



**SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON PANELES SOLARES EN CULTIVO DE
ARBOLES DE OLIVO EN LA FINCA OLIVANTO EN BOYACÁ, COLOMBIA Y
UNA PARCELA EN TACNA, PERÚ.**

CRISTIAN LEONARDO MENDIVELSO ROMERO

**UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA
TUNJA- BOYACÁ**

2016



**SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON PANELES SOLARES EN UN CULTIVO
DE ARBOLES DE OLIVO EN LA FINCA OLIVANTO EN BOYACÁ, COLOMBIA
Y UNA PARCERLA TACNA, PERÚ.**

CRISTIAN LEONARDO MENDIVELSO ROMERO

Proyecto de grado para optar al título de:

Ingeniero Electrónico

Director de proyecto de:

Ingeniero William Fernando Álvarez Castañeda

**UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA
TUNJA- BOYACÁ**

2016



EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Las ideas expresadas en este trabajo de grado
son responsabilidad exclusiva del autor,
no deben comprometer a la Universidad Santo Tomás o
a la Facultad de Ingeniería Electrónica.



NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Decano

Firma Jurado

Firma Jurado

Firma Director

Tunja, 29 de Abril del 2016



DEDICATORIA

A Dios.

Pues es él, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir cada día adelante.

A mi madre Gladys del C. Romero.

Quien es el pilar fundamental en todo lo que soy, la persona que me apoyo para ir logrando mis sueños, por motivarme, darme el apoyo cuando lo necesitaba y es a ti, madre, más que nadie a quien dedico este logro.

A mi padre Victor Mendivelso.

El cual ha estado conmigo, enseñándome el mejor camino y quien me ha infundado valores y a salir adelante.

A Alejandra Herrera

Por estar conmigo pues fue un motor para el desarrollo de la mayor parte de mi carrera, por atención, paciencia y motivación. Ha sido un privilegio contar con tu guía y ayuda.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, él es el motor fundamental para que todo funcionara en mi vida. A mi madre Gladys Romero quien ha estado conmigo, me ha dado su apoyo incondicional y quiere lo mejor para mí, a ella todo mi amor y mis mayores agradecimientos. A mi padre por estar presente y darme apoyo durante todo el proceso, por sus consejos y su motivación. A mi tutor de Tesis, Ing. William Álvarez, por ser mi guía, al enseñarme nuevas cosas y mostrarme el mejor camino. A los demás docentes de la Facultad de Ingeniería Electrónica quienes estuvieron a cargo de mi formación, preparándome para un futuro competitivo, además de formarme como persona. Así mismo a la Universidad Santo Tomás Tunja.



ÍNDICE GENERAL

Contenido

EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDADES	3
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTOS	6
LISTAS ESPECIALES (Ilustraciones y Tablas).....	10
ILUSTRACIONES.....	10
TABLAS.....	12
GLOSARIO.....	13
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
JUSTIFICACIÓN	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
OBJETIVOS	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos	19
MARCO TEÓRICO.....	20
ENERGIAS RENOVABLES.....	20
ENERGIA SOLAR	20
RADIACIÓN SOLAR.....	21
Radiación en Colombia	21
Radiación en Perú.....	22
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	24
Celdas Fotovoltaicas y paneles solares	24
Regulador.....	26
Batería.....	27
RIEGO POR GOTEIO	27
Bomba.....	29
EL CULTIVO DEL OLIVO	30



ESTUDIO DE VIABILIDAD	32
METODOLOGÍA.....	34
CAPITULO 1: SISTEMAS DE RIEGO	36
DISEÑO AGRONÓMICO.....	36
DISEÑO HIDRÁULICO	44
CAPITULO 2: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	50
BOMBA DE AGUA.....	50
DIMENSIONAMIENTO DE PANELES SOLARES	54
CONDUCTOR	59
PROTECCIONES	62
CONTROLADOR DE CARGA	65
CAPITULO 3: ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	71
ANALISIS ECONÓMICO.....	71
ANALISIS MEDIOAMBIENTAL.....	74
ANALISIS SOCIAL	75
CONCLUSIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS	82
ANEXO N°1 (Tablas de evotranspiración Perú)	82
ANEXO 2 (Tabla y mapas de evotranspiración en Colombia)	85
ANEXO 3 (Precipitaciones mensuales en Perú, estación meteorológica Tarata, Tacna).....	98
ANEXO 4 (Precipitaciones en Villa de Leyva y mapa promedio de promedio de precipitaciones Colombia).....	104
ANEXO 5 (Radiación Solar Tacna, Perú)	106
ANEXO 6 (Radiación Solar Colombia)	120
ANEXO 7 (Paneles Solares Fichas Técnicas)	132
ANEXO 7 (Ficha Técnica Moto- Bomba y Controlador).....	136
ANEXO 9 (Manual Moto- Bomba y Controlador)	138
ANEXO 11 (Fusibles DF Electric, Catalogo).....	151



ANEXO 12 (Conductor Top Solar PV ZZ-F) 167



LISTAS ESPECIALES (Ilustraciones y Tablas)

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 : Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual Fuente: IDEAM ..	22
Ilustración 2: Irradiación Solar Anual En Perú. Fuente: Atlas Solar.....	23
Ilustración 3: Irradiación Solar En Tacna. Fuente Atlas Solar	23
Ilustración 4: Estructura de la célula solar. Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.	24
Ilustración 5: Componentes de panel solar. Fuente: Solarex	25
Ilustración 6: Diferencias entre paneles según fabricación. Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.....	26
Ilustración 7: Regulador de carga. Fuente: SunFields.....	26
Ilustración 8: Sistema Fotovoltaico. Fuente: Evaluación de sistemas fotovoltaicos en tres comunidades apartadas del estado de Nayarit	27
Ilustración 9: Sistema de riego por goteo. Fuente: Riego por goteo.....	29
Ilustración 10: Tipos de bombas. Fuente: Bombas Gaspa Services	30
Ilustración 11: Aceitunas y aceite de olivo.....	32
Ilustración 12: Finca Tacna, Perú.....	37
Ilustración 13: Finca en Villa de Leyva	37
Ilustración 14: Diseño Hidráulico Yarada (Perú).....	46
Ilustración 15: Diseño Hidráulico Villa de Leyva.....	47
Ilustración 16: Eficiencia vrs Carga Bombas Lorentz. [29]	51
Ilustración 17: Bomba solar	52
Ilustración 18: Caudal vrs Potencia a distintas alturas.	54
Ilustración 19: Panel policristalino	58
Ilustración 20: Curva de funcionamiento (I vrs V) del módulo Canadian	59
Ilustración 21: Curva de funcionamiento (I vrs V) del módulo Kyocera	59
Ilustración 22: Características del conductor.....	62
Ilustración 23: Secciones de cable y tabla de conversión AWG.....	62
Ilustración 24: Fusibles DF Electric	63
Ilustración 25: Breakers Schneider Electric.....	64



Ilustración 26: Sistema solar fotovoltaico según la norma NTC-2050.	65
Ilustración 27: Regulador PS1800.....	66
Ilustración 28: Finca Olivanto, Villa de Leyva	67
Ilustración 29: Finca en Tacna	67
Ilustración 30. Diseño Fotovoltaico-Yarada.....	69
Ilustración 31. Diseño Fotovoltaico- Olivanto	70



TABLAS

Tabla 1. Datos Generales De Los Cultivos	36
Tabla 2. Valores del coeficiente del cultivo de olivo, Kc. Fuente: Orgaz, F y Fereres, E.....	38
Tabla 3. Valores de Evotranspiración.....	39
Tabla 4. Datos de precipitaciones, precipitación neta, riego bruto y riego net, para Villa de Leyva (Colombia) y Yarada (Perú).	40
Tabla 5. Cantidad de riego	41
Tabla 6. Número de goteros según tipo de suelo y edad de árbol.	42
Tabla 7. Frecuencia de riego recomendados.	42
Tabla 8. Elementos básicos para sistema de riego	48
Tabla 9. Resumen De La Moto-Bomba	53
Tabla 10. Radiación solar mensual	55
Tabla 11. Características principales de paneles	56
Tabla 12. Características Paneles Solares	58
Tabla 13. Datos de longitud, intensidades, secciones de cable calculada y seleccionada	61
Tabla 14. Resumen de Fusibles Escogidos	63
Tabla 15. Características técnicas del controlador.....	66
Tabla 16. Costos Del Proyecto.....	72
Tabla 17. Comparación de costos energéticos en Colombia	73



GLOSARIO

Arreglo solar: Conjunto de módulos solares fotovoltaicos conectados eléctricamente e instalados

Capacidad instalada: Potencia nominal o de placa de una unidad generadora.

Carga: Cualquier dispositivo o aparato que demanda potencia. Esta depende de cada aparato y varía durante el día de acuerdo a la manera en que ésta ópera.

Condiciones de prueba estándar: Condiciones en las cuales se prueban los módulos fotovoltaicos en laboratorio (1 KWh/m² de radiación solar, 25°C de temperatura de la celda solar y espectro solar correspondiente a una masa de aire de 1.5)

Conexión en serie: Método de conexión en el cual el borne positivo de un módulo se conecta al borne negativo del siguiente y así sucesivamente. Si los módulos son todos iguales, el voltaje se suma y la corriente permanece igual.

Corriente Continua (CC): Es aquella que fluye a lo largo de un circuito eléctrico siempre en el mismo sentido. La mayoría de los dispositivos electrónicos que empleamos en nuestro día a día (ordenadores, tablets, teléfonos móviles, etc. hacen uso de este tipo de sistema).

Eficiencia: indica a la utilización apropiada de los recursos y los resultados obtenidos.

Energía hidráulica: el tipo de energía que se produce por el movimiento del agua. También conocida como energía hídrica, se obtiene a partir del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de las corrientes, las mareas o los saltos de agua.

Energía Solar: Es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema foto térmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

Evotranspiración: Es la suma de dos fenómenos que tiene lugar en la relación cultivo-suelo, la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo, la misma constituye la pérdida fundamental de agua, a partir de la cual se calcula la necesidad de agua de los cultivos.

Filtro de agua: Dispositivo destinado a remover las impurezas del agua por distintos medios y para diferentes propósitos, como riego, consumo humano, acuarios o piscinas.



Radiación Solar: La radiación solar es el flujo de energía que recibimos del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta).

Watt pico: Unidad de medida de un módulo solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo a condiciones estándar de funcionamiento (1000 W/m², 25°C y 1.5 de masa de aire)



RESUMEN

En el presente proyecto de grado tiene como objetivo principal el estudio y análisis de un sistema de riego por goteo para cultivos de olivo alimentado por medio de paneles solares fotovoltaicos en la finca Olivanto en Villa de Leyva, Colombia y en una parcela de Tacna, Perú. Se pretende evidenciar las implicaciones técnicas y de viabilidad, así como las ventajas y desventajas que le traería al dueño de una finca implementar un sistema como el que se propone.

Se inició con la determinación de las áreas donde se plantea el sistema, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo del cultivo, además que cumpla con los requerimientos de radiación solar para el sistema fotovoltaico. Seguidamente se determinó la extensión del terreno teniendo en cuenta la cantidad de árboles, el espaciamiento entre ellos, el lugar donde se encontrarían los reservorios de agua y el lugar para posicionar los paneles solares.

Seguidamente se continuó con el análisis para el sistema de riego por goteo, determinando la cantidad de agua necesaria para cada planta, la necesidad mensual para cada cultivo, elementos necesarios como manguera, goteros, filtros, válvulas, bombas solares y demás elementos necesarios en el sistema de riego.

Posteriormente se hizo el diseño y análisis del sistema fotovoltaico capaz de alimentar a las bombas de extracción de agua para el riego, teniendo en cuenta la radiación solar para cada zona y las condiciones climatológicas (lluvias). Con el fin de saber la carga a suplir, los paneles solares necesarios y determinar los elementos que conforman el sistema fotovoltaico.

Finalmente con el estudio de viabilidad se muestra aspectos tales como ventajas y desventajas, costos aproximados y factibilidad, los beneficios de usar energías renovables y sistemas de riego tecnificados en cultivos de olivo



INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir de los años se evidencia un aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros, generados por parte de los servicios energéticos, desde el año de 1850, se ha empezado a utilizar combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) en el mundo convirtiéndose en el suministro de energía predominante, por lo que en la actualidad se están registrando un aumento histórico de concentración de gases invernadero en la atmósfera. [1] Así como a la cantidad limitada de recursos fósiles, se ha empezado a buscar nuevas fuentes de energía, unas de ellas son las energías renovables, si se utilizan de forma adecuada, además de ayudar a el cambio climático, puede contribuir en un desarrollo económico y social, acceso a la energía en lugares apartados, reducir efectos negativos al medio ambiente y a la salud. Una de esas energías la cual tiene gran potencial e inagotable, es la energía solar, que aprovecha la energía irradiada por el sol para generar electricidad mediante procesos fotovoltaicos. En los últimos años se está evidenciando un gran progreso en esta materia, por lo que la producción de módulos fotovoltaicos ha aumentado, así como su eficiencia y el costo de estos ha venido disminuyendo. Dentro de las aplicaciones que tiene son la de electrificación de lugares aislados, bombeo solar directo y conexión a red principalmente. [2]

Por otro lado se está evidenciando que el agua es un recurso necesario para la vida ha venido escaseando por diferentes factores. En la agricultura es de gran necesidad este recurso de forma que cada vez se buscan maneras para utilizar de esté de forma óptima. La poca eficiencia de los sistemas de riego hace que se busquen alternativas, una es la utilización de sistemas de riego tecnificado. La tecnificación permite al agricultor aplicar al cultivo el agua que requiere en cantidad, calidad y en el momento oportuno, en paralelo se fertiliza y se controla plagas. Un sistema eficiente es el riego por goteo el cual aplica agua y fertilizantes en la zona radicular del cultivo en forma de gotas y de manera localizada. [3]

En este trabajo se plantea unir los sistemas fotovoltaicos al servicio de la agricultura en el diseño de un sistema de riego por goteo alimentado por paneles solares para cultivos de olivo, lo cual permita hacer un uso más eficiente del agua en los cultivos utilizando tecnología verde y de igual forma aumentar la rentabilidad del cultivo. Se plantea hacer el diseño de los sistemas de riego según sea el caso, seguidamente hacer el análisis de los requerimientos necesarios para suministrar la demanda de energía eléctrica mediante paneles solares encargados del sistema de bombeo de agua y finalmente realizar el estudio de viabilidad con el fin de mostrar los grandes beneficios que ofrece la energía solar en la agricultura.



JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como fin aprovechar el potencial de la energía fotovoltaica al servicio de la agricultura, exactamente en los cultivos de olivo considerando que en la zona de Ricaurte Alto (Villa de Leyva, Sáchica, Sutamarchán, Tinjacá, Ganchantivá y Santa Sofía), Colombia y en el departamento de Tacna, Perú, existe una gran presencia de sol, que cumple con la condiciones de radiación para poner en marcha un proyecto de energía fotovoltaica dando solución a la disminución de gases de efecto invernadero, carencia de electricidad y haciendo un uso eficiente del agua para los cultivos. Sistema de paneles solares son los encargados de suministrar toda la electricidad necesaria para alimentar las bombas de un sistema de riego por goteo para cultivos de olivo en zonas semiáridas y áridas, con el fin de dar a conocer a agricultores, ingenieros y personas en general una de las aplicaciones de la energía fotovoltaica, además de mostrar una forma de mejorar el uso del agua, hacer más rentable y competitivo un cultivo.

Es de gran importancia seguir concientizando a la personas de un mejor uso de los recursos que se tienen, como el agua ya que cada vez se evidencia una escases de este recurso y es de gran importancia que en este momento se empiece a crear nuevas prácticas de ahorro, de igual manera empezar a crear un gran impacto positivo en el ambiente disminuyendo el uso de energías fósiles e incentivando la puesta en marcha de energías renovables con el fin de disminuir la contaminación, un buen ambiente para la salud, nuevas formas de crear electricidad y llevar este recurso a lugares apartados para mejorar la calidad de vida de las personas.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hace algunas décadas, hablar de energías renovables y poner en práctica proyectos eran muy costosos y poco eficientes. Con el avanzar de la tecnología hoy encontramos gran cantidad de productos que están basados en estas tecnologías, además se están dando razones importantes para apostarles a ello considerando que sus precios han disminuido notablemente. Razones como disminución de la contaminación, brindar servicios tales como la electricidad a poblaciones alejadas, generación de tecnologías ecológicas o verdes que ayuden a la conservación del planeta, contribuye a que se motive más la implementación de esta tecnología.

Una alternativa es la energía solar la cual transforma la luz solar en energía eléctrica por medio de células fotovoltaicas, estas células son montadas en serie sobre módulos solares para conseguir valores de voltaje y corriente necesario. Uno de los usos que puede tener la energía fotovoltaica es la acumulación de esta energía en baterías, para luego ser utilizada en bombas de agua para la extracción del líquido y además que pueda ser usada en el riego de cultivos.

En países como Colombia y Perú, fincas no cuentan con el suministro eléctrico debido a que se encuentran en lugares remotos que no cuentan con la conexión a la red eléctrica y hace que tengan que comprar máquinas que son alimentadas con derivados del petróleo, un ejemplo las bombas de riego, es por esto que se buscan alternativas que además de ser amigables con el planeta también sean rentables y eficientes.

Uno de los Departamentos que más cultivos de olivo tiene es el Departamento de Tacna en Perú, por otro lado en Colombia, en el Departamento de Boyacá en la provincia de Ricaurte Alto exactamente el municipio de Villa de Leyva existe el crecimiento y desarrollo de los olivos. Los problemas que está presentando este cultivo en estas zonas es la falta de agua dulce para el riego, por otro lado los agricultores utilizan acuíferos subterráneos que se encuentran sobre explotados, muchos de los cultivos presentan un inadecuado sistema de riego lo que hace que se desperdicie agua. En la actualidad la forma de riego es por gravedad lo que hace que exista un mayor consumo de agua, teniendo como resultado que el cultivo tenga una mayor salinización, los árboles no tienen el mismo nivel de humedad necesaria produciendo en algunos casos asfixia la raíz o desarrollo de enfermedades. De igual manera la rentabilidad es menor comparada con cultivos que ya se encuentran tecnificados los cuales dan muy buenos beneficios al dueño de la finca o parcela así como para el ambiente.



OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar el diseño de un sistema de riego por goteo alimentado mediante paneles solares que tendrán la tarea de suministrar la energía para la bomba de abastecimiento de agua en el cultivo y el control del riego para un cultivo de olivo en las fincas de Olivanto en Colombia y una parcela en Tacna, Perú.

Objetivos Específicos

- Diseñar el sistema de riego para un cultivo de olivo, teniendo en cuenta el área de cultivo y los componentes básicos del sistema que son la fuente de energía, la red de tuberías, los goteros y los dispositivos de control para obtener la humedad requerida para el cultivo.
- Efectuar el análisis para escoger las bombas con los requerimientos necesarios de caudal de agua en el cultivo según sea el caso.
- Plasmar el costo energético y el análisis para los generadores solares, así como los controladores de carga con el menor costo para hacer un mejor aprovechamiento de los recursos.
- Hacer el estudio y el análisis de la necesidad de agua para el cultivo, las características climáticas de las zonas tales como radiación solar, temperatura, humedad y precipitaciones, en las diferentes épocas del año que deben ser tenidas en cuenta para las necesidades del cultivo y en el sistema fotovoltaico.
- Crear el diseño solar adecuado a los requerimientos, para el cultivo de Yarada como para el cultivo en Olivanto.
- Determinar los costos y la viabilidad del proyecto según las necesidades de cada cultivo, de modo que la persona que lo desee implementar tenga una idea de costo beneficio.



MARCO TEÓRICO

ENERGIAS RENOVABLES

Son aquellas fuentes que se consideran inagotables y que se producen de forma continua, se renuevan continuamente a diferencia de los combustibles fósiles, de los cuales existen una determinada cantidad agotable. Entre ellas tenemos, hidráulica que explota la energía del agua en su caída; eólica que aprovecha la energía cinética del aire en movimiento^[8]; la solar producida por la energía irradiada del sol para producir electricidad mediante procesos fotovoltaicos o mediante la energía por concentración solar, generando energía térmica (con fines de calefacción o refrigeración, y por medios pasivos o activos) para usos de iluminación directa, entre otras aplicaciones ^[9]; mareomotriz lograda a partir de la energía potencial, cinética, térmica o química del agua de mar, que puede ser transformada para suministrar electricidad, energía térmica o agua potable ^[8]; geotérmica la cual explota la energía térmica accesible del interior de la Tierra, en esta modalidad, el calor es extraído de reservorios geotérmicos mediante pozos, o por otros medios; la bioenergía obtenida mediante diversas fuentes de biomasa, a saber, de residuos forestales, agrarios o pecuarios, una rotación rápida de plantaciones forestales, cultivos energéticos, componentes orgánicos de residuos sólidos urbanos, y otras fuentes de desechos orgánicos, mediante diversos procesos esos materiales pueden ser utilizados para producir de forma directa electricidad o calor, o para generar combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. ^[10]

ENERGIA SOLAR

Esta energía es proveniente del sol la cual es generada en el núcleo solar, fuente de luz y calor para la tierra; esta energía puede ser aprovechada directamente en forma de calor, energía térmica a través de colectores solares o para convertir en electricidad por medio de celdas fotovoltaicas.

La energía solar que ingresa a la Tierra representa su principal fuente energética; el sol proporciona el 99.97% de la energía usada para todos los procesos naturales. La medición de la radiación solar se realiza en forma instantánea que se deriva como el coeficiente entre la cantidad de energía solar incidente en la unidad de área y de tiempo (W/m^2). O integrada durante un lapso de tiempo que normalmente es un día ($kWh/m^2día$). ^[11]

La energía solar es transportada mediante ondas electromagnéticas, cuyas longitudes de onda se encuentran entre 0,290 y 2,5 μm , denominada onda corta, la cual es usada para diferentes propósitos como son la fotosíntesis, celdas solares, conservación de la salud, etc.



RADIACIÓN SOLAR

Es la energía de emitida por el Sol en forma de radiaciones electromagnéticas, la cual es recibida en la superficie terrestre. En la parte superior de la atmósfera terrestre se presenta una potencia promedio de 1357 W/m^2 [11], denominada constante solar. [11] Esta de distribuya desde rayos infrarrojos hasta ultravioletas. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, ya que las ondas ultravioletas, las más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono.

Radiación en Colombia

Colombia cuenta con una buena ubicación geográfica dado a que se encuentra situado cerca de la línea del Ecuador, en este sector el sol alcanza el zenit, que es el punto más alto en cielo, el cual se mide a partir de la horizontal de 90 grados, también por estar en esta región, la luz solar se mantiene alrededor de 12 horas diarias, debido a esto se tienen variaciones de radiación pequeñas comparado con otras regiones del mundo, por ejemplo, los polos

El instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) es la entidad encargada de generar el conocimiento, producir información confiable, sólida y oportuna a cerca del estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que faciliten la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones tanto en el sector público como en lo privado. [11]

Conforme a estudios realizados por el IDEAM, Colombia es favorecida por gran disponibilidad de recurso solar gracias a su ubicación geográfica, con un promedio multianual cercano a $4,5 \text{ kWh/m}^2$. La región de mayor radiación solar en el país es la Guajira y sus valores máximos se presentan en el me de Julio, con promedios anual de 2.190 kWh/m^2 , tiene valores de $5,5 \text{ kWh/m}^2$ y 6.0 kWh/m^2 por día. En el Departamento de Boyacá en algunos sectores por ejemplo el Alto Ricaurte Alto (zona que comprende Villa de Leyva, Tinjacá, Sáchica, entre otros) tiene valores promedio de 5.0 kWh/m^2 lo que es favorable para utilizar la energía solar. [11]

El atlas de radiación solar es un trabajo que realizó el IDEAM y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), idéntica las regiones donde es más adecuado la utilización de la energía solar mediante una serie de mapas de Colombia en los cuales se puede observar el valor promedio diario de radiación global, brillo y radiación ultravioleta solar que incide sobre una superficie plana por metro cuadro.

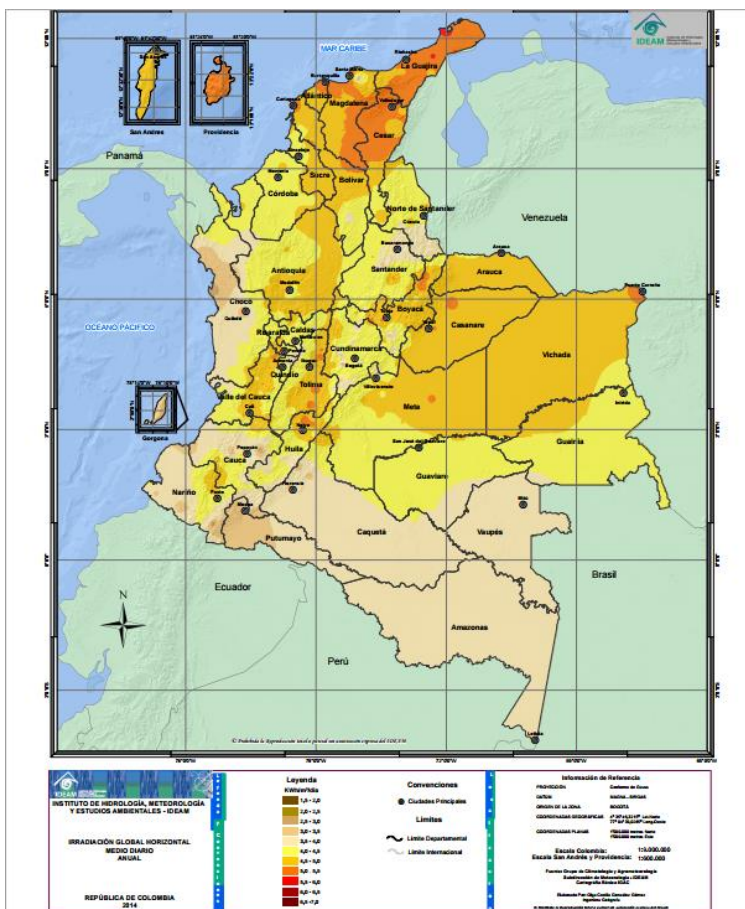


Ilustración 1 : Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual Fuente: IDEAM

Radiación en Perú

En Perú la energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio, la disponibilidad de la energía solar es bastante grande y uniforme durante el año. La radiación solar varía según la latitud, la orografía y la nubosidad.

El SENAMHI es el organismo encargado de brindar información oficial de pronósticos, monitoreo, registro y procesamiento de información meteorológica e hidrológica. En el año 2003 este organismo hizo una base de datos de irradiación solar a nivel nacional con el fin de conocer el potencial solar en el Perú, también para poder diseñar y dimensionar diferentes aplicaciones.

En la gran mayoría de localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante uniforme durante todo el año, estando casi siempre dentro de un margen de +/- 20 % del promedio anual. es lo suficientemente alta y uniforme (comparada con otros países) para ser considerada como una fuente energética utilizable para fomentar el desarrollo de las comunidades En términos generales, este promedio



anual es de 4-5 kWh/m² día en la costa y selva y de 5-6 kWh/m² día, aumentando de norte a sur.[12]



Ilustración 2: Irradiación Solar Anual En Perú. Fuente: Atlas Solar

En el caso del departamento de Tacna, en el sur del Perú tiene una buena disponibilidad del recurso energético como se muestra en la ilustración 3, con un promedio anual para la costa sur de entre 6,0 kWh/m² y 6,5 kWh/m².

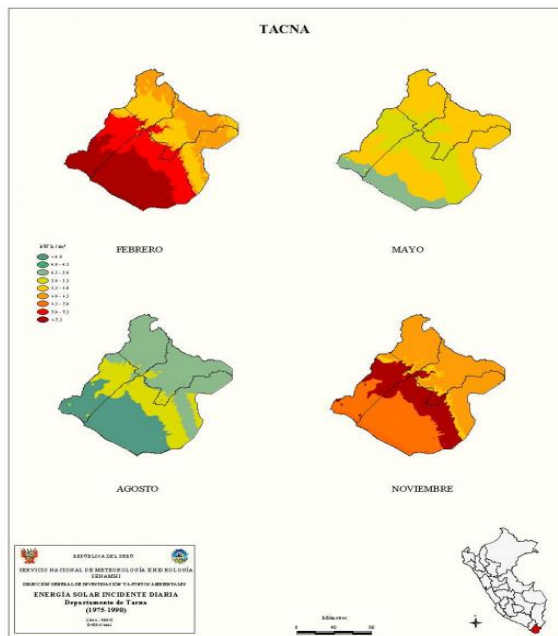


Ilustración 3: Irradiación Solar En Tacna. Fuente Atlas Solar



SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Un sistema fotovoltaico es aquel que alimenta un circuito eléctrico externo, entendiéndose circuito externo a elementos de iluminación, comunicación, riego de cultivos, entre otros; a partir de la radiación solar que incide sobre un elemento llamado celda fotovoltaica debido al fenómeno fotoeléctrico, el cual hace que se genere energía eléctrica a partir de la incidencia de fotones. El sistema está compuesto por un conjunto de componentes que ayudan a la captación y transformación de la energía solar disponible. Está constituido fundamentalmente por Generador (Celdas fotovoltaicas), baterías, regulador de carga y carga en corriente continua (CC), si se va alimentar cargas en corriente alterna es necesario un inversor.

Celdas Fotovoltaicas y paneles solares

La celda fotovoltaica es el componente fundamental del sistema fotovoltaico, es el generador; pues mediante los fotones provenientes del sol convierte esta energía en electricidad, su funcionamiento se basa en el principio del efecto fotoeléctrico. El efecto consiste en el desprendimiento de electrones de un conductor o semiconductor al incidir luz sobre estos, debido a la absorción de radiación de la energía electromagnética al elemento, los electrones libres se dirigen en una misma dirección por acción de un campo eléctrico de forma que se produce una corriente eléctrica. El comportamiento de la celda es como un diodo: la parte expuesta a la radiación solar es la N, y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. [13] Como se presenta en la ilustración 4, el silicio es el material más usado para la fabricación de estas celdas también muy utilizado en la electrónica.

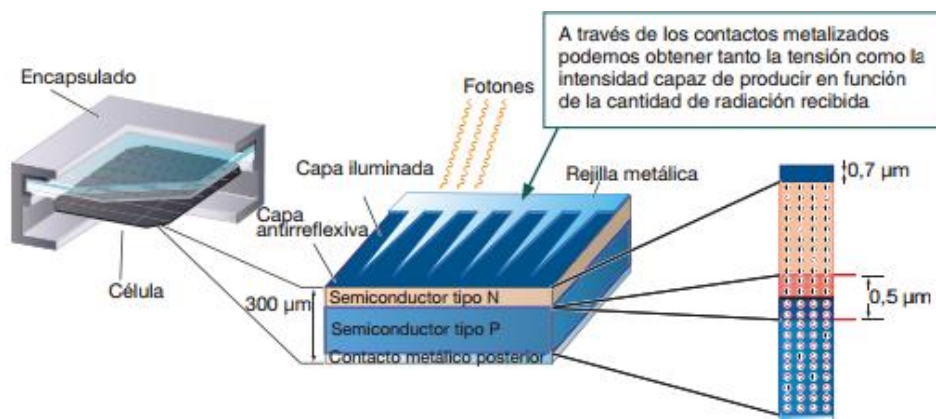


Ilustración 4: Estructura de la célula solar. Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

La unión de las celdas solares conectadas entre sí y montadas en una estructura se le denomina panel solar, estas se agrupan en conexiones serie- paralelo a fin de



poder suministrar más corriente, voltaje y por ende más potencia, ya que una celda suministra aproximadamente 0,5 V. [19] Comercialmente se encuentra paneles de 6, 12, 24, 36 y 48 V, de esta forma se define la tensión con la que se va a trabajar.

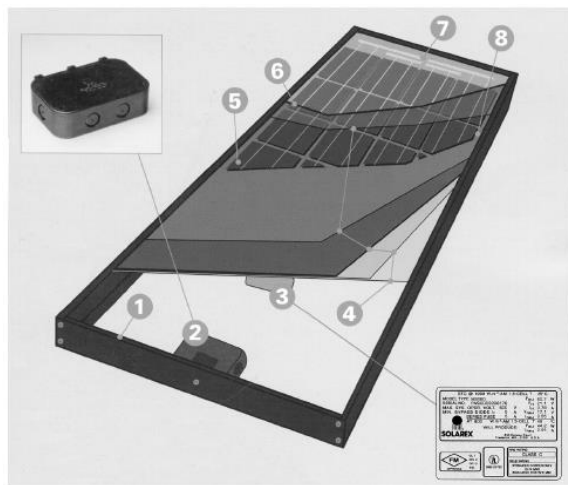


Ilustración 5: Componentes de panel solar. Fuente: Solarex

El panel solar está compuesto por:

1. Marco de soporte.
2. Caja de conexiones.
3. Placa con las características eléctricas del módulo.
4. Cubierta posterior y material encapsulante para proveer protección contra condiciones ambientales.
5. Celdas.
6. Cubierta de vidrio.
7. Bus de conexión de las celdas.
8. Distancia de seguridad entre el marco y celdas

El tipo de panel solar viene dado por la tecnología con la que fue fabricada las células y las más usadas son, las de silicio cristalino (monocristalino y policristalino) y de silicio amorfo.




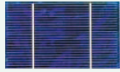
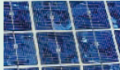
Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 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.

Ilustración 6: Diferencias entre paneles según fabricación. Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

En el momento de la escogencia de los paneles a utilizar, es indispensable conocer sobre los datos que proporciona el fabricante. En los catálogos se encuentran parámetros que son de gran utilidad a la hora de realizar el diseño de un sistema fotovoltaico, aunque se debe tener en cuenta que los datos suministrados por el fabricantes son obtenidos en unas determinadas condiciones. Parámetros tales como corriente de operación, voltaje, potencia, temperatura de trabajo, características físicas, entre otras, que se deben tener en cuenta.

Regulador

También conocido como controlador de carga. Es encargado básicamente de regular la tensión y corriente de carga de las baterías, evitando la sobrecarga y descarga de la batería, asegurando un uso más eficiente y prolongando la vida útil de las baterías. Dentro de sus funciones están limitar la energía suministrada a la batería, prevenir sobrecargas, desconectar la batería cuando está cargada, proporcionar funciones de consumo, informar del estado del sistema al usuario mostrando información o por medio de indicadores y finalmente servir como centro de cableado para el panel, las baterías y la carga.



Ilustración 7: Regulador de carga. Fuente: SunFields



Batería

Conocido también como acumuladores, tiene la función de almacenar la energía proveniente de los paneles solares, es almacenada en energía química. Está compuesto por un conjunto de celdas electroquímicas conectadas en serie y están sumergidas ya sea en un líquido o en un gel de modo que sirva como electrolito o medio conductor. Además de almacenar también proporciona una potencia instantánea elevada y fija una tensión de trabajo para la instalación en las cargas.

El parámetro más importante a tener en cuenta para un sistema fotovoltaico a la hora de escoger las baterías es su capacidad, haciendo referencia a la cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa de este, partiendo de un estado de carga. Se mide en amperios hora (Ah). [20]

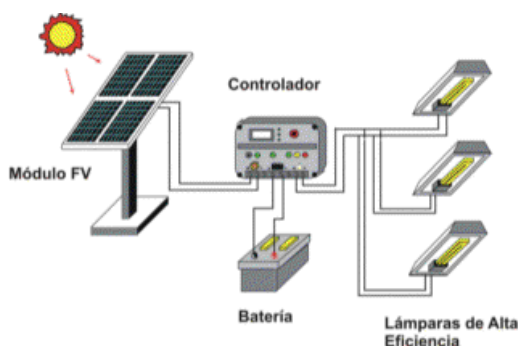


Ilustración 8: Sistema Fotovoltaico. Fuente: Evaluación de sistemas fotovoltaicos en tres comunidades apartadas del estado de Nayarit

RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo hace referencia al suministro de agua constante y uniforme a baja presión, gota a gota, a través de mangueras plásticas que son instaladas dentro o cerca de la zona radicular (cerca de la raíz) de la planta. Representa una herramienta sustentable con la capacidad de reducir el consumo de agua y mejorar los niveles de productividad de un cultivo. Con el uso de este sistema se tiene un mejor control de humedad del suelo y del medio ambiente cercano a las plantas de forma que se observa un mejor desarrollo de los cultivos y se reduce la presencia de hongos y bacterias en los cultivos. Permite aplicar agua filtrada y fertilizantes directamente en la planta, es muy utilizado en zonas áridas y semiáridas

Las principales ventajas son:



- La eficiencia de riego es la más alta que los otros sistemas de riego, entre 90% a 95%, teniendo una distribución de agua uniforme.
- Los intervalos de aplicación de riego se puede ajustar dependiendo del tipo de suelo y cultivo.
- No necesita supervisión constante.
- El agua se aplica de forma que llegue solo a las raíces del cultivo evitando el crecimiento de malezas, pérdidas de agua, etc.
- Se puede aplicar fertilizantes y pesticidas solubles a través del riego. [21]

Un sistema de riego por goteo está compuesto fundamentalmente de:

- Fuente de Presión: Puede ser una bomba, o un estanque que se encuentre ubicado por lo menos 10 metros sobre el nivel del terreno a regar, o una red comunitaria de agua presurizada.
- Línea de presión: Hace referencia a la tubería de PVC, cuyo diámetro depende del tamaño de la parcela que se vaya a regar y con la cual se permite conducir las aguas desde la fuente de presión a las plantas.
- Cabezal de riego: Constituido por accesorios de control y filtrado. Los cabezales constan básicamente de válvula compuerta, válvula de aire, filtro de anillos y arco de riego con válvula de bola.
- Porta regantes: Tubería de PVC que permite conducir el agua hacia cada uno de los laterales donde se instalaran las cintas de goteo
- Emisores o goteros: Son dispositivos mediante los cuales el agua pasa de la red de tuberías al suelo y su función es entregar caudales de forma lenta y uniforme. Puede entregar un caudal que varía de 1 a 10 litros por hora dependiendo del gotero. [21]

Cuando se aplica programas de riego depende del agua del suelo. El agua de riego va a penetrar en el suelo con diferentes velocidades, si el cultivo a regar es en suelo seco el agua se ira repartiendo hacia abajo y hacia los costados con dificultad, si el cultivo a regar es en un suelo arenoso se infiltrara rápidamente, entonces el suelo depende de su textura y estructura que lo compone, por ejemplo: si las partículas del suelo son muy finas (suelo arcilloso) habrá mayor retención de agua mínima infiltración que en un suelo arcilloso o franco, desde el punto de vista agronómico



un suelo ideal es un suelo con textura franco, porque tienen una mejor relación agua-suelo-planta.

