando nuevas formas de energía limpia, estable y fiable, utilizando los infinitos recursos del sol. Con crecimientos del 35% el mercado de la energía solar fotovoltaica.

usted es fabricante de paneles solares, instalador de sistemas fotovoltaicos o distribuidor especializado, necesita cables de calidad para la interconexión de paneles y para la centralización y distribución de la corriente continua producida hasta el inversor que convertirá la energía solar en electricidad alterna para su uso. Los cables ENERGYFLEX le proporcionarán además de un alto rendimiento y durabilidad en las condiciones más extremas de calor o frío; su inalterabilidad a los UV, proporcionándole una flexibilidad que harán más fácil su instalación. La reputación demostrada de Nexans en la fabricación de cables de calidad garantiza los aspectos anteriormente mencionados.

 nexans



Cable ENERGYFLEX FV de alto rendimiento de Nexans

El cable ENERGYFLEX FV para paneles solares, de Nexans proporciona un alto rendimiento, una cómoda instalación y fiabilidad a largo plazo. Fabricado con poliolefinas, este cable unipolar y doble aislamiento tiene capacidad para transportar corriente continua a 1.500 V de manera eficiente y durante muchas décadas. Ofrece características que no sólo cumplen las normas actuales, sino que además las superan en términos de resistencia a la temperatura, supervivencia al fuego libre y funcionamiento a largo plazo. Sus compuestos sin halógenos aseguran una protección óptima contra el fuego en las instalaciones sobre tejados, al tiempo que cumplen las últimas directivas RoHS relativas a la restricción de uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

ENERGYFLEX le ofrece...

- Fiabilidad a largo plazo : dura hasta 30 años en condiciones normales de uso en las viviendas y en condiciones de uso intensivo en fábricas
- Durabilidad en el exterior : resiste temperaturas extremas (de -40°C a +120° C) y protege la capa de ozono
- Resistencia a los rayos UV : completamente resistente a la degradación causada por los rayos ultravioleta
- Sin halógenos: seguridad aumentada contra el fuego en los tejados, con baja emisión de humos, y retardante de la llama
- Flexibilidad y fácil manipulación : para una rápida y cómoda instalación
- Adaptado a los conectores principales : en términos de diámetro y ajuste exacto
- Logística y embalaje cómodo : para una entrega rápida, de fácil manejo e instalación
- Aprobación de la TUV : laboratorios alemanes de pruebas estándar UE
- Totalmente reciclable : de acuerdo con las nuevas normas medioambientales

Nexans Ibérica
Carretera de Sentmenat km 2,3
8213 Polinyà
Tel.: + 34 937 131 133 - Fax: + 34 937 132 108
www.nexans.es