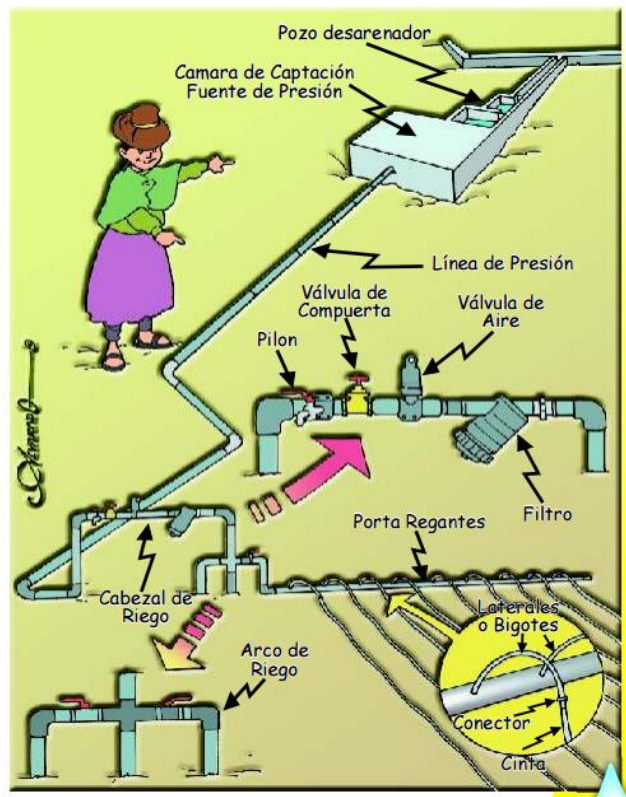


Ilustración 9: Sistema de riego por goteo. Fuente: Riego por goteo

Dentro de sistema de riego, además de brindar agua a las plantas también se puede hacer enviar fertilizantes por esta vía mediante la disolución de nutrientes que necesita el cultivo. De este modo a cada planta le llegan los nutrientes de forma precisa, localizada y controlada aumentando la producción y un mejor mantenimiento del cultivo, haciendo de igual manera más productivo

Bomba

Dentro del sistema de riego es muy importante la bomba ya que esta la encargada de extraer el agua de los pozos o ríos para enviarla a los reservorios, y de los reservorios enviarla por las distintas tuberías para que llegue a todas las plantas con una presión específica de forma que cumpla con los requerimientos de las plantas.

Se debe tener en cuenta cuales son los requerimientos de agua que necesita el cultivo de forma que se pueda determinar el tipo de bomba, el motor de esta, la



potencia, si su alimentación es DC o Ac (necesita instalar inversor en el sistema fotovoltaico) y si es sumergible.



Ilustración 10: Tipos de bombas. Fuente: Bombas Gaspa Services

EL CULTIVO DEL OLIVO

El olivo es denominado botánicamente olea europea, pertenece a la familia de las oleáceas y se conocen numerosas variedades. El olivo es un árbol forestal, ornamental y frutal. Forestal, por la excelente calidad de su madera, su rusticidad y resistencia a las condiciones climáticas adversas y su extraordinaria adaptabilidad de suelos y de exposiciones. Ornamental ya que es uno de los arboles más hermosos y frondosos, que acepta todas las formas y utilizaciones que se le quieran dar. Por último, frutal, por la producción de sus exquisitas aceitunas y su insuperable aceite. [14]

El cultivo del olivo tiene gran importancia y desarrollo en Italia, España, Francia, Grecia, California, Perú, Chile y Argentina, dado a que cumplen con los estados fenológicos de acuerdo a las estaciones climáticas bien definidas. [15]

El olivo proviene de un clima mediterráneo, el cual, a grandes rasgos, se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, en la que la especie logra el receso



o dormancia invernal, y la otra es calurosa y seca, que es cuando se produce fructificación. En ese clima, durante la estación invernal se produce la acumulación de frío indispensable para que el olivo salga de la dormancia y alcance una floración uniforme, definiéndose la temperatura umbral de 12,5 °C, bajo el cual se produce la acumulación de frío u horas frío. Las yemas vegetativas no parecen tener necesidades de frío para iniciar su actividad. Las temperaturas de verano adecuadas para la fructificación no deberían superar los 35 °C y tampoco ser inferiores a los 25 °C, requiriendo de una acumulación térmica para alcanzar un buen contenido de grasa o de azúcares en los frutos, ya sea para la extracción de aceite o para la elaboración de aceituna de mesa. La humedad óptima para iniciarse el primer evento fenológico que es la floración se necesita estar entre 60 – 80 %. [16]

En cuanto a Colombia y el cultivo del olivo se puede decir que posee condiciones ambientales y climáticas favorables para este cultivo, ya que no tienen temperaturas tan extremas caracterizadas de prolongadas heladas o fuertes oleadas de calor que se presentan en las regiones olivares de Europa. Por otro lado se tienen datos que en Colombia existen cultivos aunque no muy grandes, los primeros datos datan del año 1779 donde en Villa de Leyva se obtenían abundantes cosechas de aceitunas, en Pamplona también existieron árboles de más de 30 años y que a pesar del clima de esta región año tras año venían dando cosecha, por último, en San Pedro, Antioquia, la firma AGRICO LTDA tenía un cultivo de 200 olivos mostrando que este era adaptable al medio colombiano y con grandes perspectivas económicas[14], con lo cual se evidencia que este cultivo prospera en tierras colombianas.

A nivel de Perú los cultivos de olivo se han situado en 6 regiones principalmente, Tacna el cual es el mayor productor, los sigue Arequipa, Ica, Lima, La Libertad y Moquegua. Este cultivo ha mostrado una expansión importante, dado a que el buen uso de prácticas agrícolas y a la rentabilidad. La actividad agrícola en la Región Tacna se desarrolla en 36,971 hectáreas todo bajo riego, de esta superficie el 40.6 % esta cultivada con olivo es decir 15,020 hectáreas de estas, 6,791 hectáreas, se encuentran entre olivares en crecimiento y recién sembradas, 8,229 fueron cosechadas con una producción de 61,959 en total. [17]



Ilustración 11: Aceitunas y aceite de olivo.

ESTUDIO DE VIABILIDAD

El estudio de viabilidad, es la recopilación de información referente a una idea que se desee llevar a cabo, con la intención de conocer si será o no exitosa, de tal modo que no se haga uso inequívoco del tiempo cuando hay pocas probabilidades de que la idea en sí funcione; requiere de atención, cuestionamientos, tiempo e interés, ya que permite la construcción de un paso a paso del desarrollo preciso para la obtención de tal fin.

Es importante hacer este estudio con detenimiento, ya que históricamente cuando se carece del mismo se conlleva al fracaso de los procesos determinísticos de una idea, empresa o negocio. Cuando se habla de viabilidad se hace referencia a la posibilidad o probabilidad de que “algo” pueda ser concretado mediante diferentes circunstancias por lo que dicho estudio indica una predicción eventual de sucesos deseables o no, permitiendo hacer altos en el camino para una reestructuración con fines de encaminar la idea hacia el objetivo. Para esto existen factores que facilitan la determinación de si hay o no viabilidad en un proceso, como el conocimiento o análisis del mercado, viabilidad operativa, económica y conceptual, ya que es posible que una idea no pueda ser desarrollada por no contarse con el capital o recursos necesarios o incluso que no se disponga de suministros eficientes y suficientes.

Entonces hablar sobre la viabilidad de un proyecto genera cuestionamientos sobre los medios ambientales en donde se llevara a cabo, presupuesto, fines, oferta, demanda e incluso el impacto económico y social que pueda generar, lo que lo hace un estudio minucioso, objetivo y preciso a la hora de establecer, la ubicación, la competencia, los recursos materiales y humanos, planes de inversión, recursos propios y ajenos, distribución entre otros.



No existe un método categóricamente universal para llevar a cabo un estudio de viabilidad, ya que cada proyecto que se evalúa es diferente. Por ejemplo, los proyectos privados tienen esencialmente un interés económico, mientras que los públicos en la mayoría de casos responden a una función social. [18]



METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Para el presente proyecto la investigación es de índole aplicada ya que se deseaba buscar uno de los usos de las energías renovables para solucionar una problemática en la agricultura. Se planteó que fuese descriptiva ya que se puntualiza sobre la problemática que se viene dando en los cultivos de olivo, las características de la situación y una de las posibles soluciones.

Su finalidad es aplicada, ya que “es aquella investigación relacionada con la generación de conocimientos en forma de teoría o métodos que se estima que en un período mediano podrían desembocar en aplicaciones al sector productivo.”^[4]

Los estudios descriptivos “buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.”^[5]

Universo

La población en la que se enfocó el estudio fueron los cultivos de olivo en Tacna, Perú y para Colombia el sector de Villa de Leyva. En la cual se analizaron los cultivos en cada caso para tomar las decisiones correspondientes, tanto en lo electrónico (Sistema Fotovoltaico) como en las condiciones para el sistema de riego.

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

- **Método de investigación**

Para la obtención de datos confiables y reales para variables tales como humedad, radiación solar, precipitaciones y demás variables necesarias en el proyecto planteado, se buscaron documentos del IDEAM para el caso de Colombia y para el caso de Perú, SENAMHI.

El método que se empleó fue de tipo inductivo, se buscó información la cual fue registrada, clasificada y posteriormente se estudiada y analizada con el fin de hacer proyecciones y concluir.

El método inductivo “es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares.”^[6]



- **Técnicas**

Para la recolección de los datos e información necesaria, se utilizó la técnica de recopilación y análisis documental. La cual “es la nómina de documentos que el investigador debe o puede leer para realizar un trabajo. Es posible pensar, en libros, manuales, guías, estudios, informes y biografías.”^[7]

- **Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo fueron libros, artículos científicos, artículos de proyectos correlacionados, manuales de sistemas de riego así como de los elementos electrónicos a estudiar, videos y páginas web.

El proyecto que realizó en varias fases con un orden específico:

Fase I: Sistema de riego por goteo

Se determinó los lugares y la extensión de los cultivos, de forma que el investigador conociera las condiciones para cada caso, para saber los elementos necesarios y las condiciones a cumplir para el cultivo de olivo en los casos que se propusieron de forma más eficiente posible.

Fase II: Sistema Fotovoltaico.

Luego, tener el sistema de riego, ya se tienen las variables litros de agua necesaria para los cultivos de forma que el investigador analizo y diseño el sistema fotovoltaico el cual cumpliera con los requerimientos de voltaje y corriente para la alimentación de las bombas y del control del riego.

Fase III: Estudio de Viabilidad

Para esta fase, ya que se tienen culminadas las dos fases anteriores, el investigador plasmó un estudio donde expresa las ventajas, los beneficios, el valor, las necesidades, la rentabilidad y demás variables que al lector le indica que tan viable es la puesta en marcha de un proyecto como este.



CAPITULO 1: SISTEMAS DE RIEGO

DISEÑO AGRONÓMICO

Representa la primera fase del procedimiento de cualquier tipo de riego, en este se determinará la cantidad de agua necesaria para el cultivo que será transportada por la instalación hidráulica. Corresponde a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad.

En este diseño se debe contar con cierta información para poder ejecutar el proyecto, dentro de esta información se debe tener unos planos topográficos del sector de los cultivos para poder determinar el área, orientación de las hileras, obstáculos y todo aquello que infiera con el proyecto; también se debe conocer el tipo de suelo, la cantidad de plantas y lugar donde se va a extraer el agua para el riego.

Datos		
Ubicación del cultivo	Yarada, Tacna, Perú	Olivanto, Villa de Leyva, Boyacá
Cantidad de plantas	700	1500
Área	4 hectáreas	2.5 hectáreas
Textura del suelo	Franco arenoso	Arcilloso
Marco de plantación	6x8	4x4
Profundidad de pozo (H_{TE})	8m	8m

Tabla 1. Datos Generales De Los Cultivos

En Perú, una de las zonas con mayor número de cultivos de olivo es el Departamento de Tacna, el sector que se escogió para hacer el estudio es un distrito que tiene por nombre Yarada, en este sector se tomó como ejemplo una parcela de un área de alrededor de 4 hectáreas, su latitud y longitud son -18.194749 , -70.508273 respectivamente. Para la obtención de las imágenes aéreas así como medición del área y del espaciamiento por planta se hizo mediante la herramienta Google Maps, mediante esta herramienta también se estableció que el cultivo ya está en producción porque los arboles deben tener más de 3 años.



Ilustración 12: Finca Tacna, Perú

La finca en Villa de Leyva se encuentra ubicada vía a Sutamarchán, cerca Arcillas Boyag, la finca se llama Olivando y su latitud y longitud es 5.626037, -73.584062. Esta finca también está en producción, aunque los dueños de la finca no tienen una regularidad en producción debido a que tienen muy poco conocimiento en este tipo de cultivo, uno de esos problemas es el agua y el volumen de agua que deben aplicar, el riego se hace por medio de gravedad y no a todas las plantas le llega el recurso hídrico.

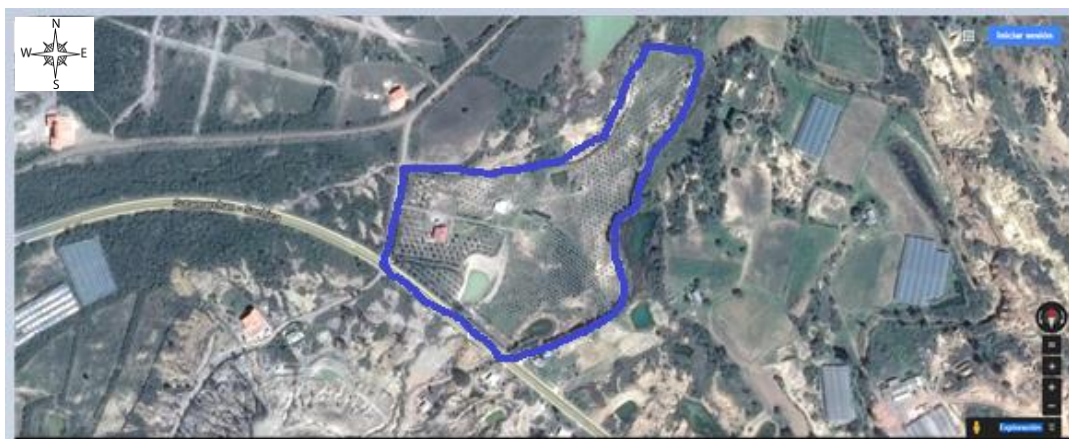


Ilustración 13: Finca en Villa de Leyva

Se determinaron las necesidades hídricas para cada cultivo con el fin de satisfacer las necesidades de cada planta, para que obtenga un crecimiento y una producción óptima. Para establecer la cantidad de agua de riego, se basó en la metodología



propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO).

Se debe tener en cuenta que no toda el agua que se le aplica a la planta es aprovechada, solo utiliza una pequeña parte, la otra se pierde por la transpiración vegetal y por la evaporación en el suelo, este fenómeno es conocido como la evotranspiración del cultivo (Etc). De forma que la cantidad de agua a aportar a la planta debe ser igual a la Etc para compensar las pérdidas. La FAO propone la estimación de este dato utilizando la ecuación 1:

$$Etc = Eto * Kc$$

(Ecuación 1: Necesidad de riego según la FAO)

Donde Eto hace referencia a la evotranspiración de referencia, para nuestro caso estos datos fueron obtenidos mediante mediciones hechas por estaciones meteorológicas de los gobiernos que son presentadas en tablas y gráficas en los anexos 1 y 2. En la tabla donde están los datos de Eto para Yarada (Perú) está el valor en mm/día, para convertirlo a mm/mes se multiplica ese valor por 30, por otro lado para obtener este dato se tomó en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas ubicadas en los distritos de Calama y Locumba (Anexo 1), puesto que no habían datos registrados mes a mes para la estación de Yarada, sino promedios mm/día y el promedio mm/anual. Para el caso el Eto para la finca en Villa de Leyva se tomó en cuenta un estudio hecho por el Ideam en el año de 1998, pero para obtener un dato más preciso se comparó con los mapas de Eto que brinda el Ideam para los diferentes meses publicado en el 2014 (Anexo 2).

El coeficiente Kc es una constante propia de cada cultivo determinada experimentalmente y fue obtenido de la FAO. Para el caso del proyecto se tomó como referencia el de Córdoba pues cumple con las condiciones ambientales presentes en ambos sectores (0,7).

Localidad	Kc
Córdoba	0,45-0,75
Creta(Grecia)	0,6-0,75
California	0,55-0,65
California	0,75

Tabla 2. Valores del coeficiente del cultivo de olivo, Kc. Fuente: Orgaz, F y Fereres, E.



Con la información anterior se pudo estimar la evotranspiración del cultivo en los diferentes meses del año para los dos casos como se aprecia en la siguiente tabla:

Mes	Coeficiente	Eto(mm/mes)		Etc (mm/mes)	
	Kc	Perú	Colombia	Perú	Colombia
Enero	0,7	132	123	92,5	86,1
Febrero	0,7	135	115,9	94,5	81,13
Marzo	0,7	126	122,3	88,2	85,61
Abril	0,7	105	98,7	73,5	69,09
Mayo	0,7	87	88,7	60,9	62,09
Junio	0,7	75	78,4	52,5	54,88
Julio	0,7	75	86,1	52,5	60,27
Agosto	0,7	84	90,5	58,8	63,35
Septiembre	0,7	102	97,3	71,4	68,11
Octubre	0,7	120	98,9	84	68,88
Noviembre	0,7	132	94,1	92,4	65,87
Diciembre	0,7	135	109,1	94,5	76,3

Tabla 3. Valores de Evotranspiración

Para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo el cálculo debe asegurar el riego en las condiciones más desfavorables, para el caso de Yarada (Perú) las condiciones más desfavorables son en los meses de Febrero y Diciembre con un Etc máximo de 94,5; en el caso de Villa de Leyva (Colombia) los meses más críticos son Enero, Febrero y Marzo, con un valor máximo Etc de 85,61.

Luego de tener el dato de la evotranspiración del cultivo en las condiciones más desfavorables, es necesario calcular las necesidades de riego que necesita cada planta. La necesidad de riego o déficits de riego está dada por la siguiente ecuación 2:

$$Nn = Etc - Pe$$

(Ecuación 2: Déficit de agua en el cultivo)



Donde N_n es el déficit o las necesidades de riego por planta dado en Litros/día (necesidad neta), Etc ya se vio anteriormente que es evaporación del cultivo y por último P_e que hace referencia a precipitaciones útil o efectiva que el suelo toma y suele ser del 75% de la lluvia. Los datos de las precipitaciones fueron tomados del SENAMHI en el caso de Yarada donde se muestran en una serie de tablas, se tomó como referencia la estación meteorológica de Taratá como se evidencia en el anexo 3; para Olivanto en Villa de Leyva estos datos fueron tomados de un estudio realizado en el 1998 donde se muestran en tablas los promedios mensuales y fueron comparados con los mapas descargados del IDEAM mostrados en el anexo 4.

Por último para conocer la cantidad real de agua (N_b) que debe aplicarse a cada planta se debe tener en cuenta la eficiencia que tiene el sistema de riego que se va usar, para este caso, es un riego por goteo que tiene una eficiencia de 90% y se determina mediante la ecuación 3:

$$N_b = N_n / E_r$$

(Ecuación 3: Cantidad de agua real según eficiencia de sistema de riego)

Donde N_b es necesidad de riego bruta, N_n es necesidad de riego neta y E_r es la eficiencia del sistema de riego (90%).

Mes	P		P _e		N _n		N _b	
	Perú	Col	Perú	Col	Perú	Col	Perú	Col
Enero	23,8	25,1	17,85	18,8	74,65	67,3	82,94	74,77
Febrero	105,1	46,2	78,82	34,6	15,67	46,53	17,41	51,7
Marzo	142,1	68,2	106,5	51,1	-18,37	34,51	-20,41	38,34
Abril	8,9	98,4	6,6	73,8	66,82	-4,71	74,25	-5,23
Mayo	0	66,8	0	50,1	60,9	11,99	67,66	13,32
Junio	0	39,8	0	28,8	52,5	26,08	58,33	28,97
Julio	0,01	30,7	0,007	23,0	52,49	37,27	58,32	41,41
Agosto	0,01	29,5	0,007	22,1	58,79	41,25	65,32	45,83
Septiembre	0	47,1	0	35,3	71,4	32,81	79,33	36,45
Octubre	2	92,6	1,5	69,4	82,5	-0,52	91,66	-0,57
Noviembre	1,6	98,4	1,2	73,8	91,2	-7,93	101,3	-8,81
Diciembre	0	69,3	0	51,9	94,5	24,4	105	27,11

Tabla 4. Datos de precipitaciones, precipitación neta, riego bruto y riego net, para Villa de Leyva (Colombia) y Yarada (Perú).



Para la obtención de los datos de precipitación en el caso de Villa de Leyva se utilizó las tablas del anexo 2 comparando con el mapa de precipitaciones anual, con el fin de tener un dato actualizado. En el caso de Yarada se utilizó el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) [22], de allí se sacaron las gráficas de lluvias diarias y se sumaron para sacar la precipitación mensual en cada mes para el año 2015, en los meses de Noviembre y Diciembre no se encontró esta información de modo que se tomaron los datos del 2014.

Analizando la tabla en la filas de riego bruto observamos valores positivos y negativos, lo que quiere decir que debemos regar cuando Etc es mayor que Pe, por consiguiente cuando se presenta el valor positivo es que necesita cubrir ese déficit y por el contrario cuando es negativo no hay necesidad de riego.

Para obtener el riego necesario diario dividimos el valor de Nb en 30, se tomó como ejemplo en Yarada (Perú), el mes que necesita más agua, Noviembre con un valor 101,3 mm/día, diariamente requiere de 3.37 mm/día. Finalmente para conocer cuánta agua necesita la planta según su marco de plantación, multiplicamos este por el valor de riego día neto.

Mes	Nb(mm/día)		Nb(L/planta día)		Nb(m³/ha)	
	Perú	Col	Perú	Col	Perú	Col
Enero	2,76466667	2,49233333	99,528	59,816	995,28	598,16
Febrero	0,58033333	1,72333333	20,892	41,36	208,92	413,6
Marzo	- 0,68033333	1,278	0	30,672	-244,92	306,72
Abril	2,475	0,17433333	89,1	0	891	0
Mayo	2,25533333	0,444	81,192	10,656	811,92	106,56
Junio	1,94433333	0,96566667	69,996	23,176	699,96	231,76
Julio	1,944	1,38033333	69,984	33,128	699,84	331,28
Agosto	2,17733333	1,52766667	78,384	36,664	783,84	366,64
Septiembre	2,64433333	1,215	95,196	29,16	951,96	291,6
Octubre	3,05533333	-0,019	109,99 2	0	1099,92	0
Noviembre	3,37666667	0,29366667	121,56	0	1215,6	0
Diciembre	3,5	0,90366667	126	21,688	1260	216,88

Tabla 5. Cantidad de riego



En la Tabla N°5 se tienen los requerimientos de agua mes por mes, se va a evaluar el sistema en el peor de los casos de forma que el sistema pueda garantizar el flujo de agua en las peores condiciones, en la Tabla N° 5 se observan dos datos en rojo, uno para Yarada y el otro para Villa de Leyva, muestra que en estos meses es cuando mayor agua necesitan las plantaciones de forma que para estos casos se halló la frecuencia y el tiempo de riego. Se debe tener en cuenta el tipo de suelo y la edad del cultivo.

Tipo de suelo				
Edad árbol	Arcilloso	Franco	Arenoso	Gravoso
1-2	1	1	1-2	2
3-4	1	2	2-4	4
5-6	2	4	4-6	6
7-8	2-4	4-6	6-8	8
>8	4	6	8	8-12

Tabla 6. Número de goteros según tipo de suelo y edad de árbol.

Tipo de suelo				
Epoca	Arcilloso	Franco	Arenoso	Gravoso
Primavera	2 V.P.S	3 V.P.S	DIARIO	2 V.P.S
Verano	3 V.P.S	DIARIO	DIARIO	2 V.P.S
Otoño	2 V.P.S	V.P.S	DIARIO	2 V.P.S

Tabla 7. Frecuencia de riego recomendados.

V.P.S: Veces por semana

Se supone que los cultivos de ambos lugares tienen árboles de más de 8 años, en cuanto a Olivanto (Villa de Leyva) según información de los dueños los árboles están por esta edad y comparando los árboles con el cultivo de Yarada tienen unas dimensiones parecidas en cuanto a forraje y altura, de manera que observando las tablas 6 y 7 se tiene.



Yarada: El suelo en Yarada es Franco arenoso, por ende se necesitan entre 6 a 8 goteros, para este caso se utilizan 6 goteros de 4L/h. De manera que el tiempo al día de riego está dado por la ecuación 4:

$$Tiempo\ de\ riego = \frac{Nb}{(\#goteros * Qgotero)}$$

(Ecuación4: Tiempo de riego al día)

$$Tiempo\ de\ riego = \frac{126L/planta}{6 * 4L/h} = \frac{126L/planta}{24L/h} = 5.25\ horas\ al\ día\ (4)$$

Olivanto (Villa de Leyva): El suelo en esta finca es arcilloso, observando la tabla 6 se necesitan 3 goteros de 4L/h. Con una frecuencia de 2 veces por semana.

$$Tiempo\ de\ riego = \frac{59,8L/planta.\ día}{12L/h} = 4.98\ horas\ al\ día\ (4)$$

Comercialmente se encuentran goteros de 2L/h y 4L/h, pero para tener menos horas de riego y menos cantidad de goteros por planta se escogieron los de 4L/h.

Finalmente se calculó el caudal (Q) demandado para abastecer cada una de las superficies utilizando la ecuación 5, Yarada (4 hectáreas) y Villa de Leyva (2.5 hectáreas).

$$Q = Nb \left(\frac{L}{planta} \cdot día \right) * N^{\circ} \text{árboles}$$

(Ecuación5: Caudal total)

$$Q = 126 * 700 = \frac{88200L}{día} \text{ para 4 Hectareas(Yarada)}$$

$$Q = 88.2m^3/día\ (5)$$

$$Q = 59,816 * 1500 = \frac{89724L}{día} \text{ para 2.5 Hectareas(Villa de Leyva)}$$

$$Q = 89,724\ m^3/día\ (5)$$



Se propone que el sistema funcione 6 horas para aprovechar la mayor radiación solar y obtener la mayor potencia de los paneles con lo que el caudal por hora es:

$$Q = 14.7m^3/h \text{ (Yarada)}$$

$$Q = 14.954m^3/h \text{ (Villa de Leyva)}$$

A pesar de que la finca en Yarada (Perú) es más grande los requerimientos de agua en Olivanto (Colombia) son mayores debido a la cantidad de árboles y al espaciamiento entre árboles, en Olivanto se tiene un espaciamiento variable pero la mayoría del cultivo es 6 m x 4 m entre árboles, en cambio en Yarada se sostiene un espaciamiento de 6 m X 6 m aunque el dato de evotranspiración es mayor comparado con el que se presenta en Olivanto.

DISEÑO HIDRÁULICO

Anteriormente se calculó el caudal necesario para satisfacer las necesidades hídricas para los cultivos en el periodo más desfavorable para cada caso. En el diseño hídrico se determinan los componentes, dimensiones de la red de distribución y funcionamiento de la instalación.

El agua viene de unos reservorios, desde donde son bombeados por medio del cabezal de riego para todo el cultivo. Se debe garantizar que los emisores de la instalación sean de buena calidad y con una presión constante para que exista una uniformidad. En el caso del suelo se debe conocer la pendiente del terreno, para el caso de Yarada es 1% descendente. En el caso de Villa de Leyva comienza con una inclinación 10% pero va disminuyendo, la inclinación lateral es variable pero descendente.

Los componentes fundamentales para la redes de distribución son en primera medida la tubería primaria que es la encargada de conducir el agua desde el cabezal hasta cada sector de riego, el material escogido puede ser PVC o PE aunque generalmente se utiliza PVC por ser más resistentes al tráfico pero son sensibles a la luz solar por ello son enterradas; las tuberías secundarias se encargan de distribuir el agua que circula por la primaria a cada unidad de riego; las terciarias son también llamadas portarramales están situadas perpendicular a la hileras de cultivo; finalmente se tiene la tubería de porta goteros o laterales de riego, en ellas

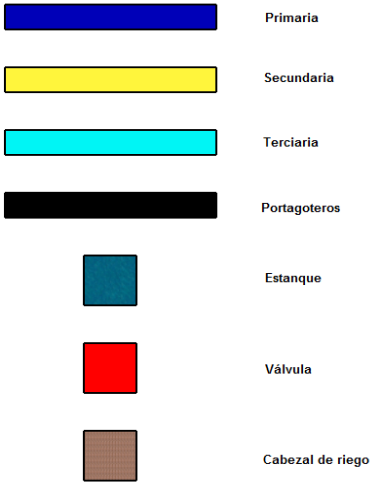


se insertan los goteros y van en paralelo con las líneas del cultivo. Generalmente se usa tubería PE para las tuberías secundarias, terciarias y laterales de riego.

Sobre el plano de cada lugar se observa la red, en las ilustraciones se señala la ubicación de donde se toma el agua y donde estaría ubicado el cabezal de riego. Para determinar cuántas ramificaciones se deben tener en cuenta que los laterales no deben superar 140 metros (100 metros en pendientes ascendentes) con el fin de tener las menores pérdidas y así garantizar un buen funcionamiento de cada gotero.



Sector 1



Sector 2

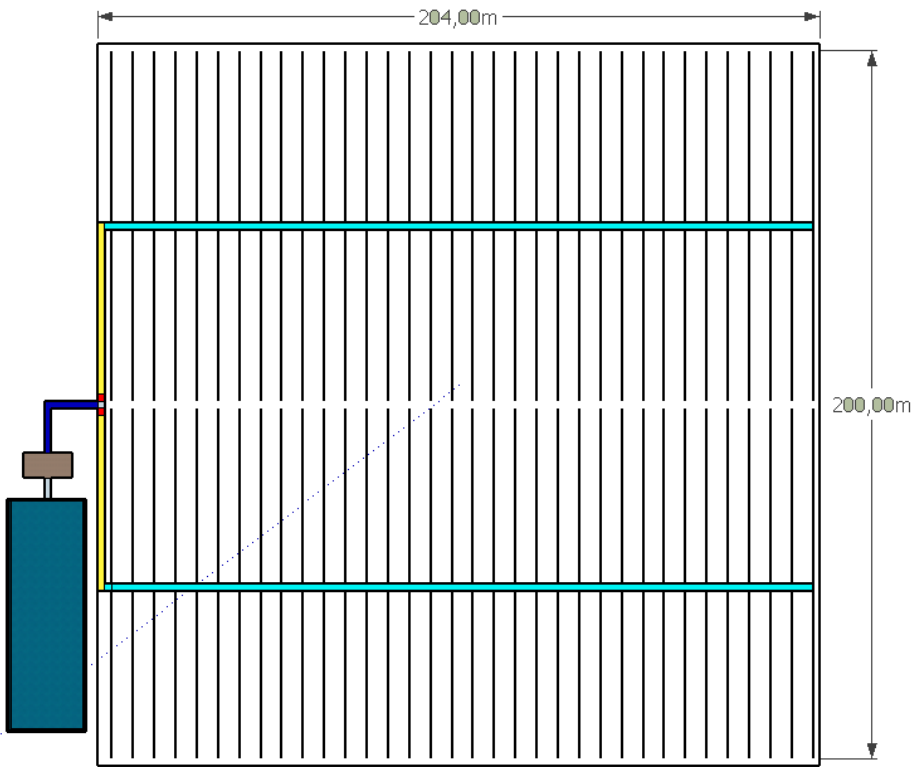


Ilustración 14: Diseño Hidráulico Yarada (Perú)



Como se muestra en la ilustración 14, es la disposición económica dado al ahorro en la tubería principal que es la de mayor diámetro por ende la más costosa, se envió la tubería terciara dividiendo el cultivo en 2 sectores, dado a que se presentan distancias mayores a 100 para las tuberías de los portagotoseros o laterales de riego. Cada sector tiene su válvula para el control, permitiendo el control de cada sector por separado y un regulador de presión en la tubería principal. En cuanto a los goteros la mejor opción son los autocompensantes y antidrenantes, que mantienen el mismo caudal y la misma presión, estos serán de 4L/h como se había mencionado en el diseño agronómico.

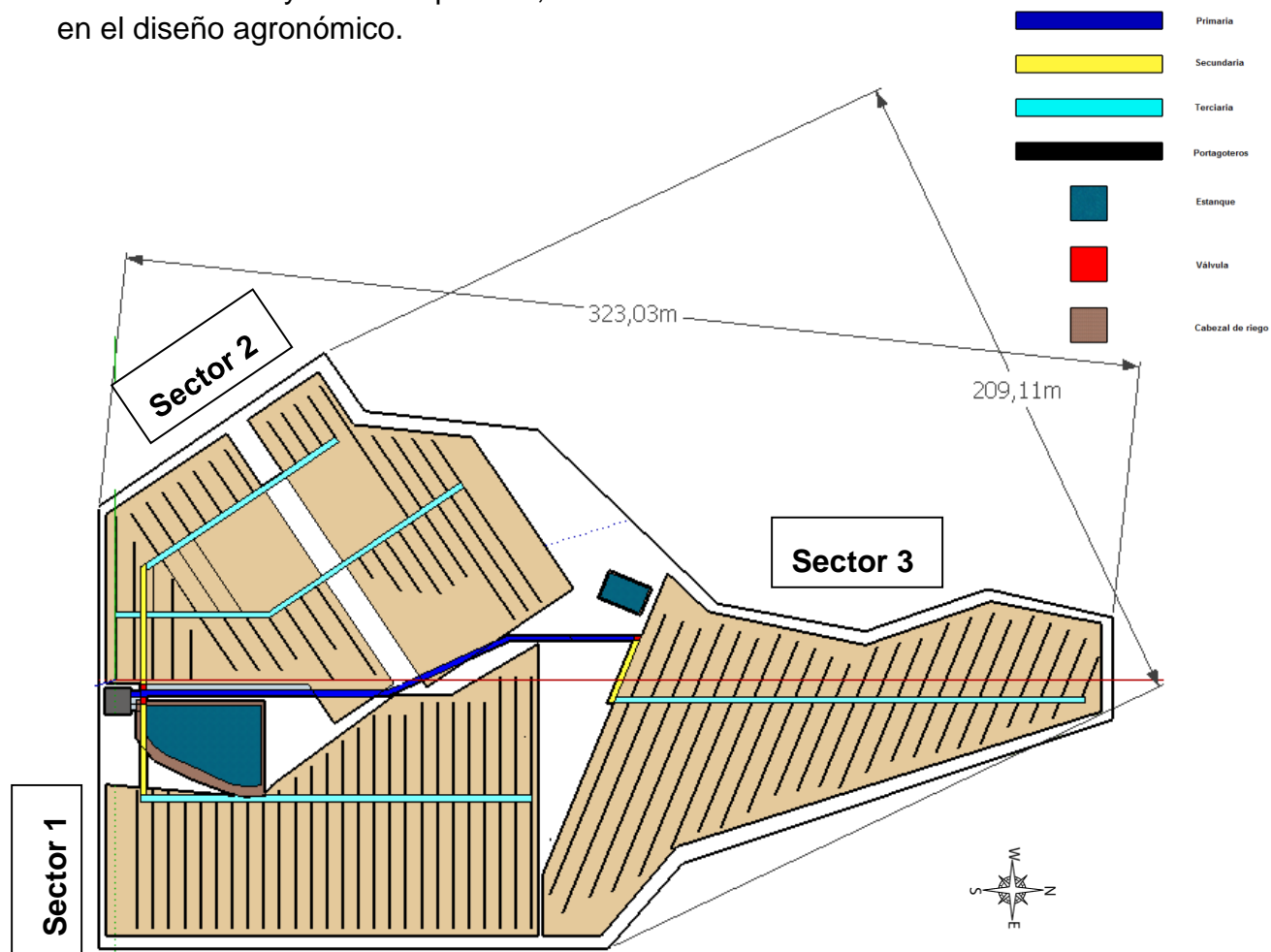


Ilustración 15: Diseño Hidráulico Villa de Leyva

En el caso de Olivanto en Villa de Leyva (Ilustración 15), se sectorizo el riego en tres regiones, cada una con su respectiva válvula de control, el cabezal de riego está situado en la parte más alta de la finca con el fin de no tener pérdidas de presión por causa del ascenso del agua y así alcanzar mayor distancia. En el sector 2 se tuvo que utilizar dos tuberías secundarias pues hay una casa que impide pasar la



tubería por el medio o por un borde, de modo que es la forma más económica. De igual manera se utilizan goteros de 4L/h autocompensantes y antidrenantes.

La bomba no se incluyó dentro del diseño de riego, pero se evidenciara la selección de esta dentro del sistema fotovoltaico. Finalmente para culminar el sistema de riego en la Tabla N° 8 se observa el resumen de los elementos necesarios para el sistema de riego, en la tabla se presentan los elementos más importantes dentro del sistema de riego.

Descripción	Características	Unidad	Cantidad	
			Yarada	Villa de Leyva
Gotero	Autocompensantes de 4L/h	Unidad	4200	4500
Tubo PVC	Diámetro 50mm(Primario)* 6mts	Tubos	5	28
Tubo PVC	Diámetro 25mm(Primario)* 6mts	Tubos	16	17
Tubo PE	Diámetro 16 mm (terciario y porta goteros)	Rollo de 100mts	72	40
Válvula principal	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1
Válvulas sectores	Diámetro 25 mm	Unidad	2	3
Regulador de presión	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1
Filtro de anillos	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1

Tabla 8.Elementos básicos para sistema de riego

Dentro de los elementos mencionados en la tabla 8 se nombra un filtro de anillos que estaría ubicado en la tubería principal (cabezal de riego) con la función de evitar la obstrucción de las cintas de goteo por sedimentos o cualquier partícula proveniente del pozo de almacenamiento. Con el diseño propuesto también se



puede hacer la instalación si se desea del equipo para fertirriego que consta de un tanque de almacenamiento de fertilizantes y la Venturi o bomba dosificadora. Para ambos casos los goteros deben estar distanciados entre 50 cm a 100 cm, dependiendo de la característica del suelo, se puede usar doble línea de riego para cada hilera pero aumentaría los costos del sistema de manera que se puede sacar una ramificación para cada árbol donde irán los goteros distribuidos en la planta para cada caso.



CAPITULO 2: SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

BOMBA DE AGUA

Para conocer los requerimientos de la bomba se deben tener los cálculos con los valores medios mensuales necesarios para satisfacer la demanda, estos están consignados en el capítulo 1 (Sistema de riego), donde se muestra el caudal necesario en los meses más desfavorables. En el dimensionamiento de la bomba se calculó mediante la determinación la energía hidráulica para tener un valor aproximado de la energía consumida, así mismo para la energía eléctrica que consume la bomba según los requerimientos de sistema de riego. [28]

La energía hidráulica es determinada por la ecuación 6:

$$E_H = K * Q_d * H_{TE}$$

(Ecuación5: Energía Hidráulica)

Donde E_H representa la energía hidráulica (Wh/día), K es un factor de conversión para obtener el resultado en W que equivale a 2,725, Q_d es el caudal ($m^3/día$) y H_{TE} es la altura equivalente de bombeo en metros (carga dinámica total), hace referencia a la presión efectiva que debe vencer la bomba para su correcto funcionamiento.

$$E_H = 2,725 * 88,2 * 8$$

$$E_H = 1922,76 \text{ W/día} = 1,92 \text{ Kw/día (Yarada)}$$

$$E_H = 2,725 * 89,724 * 8$$

$$E_H = 1955,98 \text{ W/día} = 1,95 \text{ Kw/día (Villa de Leyva)}$$

La energía eléctrica se relaciona con la energía hidráulica a través del rendimiento de la bomba como se muestra en la ecuación 7 [28]:

$$E_e = E_H / \eta_{mb}$$

(Ecuación7: Relación Energía eléctrica con energía hidráulica)

Donde E_e representa la energía eléctrica diaria expresada en Wh/día, E_H energía hidráulica diaria en Wh/día y η_{mb} equivalente a la eficiencia de la bomba (Coeficiente entre la energía hidráulica y la energía eléctrica). Las bombas que se plantean son



bombas centrífugas sumergibles que tienen un rendimiento máximo de 92%, pero debido a diferentes efectos de otros componentes disminuye su rendimiento; componentes como perdidas por fugas de agua en la bomba, perdidas hidráulicas y rendimiento mecánico del motor de la bomba, hace que su eficiencia disminuya; como se observa en la siguiente ilustración se evidencia la eficiencia según la carga.

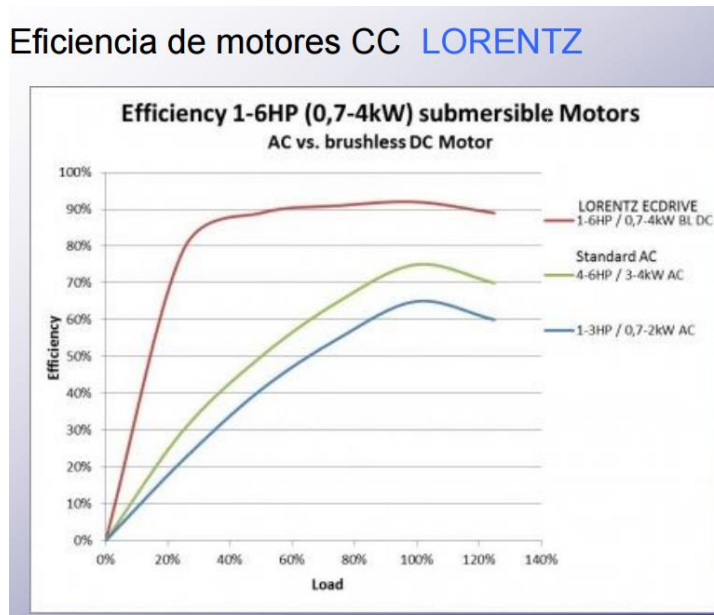


Ilustración 16: Eficiencia vs. Carga Bombas Lorentz. [29]

La bomba no está funcionando a la carga máxima, la carga que tiene está alrededor del 58% (Eficiencia de 87% aproximadamente), se deben añadir perdidas de al menos un 25% para dar cuenta de la suciedad, el calor, de los paneles e hidráulicas; su eficiencia sería de un 62% aproximadamente [29]. De modo que la energía eléctrica es:

$$E_e = 1922,72 / 0,62$$

$$E_e = 3101,161\text{W/día} = 3,101\text{Kw/día (Yarada)}$$

$$E_e = 516,86\text{Wh (Yarada)}$$

$$E_e = 1955,98 / 0,62$$

$$E_e = 3154,806\text{W/día} = 3,154\text{Kw/día (Villa de Leyva)}$$

$$E_e = 525,801\text{Wh (Villa de Leyva)}$$



Los valores finales expresados en Wh son correspondientes a que las bombas funcionan una media de 6 horas diarias a plena carga, en el capítulo anterior se tuvo en cuenta que el funcionamiento va a ser de 6 horas.

La moto-bomba debe cumplir varios requisitos, la parte del motor debe ofrecer una potencia superior a la calculada, la tensión de entrada del motor debe ser la misma que la salida del regulador y por último la bomba debe tener un caudal nominal de bombeo superior a los datos calculados. La bomba que se propone es la misma para ambos casos dado a que los caudales (m³/h) son parecidos y la bomba tiene la capacidad de suministrar estos caudales; es una bomba centrífuga de acoplamiento directo sin escobillas de motor sumergible, usada para aplicaciones de abastecimiento de agua potable, abrevaderos para ganado, llenado de estanque y para riego.

Es una bomba centrífuga PS1800 C-SJ17-2 de la empresa LORENTZ, en cuanto al motor es síncrono sin escobillas de corriente continua con dos 2 polos, cojinete de deslizamiento del anillo y rodamientos de cerámica, lubricado mediante agua, es de presión compensada y no hay limitaciones de profundidad prácticas para la inmersión. Otras características y manuales de instalación son mostrados en los anexos 8 y 9.

LORENTZ

PS1800 C-SJ17-2

Sistema de bomba inmersa para pozos de 6"

Gama de sistemas

Altura	max. 16 m
Flujo	max. 26 m ³ /h

Datos técnicos

Controlador PS1800

- Entradas de control para protección contra operación en seco, control remoto, etc.
- Protegido contra polaridad reversa, sobre carga y temperatura excesiva
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) integrado
- Funcionamiento con batería: protección integrada contra descarga total

Potencia	max. 1,8 kW
Voltaje de entrada	max. 200 V
Óptimo Vmp*	> 102 V
Tensión nominal (alimentación a pilas)	96 V
Corriente motor	max. 14 A
Eficiencia	max. 98 %
Temp. del ambiente	-30...50 °C
Modo de protección	IP54

Motor ECDRIVE 1200-C

- Motor CD sin escobillas - libre de mantenimiento
- Llenada de agua
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304/316
- Sin elementos electrónicos en el motor

Potencia nominal	1,7 kW
Eficiencia	max. 92 %
Revoluciones motor	900...3.300 rpm
Clase de aislamiento	F
Modo de protección	IP68
Inmersión	max. 250 m

Cabeza de bomba PE C-SJ17-2

- Válvula no retorno
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304

Unidad de bomba PU C-SJ17-2 (Motor, Cabeza de bomba)



Ilustración 17: Bomba solar



PS1800 C-SJ17-2		E_h (Kw/día)		E_e (Wh)	
Característica	Unidad	Perú	Col	Perú	Col
Altura máx.	16m	1,92	1,95	516,86	525,801
Caudal máx.	26 m ³ /h				
PS1800 C-SJ17-2 de LORENTZ					
Tipo:			Bomba sumergible para suministro de agua subterránea, provista de motor DC sin escobillas		
Caudal máximo:			26m ³ /h		
Altura máxima			16m		
Materiales					
Motor			Acero inoxidable, AISI 304/316		
Cabeza de bomba			Acero inoxidable, AISI 304		
Datos del Motor					
Potencia nominal			1,7kW		
Eficiencia			Max. 92%		
Revoluciones			900...3,300 rpm		
Clase de aislamiento			F		
Modo de protección			IP68		
Funcionamiento Solar					
Voltaje óptimo (V _{MP})			>102V		
Voltaje de entrada máximo			200V		
Voltaje nominal			96V		

Tabla 9. Resumen De La Moto-Bomba

Como se muestra en la tabla 9, en las características de la bomba el caudal máximo brindado por la bomba es de 26 m³/h cumpliendo con los requerimientos de caudal para Olivanto que es de 14,954 m³/h y de Yarada que es 14,7 m³/h, la altura máxima a vencer correspondiente a la profundidad de los pozos no superan la altura máxima para la que fue diseñada la bomba de 16m. En cuanto a la energía consumida, al comparar con la ilustración 18 se muestra que el dato hallado teóricamente es similar al compararse con el de la ilustración 18. Se recomienda



que la bomba este situada lo más centrada posible en el pozo de modo que quede rodeada en todo su perímetro por agua.

Plantilla de datos de la bomba

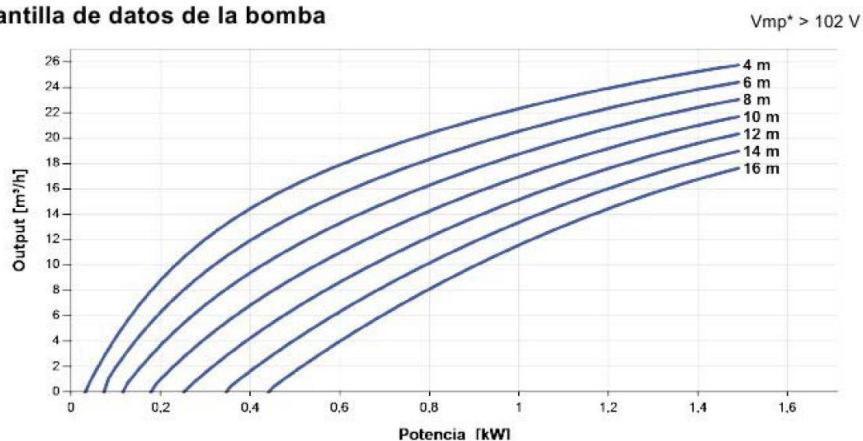


Ilustración 18: Caudal vs. Potencia a distintas alturas.

DIMENSIONAMIENTO DE PANELES SOLARES

Antes de comenzar con el proceso de dimensionamiento de los paneles solares es necesario conocer una serie de datos tales como condiciones de uso (si el riego es diario, semanal, mensual o semestral) y los datos climatológicos de las zonas a estudiar. En este capítulo (Dimensionamiento de la bomba) se calculan las necesidades energéticas para cada zona (energía eléctrica para la bomba) y en el capítulo inicial se determina el total de horas en las que va estar funcionando para cumplir con la cantidad de agua a regar.

Como se mencionó anteriormente es de vital importancia conocer los datos climatológicos de cada una de las zonas, específicamente la radiación solar, a fin de determinar la energía solar que será aprovechada por los generadores fotovoltaicos generando energía eléctrica.



MES	Radiación (Wh/m ² /d)	
	Tacna	Villa de Leyva
Enero	7450	5180
Febrero	7400	5150
Marzo	6590	5110
Abril	4870	4780
Mayo	3810	4840
Junio	3610	5020
Julio	3750	5170
Agosto	3800	5220
Septiembre	4380	5310
Octubre	5490	4910
Noviembre	6430	4820
Diciembre	7190	4910

Tabla 10. Radiación solar mensual

Para la obtención de estos datos se hace la utilización de mapas de radiación solar suministrados por el IDEAM para el caso Colombia que se pueden observar en el anexo 6 y por SENAMHI para el caso de Perú en el anexo 5, además se utilizarse la herramienta de la NASA llamada ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER para conseguir datos reciente en cada ubicación de las fincas. Revisando la tabla anterior se puede comprobar que el mes más desfavorable es Junio con una radiación de 3610 Wh/m²/d en el caso de Tacna y en Abril con 4780 Wh/m²/d en Olivanto, Villa de Leyva.

De modo que para determinar cuántos paneles son necesarios dependerá de la demanda que tengan los elementos de consumo (bomba solar), teniendo en cuenta la hora solar pico en el mes más desfavorable, la potencia pico del panel y un factor global de pérdidas. El método utilizado es por balance energético ecuación 8. [29]

$$N_T = E_e / (HPS * P_P * P_G)$$

(Ecuación8: Número total de paneles)

E_e = Consumo total diario (W/día)



HPS= Horas sol pico. Es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de 1000w/m^2 para obtener la insolación total de un día.

P_P = Potencia pico del panel

P_G = Factor global de perdidas (usualmente entre 0,65 y 0,9)

Se consideró que los datos utilizados en los cálculos hacen referencia a paneles que se encuentran comercialmente con las siguientes características:

	Yarada	Villa de Leyva
Potencia pico (Wp)	245	215
Voltaje (V)	36	24

Tabla 11. Características principales de paneles

$$Nt = \frac{3101}{3,6*245*0,7} = 5.02 \approx 6 \text{ paneles (Yarada)}$$

$$Nt = \frac{3154}{4,7*215*0,70} = 4.45 \approx 5 \text{ paneles (Villa de Leyva)}$$

Para determinar el número de paneles en serie se empleó la ecuación 9 [29]:

$$N_s = V_{\text{Bat}} / V_P$$

(Ecuación9: Número de paneles en serie)

V_{Bat} = Tensión nominal de la batería, para nuestro caso es la tensión nominal del controlador.

V_P = Tensión nominal del panel

Como el sistema no va a trabajar con baterías se toma el voltaje nominal del controlador de carga que se va a utilizar, este dato es suministrado por fabricante.

$$N_s = \frac{102V}{36V} = 2,83 \approx 3 \text{ (Yarada)}$$

$$N_s = \frac{102V}{24V} = 4,25 \approx 5 \text{ (Villa de Leyva)}$$

Finalmente para saber cuántas ramas en paralelo se necesitan en paralelo se usará la ecuación 10:



$$N_P = N_T / N_S$$

(Ecuación 10: Ramales de paneles)

$$N_p = \frac{6}{3} = 2 \text{ Ramales (Yarada)}$$

$$N_p = \frac{5}{5} = 1 \text{ Ramales (Villa de Leyva)}$$

Los valores de N_T , N_S y N_p se redondean al entero siguiente, el número de paneles totales para Yarada, Perú es de 6 paneles y para Villa de Leyva, Colombia 5 paneles. La energía generada en un día cuando trabaja a punto máximo de potencia dependiendo de la cantidad de paneles para cada caso según la ecuación 11 [29]:

$$E_T = HPS * P_P * N_T$$

(Ecuación 11: Energía instalada)

$$E_t = 3,6 * 245 * 6 = 5,292 \text{ Kw/día (Yarada)}$$

$$E_t = 4,7 * 215 * 5 = 5,052 \text{ Kw/día (Villa de Leyva)}$$

Los datos obtenidos hacen referencia a los meses donde la hora pico solar es menor por tal motivo los datos calculados hacen referencia a la potencia mínima que van a brindar los paneles a fin de cubrir la demanda.

Al comparar con la demanda de la bomba, la potencia brindada por los paneles es mayor a la que requerida en un día para los dos casos. En cuanto la tensión, la bomba necesita un valor en la entrada de 102V o mayor (hasta 200V) es la misma tensión nominal, por lo que al conectar los paneles en serie se consigue un voltaje de 108 V para Yarada y de 120 V para Olivanto (Villa de Leyva) mayores al mínimo requerido.

Los paneles fueron escogidos primeramente conociendo las potencias que se manejan comercialmente de manera que se utilice la menor cantidad de paneles, también observando el voltaje de operación que a su vez es un factor que influyente en el cantidad, de manera que no afecte los requerimientos de potencia para evitar un sobre costo por utilización de estos. Otras características que se tuvieron en cuenta fueron la vida útil, su corriente de operación, la temperatura de trabajo, entre otras. Los módulos solares elegido para realizar la función de generadores son



“Canadian Solar” modelo “CS6P-245P” para Yarada y “Kyocera” modelo “KD215GX-LFBS” para Olivanto (Villa de Leyva).



Ilustración 19: Panel policristalino

Canadian CS6P-245P		KYOCERA KD215GX-LFBS	
Potencia nominal	245W	Potencia nominal	215W
Voltaje óptimo de operación	30V	Voltaje óptimo de operación	26,6V
Corriente óptima de operación	8,17 ^a	Corriente óptima de operación	8,09A
Voltaje circuito abierto	37,1V	Voltaje circuito abierto	33,2
Eficiencia	15,23%	Eficiencia	16%
Temperatura de operación	-40°C~+85°C	Temperatura de operación	-40°C~+90°C
Series Fuse Rating	15 ^a	Series Fuse Rating	15A
Tipo de Celda	Policristalina	Tipo de Celda	Policristalina
Peso	19kg	Peso	18,6kg

Tabla 12. Características Paneles Solares

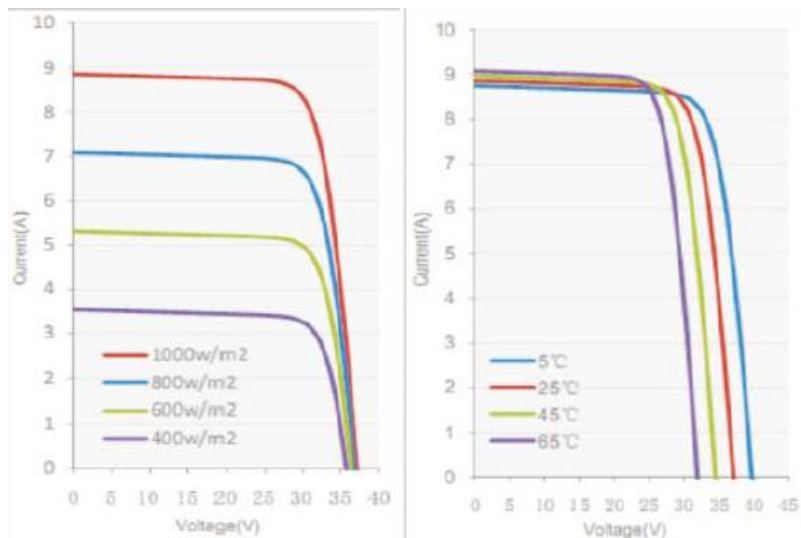


Ilustración 20: Curva de funcionamiento (I vs. V) del módulo Canadian

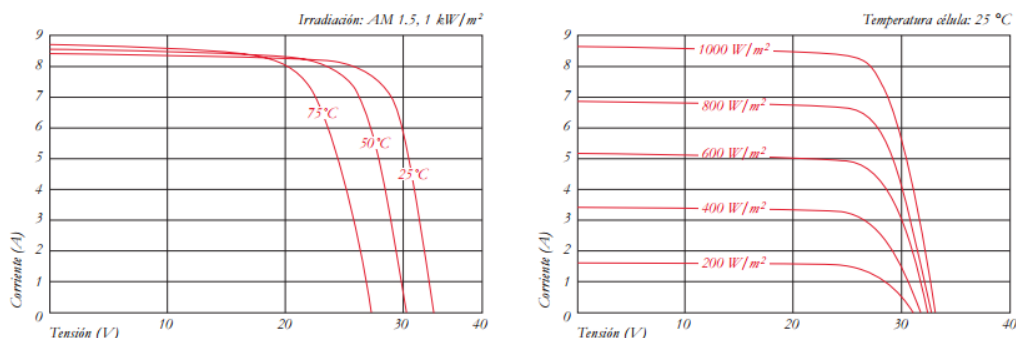


Ilustración 21: Curva de funcionamiento (I vs. V) del módulo Kyocera

En las ilustraciones 20 y 21 se define el funcionamiento de cada módulo fotovoltaico mostrando que la corriente generada crece según la intensidad de radiación solar, mientras que la tensión se ve afectada conforme aumenta la temperatura alcanzada por la célula debido a la radiación solar que recibe y es diferente a la temperatura ambiente. En el anexo 7 se muestran las fichas técnicas de los dos paneles escogidos donde se encuentra más información de estos.

CONDUCTOR

Se busca la situación más extrema para conocer qué tipo de cable se tiene que usar para asegurar un correcto funcionamiento en las peores condiciones. Para ambos casos (Villa de Leyva y Yarada) el cableado está dividido en dos tramos, el primer tramo está comprendido desde la caja de conexión de los módulos solares hasta el



regulador y el segundo tramo comprendido desde la salida del regulador hasta la conexión a los bornes de la bomba. En ambos tramos la corriente que fluye es continua (CC). Para el cálculo de la sección del conductor (S) es de vital importancia conocer el material del que está compuesto el conductor (cobre) y su correspondiente conductividad (k) para el cobre tiene un valor de $56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$, la longitud del tramo (L) en metros, la intensidad que va a soportar el cable (I) en amperios y la caída de tensión en el tramo (ΔU) en voltios. [30]

$$S = 2 * \frac{l * L}{k * \Delta U}$$

(Ecuación 12: Sección del conductor)

La caída de tensión en el tramo se calcula para un porcentaje de la tensión nominal, que varía dependiendo de los elementos de la instalación conectados:

- Caída de tensión entre paneles fotovoltaicos y regulador: 1% a 3%
- Caída de tensión entre regulador y batería: 1%
- Entre inversor y batería: 1%
- Entre regulador e inversor: 1%
- Regulador y equipo conectado: 3% a 5%

En el sistema se tienen dos tramos el primero comprendido entre paneles y regulador con un porcentaje recomendado de 1%, el otro tramo comprendido entre regulador y la bomba con un porcentaje de caída de 3%. [30]

$$\Delta U_1 = 108V * 0,01 = 1,08V$$

$$\Delta U_2 = 108V * 0,03 = 3,24V \text{ (Yarada)}$$

$$\Delta U_1 = 120V * 0,01 = 1,2V$$

$$\Delta U_2 = 120V * 0,03 = 3,6V \text{ (Villa de Leyva)}$$

Utilizando la ecuación 12 se determina la sección para cada tramo presente en los sistemas.

$$S_1 = 2 * \frac{16,34 * 5}{56 * 1,2} = 2,431 \text{ mm}^2 \text{ (Yarada)}$$

$$S_2 = 2 * \frac{14 * 15}{56 * 3,6} = 2,08 \text{ mm}^2 \text{ (Yarada)}$$



$$S_1 = 2 * \frac{8,09 * 5}{56 * 1,2} = 1,203 \text{ mm}^2 (\text{Yarada})$$

$$S_2 = 2 * \frac{14 * 15}{56 * 3,6} = 2,08 \text{ mm}^2 (\text{Yarada})$$

Las corrientes consignadas en la tabla 13 para el tramo uno corresponden a la intensidad máxima que circula por ese tramo, la corriente hallada para Yarada corresponde a la corriente de los dos ramales de los módulos en paralelo, en cambio para Olivanto como solo hay un ramal entonces la corriente es igual la corriente que produce un módulo. Para el tramo la corriente tomada, es la corriente máxima que hay en la salida del regulador, que para ambos casos es la misma.

	Tramo 1		Tramo 2	
	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto
Longitud (m)	5	5	15	15
Corriente (A)	16,34	8,09	14	14
Sección de cable cal. (mm ²)	2,431	1,203	2,08	2,08
Sección de cable sel. (mm ²)	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabla 13. Datos de longitud, intensidades, secciones de cable calculada y seleccionada

El conductor elegido es de tipo PV ZZ-F el cual cuenta con doble aislamiento y tiene la capacidad de transportar corriente continua de hasta una tensión de aislamiento de 1800 V, ofrecen gran resistencia térmica, resistencia climática (rayos UV, frio, humedad...), resistente al fuego. Según el estándar AWG las secciones normalizada son número 14 (2,5mm²) para todos los tramos evidenciado en la tabla 13. La hoja técnica se encuentra en el anexo 12.




















Tabla 1. Cables flexibles tipo PV ZZ-F					
Conductor: Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228					
Aislamiento: Goma libre de halógenos tipo EI6.					
Cubierta: Goma ignífuga tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.					
Embalaje: Disponible en rollos con film retractilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.					
Norma Nacional/ Europea: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034 / NFC 32-070 (C2)					
Norma Internacional: IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034					
Características:					
 Conductor flexible, clase 5/6	 Temperatura máxima del conductor: 120°C	 Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)	 Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior	 Marcaje: metro a metro	 No propagación de la llama
 Resistencia a los impactos: AG2. Impacto medio	 Instalación al aire libre: permanente	 Resistencia al agua: AD7 inmersión	 Resistencia a los ataques químicos: excelente	 Resistencia a las temperaturas ambientales extremas: excelente	 Vida útil 30 años.
 Resistente a los rayos ultravioletas	 Resistencia a grasas y aceites: excelente	 Resistencia a la abrasión	 Instalaciones solares fotovoltaicas	 Intemperie	

Ilustración 22: Características del conductor.

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
1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

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

Tabla 4. Tabla de conversión AWG - mm ²														
AWG	18	17	16	14	12	10	8	6	4	2	1	1/0	2/0	3/0
mm ²	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	50	55	70	95

Ilustración 23: Secciones de cable y tabla de conversión AWG

PROTECCIONES

Todas las instalaciones eléctricas deben contar con una serie de protecciones que garanticen su seguridad, a modo de proteger los elementos conectados, también para la protección de las personas que operen dicha instalaciones. En cuanto a las protecciones los dos principales elementos son el magnetotérmico (breaker) y el fusible, que sirven como disparo de protección ante cortocircuito y/o sobretensiones.



Los fusibles elegidos son de la marca DF Electric, para seleccionar el fusible adecuado se debe cumplir con la siguiente relación [30]:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 * I_{adm}$$

I_b = Intensidad de corriente que recorre la línea

I_n = Intensidad nominal del fusible asignado

I_{adm} = Intensidad máxima admisible del cable conductor

Tramo	I_b		I_n		$0.9 * I_{adm}$	
	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto
Panel Solar-Regulador	16,34 A	8,09 A	20 A	10A	29 A	29 A
Regulador-Bomba sumergible	14 A	14 A	15 A	15 ^a	29 A	29 A

Tabla 14. Resumen de Fusibles Escogidos

Este tipo de fusible proporciona una adecuada protección contra sobrecargas o cortocircuitos de acuerdo a la norma IEC 60269-2, la cual establece la corriente mínima de fusión de $1,35 * I_n$, de tal modo se interrumpa el paso de la corriente. Tiene un poder de corte 30 kA cumpliendo con que este factor sea mayor a la corriente de esperada en la línea, una tensión nominal (V_n) de 1000 V (CC) la cual debe cumplir que este valor sea mayor o igual a la tensión de operación de la línea (120 V), para más información se puede consultar el anexo 11.



Ilustración 24: Fusibles DF Electric

En la elección del magnetotérmico se debe tener en cuenta características tales como la tensión nominal, intensidad nominal, poder de corte, número de polos y el tipo de activación (Térmica, magnetotérmica, temporizada o protección diferencial).



El magnetotérmico debe cumplir la misma condición de intensidad nominal e intensidad de fusión, pero solo se tiene en cuenta para el tramo comprendido entre los paneles y el regulador.

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 * I_{adm}[30]$$

$$16,34 \leq 20 \leq 29 \text{ (Yarada)}$$


$$8,09 \leq 16 \leq 29 \text{ (Villa de Leyva)}$$

$$I_f = I_n * 1,35$$

$$I_f = 20 * 1,35 = 27 \text{ A (Yarada)}$$

$$I_f = 16 * 1,35 = 21,6 \text{ A (Villa de Leyva)}$$

Los magnetómetros elegidos son de la marca Schneider Electric, de dos polos, tensión nominal de 220 V para ambos casos, variando la intensidad nominal que en el caso de Yarada es de 20 A y para Olivanto 16 A. Tienen una capacidad de poder de corte 10 kA, otras características así como sus dimensiones se pueden observar en el anexo 10.





Tipo	A	Catálogo Nº
 1 polo protegido	10	QO110VSC6
	16	QO116VSC6
	20	QO120VSC6
	25	QO125VSC6
	32	QO132VSC6
	40	QO140VSC6
	50	QO150VSC6
	63	QO163VSC6
 2 polos protegidos	16	QO216VSC6
	20	QO220VSC6
	32	QO232VSC6
	40	QO240VSC6
	50	QO250VSC6
	63	QO263VSC6

Ilustración 25: Breakers Schneider Electric

Según la norma NTC 2050, sección 690, cada ramal debe tener un fusible de protección, además debe existir un medio de desconexión y protección entre los módulos fotovoltaicos y el regulador de carga. Los elementos usados deben tener



certificados para las condiciones de cortocircuitos, deben estar ubicados donde sean accesibles, estar rotulados de manera que indique posición de abierto o cerrado.

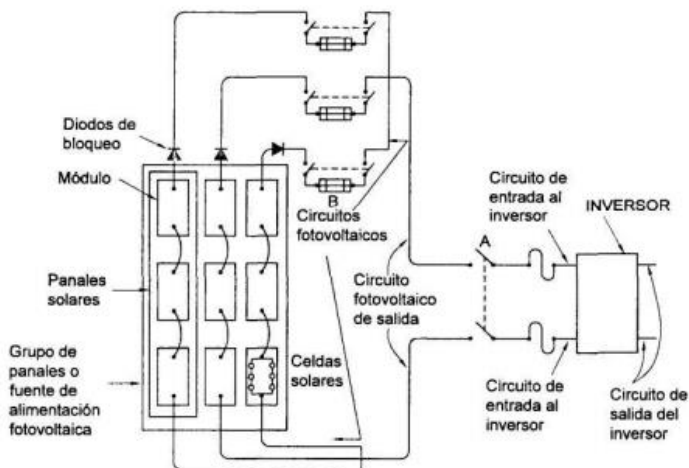


Ilustración 26: Sistema solar fotovoltaico según la norma NTC-2050.

CONTROLADOR DE CARGA

Este dispositivo es encargado de regular y controlar la corriente eléctrica proveniente de los paneles solares hacia la bomba de agua. Evita que se produzca sobre cargas y a la vez limita la tensión de alimentación de la bomba a unos valores adecuados para su funcionamiento. El regulador viene para trabajar en conjunto con la bomba, es fabricado por la empresa LORENTZ, de referencia PS 1800, tiene la posibilidad de conexión de baterías y cuenta con la fusión de desconexión por tensión insuficiente para proteger la batería contra descargas profundas, puede monitorizar la capacidad de la batería y regular su carga; mediante un sensor (flotador), controla el encendido y apagado de la bomba cuando el nivel de este, esté lleno.

Controlador PS 1800	
Potencia máxima	1,8 kW



Voltaje de entrada máximo	200 V
Voltaje óptimo	>102 V
Tensión nominal	96 V
Corriente de motor máximo	14 A
Eficiencia máxima	98%
Temperatura de trabajo	-30 °C a 50 °C
Protección	IP54

Tabla 15. Características técnicas del controlador.

Características como voltaje óptimo y corriente del motor son tenidas en cuenta para hacer el dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos con la intención de no sobrepasar la potencia máxima permitida por el regulador y a la vez cumpliendo con las exigencias básicas de operación. Otras características como dimensiones, precauciones, entre otras consideraciones encuentran consignadas en la ficha técnica anexo 8 y manual de instalación anexo 9.



Ilustración 27: Regulador PS1800

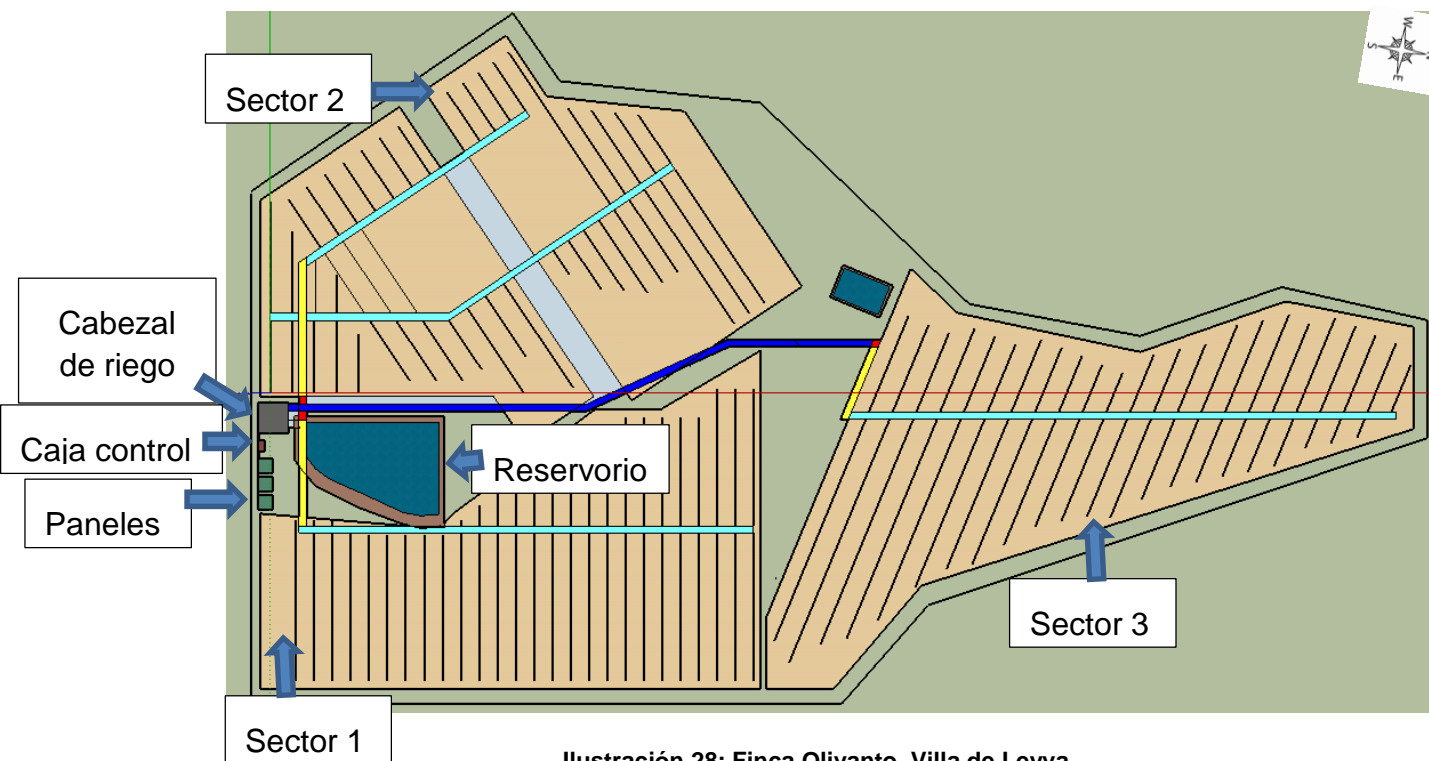


Ilustración 28: Finca Olivanto, Villa de Leyva

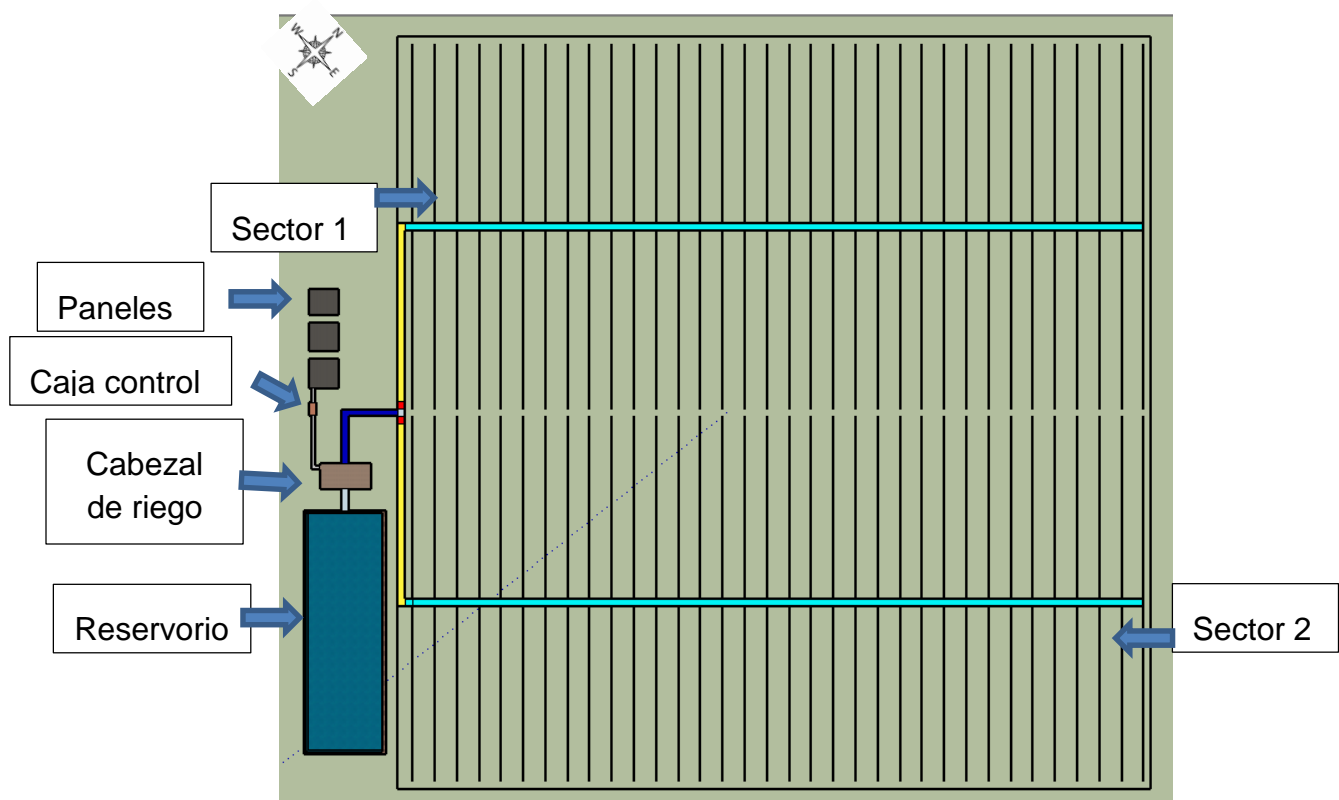


Ilustración 29: Finca en Tacna



En las ilustraciones 28 y 29 se muestra las ubicaciones que tienen los elementos básicos para los sistemas de riego. En cada caja de control se encuentran ubicados el controlador de la bomba y los elementos de protección para el circuito eléctrico. En el cabezal de riego se tiene el filtro de anillos así como el regulador de presión y la válvula principal de control. La bomba está ubicada en el reservorio en la parte central.