 Nexans

PLANOS

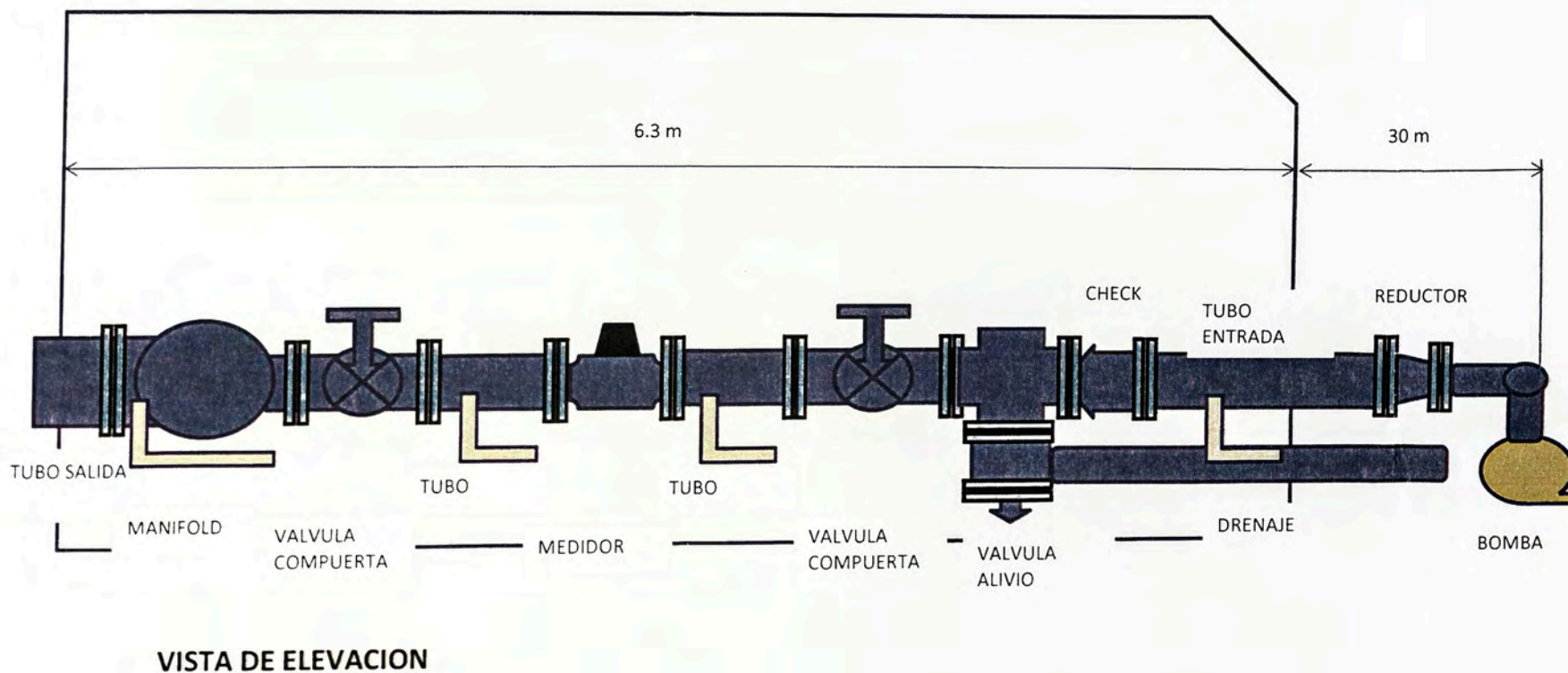