En cuanto a los diseños de los circuitos eléctricos, para el caso de Yarada se observa en la ilustración 30 la disposición de los paneles solares conectados en serie y paralelo para cumplir con el requerimiento de potencia, para luego ser conectados al controlador. En la ilustración 31 se observa la posición de los paneles solares conectados en serie y la conexión de estos al controlador en la finca de Olivanto. En los gráficos representativos de los controladores se muestran los diferentes pines de conexión para el arreglo de los paneles, sensores, batería y bomba, conectada en los pines L1, L2, L3. También se muestra la disposición de las protecciones para los circuitos.

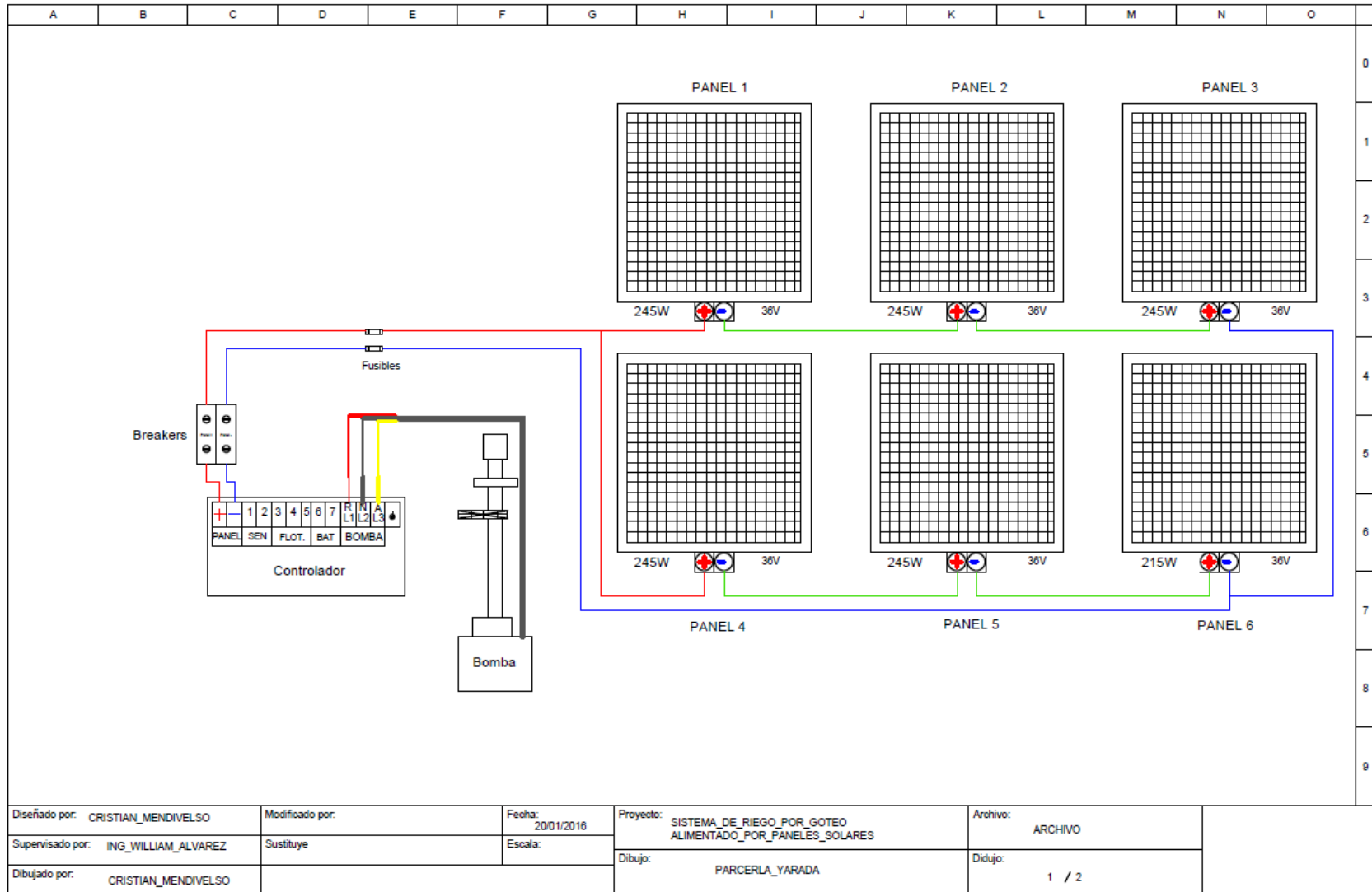


Ilustración 30. Diseño Fotovoltaico-Yarada

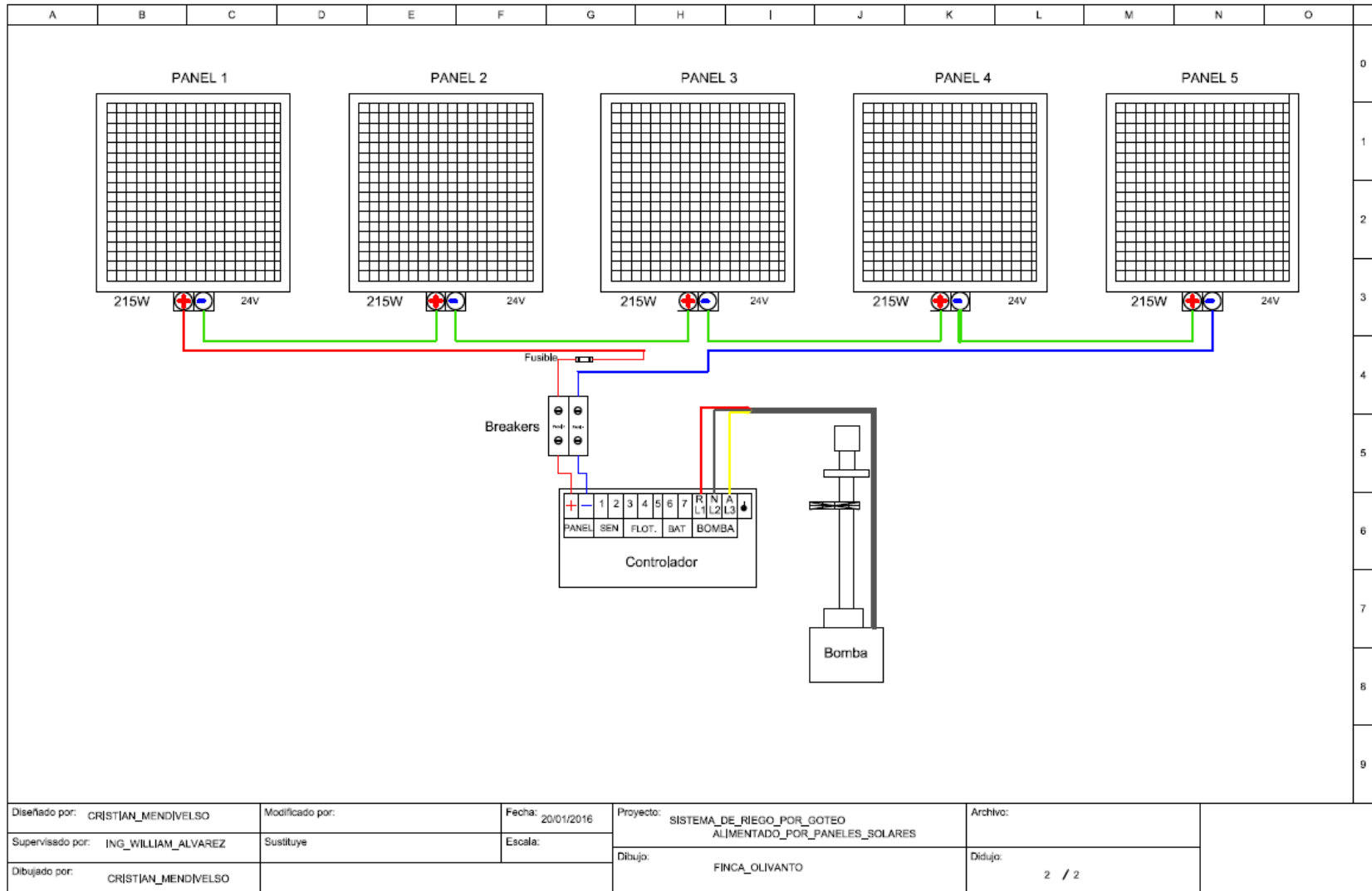


Ilustración 31. Diseño Fotovoltaico- Olivanto



CAPITULO 3: ESTUDIO DE VIABILIDAD

Con el fin de dar aprobación del proyecto planteado, se hizo un estudio de viabilidad donde se da a conocer aspectos técnicos, económicos, medio ambientales y sociales. Este estudio permite a los lectores e interesados conocer información del diseño de los sistemas propuestos además, dar una visión en una posible implementación.

En este capítulo contiene información que permite establecer la infraestructura básica para el desarrollo del proyecto en cada una de las zonas, así como cuantificar los montos de inversiones en cada caso y ser comparados con otro tipo de sistema de riego (generador alimentado con combustibles fósiles) lo que permite evaluar si conviene realizar la implementación y conocer el periodo de recuperación de la inversión. Dentro del análisis medio ambiental, son evaluados los posibles impactos negativos y positivos que genera el sistema en cada zona, de manera que se establezca una valoración de beneficios y posibles daños ambientales. Finalmente en el análisis social se tiene en cuenta el impacto que genera en las comunidades cercanas a los cultivos, evidenciando posibles cambios desprendidos por la difusión de las características del proyecto.

En las fases del diseño se da a conocer los aspectos técnicos para los dos cultivos, cumpliendo con los requerimientos del análisis técnico, dando solución a preguntas de dónde, cómo, cuánto y con qué se va a realizar el proyecto deseado, su funcionamiento y la operatividad propia de este, expuestos en los diseños de sistema de riego y sistema fotovoltaico.

ANALISIS ECONÓMICO

En la parte del análisis económico se determina cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para realizar el proyecto propuesto en cada zona, de modo que se efectuó una evaluación costo-beneficio del proyecto.

El uso de sistemas de riego alimentados con paneles solares se ha venido masificando, tanto en Colombia como en Perú, existiendo una variedad de empresas que venden elementos necesarios o que realizan estos proyectos, haciendo que exista una competitividad que beneficia al comprador mediante cotizaciones a fin de obtener mejores precios



Los precios consignados en la tabla 15 son precios actuales, en donde se detalla la cantidad, el valor unitario, valor total de los elementos y el total final para los dos casos.

Los precios dados fueron convertidos a dólares americanos para las dos situaciones.

Elemento	Unidad	Cantidad		Valor Unt		Valor Total	
		Perú	Col	Perú	Col	Perú	Col
Gotero	Unidad	4200	4500	0,2	0,18	840	810
Tubo PVC 2"	Tubos	5	28	11,5	15,06	57,5	421.68
Tubo PVC 1"	Tubos	16	17	8,58	8,58	137,28	145.86
Tuvo PE	Rollo de 100mts	72	40	21,78	22,20	1568,16	888
Válvula principal	Unidad	1	1	5,34	5,33	5,34	5,33
Válvulas sectores	Unidad	2	3	1,79	1,78	3,58	5,34
Válvula regulador de presión	Unidad	1	1	103,56	103,58	103,56	103,58
Filtro de anillos	Unidad	1	1	58,08	59,19	58,08	59,19
Bomba-Controlador	Unidad	1	1	2613,79	2.663,50	2613,79	2.663,50
Paneles	Unidad	6	5	290	340,34	1.740	1.701,7
Cable	Metros	75	70	1,05	1,04	78,75	72.8
Fusibles	Unidad	2	1	0,5	0,5	1	0,5
Brakers	Unidad	1	1	13,5	13,32	13,5	13,32
Gastos G.	%	5	5			367	362
TOTAL						7.587,67 USD	7.302,8 USD

Tabla 16. Costos Del Proyecto



Observando la tabla 16 aparecen detallados los elementos principales de la instalación para ambos casos. Otros accesorios como son tornillos, soportes, cajas, codos y demás, no aparecen reflejados debido a que no son tan significativos pero deben ser tenidos en cuenta en el valor final, considerándose un 5%. En cuanto a los precios de un país a otro son similares dado a la tasa de cambio (1000 pesos colombianos equivale a 1,03 nuevos soles).

Fuente de energía	Gasolina	Fotovoltaica
Eficiencia	30%	100%
Energía necesaria	1.4Kwh	1.4Kwh
Combustible consumido	1.1 L	-
Coste por unidad	0,62 USD/L	0 USD
Costo combustible diario	3,72 USD	0 USD
Costo combustible mensual	111,6 USD	0 USD
Costo combustible Anual	1339,1 USD	0 USD
Coste en 5 años		
Costo	6696 USD	0 USD
Mantenimiento de motor	100 USD	0 USD
Coste Inicial	5000 USD	7.302,8 USD
COSTOS TOTAL	11.796 USD	7.302,8 USD

Tabla 17. Comparación de costos energéticos en Colombia

En el análisis financiero se hizo la comparación de costos energéticos entre dos fuentes de energía (Gasolina y Fotovoltaica) como se observa en la tabla 17, de manera que al analizar el costo que tiene cada tecnología en 5 años, la solución solar es significativamente más rentable que la alternativa que usa gasolina; notándose actualmente el aumento significativo del costo de la misma y que con el transcurrir del tiempo va a ser inevitable el alza. También se puede observar que la



energía fotovoltaica no genera gastos en combustibles, hace aprovechamiento de un recurso inagotable y gratis como lo es la radiación solar. En cuanto a mantenimiento, el sistema fotovoltaico no requiere que este sea dispendioso, pero demanda una limpieza de los paneles solares de manera preventiva para eliminar suciedades que reduzcan la eficiencia de estos, además se debe verificar que no haya terminales flojos ni roto, así mismo que la estructura este en buenas condiciones; de manera que el costo por mantenimiento sea bajo; la bomba se ha diseñado con la menor cantidad de piezas móviles, lo cual elimina el mantenimiento y a larga su vida útil.

ANALISIS MEDIOAMBIENTAL

Como parte del trabajo se examina el impacto medioambiental que causa la implementación en los sectores mencionados. La población a nivel mundial es consciente de los daños ambientales que causa el uso de energías fósiles, aunque últimamente se ha empezado a escuchar de nuevas formas de generación de energía amigables con el medio ambiente, rentables al bolsillo, lo que hace que las poblaciones estén con oídos abiertos y atentos a experimentar nuevas formas de suplir sus necesidades.

Los sistemas de riego por goteo alimentados por medio de paneles solares son una manera de utilizar el recurso hídrico de una forma más productiva y con el menor desperdicio posible, no hay costos en combustibles, tiene un bajo mantenimiento y la vida útil es larga (20 años), se reduce la emisión de gases efecto invernadero y se hace un menor gasto de agua.

Como consecuencia el uso de la energía solar proporciona al medioambiente beneficios, mediante la disminución de emisiones de gases contaminantes (Dióxido carbono, dióxidos azufre, entre otros) contribuyendo al autoabastecimiento energético. Esta tecnología es silenciosa, no produce contaminación; en cuanto a su fabricación, las celdas son de silicio elemento que se obtiene de la arena, abundante en la naturaleza. En el sistema de riego por goteo se hace un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, se evita pérdidas por evaporación superficial, el costo energético es menor comparado con el riego por aspersión, se evita menor crecimiento de malezas y mejora la productividad del cultivo.



ANALISIS SOCIAL

En las áreas geográficas donde se ubica los sistemas de riego, no se ven afectas las comunidades de las dos regiones a causa de ruidos o emisiones contaminantes ya que la tecnología utilizada es limpia y eficiente al medio ambiente, aportando colectivamente a la humanidad y la agricultura

Con el uso de la energía fotovoltaica en la agricultura se busca que las comunidades muestran interés con el papel de fundamentar el desarrollo sustentable en cada región, mostrándoles los beneficios en cuanto desarrollo tecnológico, optimización de recursos, beneficios económicos a medio y largo plazo y finalmente el mejoramiento de la calidad de vida. El uso de la energía solar protege el medio ambiente y no tiene impacto en la salud humana.



CONCLUSIONES

- En los diseños de los sistemas de riego, se tuvo en cuenta las partes más altas de modo que se pudiese alcanzar mayores distancias en las redes de tuberías.
- En cuanto la ubicación de los cabezales de riego, paneles solares, controladores y protecciones quedaron cerca de los reservorios de agua a modo de reducir costos en cuanto a cableado y distribución de tubería.
- Como dispositivos de control, se ubicó una válvula encargada del paso de agua para cada sector y una válvula principal para interrumpir el agua en ambos casos.
- Los goteros utilizados en las dos fincas son de 4 L/h autocompensantes, de manera que se tenga una presión homogénea en todo el cultivo y llegue la cantidad de agua necesaria a cada planta. La tubería inicia con tubo de 2" y se va reduciendo a medida que el caudal se divide en los sectores hasta llegar a una tubería de un diámetro de 16 mm.
- Se evidencia que en Olivanto a pesar de que su área es menor con respecto a Yarada, se tiene mayor cantidad de plantaciones debido al espaciamiento entre los árboles.
- Se debe tener en cuenta la topografía del lugar, el tipo de suelo y los criterios básicos para el riego, puesto que influyen en el dimensionamiento del sistema de fotovoltaico, traduciéndose en un mayor o menor uso de paneles.
- Para Yarada el sistema solar cuenta con 6 paneles FV de marca Canadian con una potencia pico de 245 W y Olivanto cuenta con 5 paneles FV de marca Kyocera con una potencia pico de 215 W.
- La energía que requiere la bomba en el peor de los casos es 3,101 Kw/día en Yarada y 3,154 Kw/día en Villa de Leyva. Con el arreglo de los paneles se obtienen unas potencias instaladas de 5,292 Kw/día para Yarada y 5,052 Kw día para Villa de Leyva, en los meses donde hay menos radiación.
- En los cultivos de olivo, las necesidades determinadas son 14,7 m³/h para Yarada y 14,954 m³/h, por lo que la bomba escogida tiene que proporcionar un caudal mayor al hallado.



- En la escogencia de la bomba fue importante tener en cuenta la necesidad de riego a suplir por hora, en el mes o los meses más desfavorables (Caudal) y la altura máxima de bombeo que tiene que vencer la bomba (8 m), la bomba que se determino tiene un caudal máximo de 26 m³/h y altura 16 m, de referencia PS 1800 C-SJ17-2 fabricada por la empresa LORENTZ, óptima para cumplir los requerimientos en cada cultivo.
- El consumo energético es mayor en Olivanto debido al número de árboles, pero a consecuencia de la baja radiación presente en Yarada, es necesario la implementación de un número mayor de paneles solares para cumplir con las necesidades de suministro de energía en el cultivo.
- Las características más importante a la hora del estudio de las necesidades de agua para el cultivo son la evotranspiración y la precipitación con lo cual se puede conocer la necesidad de riego. La evotranspiración es mayor en Yarada, Perú con un promedio anual de 109 mm comparado con la que se presenta en Olivanto, Colombia de 100,25 mm.
- Dado a que las precipitaciones son más constantes en todos los meses del año en Olivanto, las necesidades de agua a suplir son menores que en Yarada, ya que en esta región se evidencia una carencia de lluvias en varios meses del año.
- El uso de riego por goteo utilizando bomba, mejora el rendimiento del sistema manteniendo una presión y un caudal constante en todas las redes de tubería, de manera que el riego es uniforme en todos los sectores comparado con sistema de riego utilizando la gravedad.
- Es viable la implementación del proyecto en las zonas propuestas, ya que se obtiene un retorno de la inversión inicial en menos de 5 años comparado con un sistema que utilice gasolina, no genera costos en mantenimiento y en combustibles y tiene una vida útil mayor a 20 años garantizada en las hojas técnicas de los fabricantes.
- Los sistemas no generan efectos negativos ambientales ni sociales, en cambio muestra a las comunidades uno de los usos de la energía fotovoltaica, permitiendo que los agricultores se animen a utilizar energías alternativas en sus cultivos sabiendo que tienen un recurso energético inagotable.



- El estudio de proyectos con energías renovables obtiene un gran interés positivo en las comunidades y en las organizaciones, debido a las soluciones sustentables e innovadoras que trae.



BIBLIOGRAFIA

- [1] Edenhofer Ottmar, Pichs-Madruga Ramón, Sokona Youba (2011). FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO. IPPC
- [2] Santos Ansón Fernández (2013). Instalación Eólico-Fotovoltaico Para Suministro Eléctrico A Un Sistema De riego Por Goteo Para Uso Agrícola. Cartagena.
- [3] Mendoza Alirio Edmundo (2013). Riego Por Goteo. Salvador
- [4] Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Investigación pura, investigación aplicada, investigación profesional. [Fecha de consulta: 2 Octubre 2015]. Recuperado de:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/100104_EXE/leccin_5_investigacin_pura_investigacin_aplicada_investigacin_profesional.html
- [5] Dankhe, (1986). Definición del alcance de la investigación a realizar: Exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. Recuperado de:
http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/23075/mod_resource/content/0/Cap%204_Alncance_Sampieri.pdf
- [6] Sergio Zapata. (16 Mayo 2013). Como redactor la metodología o diseño metodológico. [Fecha de consulta: 14 Octubre 2015]. Recuperado de:
<http://seminariomonografico.blogspot.com.co/2013/05/como-redactar-la-metodologia-o-diseno.html>
- [7] Madé Serrano, Nicolás (2006) Metodología de la investigación. Editora Mac Graw Hill. México. P. 69
- [8] Ottmar Edenhofer, Ramon Pichs-Madruga, Youba Sokona (2011). Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. IPPC
- [9] Carlos Gay Garcia (2013). Cambio climático, eventos extremos y adaptación. UNAM.
- [10] Instituto Tecnológico de Canarias (2008).Energías Renovables y Eficiencia Energética. Canarias
- [11] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá: UPME - IDEAM. 2005.
- [12] Roberto Tamayo Pereyra. Potencial de las Energías Renovables en el Perú. Minem. 2011.



- [13] Componentes de una instalación solar fotovoltaica.
<http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- [14] Esteban Rodríguez. EL OLIVO. Colombia, 1963.
- [15] Barroco, D. Fernández, R. El cultivo del olivo. Sexta Edición. Ediciones Mundi-Piensa Madrid. 2008.
- [16] Condiciones Agroclimáticas del cultivo del olivo. Enero 1970 de:
http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones_agroclimaticas_olivo_0.pdf
- [17] Fabio Salas Portugal. Tacna: Producción y exportación de aceituna, orégano y cebolla. Tacna, Perú. 2013.
- [18] José I. Vega. LOS ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA NEGOCIOS. Puerto rico. 2006.
- [19] Sanz Requena, José Francisco. Fundamentos de energía solar fotovoltaica para los grados de titulaciones científico- técnicas. España: Universidad Europea Miguel Cervantes. 2009
- [20] Gasquet Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica. Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. México. 2004
- [21] Juvenal Medina, Yamina Himeur, José Romero, Carlos Zuñiga, Luis Alvarado. Manual de operación y mantenimiento de un sistema de riego por goteo. Arequipa, 2005.
- [22] Sistema Nacional de Información Ambiental.
<http://sinia.minam.gob.pe/senamhi/>
- [23] Diseño pasó a paso de un sistema de riego por goteo en una parcela real.
<http://blog.agrologica.es/disenio-paso-a-paso-de-un-sistema-de-riego-por-goteo-en-una-parcela-real/>
- [24] Diagnostico agrario. Dirección Regional Agraria Tacna. 2004
- [25] Manual de Riego para Agricultores. Módulo 4. Riego localizado.
http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf
- [26] www.google.es/maps/
- [27]<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets@nrcan.gc.ca>



[28] Alberto Campos Soto. Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para una estación de bombeo. Madrid, España. 2012

[29] Lluís Prat Viñas. Dimensionamiento de sistemas fotovoltaico. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España

[30] Santos Ansón Fernández. Instalación Eólico-fotovoltaico para suministro eléctrico a un sistema de riego por goteo para uso agrícola. Cartagena, Colombia. 2013

[31] Norma Técnica Colombiana 2050. 1998



ANEXOS

ANEXO N°1 (Tablas de evotranspiración Perú)

Tabla 6: Evapotranspiración referencial mensual promedio de las estaciones seleccionadas

Nombre estación	Cod	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
A. Weberbauer	304	3.3	3.2	3.1	2.9	2.9	2.8	3.1	3.3	3.3	3.4	3.6	3.4
Alcantarilla	501	4.3	4.4	4.2	3.8	2.9	2.2	2.1	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0
Aplao	833	5.1	5.3	4.9	4.4	3.5	2.7	3.0	3.5	4.1	4.6	5.2	5.4
Ayabaca	237	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.8	3.2	3.4	3.3	3.1	3.1	2.8
Bagua Chica	253	4.0	3.9	3.9	3.6	3.5	3.2	3.7	4.1	4.5	4.6	4.6	4.3
Bambamarca	362	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.8	3.1	3.2	3.3	3.3	3.1
Cajabamba	373	3.4	3.1	3.2	3.0	3.2	3.2	3.6	3.9	3.9	3.8	3.8	3.5
Calana	807	4.4	4.5	4.2	3.5	2.9	2.5	2.5	2.8	3.4	4.0	4.4	4.5
Camaná	832	3.7	4.4	4.5	3.8	3.1	2.5	2.4	2.4	3.0	3.4	3.9	4.0
Cañete	616	3.9	4.1	4.0	3.5	2.5	1.8	1.7	1.8	2.2	2.7	3.1	3.6
Cayalti	320	4.4	4.5	4.5	4.2	3.8	3.4	3.2	3.4	3.9	4.2	4.3	4.4
Chivay	758	3.4	3.4	3.3	3.1	3.0	2.7	2.8	3.2	3.8	4.2	4.4	4.0
Chulucanas	255	4.3	3.9	4.1	4.0	3.7	3.4	3.5	4.0	4.6	4.8	4.8	4.5
Chuquibambilla	764	3.1	3.2	3.0	2.9	2.8	2.6	2.7	3.1	3.5	3.8	3.8	3.5
El Porvenir	310	4.1	3.9	3.7	3.3	3.3	3.3	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.3
Ferreñafe	331	4.8	4.7	4.7	4.3	3.9	3.4	3.3	3.6	4.0	4.4	4.6	4.7
Genaro Herrera	281	3.8	3.7	3.6	3.4	3.2	3.1	3.4	3.7	4.0	4.0	3.9	3.7
Granja Kcayra	607	3.1	3.2	3.0	2.9	2.7	2.5	2.7	3.2	3.5	3.8	3.7	3.4
Hacienda Bernales	650	4.3	4.5	4.4	3.9	3.3	2.5	2.4	2.8	3.4	3.8	4.2	4.3
Huambos	343	3.1	2.9	2.9	2.7	2.7	2.6	2.8	3.2	3.4	3.6	3.8	3.5
Huancabamba	239	2.8	2.7	2.7	2.7	2.4	2.3	2.5	2.8	3.0	3.0	3.1	2.9
Huancané	786	3.2	3.3	3.1	3.0	2.9	2.5	2.6	3.1	3.6	3.8	3.9	3.6
Huánuco	404	4.0	3.9	3.8	3.9	4.0	3.8	4.0	4.3	4.4	4.6	4.4	4.3
Huarmaca	248	2.4	2.2	2.4	2.3	2.6	3.3	4.1	4.2	3.7	3.3	3.1	2.7
Huayao	635	3.3	3.3	3.0	3.0	2.8	2.6	2.8	3.2	3.5	3.7	3.8	3.7
Jaén	252	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	2.8	3.1	3.5	3.8	3.9	4.0	3.7
Jayanca	333	4.6	4.6	4.6	4.3	3.8	3.4	3.3	3.7	4.4	4.6	4.7	4.5
Juli	880	3.4	3.4	3.1	3.0	2.8	2.5	2.5	2.9	3.4	3.7	3.9	3.7
La Esperanza	230	4.9	5.0	5.0	4.9	4.4	3.8	3.7	4.0	4.3	4.5	4.7	4.8
La Joya	804	4.6	4.6	4.3	4.0	3.4	3.2	3.3	3.9	4.4	5.0	5.3	5.0
La Pampilla	839	4.6	4.5	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.8	5.4	5.8	6.0	5.2
Lambayeque	301	4.7	4.9	4.8	4.5	3.9	3.3	3.2	3.3	3.9	4.2	4.3	4.5
Lampa	779	3.5	3.4	3.2	3.2	2.9	2.6	2.8	3.3	3.7	4.0	4.1	3.8
Laredo	410	4.1	4.2	4.0	3.8	3.2	2.8	2.7	2.7	3.0	3.4	3.8	3.7
Locumba	853	4.9	5.2	4.9	4.2	3.4	2.8	2.8	3.3	4.0	4.7	5.0	5.0
Lomas de Lachay	534	3.5	4.1	3.9	3.3	2.2	1.7	1.5	1.5	1.7	2.2	2.6	3.0
Mallares	208	4.6	4.6	4.6	4.3	3.9	3.4	3.5	3.9	4.4	4.6	4.6	4.6
Miraflores	207	5.4	5.2	5.3	5.1	4.5	4.0	3.9	4.4	5.0	5.2	5.2	5.4
Moquegua	806	4.2	4.2	4.3	4.4	4.1	3.9	4.0	4.3	4.6	4.9	4.9	4.6
Morropón	235	4.3	4.2	4.2	3.8	3.6	3.5	3.7	4.2	4.7	4.9	4.8	4.5
Motupe	334	4.9	4.6	4.4	4.2	4.1	3.7	3.7	4.0	4.6	5.0	5.0	4.9
Olmos	236	4.2	3.7	4.1	3.8	3.8	3.5	3.7	4.1	4.7	4.9	5.0	4.5
Pacarán	638	4.0	4.2	4.2	4.0	3.5	3.0	3.0	3.4	4.0	4.5	4.5	4.3
Pampa Blanca	837	4.6	4.9	4.3	3.5	2.8	2.3	2.3	2.4	2.7	3.4	4.0	4.4
Pampa de Majes	805	4.8	4.7	4.6	4.4	4.2	4.1	4.3	4.8	5.1	5.5	5.5	5.3
Pampa De Villacuri	637	5.0	5.3	5.4	4.8	3.8	3.0	3.0	3.5	4.3	4.9	5.2	5.0
Papayal	134	3.9	3.7	4.0	3.7	3.4	3.0	3.0	3.2	3.4	3.3	3.5	3.7
Paramonga	528	4.0	4.2	4.0	3.4	2.6	2.1	2.0	2.0	2.3	2.8	3.3	3.7
Picoy	542	2.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	3.1	3.3	3.3	3.3	3.1
Puno	708	4.3	4.3	4.1	3.9	3.5	3.2	3.3	3.8	4.4	4.9	5.1	4.8
Recuay	441	3.0	2.9	2.8	3.0	2.7	2.6	2.7	3.0	3.0	3.3	3.4	3.2



3.1.1.3. PROMEDIOS HISTÓRICOS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS SEGÚN ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Estaciones		Parámetros Meteorológicos																
N°	Descripción	Categoría	Promedios Históricos	Precipitación promedio anual (mm)	Precipitación total Mensual(mm)	Temperatura Media Mensual °C	Temperatura Máxima Media Mensual °C	Temperatura Mínima Media Mensual °C	Humedad Relativa Mensual(%)	Evaporación total Mensual(mm)	Presión atmosférica (mb)	Velocidad de Vientos (millas pb)	Dirección y Velocidad de Vientos(m/s)	Energía Solar Incidente KW h/m ²	Heliofanía Media Mensual(hr)	Nubosidad en Octavas		
1	Callejones	PLU	Prom.	15,60	1,36	24,50	24,50	10,40	84,30					5,75				
			Máx.	61,60	5,13	24,90	24,90	12,90	133,30						7,50			
			Mín.	0,00	0,00	24,20	24,20	8,20	63,30						4,00			
2	Palca	PLU	Prom.	56,00	6,52									5,75				
			Máx.	155,50	40,77										7,50			
			Mín.	0,00	0,00										4,00			
3	Toqueña	PLU	Prom.	159,00	13,50									5,75				
			Máx.	718,30	322,60										7,50			
			Mín.	1,10	0,00										4,00			
4	Lluta	PLU	Prom.	39,10	3,70									5,75				
			Máx.	70,20	25,10										7,50			
			Mín.	20,10	0,00										4,00			
5	Magollo	PLU	Prom.	11,50	0,98	24,99	24,99	15,59	78,42	167,10				5,75				
			Máx.	60,10	45,10	25,90	25,90	16,90	81,90	209,30					7,50			
			Mín.	0,00	0,00	19,40	19,40	11,30	67,00	48,20					4,00			
6	Calana	CP	Prom.	20,60	1,73	11,9			76,60	3,00	925,70	1,00		5,75	7,80			
			Máx.	155,20	12,93	21,2			92,00	5,40	1019,10	2,40			7,50	10,10		
			Mín.	0,00	0,00	0,0			62,00	1,10	0,00	0,20			4,00	3,60		
7	Yarada	CP	Prom.	2,00	0,30	19,5	23,30		74,20	96,40				5,75	5,50			
			Máx.	20,70	3,40	22,2	29,60		90,00	194,00					7,50	8,70		
			Mín.	0,00	0,00	17,0	18,60		65,00	27,00					4,00	1,70		
8	Jorge Basadre	MAP	Prom.	28,90	2,70	19,3	14,70		74,00	90,10	952,80			5,75	7,30			
			Máx.	80,80	6,70	22,0	16,90		77,50	130,60					7,50	8,00		
			Mín.	8,40	0,70	18,0	13,40		67,00	66,40					4,00	6,10		
9	Ilabaya	PLU	Prom.	11,90	1,00	25,80	25,80		70,60					5,75				
			Máx.	47,40	24,50	26,10	26,10		13,20	71,20					7,50			
			Mín.	0,00	0,00	25,50	25,50		12,10	70,10					4,00			
10	Quebrada Honda	CO	Prom.	251,40	22,10	11,0	15,30	-2,00	50,60	123,20				5,75				
			Máx.	493,60	237,00	19,1	20,00	5,00	71,60	285,20					7,50			
			Mín.	23,30	0,00	9,30	9,30	-7,00	28,50	37,60					4,00			
11	Mirave	CO	Prom.	17,50	1,50	16,80			7,10					5,75				
			Máx.	70,50	70,50	21,30	14,80								7,50			
			Mín.	0,00	0,00	12,40	1,20								4,00			
12	Candamave	CO	Prom.	170,50	14,30	9,60	26,28	3,50	53,70	88,40				5,75	12,03			
			Máx.	365,60	225,10	13,00	32,00	7,40	84,00	237,70					7,50	16,00		
			Mín.	17,20	0,00	6,00	19,40	-2,10	25,00	0,00					4,00	7,30		



3.1.1.3. PROMEDIOS HISTÓRICOS DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS SEGÚN ESTACIONES METEOROLÓGICAS																
Estaciones		Parámetros Meteorológicos														
N°	Descripción	Categoría	Promedios Históricos	Precipitación promedio anual (mm)	Precipitación total Mensual (mm)	Temperatura Media Mensual °C	Temperatura Máxima Media Mensual °C	Temperatura Mínima Media Mensual °C	Humedad Relativa Mensual (%)	Evaporación total Mensual (mm)	Presión atmosférica (mb)	Velocidad de Vientos (millas ph)	Dirección y Velocidad de Vientos (m/s)	Energía Solar Incidente KW h/m ²	Heliofanía Media Mensual (hr)	Nubosidad en Octavas
13	Suches	CO	Prom. Máx. Mín.	365,30 877,60 0,00	32,20 491,00 0,00	10,50 18,20 2,00	13,40 18,60 8,90	-7,40 1,70 -20,00	64,70 92,40 33,00	140,40 295,0 37,0		6,20 7,80 4,40		5,75 7,50 4,00		
14	Curibaya	PLU	Prom. Máx. Mín.	34,00 84,03 0,00	3,17 70,50 0,00									5,75 7,50 4,00		
15	Artocota	CO	Prom. Máx. Mín.	112,20 201,20 8,50	10,50 129,70 0,00					159,90 236,00 42,00				5,75 7,50 4,00		
16	Camilaca	PLU	Prom. Máx. Mín.	105,50 189,60 8,40	8,90 108,10 0,00									5,75 7,5 4,00		
17	Vilacota	CO	Prom. Máx. Mín.	429,60 1.070,70 0,00	36,50 128,30 0,00		13,50 15,60 10,90	-7,10 -6,90 -7,40		115,50 193,00 70,60				5,75 7,50 4,00		
18	Chuapalca	CO	Prom. Máx. Mín.	357,60 757,00 51,60	31,60 285,80 0,00		16,70 19,50 12,00	-9,00 -8,10 -9,80		127,10 212,80 57,00				5,75 7,50 4,00		
19	Locumba	CO	Prom. Máx. Mín.	2,00 12,70 0,00	0,43 10,20 0,00	19,20 26,60 12,70	26,28 32,00 19,40	12,40 20,10 3,40	72,20 89,00 60,00	132,60 152,00 27,20				5,75 7,50 4,00		
20	Sama	CO	Prom. Máx. Mín.	40,20 268,10 0,00	3,40 22,30 0,00	19,00 32,80 13,20	24,90 30,10 18,40	13,10 19,90 0,00	74,30 85,80 0,00	77,90 154,50 22,00		1,10 3,00 0,00		5,75 7,50 4,00	4,50 8,00 1,00	
21	Tarata	CO	Prom. Máx. Mín.	175,90 434,00 0,00	14,70 236,10 0,00		21,70 78,00 17,00	5,30 9,70 -0,60	42,40 75,90 0,00	139,90 266,10 27,20			2,10 5,00 1,00	5,75 7,50 4,00		
22	Tacalaya	CO	Prom. Máx. Mín.	427,90 736,40 67,80	37,50 291,70 0,00	10,20 15,00 5,10	14,93 20,82 10,43	-4,80 4,20 -18,40	55,90 89,30 25,90	124,00 335,70 51,80				5,75 7,50 4,00		
23	Ite	PLU	Prom. Máx. Mín.	14,50 85,10 0,00	1,30 41,90 0,00									5,75 7,50 4,00		
24	Caurani	PLU	Prom. Máx. Mín.	110,80 246,70 8,40	9,30 152,90 0,00									5,75 7,50 4,00		



ANEXO 2 (Tabla y mapas de evotranspiración en Colombia)

EVAPOTRANSPIRACIÓN

VILLA CARMEN

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evaporación	125,1	115,2	129,5	114,5	115,7	105,6	115,2	114,5	115,6	113,7	105,1	113,7

Evaporación Anual: 1383,4

SACHICA

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evaporación	110,4	102,9	112,8	102,1	93,7	81,3	91,7	87,6	92,7	88,1	82,4	104,3

Evaporación Anual: 1150,0 1150

SANTA SOFIA

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evaporación	130,1	114,7	124,4	108,0	104,0	116,6	124,1	131,9	126,1	119,6	96,9	108,6

Evapotranspiración Anual: 1405

UPTC - TUNJA

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evaporación	123,0	115,9	122,3	98,7	88,7	78,4	86,1	90,5	97,3	98,9	94,1	109,1

Evapotranspiración Anual: 1203

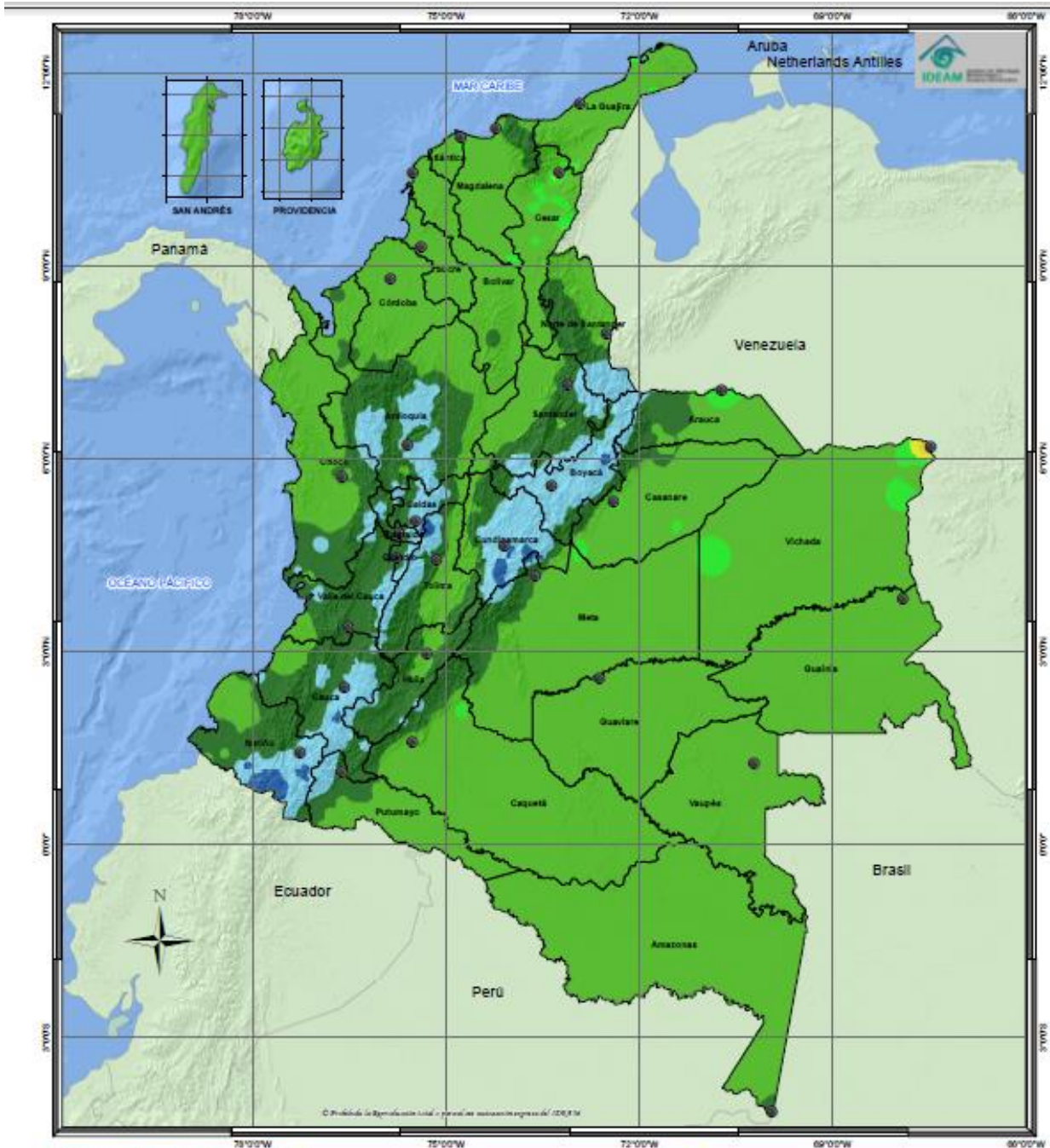
VILLA DE LEYVA

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tm	16,8	17,1	17,3	17,4	17,3	17,2	16,9	16,9	17	16,7	16,6	16,5
i	6,28	6,43	6,55	6,61	6,55	6,49	6,32	6,32	6,38	6,21	6,15	6,10
l	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36	6,36
a	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Evaporación	46,2	46,7	47,0	47,1	47,0	46,8	46,3	46,3	46,5	46,0	45,8	45,7

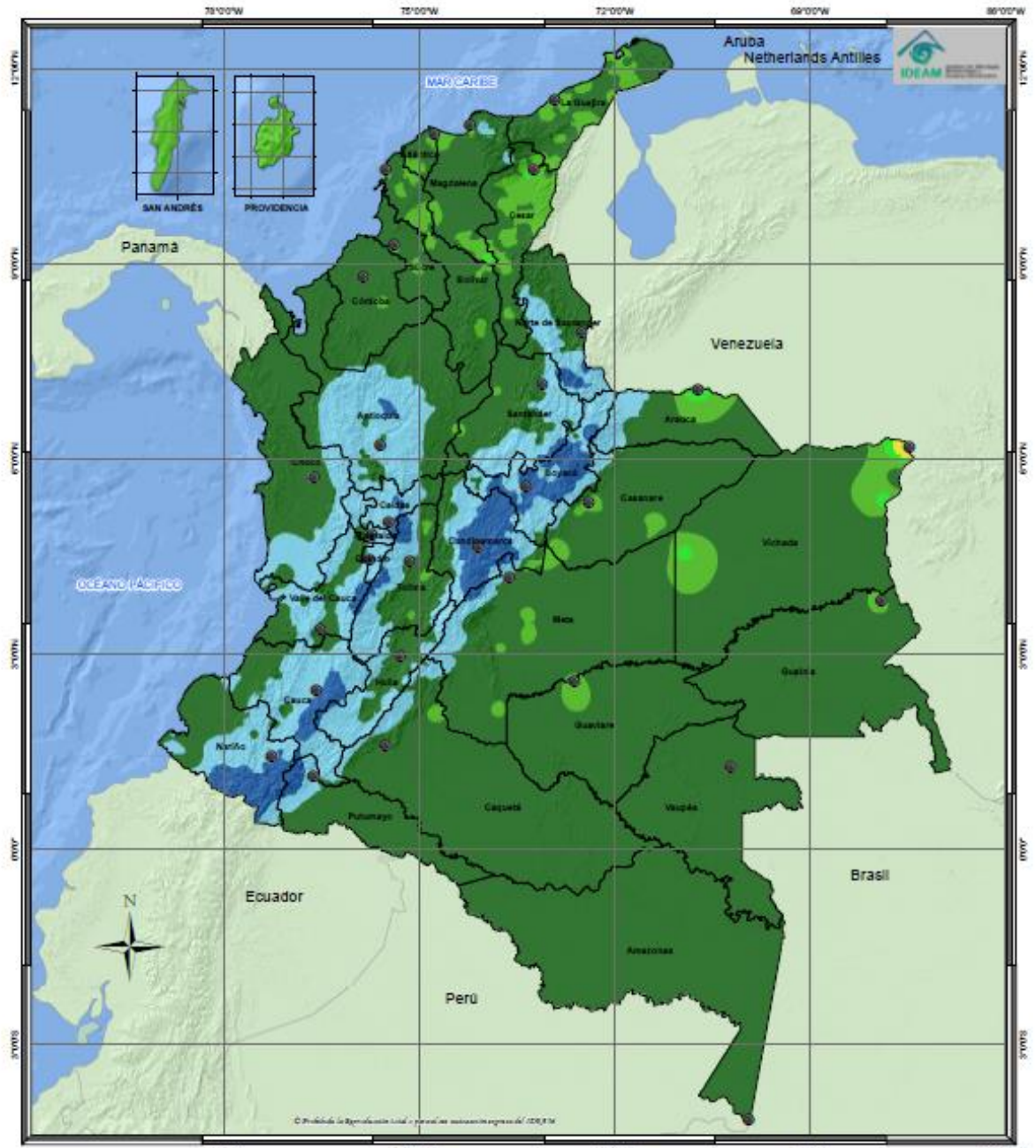
76,37i = Índice de calor mensual I = Índice de calor anual Evapotranspiración potencial anual 557,4

Evapotranspiración real anual 203,7 16,975

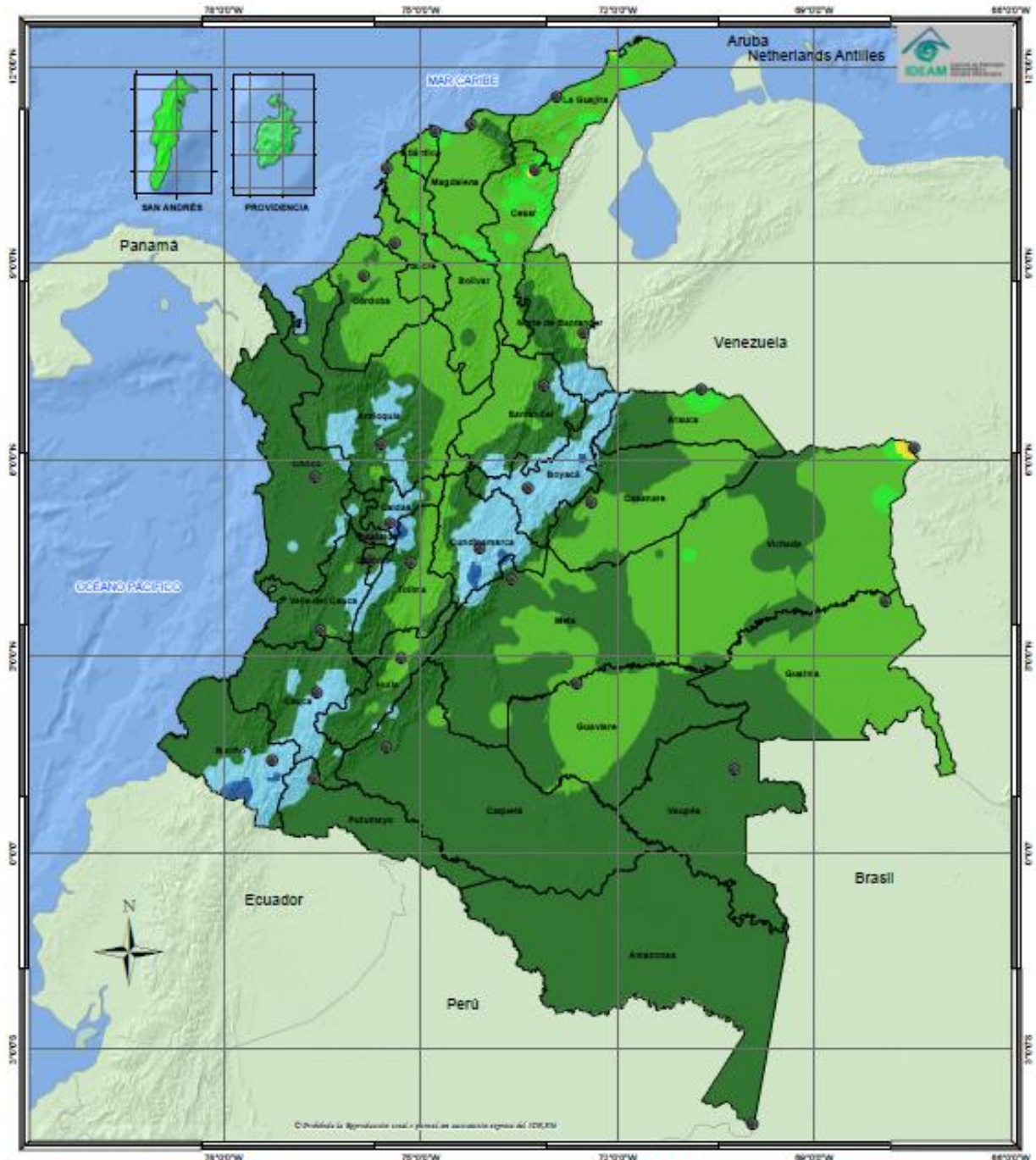
af = 76,37 6,2705215



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1981 - 2010 ENERO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Corchero de Gauss</p> <p>DATUM: SAD69 - BRGAS</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 38' 48.00" Lat Norte 77° 32' 34.00" Long Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000.000 metros Norte 1000.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM Cartografía: Mónica OSAC</p> <p>Elaborado Por: William Casanova Pineda Herrera (Ing. Hidrologista)</p> <p><small>© Propiedad de Administración, todos los derechos reservados. IDEAM 2014</small></p>
--	--	---	--



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERÍODO 1981 - 2016 FEBRERO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Sistema de Gauss</p> <p>SISTEMA: UTM</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 50' 45.200" Lat Norte 77° 34' 30.000" Long Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte 1000000 metros Oeste</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Proyecto: Grupo de Climatología y Agroclimatología Barranquilla de Meteorología - IDEAM Cartografía: IDEAM</p> <p>Elaborado por: Wilmar Leonardo Parra Herrera (ing. Ambiental)</p> <p>© Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización expresa del IDEAM</p>
---	--	---	---




**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA
 Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM**

**DISTRIBUCIÓN DE LA
 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
 MEDIA DIARIA MENSUAL (mm)
 PERIODO 1981 - 2010
 MARZO**

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 2014

Leyenda (mm)

50 - 80 mm
80 - 100 mm
100 - 120 mm
120 - 140 mm
140 - 160 mm
160 - 180 mm
180 - 200 mm

- Convenciones**
- Ciudades Principales
- Límites**
- ~ Límite Departamental
 - ~ Límite Internacional
 - ~ Límite Marítimo

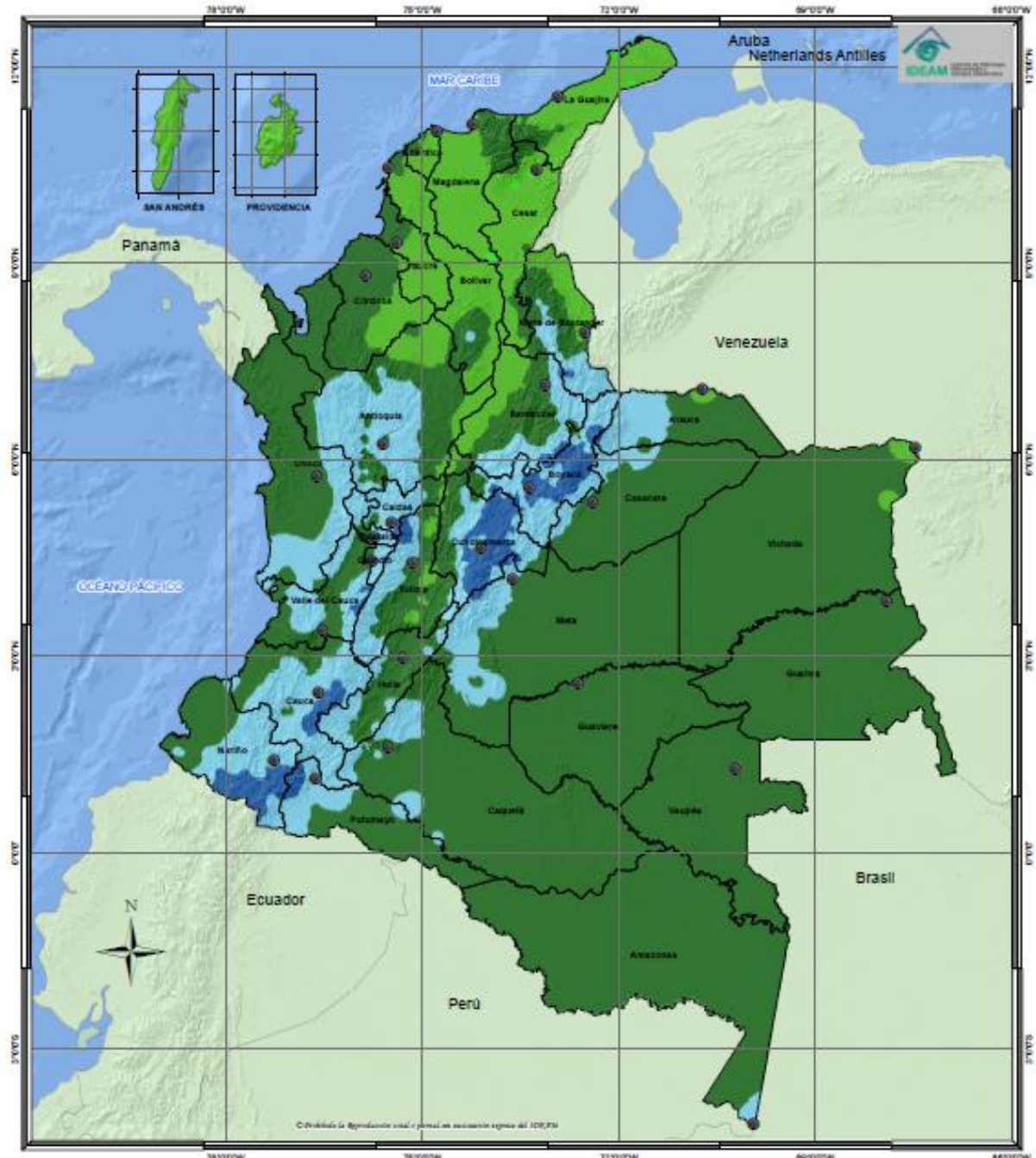
Información de Referencia

PROYECCIÓN: Continental Gauss
 DATUM: MADRID - 1986 S
 ORIGEN DE LA ZONA: 800078
 COORDENADA GEOGRÁFICA: 4° 32' 48.22" Lat Norte
 77° 04' 36.228" Long Oeste
 COORDENADA UTM: 1855.000 metros Norte
 1955.000 metros Este

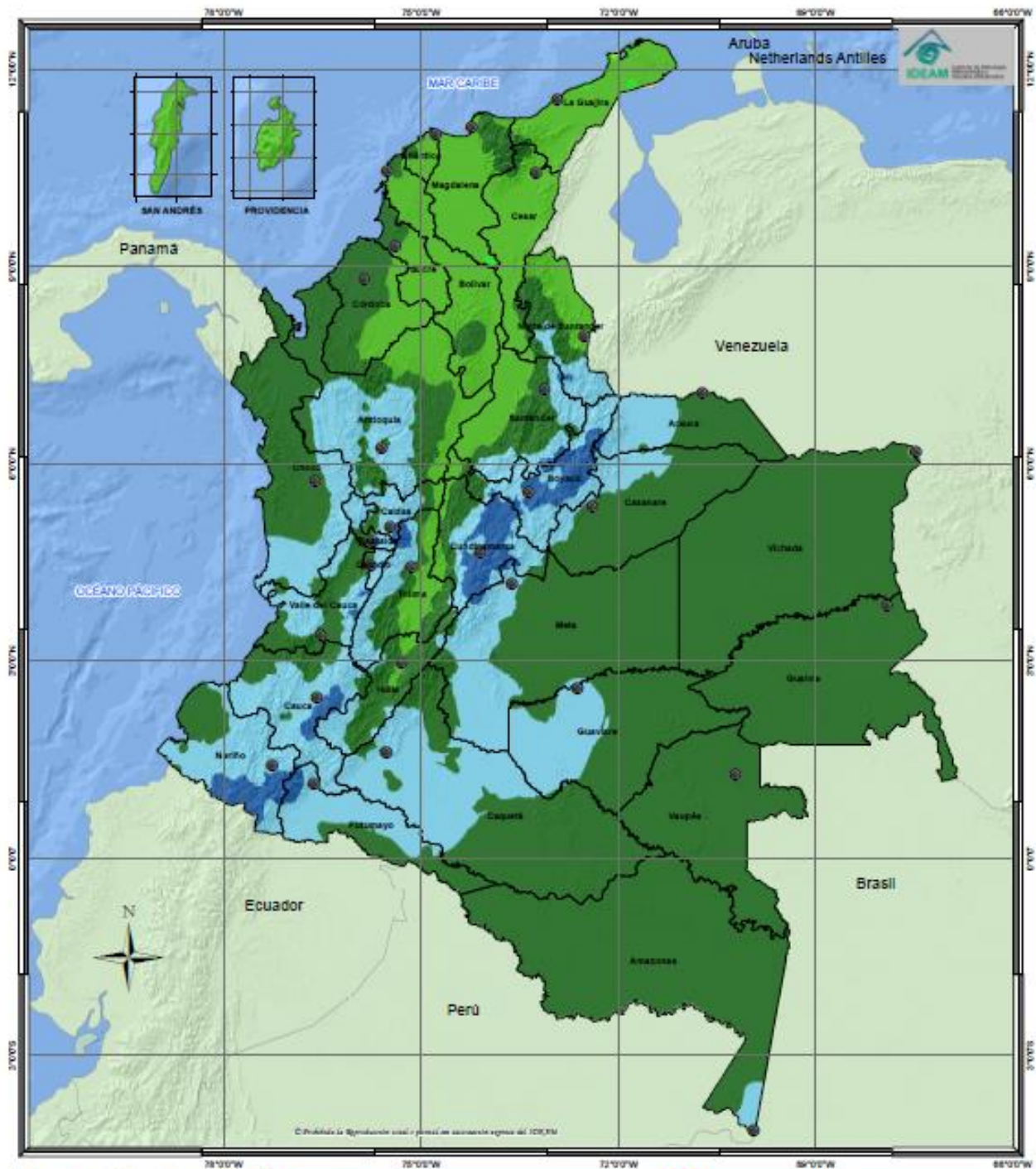
Escala Colombia: 1:9.000.000
Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000

Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología
 Subdirección de Meteorología - IDEAM
 Cartografía: Mónica ISAC
 Diseñado Por: Wilmar Leonardo Torres Torres
 Ing. Ingeniero

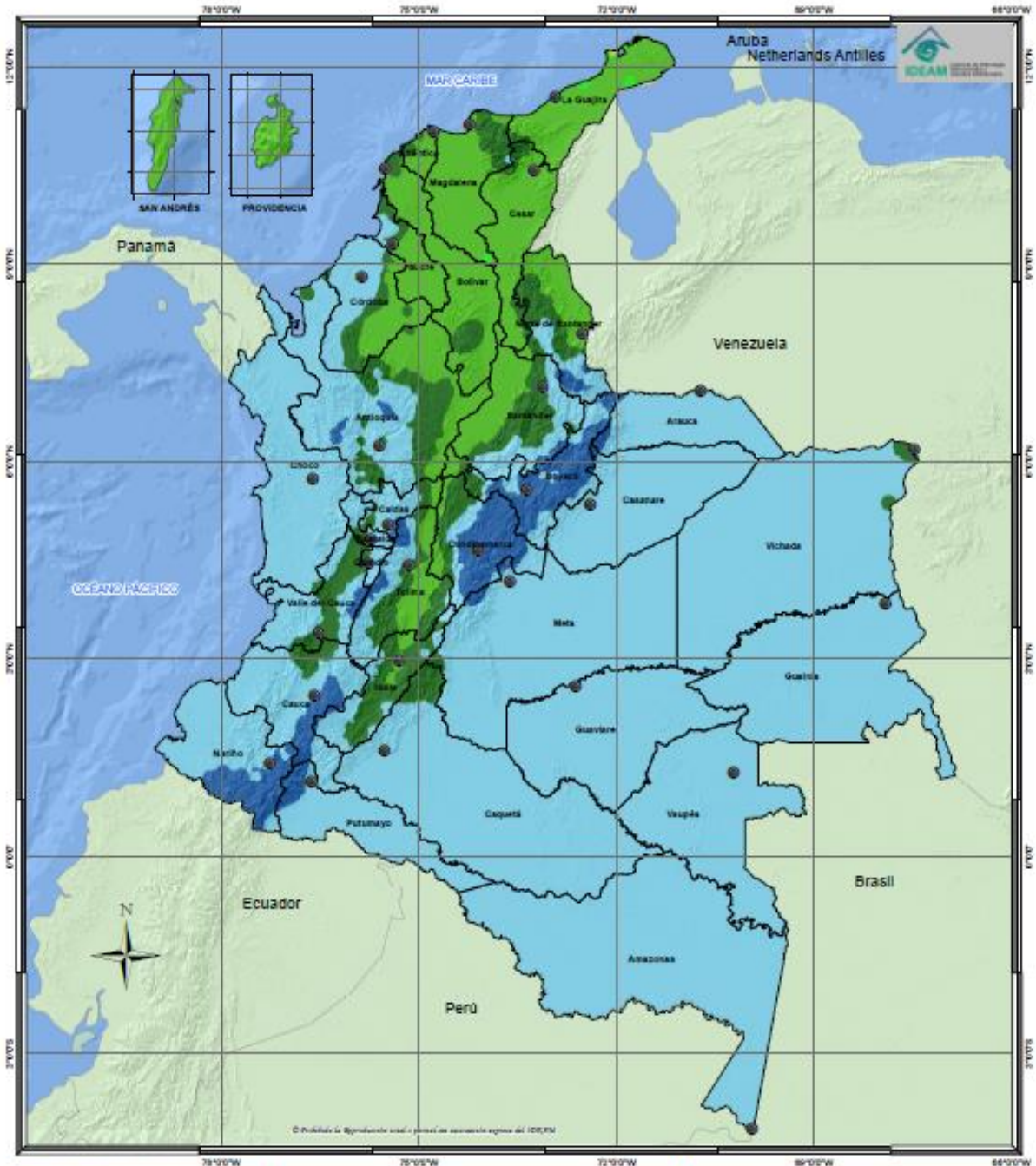
© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM



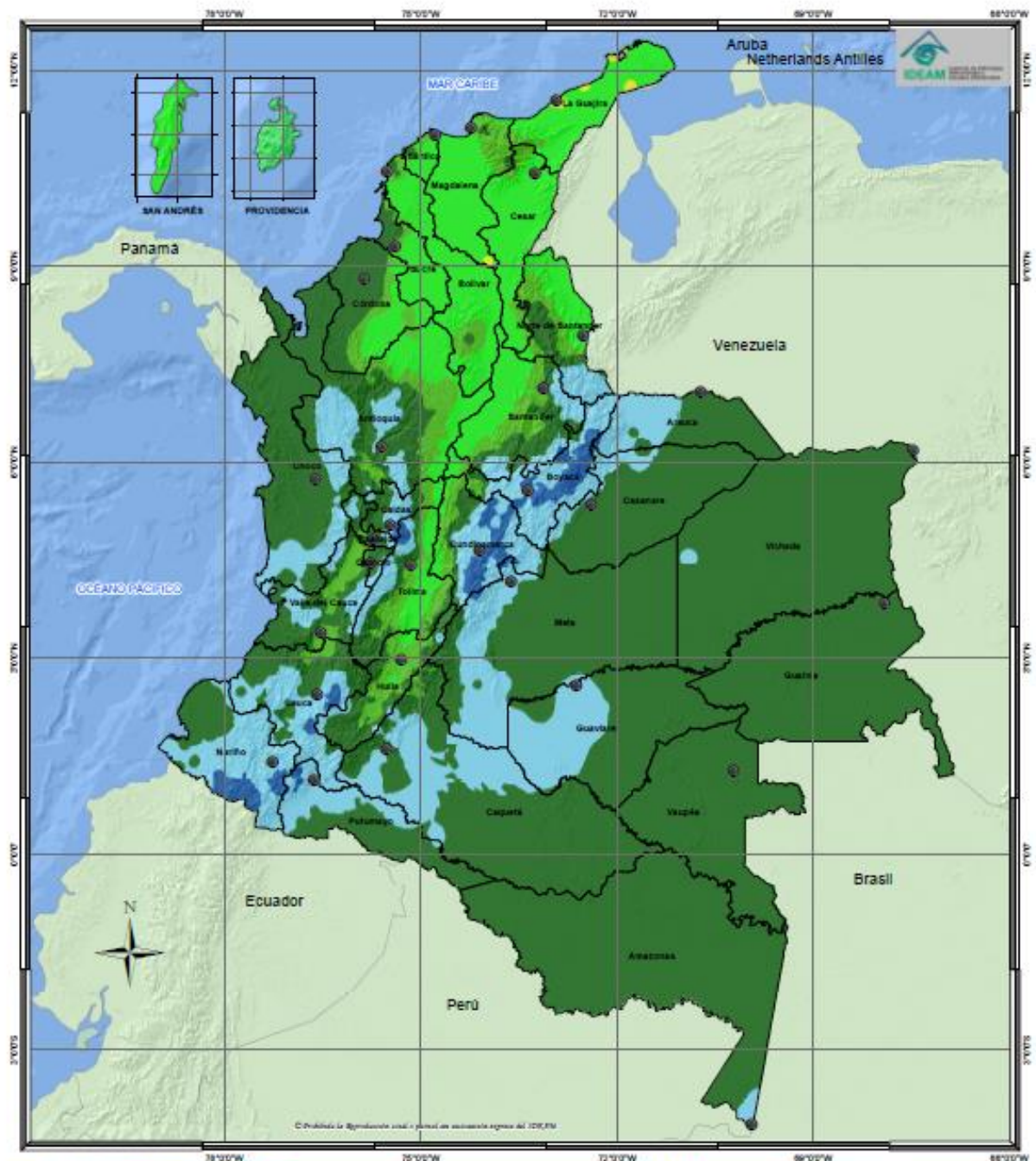
<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERÍODO 1951 - 2010 ABRIL</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: <i>Conformal Secar</i></p> <p>DATUM: <i>AMBA - BRAS</i></p> <p>ORIGEN DE LAS DATAS: <i>800000</i></p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: <i>7° 38' 43.02" Lat Norte</i> <i>77° 52' 36.000" Long Oeste</i></p> <p>COORDENADAS UTM: <i>1000000 metros Norte</i> <i>1000000 metros Este</i></p> <p>Escala Colombia: <i>1:9.000.000</i> Escala San Andrés y Providencia: <i>1:600.000</i></p> <p>Rede de Datos de Climatología y Agroclimatología Red Nacional de Meteorología - IDEAM Cartografía: <i>Mapa 040</i></p> <p>Elaborado Por: <i>William Leonardo Paredes Valencia</i> <i>Ing. Ambiental</i></p> <p><small>Elaborado e Impreso en Colombia por el Centro de Estudios Ambientales IDEAM</small></p>
--	--	---	--



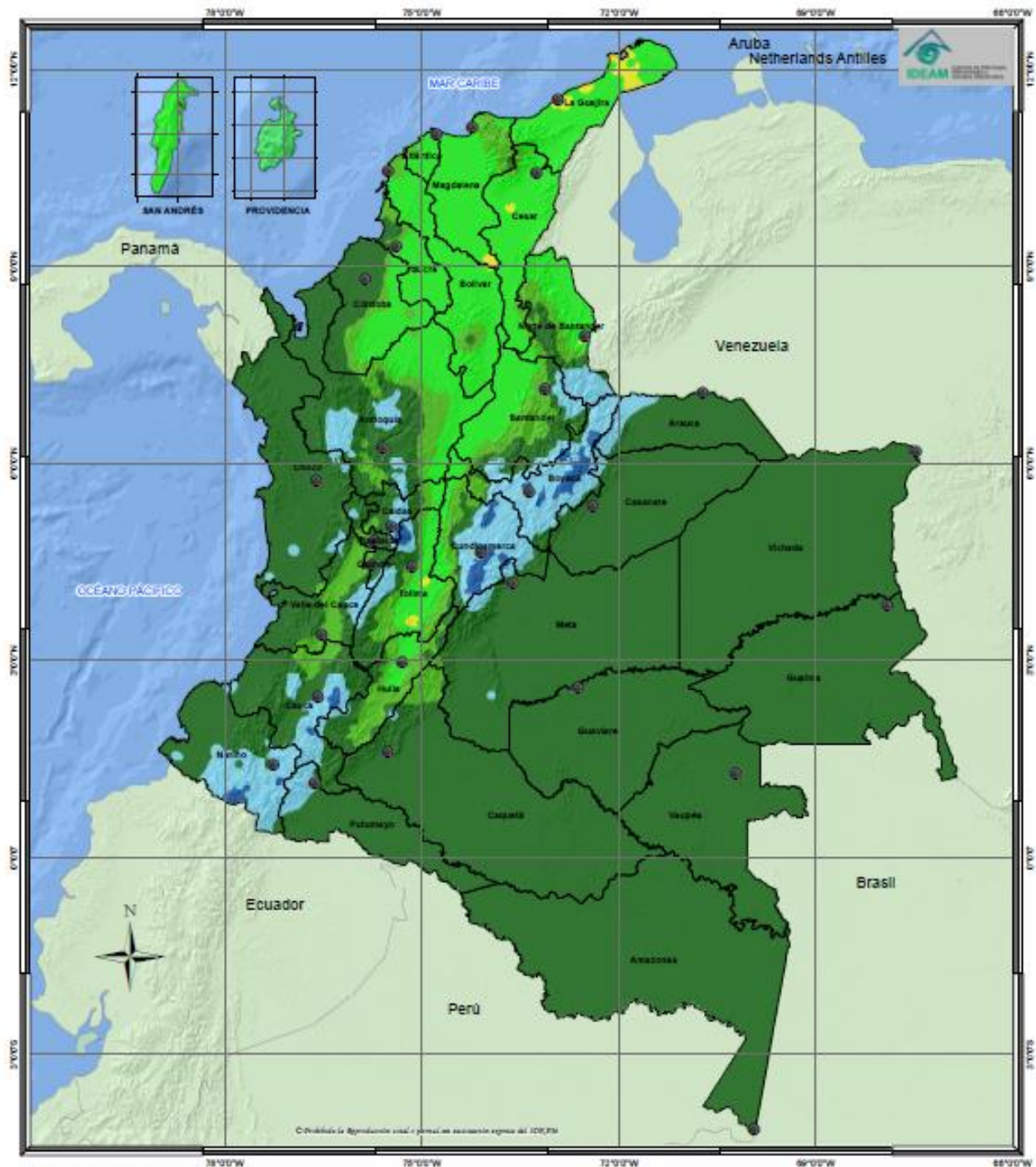
<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1981 - 2010</p> <p>MAYO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional ~ Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conformal Gauss</p> <p>DATUM: MADRID - 1960</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 38' 46.028" Lat Norte 77° 04' 36.028" Long Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000 000 metros Norte 1000 000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:8.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:800.000</p> <p>Nuestro Sistema de Clasificación y Agronomía del Suelo es el resultado de la colaboración de IDEAM y el Centro de Investigación y Tecnología Agropecuaria - CIAT</p> <p>Elaborado Por: Willem, Leonardo, Pamela, Pamela Ing. Ambiental</p> <p>© Propiedad de IDEAM. Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni el uso de esta obra sin el consentimiento expreso del titular.</p>
---	--	---	--