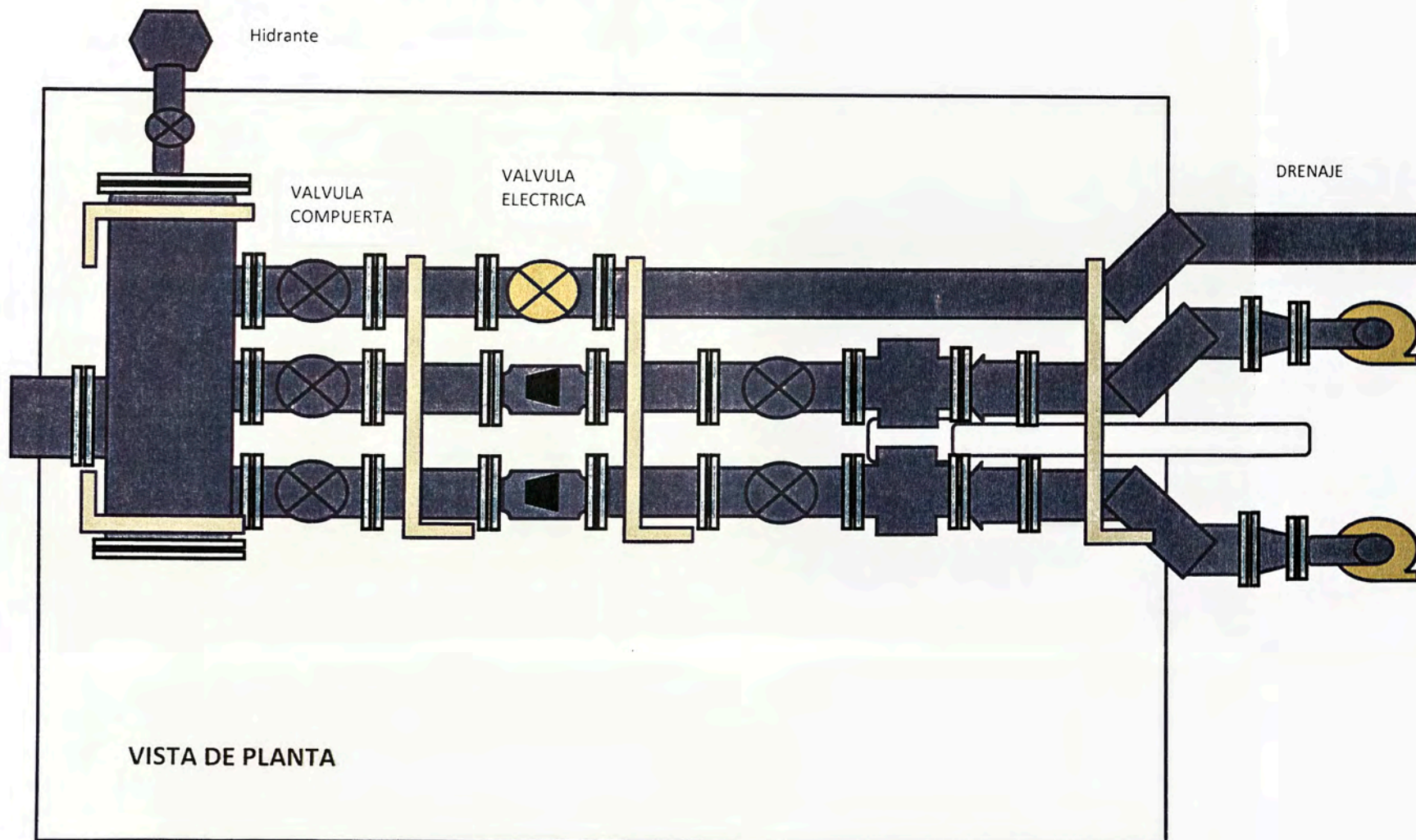
PLANOS