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1961 - 2010 JUNIO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Legenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conformal Gauss</p> <p>ORIGEN: BRNOVA</p> <p>ORIGEN DE LAS LINEAS: 800075</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 35' 46.2327" Lat Norte 77° 04' 36.2287" Long Oeste</p> <p>COORDENADAS UTM: 18QDQ30 Norte Sur 18QDQ30 Oeste Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Planeta: Datos de Climatología e Agroclimatología Subdivisión de Meteorología - IDEAM</p> <p>Cartografía: Beca S.A.S.</p> <p>Elaborado Por: Willem Leonardo Torres Pineda (Ing. Ambiental)</p> <p>© Propiedad de la República de Colombia. Todos los derechos reservados.</p>
	<p>© Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin el consentimiento expreso del IDEAM</p>		



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1961 - 2010 JULIO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Legenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 50 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p> Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional ~ Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conformada Gauss DATUM: MADRID - 1960S ORIGEN DE LECTURA: BOGOTÁ COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 38' 48.000" Latitud, 77° 04' 36.000" Long Oeste COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte, 1000000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fonte: Grupo de Climatología y Agroclimatología, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Cartografía: Mónica GARCÍA</p> <p>Elaborado por: Wilmar Leonardo Parra Parra, Ing. Ambiental</p> <p>© Ministerio de Ambiente, Agua y Planificación Territorial - IDEAM</p>
---	--	--	--





**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA
 Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM**

**DISTRIBUCIÓN DE LA
 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
 MEDIA DIARIA MENSUAL (mm)
 PERIODO 1981 - 2010
 AGOSTO**

REPÚBLICA DE COLOMBIA

2014

Leyenda (mm)

60 - 80 mm
80 - 100 mm
100 - 120 mm
120 - 140 mm
140 - 160 mm
160 - 180 mm
180 - 200 mm

- Convenciones**
- Ciudades Principales
- Límites**
- Límite Departamental
 - Límite Internacional
 - Límite Marítimo

Información de Referencia

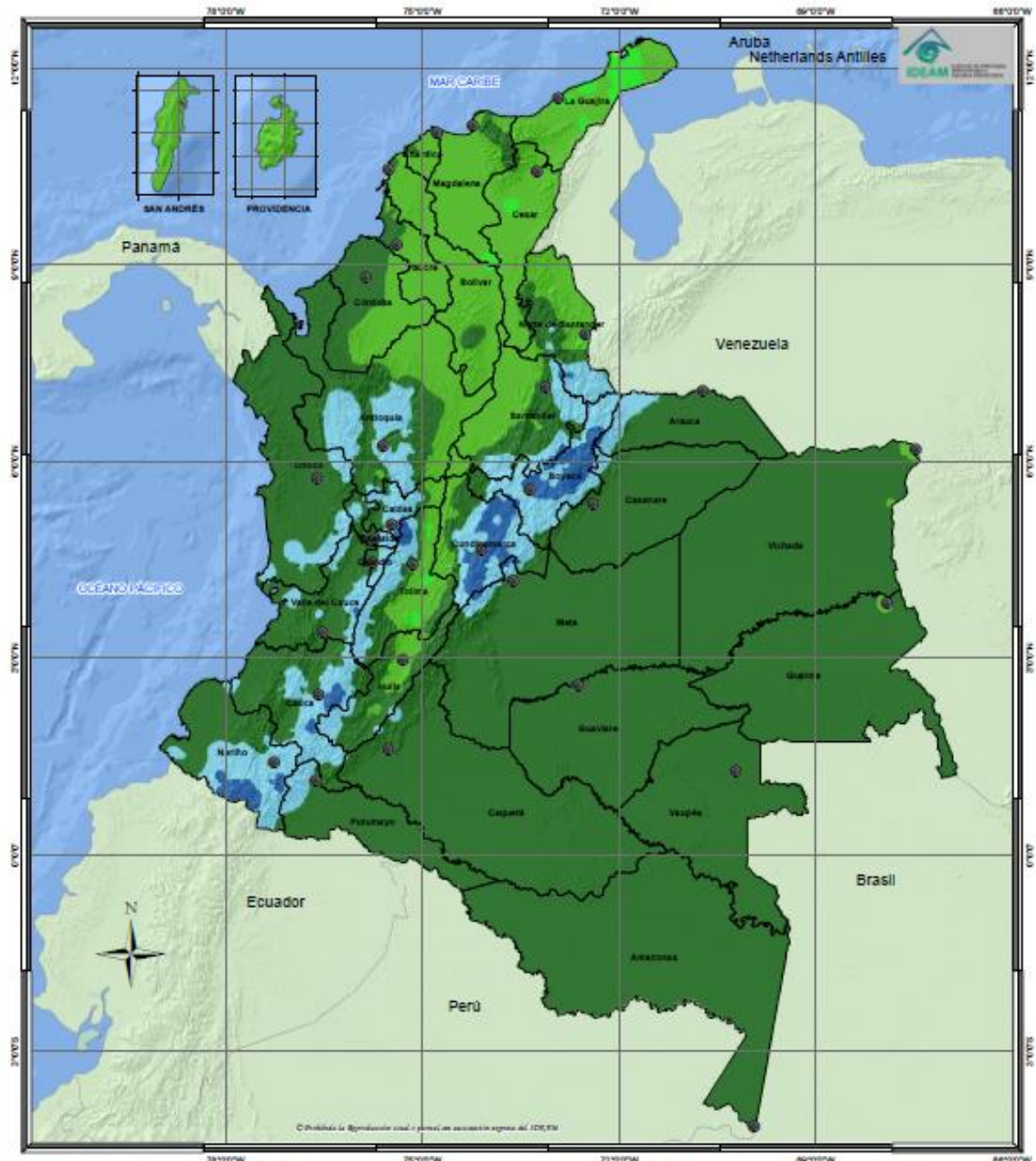
PROYECCIÓN	Centenario Gauss
DATUM	MADRID - BRAGA
ORIGEN DE LAS DATUM	800005
COORDINADAS GEOGRÁFICAS	4° 58' 48.328" Lat Norte 77° 04' 36.528" Long Oeste
COORDINADAS UTM	18QDQ5000000 Norte 18QDQ5000000 Oeste

Escala Colombia: 1:5.000.000
Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000

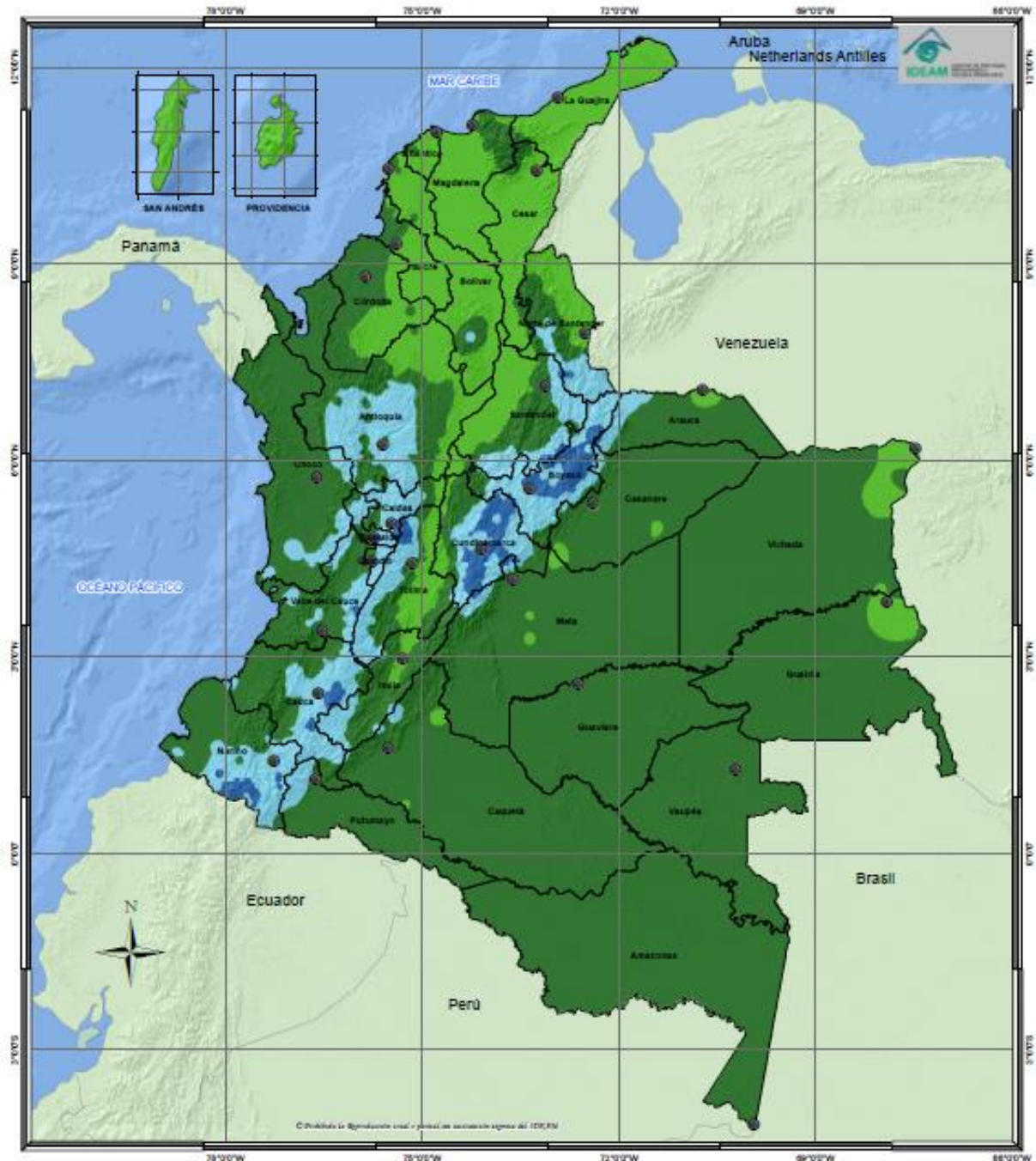
Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología
 Subdirección de Meteorología - IDEAM
 Cartografía Base SGC

Elaborado Por: Wilson Leonardo Parra Niño
 Ing. Ambiental

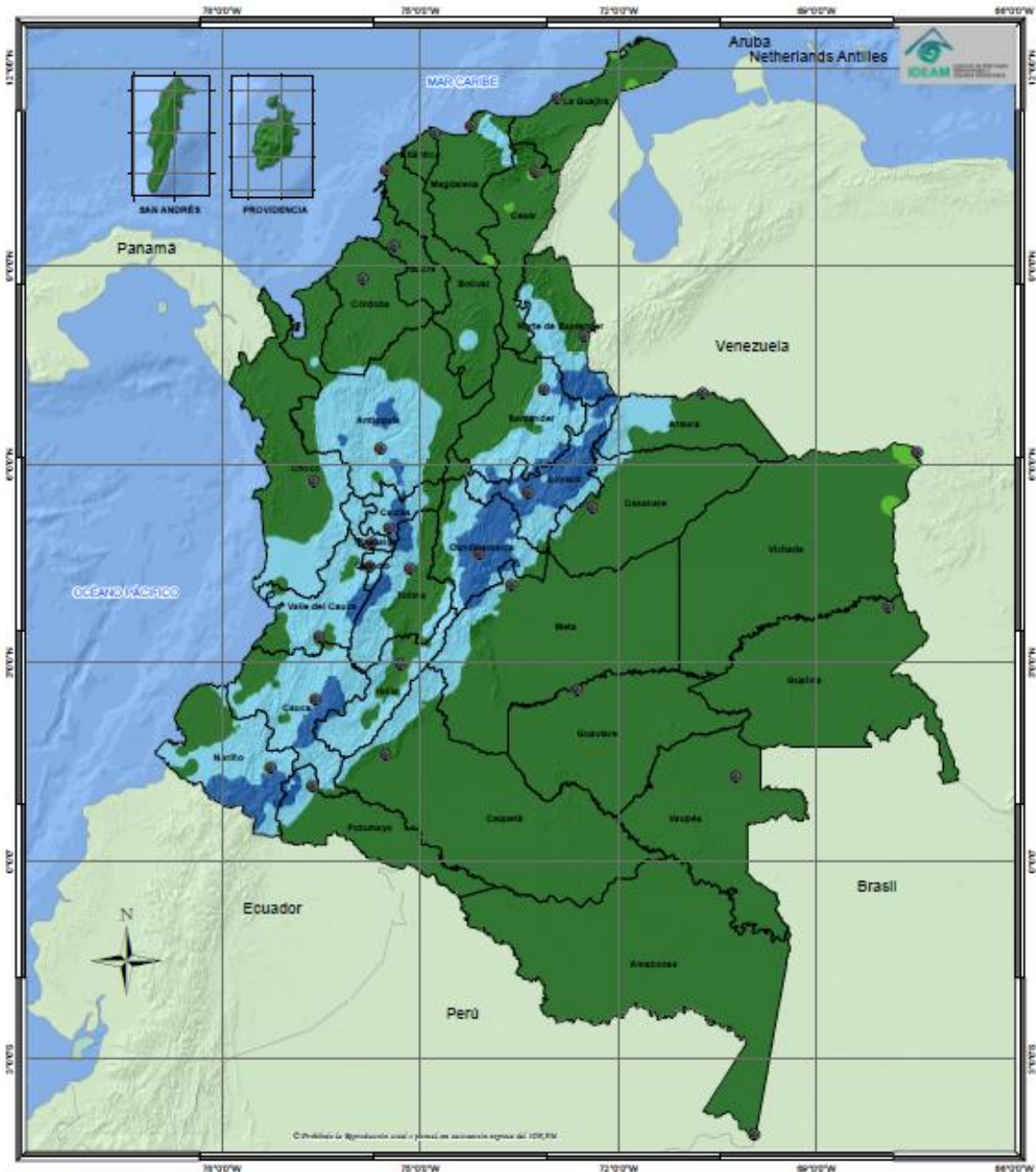
El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales no es responsable de los errores que puedan ocurrir.



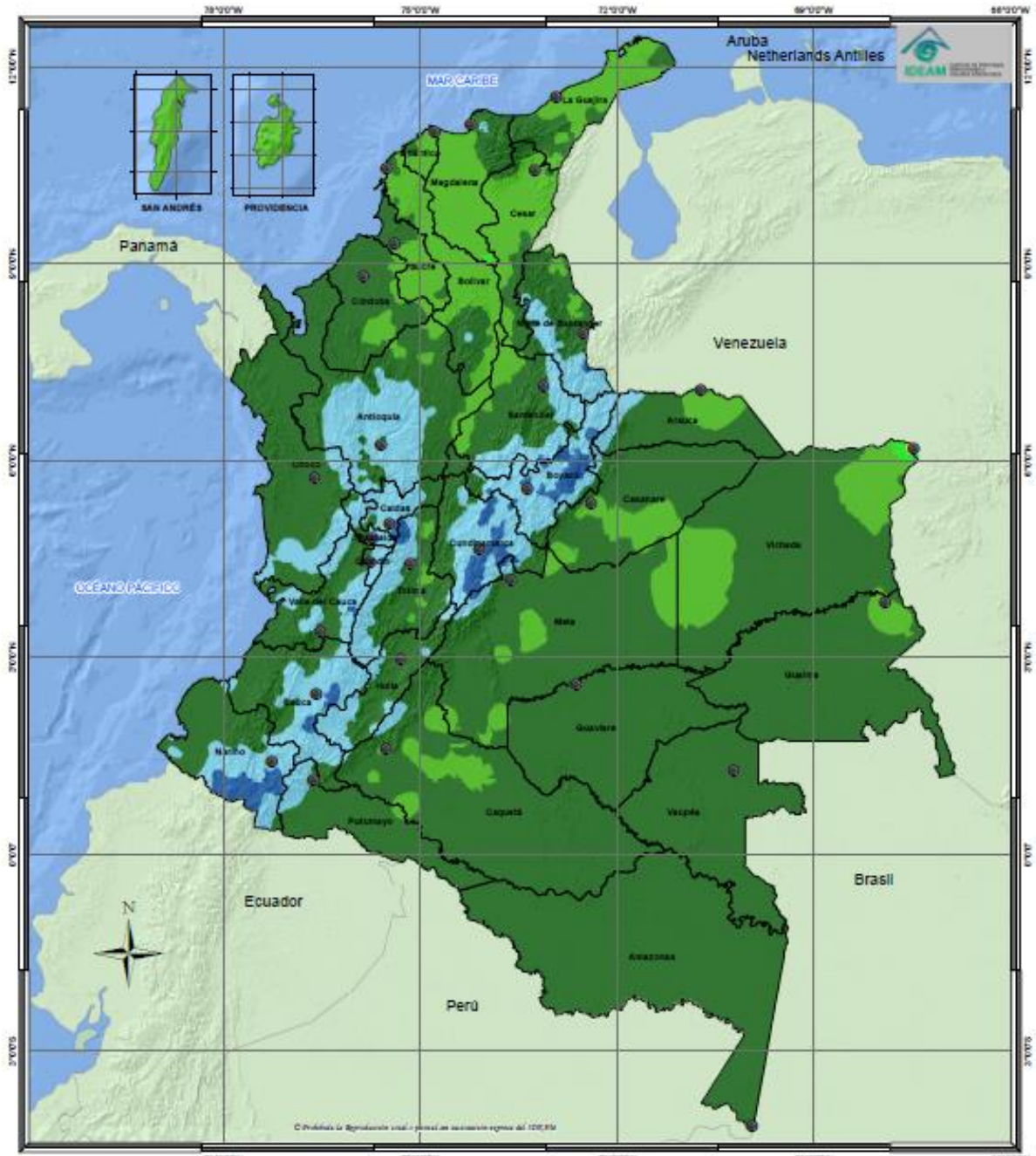
<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1981 - 2010 SEPTIEMBRE</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p> Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conforme a Escala</p> <p>SISTEMA: UTM</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 38' 48,33" N (latitud) 77° 54' 38,33" W (longitud)</p> <p>COORDENADAS PLANAS: +100.000 metros Norte +100.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:800.000</p> <p>Reserva: Grupo de Climatología y Agroclimatología, Laboratorio de Meteorología - IDEAM, Cartografía Básica IDEAM</p> <p>Elaborado Por: Wilmar Leonardo Torres Torres</p> <p>30 de noviembre de 2014</p>
---	--	--	--



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1981 - 2010 OCTUBRE</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Legenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conforma Base</p> <p>DATUM: MADRID - 1960</p> <p>ORIGEN DE LÍNEAS: BOSQUES</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 38' 45,00" Latitud 77° 04' 36,00" Long. Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 100000 metros Norte 1000000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000</p> <p>Planeta: Grupo de Climatología y Agroclimatología Banco de Datos de Meteorología - IDEAM Cartografía: MIRA - IGC</p> <p>Elaborado Por: Wilmar Loraño Parra Parra Ing. Ambiental</p> <p><small>© 2014 IDEAM. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.</small></p>
---	--	---	--



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERÍODO 1961 - 2010</p> <p>NOVIEMBRE</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Legenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional ~ Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <table border="0"> <tr> <td>PROYECTOS</td> <td>Cartografía Básica</td> </tr> <tr> <td>DATUM</td> <td>MADRID - 1960</td> </tr> <tr> <td>GRADA DE LA TONDA</td> <td>800075</td> </tr> <tr> <td>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</td> <td>4° 38' 46.12" Latitud 77° 52' 36.28" Long. Oeste</td> </tr> <tr> <td>COORDENADAS PLANAS</td> <td>953.020 metros Norte 300.020 metros Este</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Escala Colombia: 1:9.000.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Unidad de Investigación y Agrometeorología Subdirección de Meteorología - IDEAM Cartografía Básica IDEAM </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Elaborado Por: Wilmar Leonardo Pareda Pareda Ing. Ambiental </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> © Prohibida la Reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito del IDEAM </td> </tr> </table>	PROYECTOS	Cartografía Básica	DATUM	MADRID - 1960	GRADA DE LA TONDA	800075	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	4° 38' 46.12" Latitud 77° 52' 36.28" Long. Oeste	COORDENADAS PLANAS	953.020 metros Norte 300.020 metros Este	Escala Colombia: 1:9.000.000		Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000		Unidad de Investigación y Agrometeorología Subdirección de Meteorología - IDEAM Cartografía Básica IDEAM		Elaborado Por: Wilmar Leonardo Pareda Pareda Ing. Ambiental		© Prohibida la Reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito del IDEAM	
	PROYECTOS	Cartografía Básica																					
DATUM	MADRID - 1960																						
GRADA DE LA TONDA	800075																						
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	4° 38' 46.12" Latitud 77° 52' 36.28" Long. Oeste																						
COORDENADAS PLANAS	953.020 metros Norte 300.020 metros Este																						
Escala Colombia: 1:9.000.000																							
Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000																							
Unidad de Investigación y Agrometeorología Subdirección de Meteorología - IDEAM Cartografía Básica IDEAM																							
Elaborado Por: Wilmar Leonardo Pareda Pareda Ing. Ambiental																							
© Prohibida la Reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito del IDEAM																							



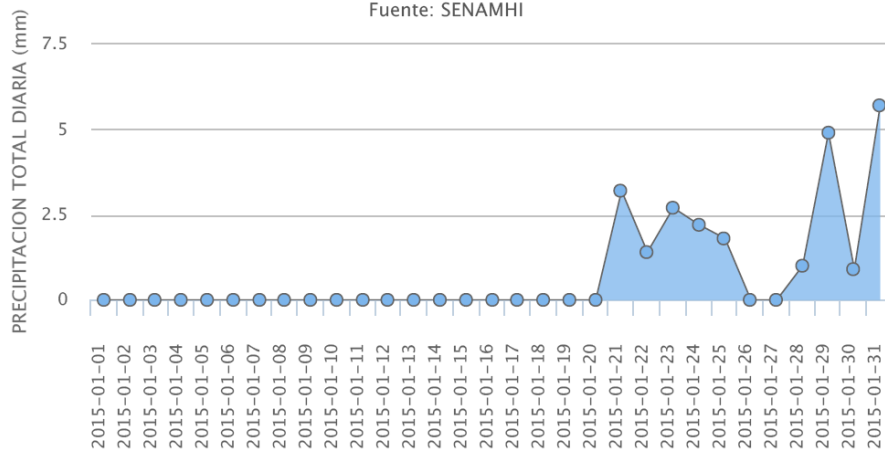
 <p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MEDIA DIARIA MENSUAL (mm) PERIODO 1961 - 2010 DICIEMBRE</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 80 mm 80 - 100 mm 100 - 120 mm 120 - 140 mm 140 - 160 mm 160 - 180 mm 180 - 200 mm 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p> Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Internacional — Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conformal Gauss</p> <p>DATUM: MADRID - 1988</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 35' 48,120" Latitud Sur / 77° 04' 36,238" Longitud Oeste</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000 000 metros Norte / 1000 000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Autores: Grupo de Climatología y Agroclimatología, Administración de Meteorología - IDEAM, Cartografía Básica IDEAM</p> <p>Revisión Por: Wilmar Lozano Pardo, Helena Rodríguez</p> <p>El contenido de este documento puede ser utilizado sin restricciones para fines educativos.</p>
--	--	--	--



ANEXO 3 (Precipitaciones mensuales en Perú, estación meteorológica Tarata, Tacna)

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA – PRECIPITACION TOTAL DIARIA

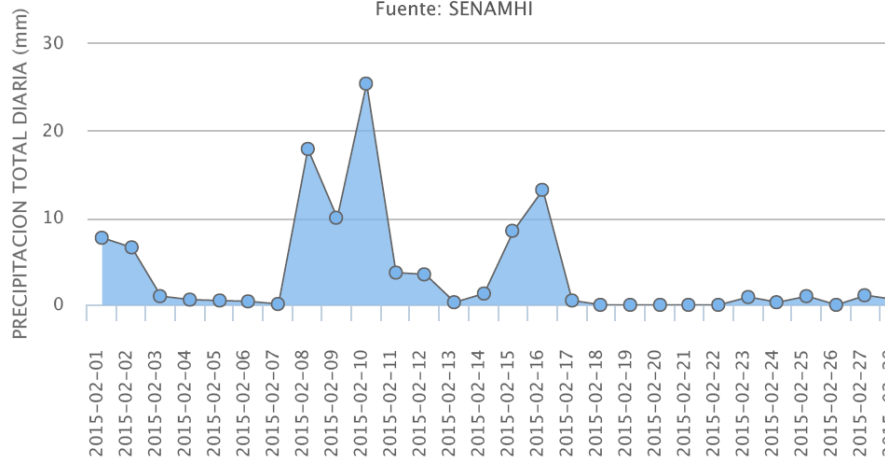
Fuente: SENAMHI



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA – PRECIPITACION TOTAL DIARIA

Fuente: SENAMHI

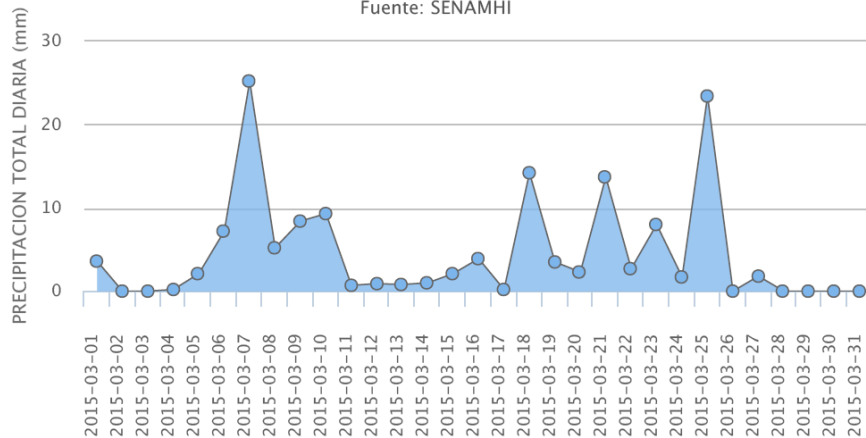


ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION TOTAL DIARIA

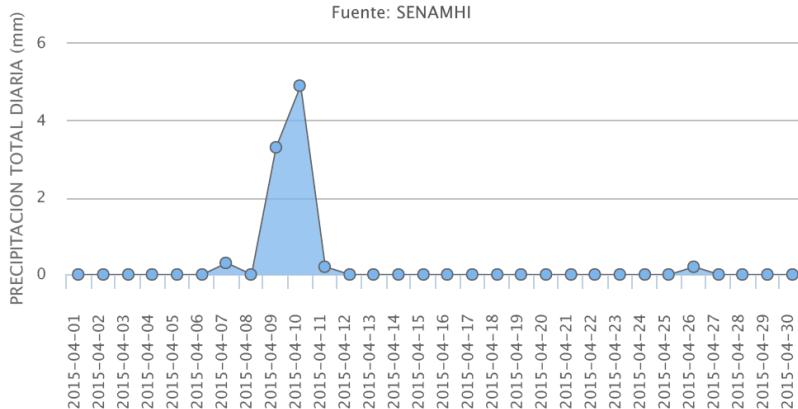
Fuente: SENAMHI



■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION TOTAL DIARIA

Fuente: SENAMHI

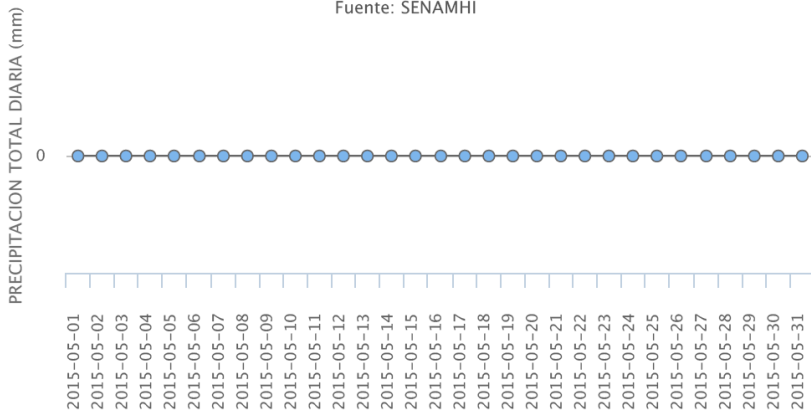


■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

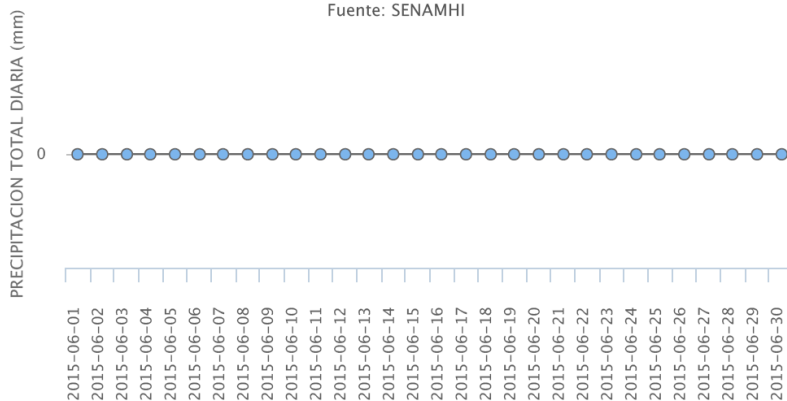
Fuente: SENAMHI



■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

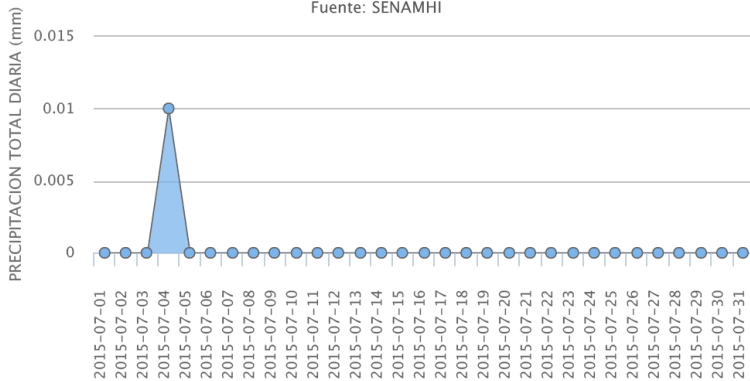
Fuente: SENAMHI



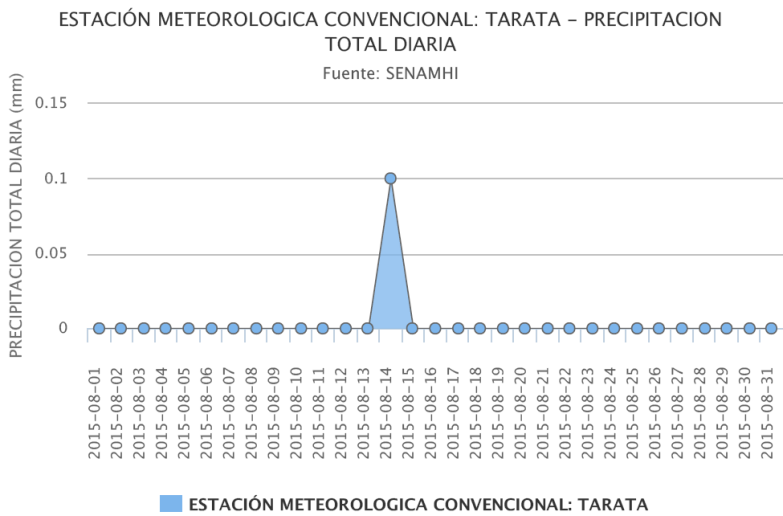
■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

Fuente: SENAMHI



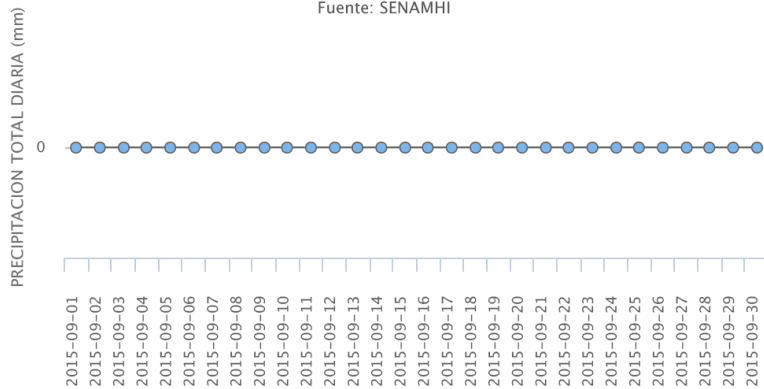
■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA





ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

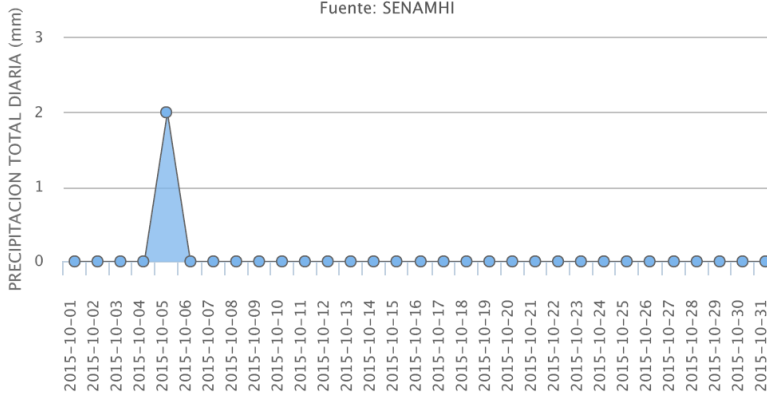
Fuente: SENAMHI



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

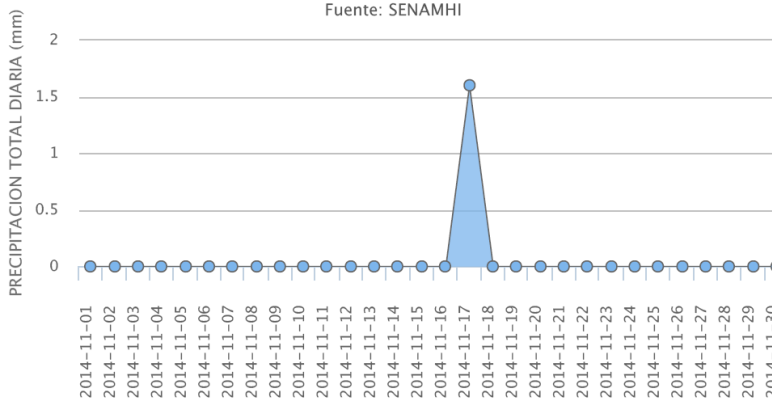
Fuente: SENAMHI



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA

ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

Fuente: SENAMHI

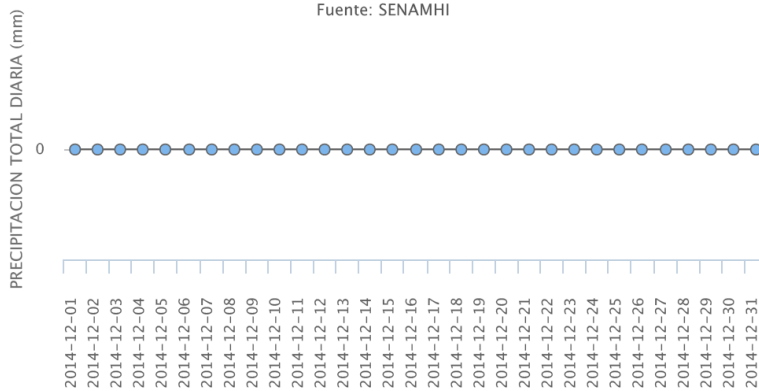


ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA



ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA - PRECIPITACION
TOTAL DIARIA

Fuente: SENAMHI



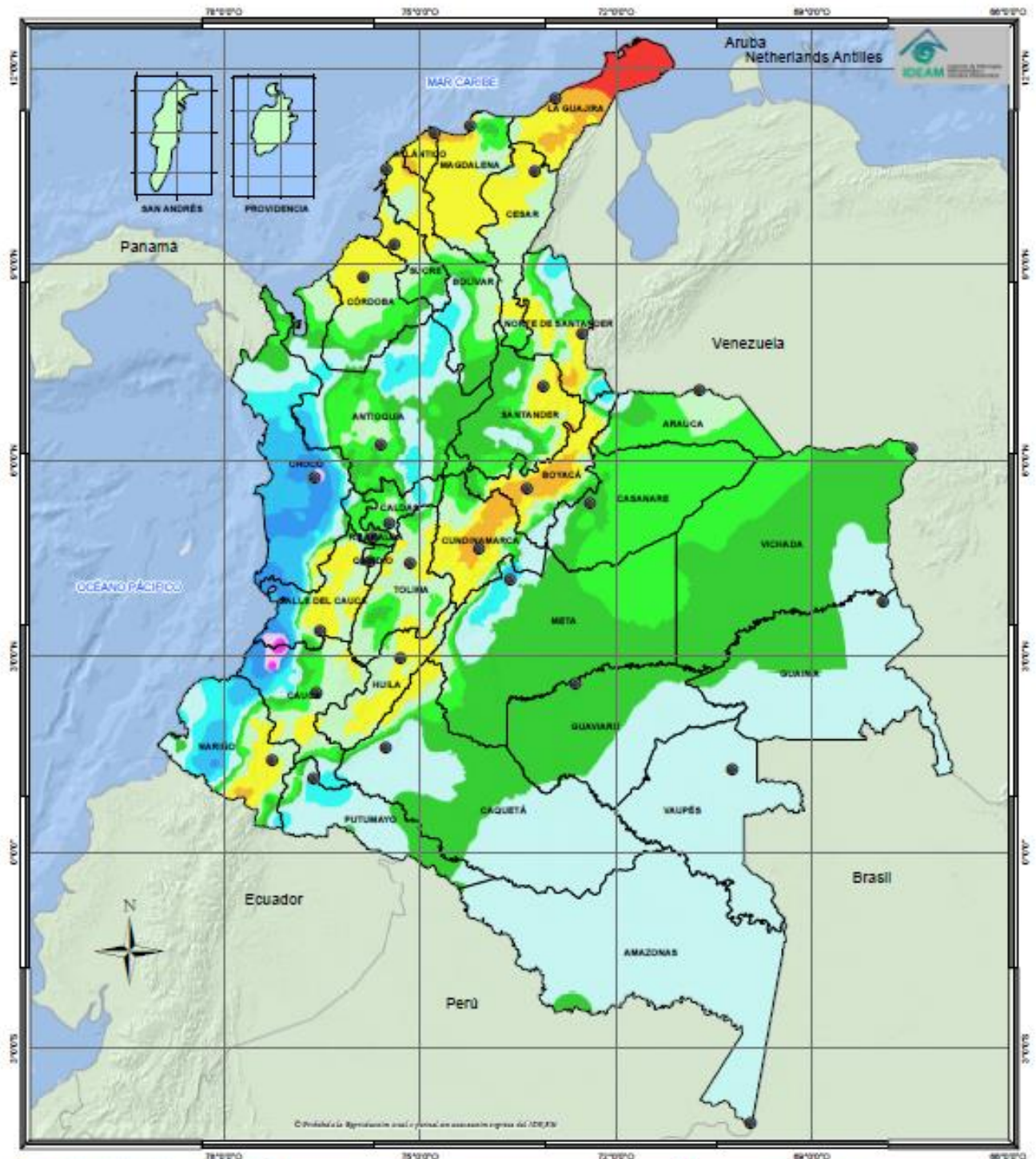
■ ESTACIÓN METEOROLOGICA CONVENCIONAL: TARATA



ANEXO 4 (Precipitaciones en Villa de Leyva y mapa promedio de promedio de precipitaciones Colombia)

TABLA 39 PRECIPITACION

SUTAMARCHAN												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	27,4	42,7	84,5	115,8	96,0	39,6	24,2	26,5	54,4	128,7	113,1	51,7
Precipitación Anual:	804,6											
VILLA DE LEYVA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	55,4	74,7	106,0	128,1	97,6	29,1	40,4	31,3	60,3	161,0	110,1	71,4
Precipitación Anual:	965,4											
Sachica												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	25,1	46,2	68,2	98,4	66,8	39,8	30,7	29,5	47,1	92,6	98,4	69,3
Precipitación Anual:	712,1 712,1											
VILLA CARMEN												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	26,5	45,4	74,9	101,2	73,3	37,3	30,5	33,5	49,3	93,9	98,0	39,8
Precipitación Anual:	703,6											
UPTC - TUNJA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	13,0	30,9	52,8	76,3	84,9	55,0	44,3	38,2	52,9	84,6	68,5	26,5
Precipitación Anual:	627,9											
SANTASOFIA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	44,8	56,0	80,3	102,2	191,7	110,7	99,8	90,3	79,8	95,5	99,7	95,6
Precipitación Anual:	1146,4											
RAQUIRA												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación	38,8	57,9	82,8	124,1	82,9	35,2	21,6	23,1	46,7	108,3	113,6	54,6
Precipitación Anual:	789,6											



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>PRECIPITACIÓN MEDIA TOTAL ANUAL. PROMEDIO MULTIANUAL 1981 - 2010.</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA</p> <p>2014</p>	<p>Leyenda (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 500 500 - 1000 1000 - 1500 1500 - 2000 2000 - 2500 2500 - 3000 3000 - 4000 4000 - 5000 5000 - 7000 7000 - 9000 9000 - 11000 > 11000 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional ~ Límite Marítimo 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Centro de Gauss</p> <p>DATUM: BRASÍL</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: 804075</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM, UTM, UTM</p> <p>COORDENADAS PLANA: 1000 000 metros Norte, 1000 000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fuente: Departamento de Climatología y Agrometeorología, Administración de Meteorología - IDEAM, Cartografía Básica IDEAM</p> <p>Elaboración: William Leonardo Pineda Henao, Ing. Ambiental</p> <p>© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p>
--	--	---	---



ANEXO 5 (Radiación Solar Tacna, Perú)













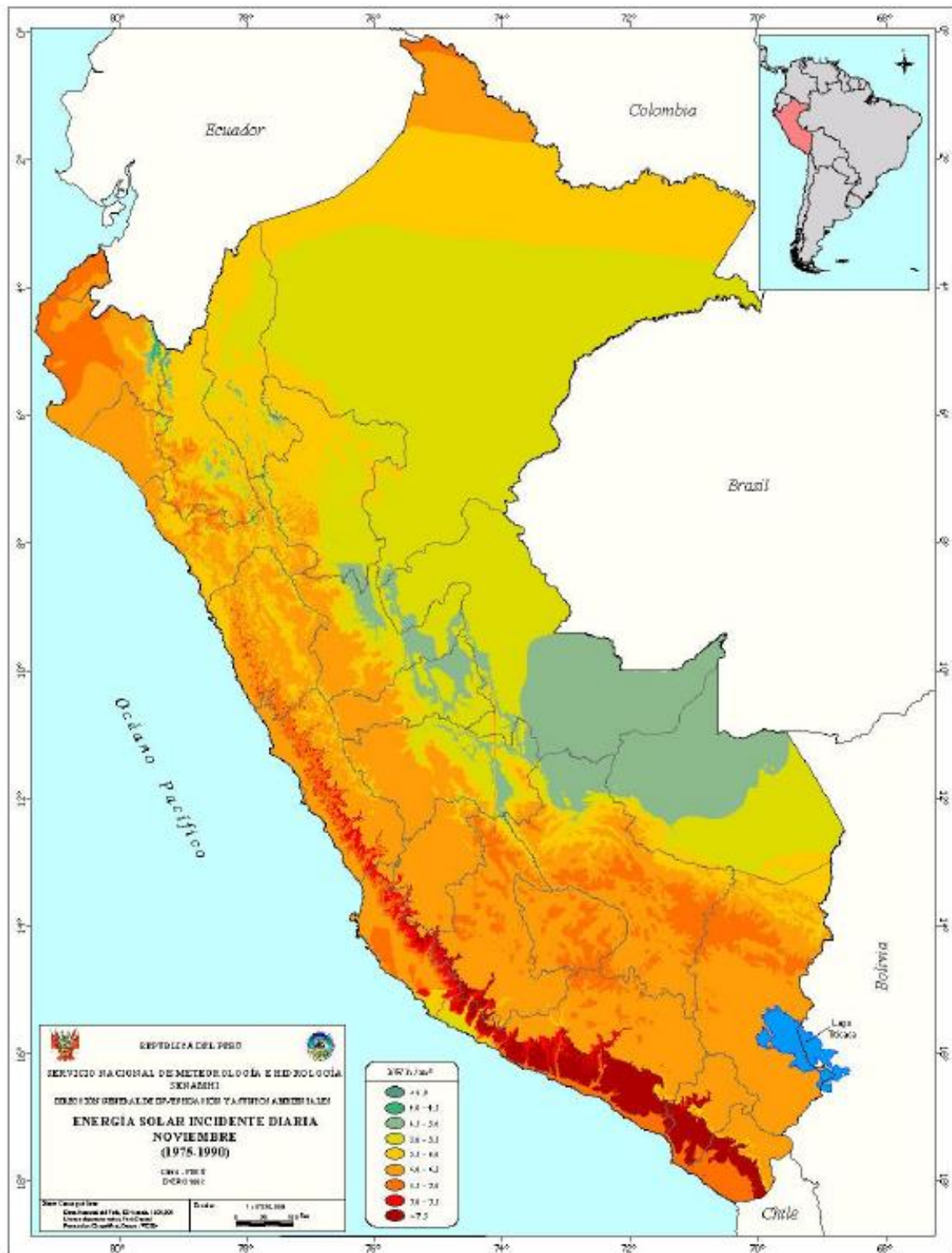


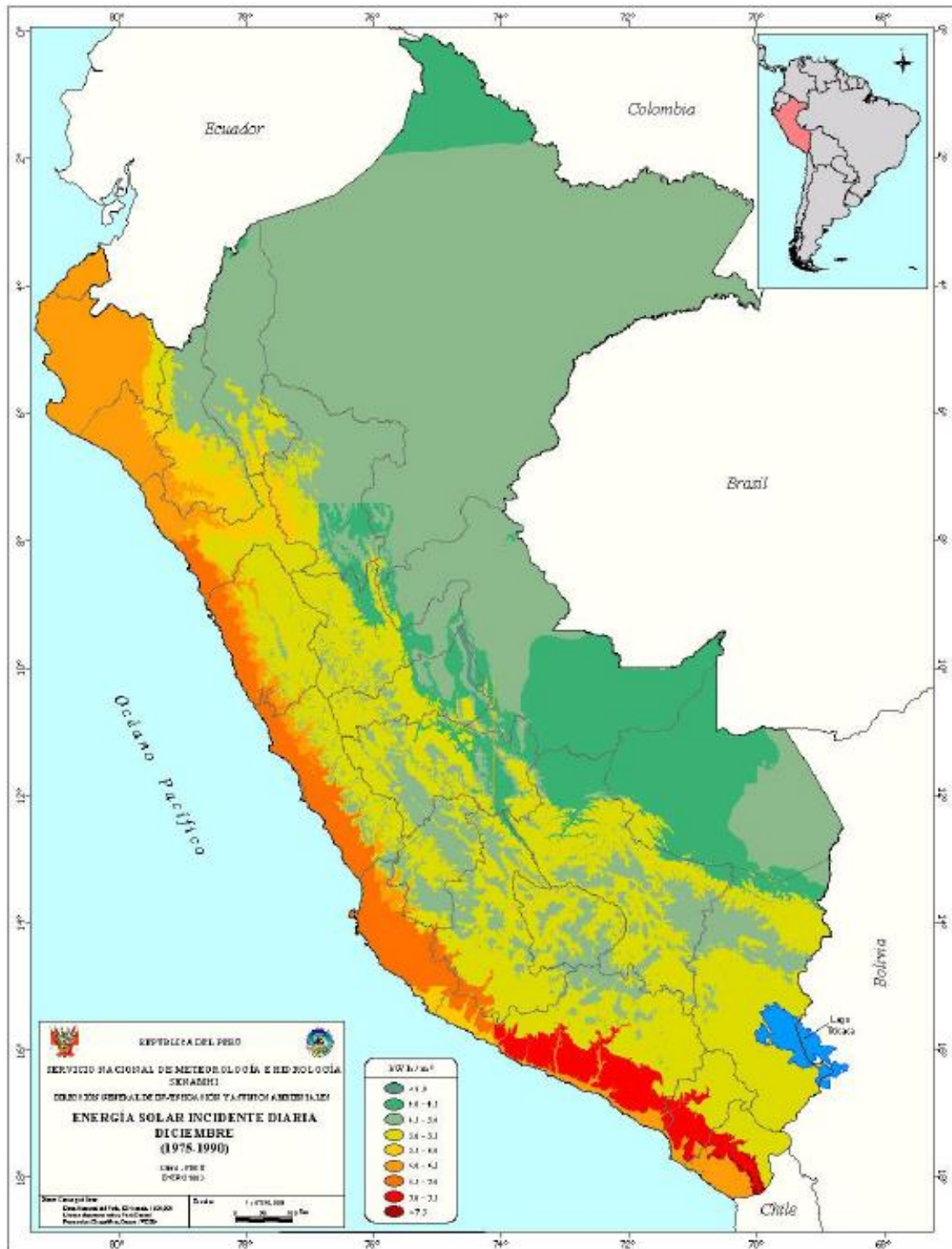














TACNA



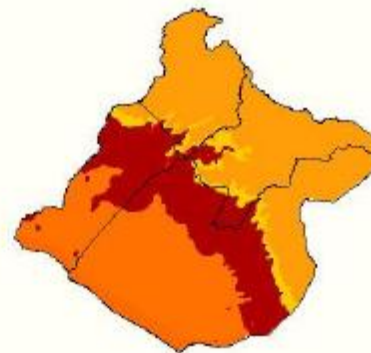
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



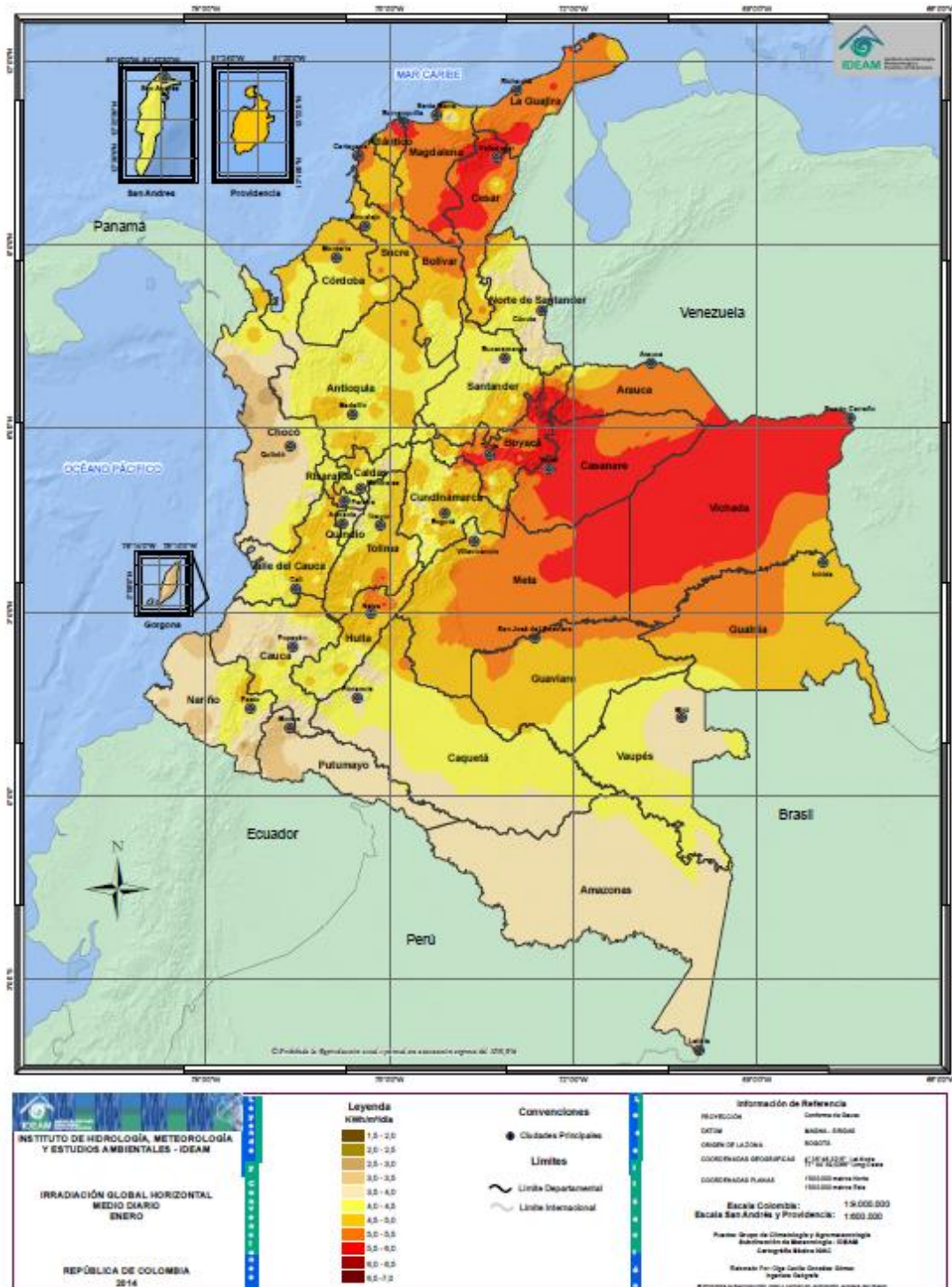
NOVIEMBRE

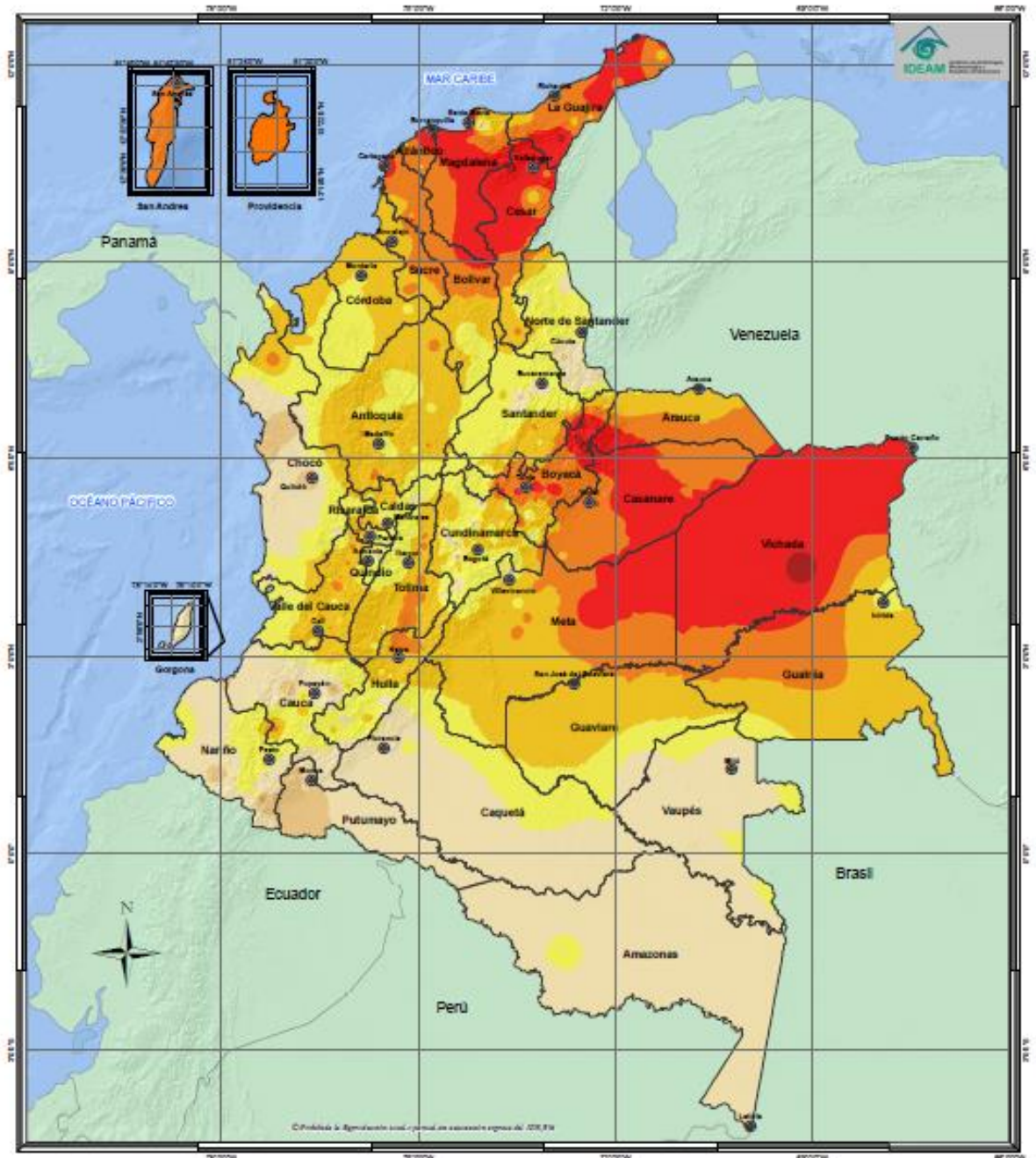
REPUBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAH
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS AEROSTRATOSFÉRICOS
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Tacna
(1978-1990)
LIMA - PERÚ
DISEÑO



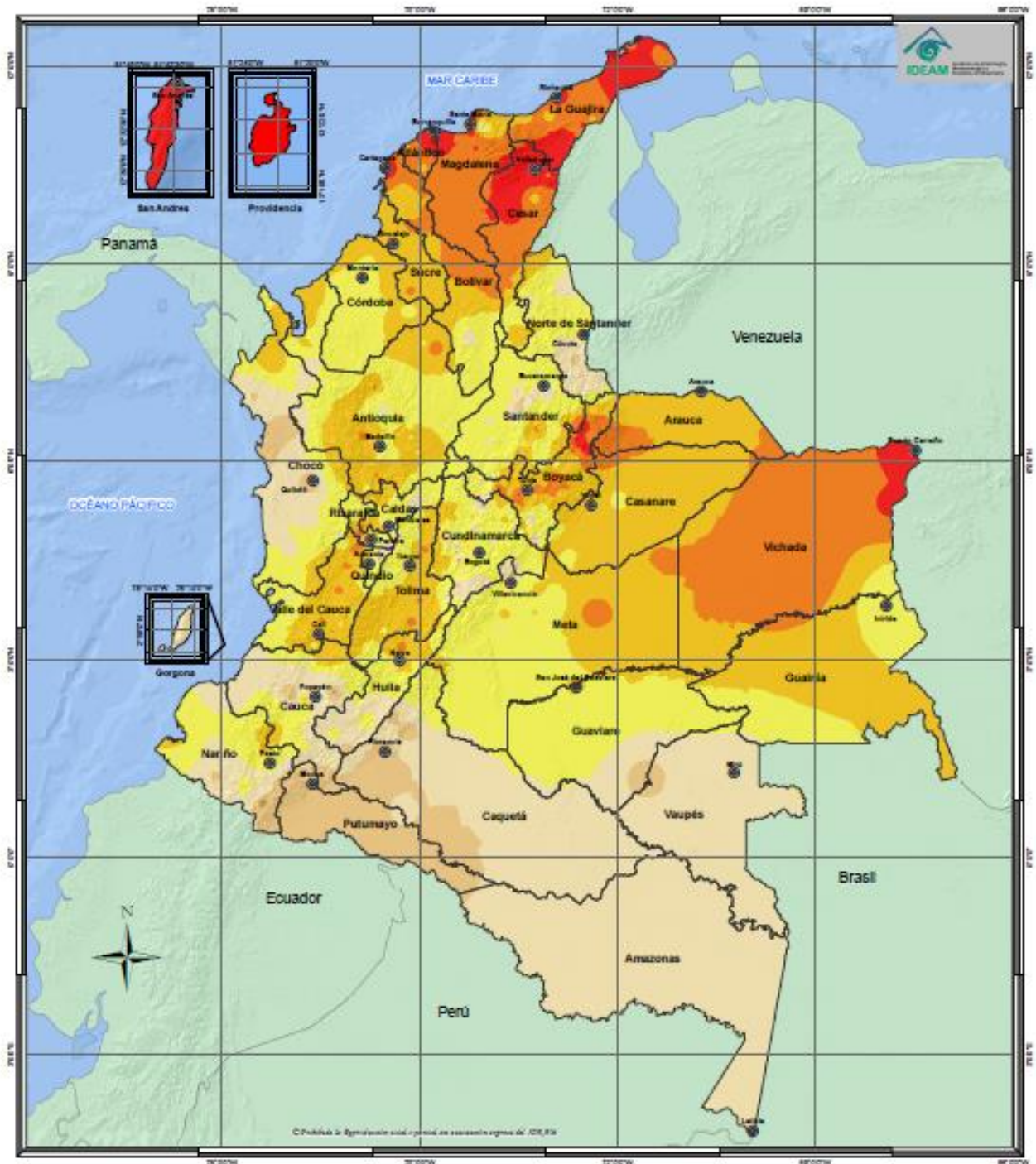


ANEXO 6 (Radiación Solar Colombia)

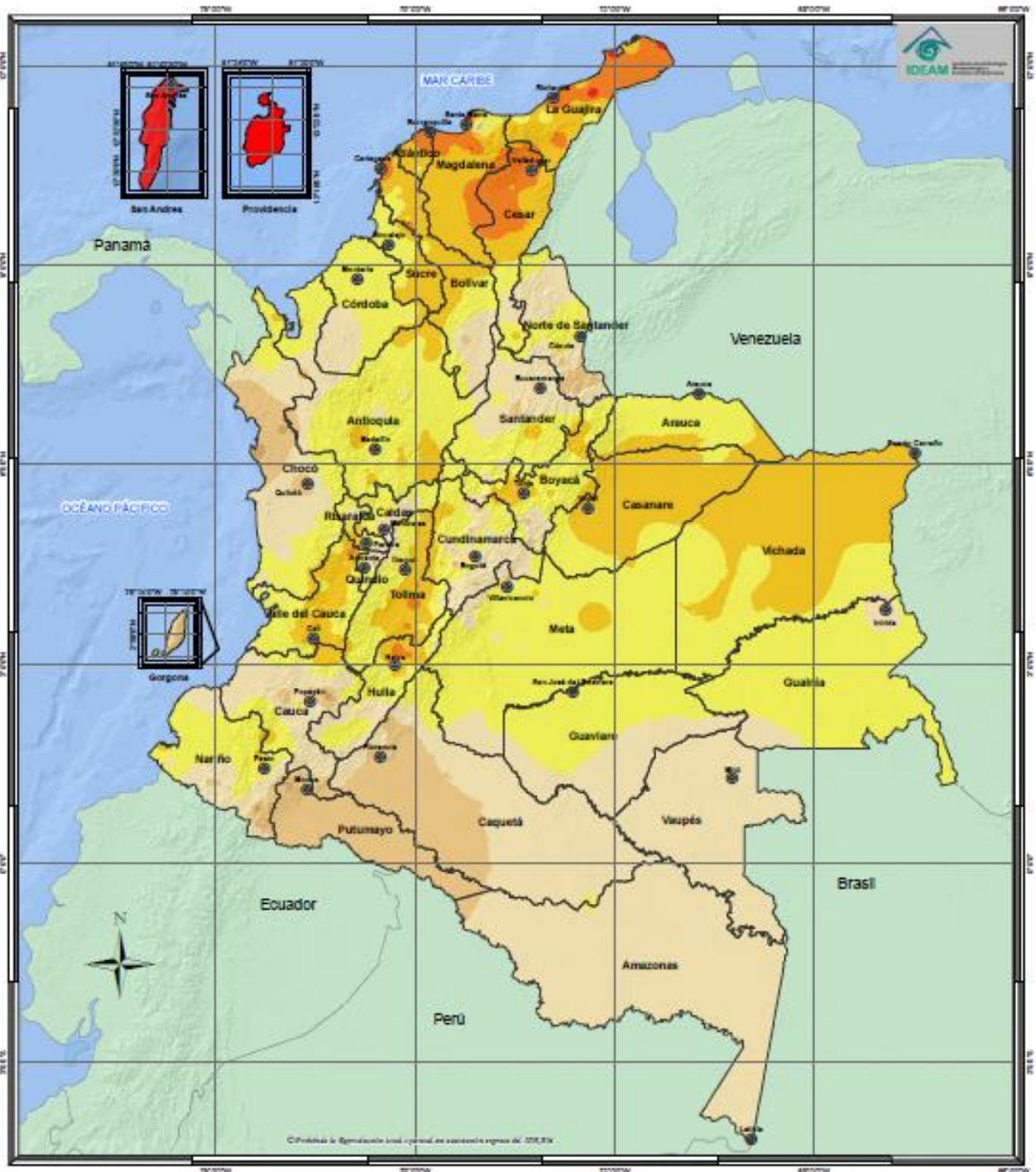




<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO FEBRERO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Legenda</p> <p>Irradiación</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.0 - 2.0 2.0 - 3.0 3.0 - 4.0 4.0 - 5.0 5.0 - 6.0 6.0 - 7.0 7.0 - 8.0 8.0 - 9.0 9.0 - 10.0 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Corina de Goeke</p> <p>DATUM: WGS84 - SGRS</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: NOROCCIDENTAL</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM 18Q UTM, UTM 18Q UTM, UTM 18Q UTM</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte, 1000000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000</p> <p>Proyecto Grupo de Climatología y Agro meteorología, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Geografía Básica I-001</p> <p>Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez</p> <p>Ingeniera Geógrafa</p> <p>www.ideam.gov.co</p>
--	--	--	--



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO MARZO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Leyenda Kilohoraria</p> <table border="1"> <tr><td>1.5 - 2.0</td></tr> <tr><td>2.0 - 2.5</td></tr> <tr><td>2.5 - 3.0</td></tr> <tr><td>3.0 - 3.5</td></tr> <tr><td>3.5 - 4.0</td></tr> <tr><td>4.0 - 4.5</td></tr> <tr><td>4.5 - 5.0</td></tr> <tr><td>5.0 - 5.5</td></tr> <tr><td>5.5 - 6.0</td></tr> <tr><td>6.0 - 6.5</td></tr> <tr><td>6.5 - 7.2</td></tr> </table>	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.5 - 4.0	4.0 - 4.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5	6.5 - 7.2	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental - - - Límite Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Conforno de Gauss</p> <p>SISTEMA: UTM</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 100.000 metros Norte 100.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agrometeorología Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM Cargado el 06 de Julio del 2014</p> <p>Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez Ingeniera Geógrafa</p> <p>© 2014 IDEAM. Todos los derechos reservados.</p>
	1.5 - 2.0													
2.0 - 2.5														
2.5 - 3.0														
3.0 - 3.5														
3.5 - 4.0														
4.0 - 4.5														
4.5 - 5.0														
5.0 - 5.5														
5.5 - 6.0														
6.0 - 6.5														
6.5 - 7.2														

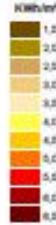



**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA
 Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM**

**IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL
 MEDIO DIARIO
 ABRIL**

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 2014

Leyenda



Convenciones

- Ciudades Principales
- Límites**
- ~ Límite Departamental
- ~ Límite Internacional

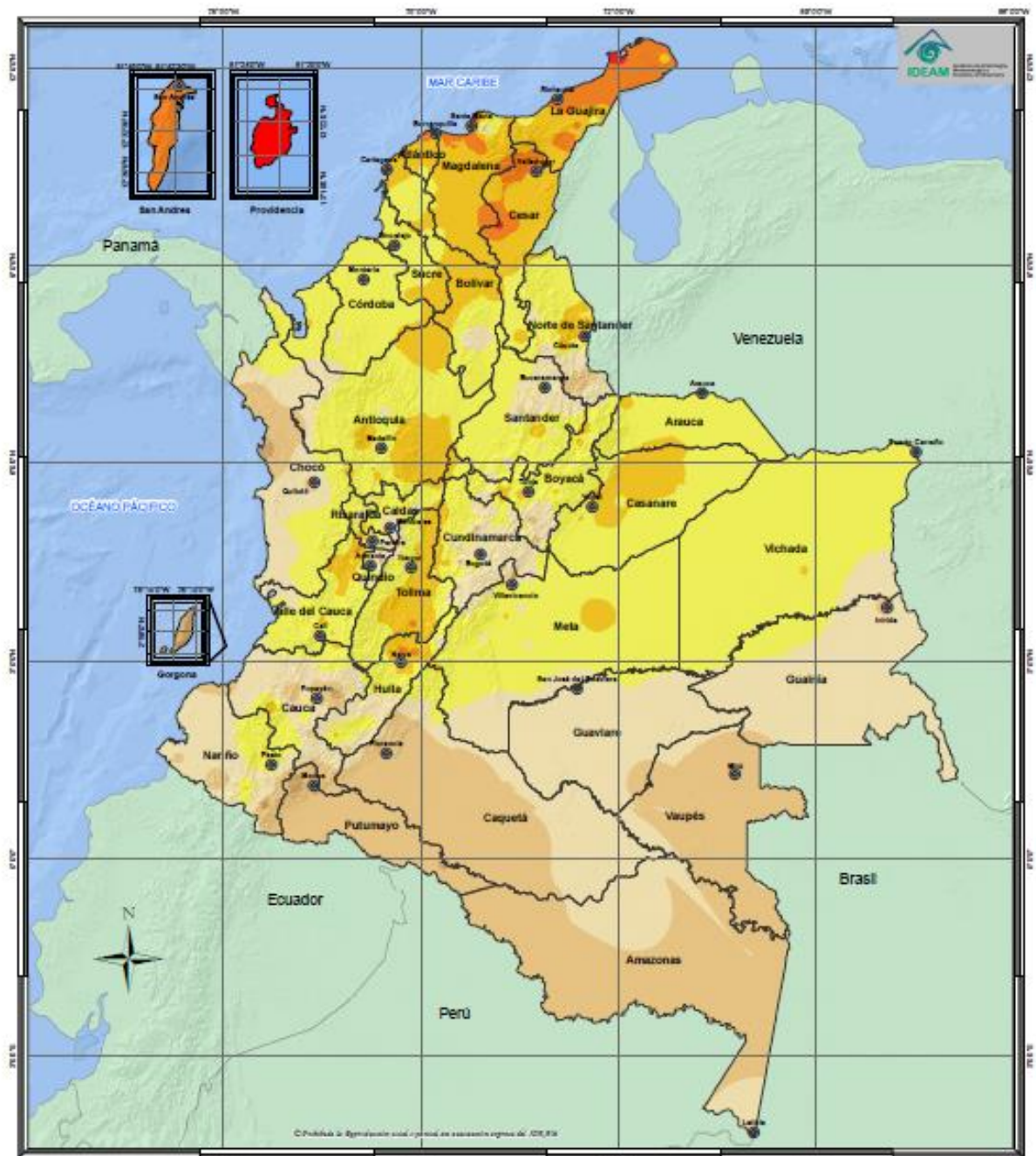
Información de Referencia

PROYECCIÓN: Sistema de Bases
 DATUM: Bogotá - AD63
 ORIGEN DE LA ZONA: Bogotá
 COORDENADAS GEODÉSICAS: UTM (Zona 18N)
 COORDENADAS PLANAS: 100.000 metros Norte
 100.000 metros Este

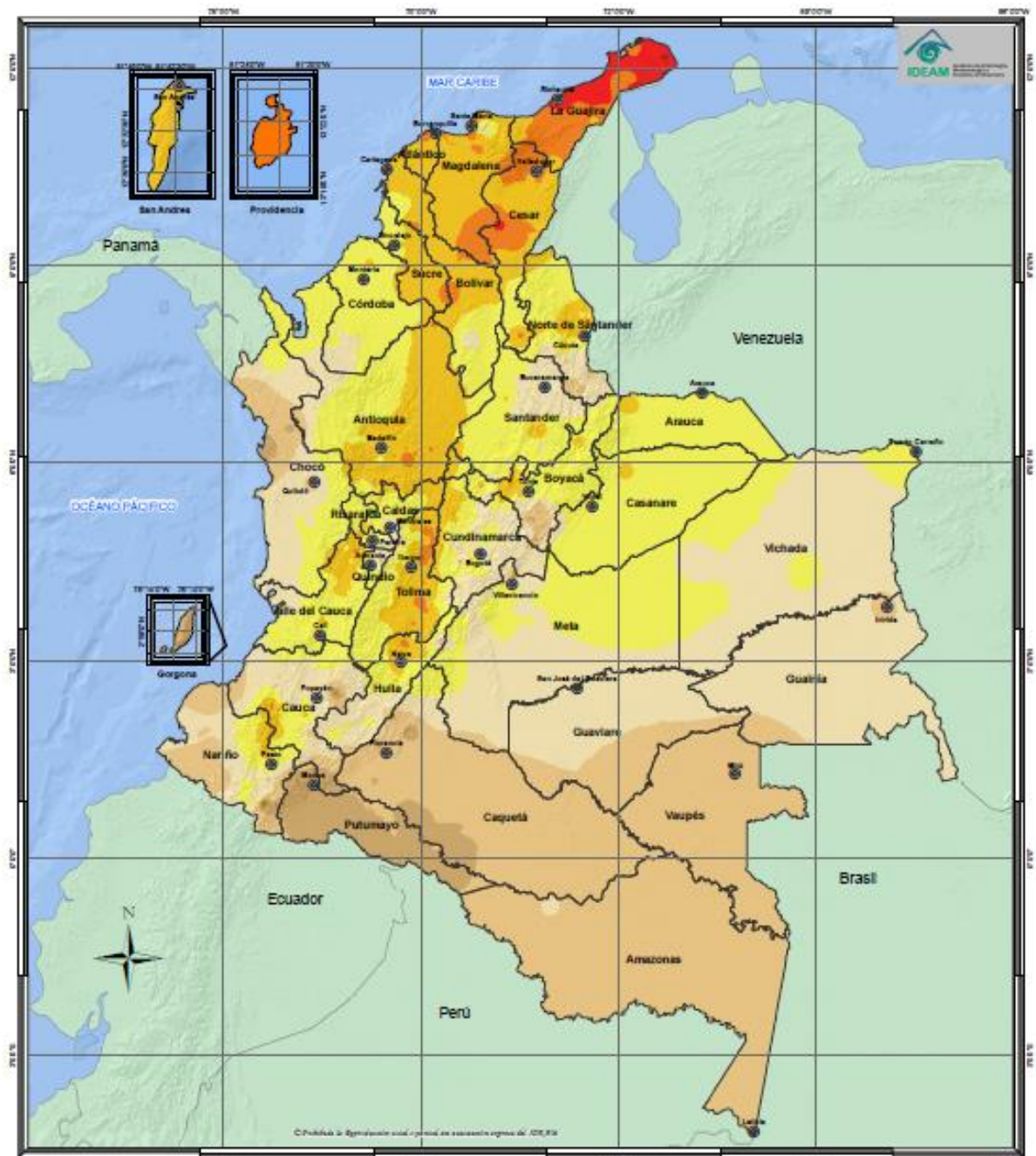
Escala Colombia: 1:5.000.000
Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000

 Frente Grupo de Climatología y Agro meteorología
 Institución de Meteorología - IDEAM
 Cartografía Básica IDEAM

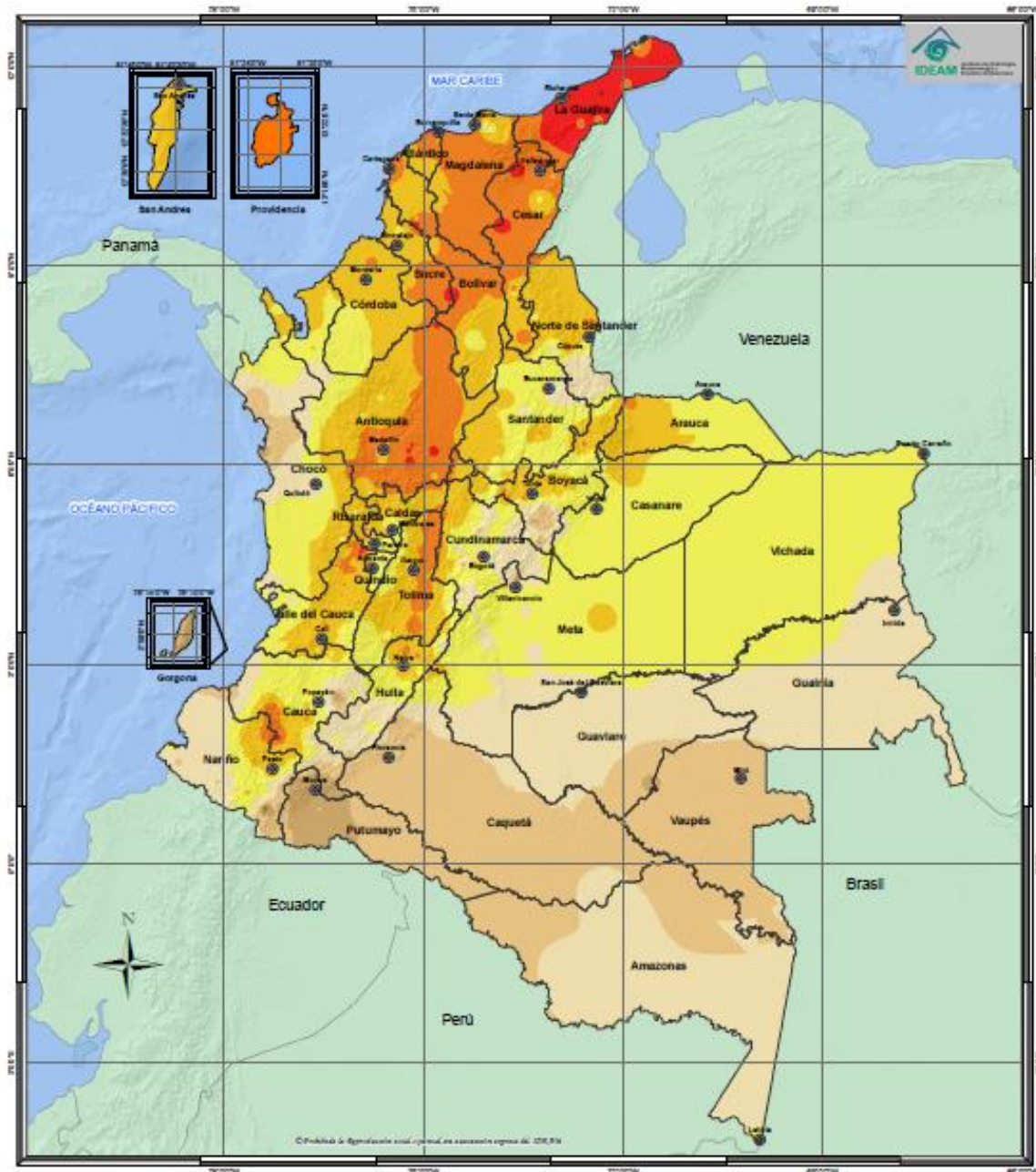
 Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez
 Ingeniería Geográfica
© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM



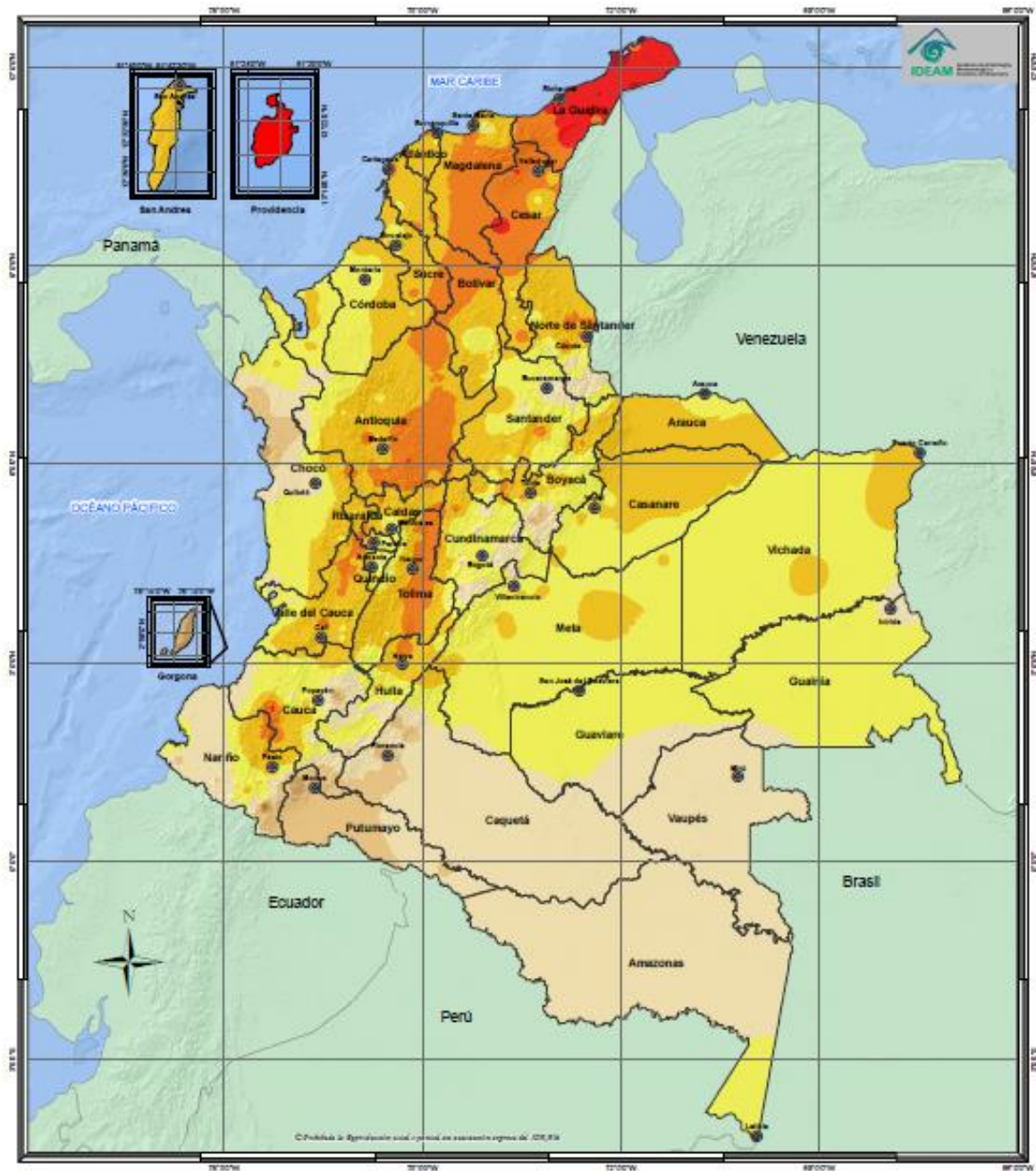
 <p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO MAYO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Leyenda kWh/m² día</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 - 2.0 2.0 - 2.5 2.5 - 3.0 3.0 - 3.5 3.5 - 4.0 4.0 - 4.5 4.5 - 5.0 5.0 - 5.5 5.5 - 6.0 6.0 - 6.5 6.5 - 7.2 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Contorno de Suva</p> <p>DATUM: WGS84 - SAD69</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM / UTM (Zona 18N) / UTM (Zona 18N)</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 100.000 metros Norte / 100.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agro meteorología, Subdirección de Meteorología - IDEAM, Cartografía Básica IDEAM</p> <p>Elaboró: Por: Olga Cecilia González Gómez, Ingeniera Geógrafa</p> <p><small>© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</small></p>
--	--	--	--



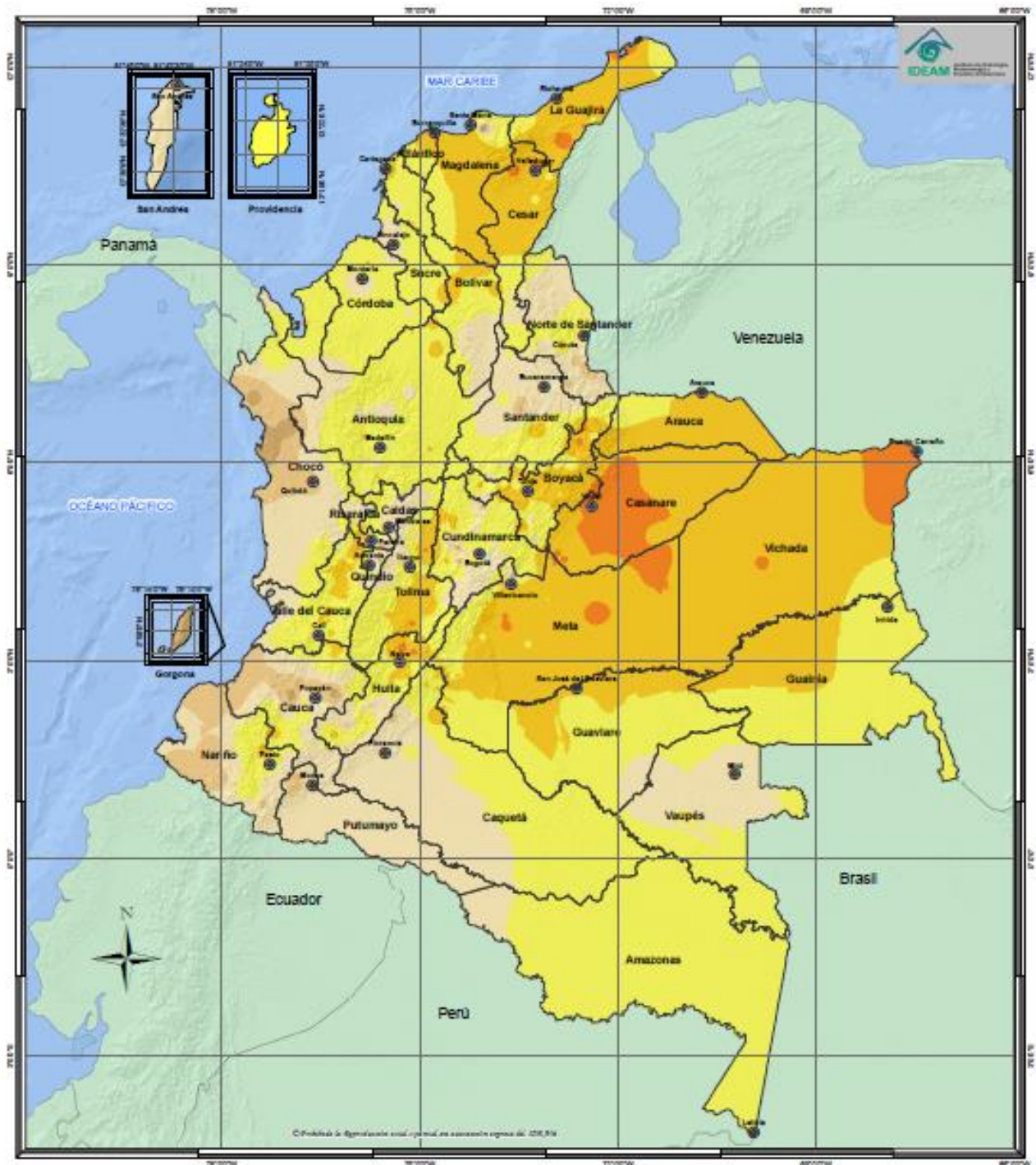
 <p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBLA HORIZONTAL MEDIO DIARIO JUNIO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Leyenda</p> <p>kWh/m²</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 - 2.0 2.0 - 2.5 2.5 - 3.0 3.0 - 3.5 3.5 - 4.0 4.0 - 4.5 4.5 - 5.0 5.0 - 5.5 5.5 - 6.0 6.0 - 6.5 6.5 - 7.0 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite Departamental — Límite Intencional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Caramboles de Soto</p> <p>DATUM: WGS84 - SABS4</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM / UTM - WGS84 (WGS84) / UTM - WGS84 (WGS84)</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte / 1000000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agro meteorología, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM Cartografía Base: IDEAM</p> <p>Elaboración: Por: Olga Cecilia González Gómez Ingeniera Geógrafa</p> <p><small>© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</small></p>
---	---	--	---



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO JULIO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Leyenda</p> <p>kWh/m²/día</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 - 2.0 2.0 - 2.5 2.5 - 3.0 3.0 - 3.5 3.5 - 4.0 4.0 - 4.5 4.5 - 5.0 5.0 - 5.5 5.5 - 6.0 6.0 - 6.5 6.5 - 7.2 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> — Línea Departamental — Línea Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Sistema de Datos</p> <p>DATUM: WGS84</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: 804075</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM, Datum WGS84</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte, 1000000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:9.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología, Administración de Meteorología - IDEAM</p> <p>Cartografía: IDEAM</p> <p>Revisado Por: Olga Cecilia González Gómez, Ingeniero Geógrafo</p> <p>Elaboración de la cartografía: IDEAM</p>
---	---	--	---



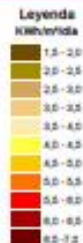
<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO AGOSTO</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Leyenda</p> <p>KWh/m²/día</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 - 2.0 2.0 - 2.5 2.5 - 3.0 3.0 - 3.5 3.5 - 4.0 4.0 - 4.5 4.5 - 5.0 5.0 - 5.5 5.5 - 6.0 6.0 - 6.5 6.5 - 7.0 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Limites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Corchero de Saco</p> <p>DATUM: SAD69 - ERSAS</p> <p>ORIGEN DE LAS DATAS: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM (EPSG: 31476) - UTM (EPSG: 31477) - UTM (EPSG: 31478)</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 100.000 metros Norte 100.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000</p> <p>Planos: Grupo de Climatología y Agro meteorología Subsistema de Meteorología - IDEAM Ceregrafa Básica I&M</p> <p>Redes: Por: Olga Cecilia González Gómez Ingeniero Geógrafo</p> <p><small>© Prohibida la reproducción total o parcial sin el consentimiento escrito del IDEAM</small></p>
--	--	--	--




**INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA
 Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM**

**IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL
 MEDIO DIARIO
 NOVIEMBRE**

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 35-14



- Convenciones**
- Ciudades Principales
- Límites**
- Límite Departamental
 - Límite Internacional

Información de Referencia

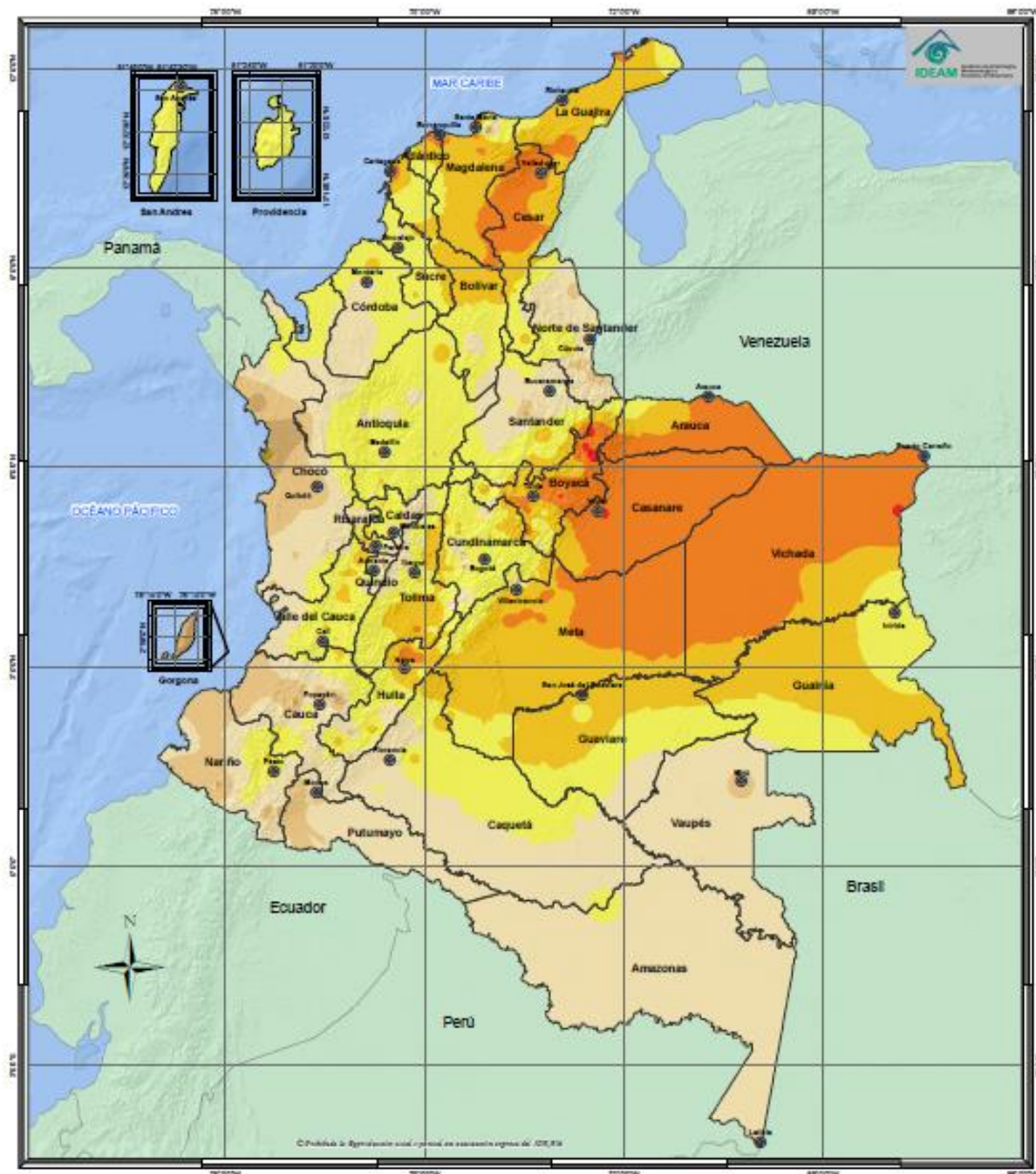
PROYECCIÓN: Corrimiento de Berio
 DATUM: SAD69 - SIOGAS
 ORIGEN DE LAS DATAS: Bogotá
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM / UTM
 COORDENADAS PLANA: 1000000 metros Norte
 1000000 metros Este

Escala Colombia: 1:5.000.000
 Escala San Andrés y Providencia: 1:200.000

Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología
 Subdirección de Meteorología - IDEAM
 Cartografía: Beatriz Hincapié

Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez
 Ingeniero Geógrafo

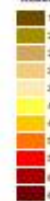



© Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca, con el apoyo técnico de IDEAM



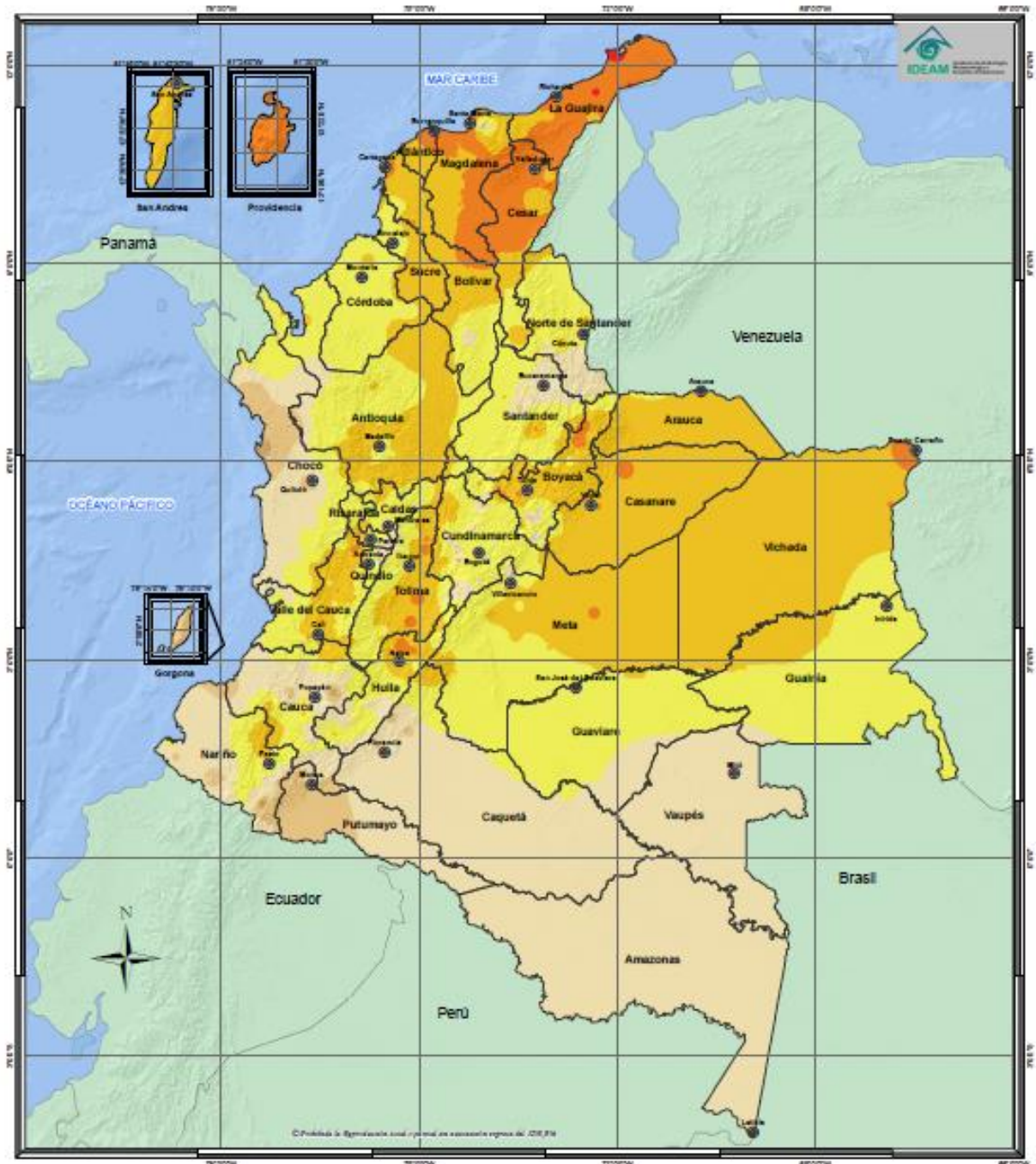

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO DICIEMBRE

 REPÚBLICA DE COLOMBIA
 2014

Leyenda Irradiación 	Convenciones  Ciudades Principales Límites  Límite Departamental  Límite Internacional
---	---

Información de Referencia
 PROYECCIÓN: Sistema de Gauss
 DATUM: SAD69 - UTM
 ESCRITURA: UTM
 COORDENADAS GEOGRÁFICAS: UTM
 COORDENADAS PLANAS: 1000000 metros Norte
 1000000 metros Este
 Escala Colombia: 1:9.000.000
 Escala San Andrés y Providencia: 1:600.000
 Fuente: Grupo de Climatología y Agroclimatología
 Subdirección de Meteorología - IDEAM
 Cartografía: María VARGAS
 Sistema Projección: Carta Geográfica Global
 Fuente: Geopetra
© Prohibida la reproducción sin el consentimiento escrito del IDEAM



<p>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM</p> <p>IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO ANUAL</p> <p>REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014</p>	<p>Legenda KWh/m²/día</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.5 - 2.0 2.0 - 2.5 2.5 - 3.0 3.0 - 3.5 3.5 - 4.0 4.0 - 4.5 4.5 - 5.0 5.0 - 5.5 5.5 - 6.0 6.0 - 6.5 6.5 - 7.0 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ciudades Principales <p>Límites</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional 	<p>Información de Referencia</p> <p>PROYECCIÓN: Contorno de Sauer</p> <p>SITIO: ANZAS - JIRÓN</p> <p>ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ</p> <p>COORDENADAS GEOMÉTRICAS: UTM (ETRS 89) - 14 Sur</p> <p>COORDENADAS PLANAS: 100.000 metros Norte / 100.000 metros Este</p> <p>Escala Colombia: 1:5.000.000</p> <p>Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000</p> <p>Proyecto Grupo de Climatología y Agro meteorología Subsección de Meteorología - IDEAM Campaña de Datos Básicos</p> <p>Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez Ingeniera Geógrafa</p> <p>© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p>
	<p>© Prohibida la reproducción total o parcial sin el consentimiento expreso del IDEAM</p>		



ANEXO 7 (Paneles Solares Fichas Técnicas)



CS6P

235/240/245/250/255P



CS6P is a robust solar module with 60 solar cells. These modules can be used for on-grid solar applications. Our meticulous design and production techniques ensure a high-yield, long-term performance for every module produced. Our rigorous quality control and in-house testing facilities guarantee Canadian Solar's modules meet the highest quality standards possible.

Best Quality

- 235 quality control points in module production
- EL screening to eliminate product defects
- Current binning to improve system performance
- High PID Resistance
- Accredited Salt mist/Ammonia resistance
- Top performance by PVUSA Test Conditions (PTC) rating

Best Warranty Insurance

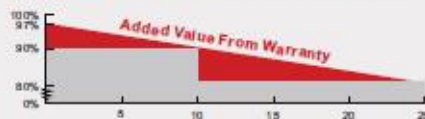
- 25 years worldwide coverage
- 100% warranty term coverage
- Providing third party bankruptcy rights
- Non-cancellable
- Immediate coverage
- Insured by 3 world top insurance companies

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, IEC61701 ED2, UL1703, IEC 62716, KEMCO, CEC Listed, CE, JET and MCS
- ISO9001:2008: Quality Management System
- ISO/TS16949:2009: The automotive quality management system
- ISO14001:2004: Standards for Environmental management system
- QC080000 HSPM: The Certification for Hazardous Substances Regulations
- OHSAS 18001:2007 International standards for occupational health and safety
- REACH Compliance

Key Features

- High module efficiency up to 15.85%
- Positive power tolerance: 0 ~ +5W
- Robust frame to up to 5400 Pa load
- Self-cleaning surface
- Outstanding performance at low irradiance
- High energy yield at Low NOCT
- **Backed By Our New 10/25 Linear Power Warranty Plus our added 25 year insurance coverage**



- 10 year product warranty on materials and workmanship
- 25 year linear power output warranty



www.canadiansolar.com



CS6P-235/240/245/250/255P

Electrical Data

STC	CS6P-235P	CS6P-240P	CS6P-245P	CS6P-250P	CS6P-255P
Nominal Maximum Power (Pmax)	235W	240W	245W	250W	255W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	29.8V	29.9V	30.0V	30.1V	30.2V
Optimum Operating Current (Imp)	7.90A	8.03A	8.17A	8.30A	8.43A
Open Circuit Voltage (Voc)	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.4V
Short Circuit Current (Isc)	8.46A	8.59A	8.74A	8.87A	9.00A
Module Efficiency	14.61%	14.92%	15.23%	15.54%	15.85%
Operating Temperature	-40°C~+85°C				
Maximum System Voltage	1000V (IEC) /600V (UL)				
Maximum Series Fuse Rating	15A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0~+5W				

Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C

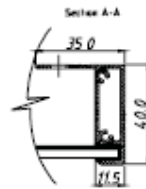
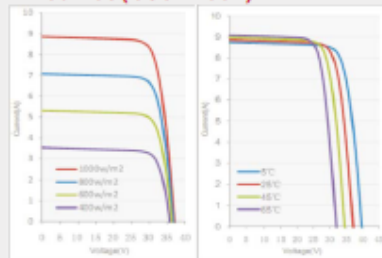
NOCT	CS6P-235P	CS6P-240P	CS6P-245P	CS6P-250P	CS6P-255P
Nominal Maximum Power (Pmax)	170W	174W	178W	181W	185W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	27.2V	27.3V	27.4V	27.5V	27.5V
Optimum Operating Current (Imp)	6.27A	6.38A	6.49A	6.60A	6.71A
Open Circuit Voltage (Voc)	33.9V	34.0V	34.1V	34.2V	34.4V
Short Circuit Current (Isc)	6.96A	6.96A	7.08A	7.19A	7.29A

Under Normal Operating Cell Temperature, irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature of 20°C, wind speed 1m/s

Mechanical Data

Cell Type	Poly-crystalline 156 x 156mm, 2 or 3 Busbars
Cell Arrangement	60 (6 x 10)
Dimensions	1638 x 982 x 40mm (64.5 x 38.7 x 1.57in)
Weight	19kg (41.9 lb)
Front Cover	3.2mm Tempered glass
Frame Material	Anodize aluminium alloy
J-BOX	IP65, 3 diodes
Cable	4mm ² IEC Y 12AWG (UL), 1000mm
Connectors	MC4 or MC4 Comparable
Standard Packaging (Modules per Pallet)	24pcs
Module Pieces per container (40 ft. Container)	672pcs (40'HQ)

I-V Curves (CS6P-255P)



* Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice.

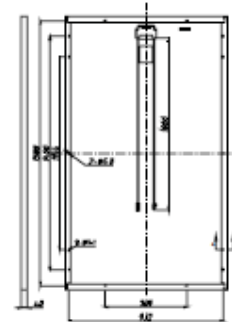
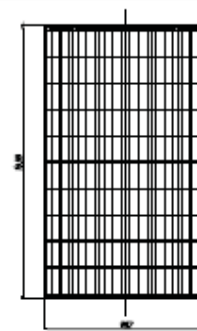
Temperature Characteristics

Temperature Coefficient	Pmax	-0.43%/°C
	Voc	-0.34%/°C
	Isc	0.085%/°C
Normal Operating Cell Temperature		
45±2°C		

Performance at Low Irradiance

Industry leading performance at low irradiation environment, +95.5% module efficiency from an irradiance of 1000w/m² to 200w/m² (AM 1.5, 25 °C)

Engineering Drawings



About Canadian Solar

Canadian Solar Inc. is one of the world's largest solar companies. As a leading vertically-integrated manufacturer of ingots, wafers, cells, solar modules and solar systems, Canadian Solar delivers solar power products of uncompromising quality to worldwide customers. Canadian Solar's world class team of professionals works closely with our customers to provide them with solutions for all their solar needs.

Canadian Solar was founded in Canada in 2001 and was successfully listed on NASDAQ Exchange (symbol: CSIQ) in November 2006. Canadian Solar has module manufacturing capacity of 2.05GW and cell manufacturing capacity of 1.3GW.

Headquarters | 545 Speedvale Avenue West
 Guelph | Ontario N1K 1E6 | Canada
 Tel: +1 519 837 1881
 Fax: +1 519 837 2550
 Inquire.ca@canadiansolar.com
 www.canadiansolar.com

DS-Rev3.51 Copyright © 2012 Canadian Solar Inc.



HIGH EFFICIENCY MULTICRYSTAL PHOTOVOLTAIC MODULE



KD 200-54 F Series

KD215GX-LFBS KD220GX-LFBS

CUTTING EDGE TECHNOLOGY

As a pioneer with over 35 years in the solar energy industry, Kyocera demonstrates leadership in the development of solar energy products. Kyocera's Kaizen Philosophy, commitment to continuous improvement, is shown by repeatedly achieving world record cell efficiencies.

QUALITY BUILT IN

- UV stabilized, aesthetically pleasing black anodized frame
- Supported by major mounting structure manufacturers
- Easily accessible grounding points on all four corners for fast installation
- Proven junction box technology with 12 AWG PV wire to work with transformerless inverters
- Quality locking plug-in connectors to provide safe and quick connections

RELIABLE

- Proven superior field performance
- Tight power tolerance
- First module manufacturer to pass rigorous long-term testing performed by TÜV Rheinland



QUALIFICATIONS AND CERTIFICATIONS

UL Listing
QJGU.E173074



NEC 2008 Compliant, UL 1703, and ISO 14001
UL1703 Certified and Registered, UL Fire Safety Class C, CEC, FSEC



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Standard Test Conditions (STC) STC – 1000 W/m ² irradiance, 25°C module temperature, AM 1.5 spectrum*			
	KD215GX-LFBS	KD220GX-LFBS	
P _{mp}	215	220	W
V _{mp}	26.6	26.6	V
I _{mp}	8.09	8.28	A
V _{oc}	33.2	33.2	V
I _{sc}	8.78	8.98	A
P _{tolerance}	+5/-0	+5/-0	%

Nominal Operating Cell Temperature Conditions (NOCT) NOCT – 800 W/m ² irradiance, 20°C ambient temperature, AM 1.5 spectrum*			
	KD215GX-LFBS	KD220GX-LFBS	
T _{NOCT}	45	45	°C
P _{max}	155	158	W
V _{mp}	24.0	24.0	V
I _{mp}	6.47	6.62	A
V _{oc}	30.4	30.4	V
I _{sc}	7.11	7.27	A
PTC	194.6	199.2	W

Temperature Coefficients			
P _{max}	-0.46	-0.46	%/°C
V _{mp}	-0.52	-0.52	%/°C
I _{mp}	0.0065	0.0065	%/°C
V _{oc}	-0.36	-0.36	%/°C
I _{sc}	0.060	0.060	%/°C
Operating Temp	-40 to +90	-40 to +90	°C

System Design	
Series Fuse Rating	15 A
Maximum DC System Voltage (UL)	600 V
Hailstone Impact	1in (25mm) @ 51mph (23m/s)

* Subject to simulator measurement uncertainty of +/- 3%. KYOCERA reserves the right to modify these specifications without notice.

NEC 2008 COMPLIANT
UL 1703 LISTED



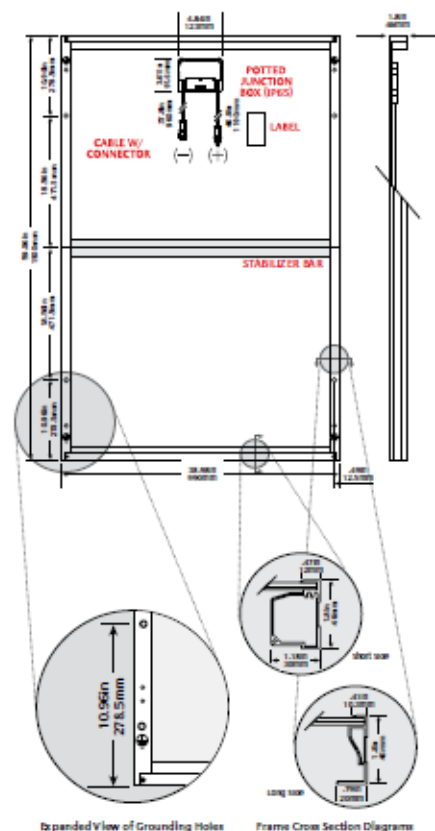
WARNING: Read the instruction manual in its entirety prior to handling, installing & operating Kyocera Solar modules.

MODULE CHARACTERISTICS

Dimensions: length/width/height	59.06in(38.98in)/1.8in (1500mm)/990mm/46mm)
Weight:	41.0lbs (18.6kg)

PACKAGING SPECIFICATIONS

Modules per pallet:	20
Pallets per 53' container:	38
Pallet box dimensions: length/width/height	60in/40in/45in (1515mm)/1005mm/1140mm)
Pallet box weight:	905lbs (410.0kg)