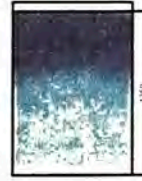
Esquema del sistema de bombeo

Esquemas del generador fotovoltaico

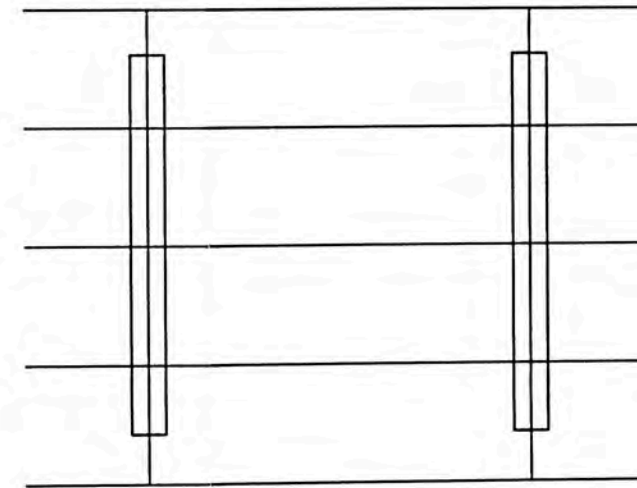
Esquemas del arreglo fotovoltaico

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO PROPUESTA

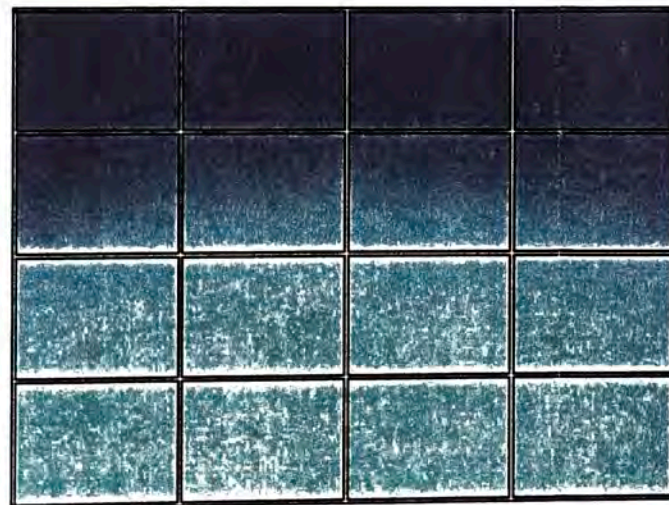




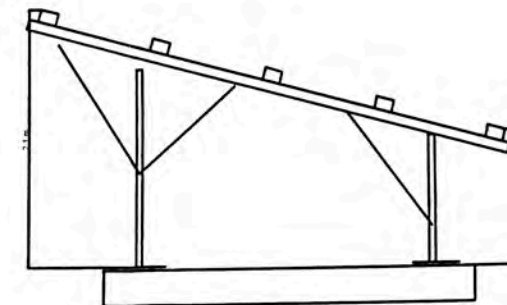
MODULO SOLAR
180Wp 35V, 5.12A



SOPORTE - VISTA DE PLANTA



ARREGLO DE CUATRO
MODULOS EN DISPOSICIÓN
HORIZONTAL



SOPORTE - VISTA DE ELEVACIÓN

MARCELO ESTRADA ORTEGA	ABC CLEAN ENERGY S.A.C.	SUMINISTRO Y MONTAJE DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 120kWp	PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO PARA EL SUMINISTRO DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR CON 500M3/DIA DE CAPACIDAD	PLANO N° 01 VISTA DE UN ARREGLO DE PANALES SOLARES
FECHA MARCO 2013				ESCALA S/E
REV. SADO				NORMA:

CERCO DE PROTECCION

67 m

18 m



GENERADOR FOTOVOLTAICO 54,720kWp
Módulos Solares tipo:
Monocristalino/Policristalino

Potencia: 180W
Arreglo: 16 sets serie y 19 cadenas
Tolerancia 3%
Voltaje max (Vmp) 34.9V
Corriente max (Imp) 5.16A
Voltaje cto abierto (Voc) 43.6V
Corriente cto cto (Isc) 5.57A
Temperatura de trabajo -40°C a +80°C
Dimensiones/Peso 990x1350x50mm /18kg

CUARTO DE TABLEROS ELECTRICOS
Inversores de potencia 2x55kW, 600Vdc
controladores automáticos de las bombas.

CUARTO DE MEDICION DE CAUDAL
Medidores de agua, válvulas y conexiones.

BOMBAS DE AGUA
Tipo sumergible, 45kW, 380V, para trabajo a 4600msnm.

GENERADOR FOTOVOLTAICO 54,720kWp
Módulos Solares tipo:
Monocristalino/Policristalino

Potencia: 180W
Arreglo: 16 sets serie y 19 cadenas
Tolerancia 3%
Voltaje max (Vmp) 34.9V
Corriente max (Imp) 5.16A
Voltaje cto abierto (Voc) 43.6V
Corriente cto cto (Isc) 5.57A
Temperatura de trabajo -40°C a +80°C
Dimensiones/Peso 990x1350x50mm /18kg

MARCELO ESTRATI ORTEGA
FECHA: MARZO 2013
REVISADO

ABC CLEAN ENERGY S.A.C.

SUMINISTRO Y MONTAJE DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 120kWp

PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO PARA EL SUMINISTRO DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR CON 500M3/DIA DE CAPACIDAD

PLANO VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE BOMBEO Y ARREGLO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO
Nº 01
ESCALA S/E
NORMA: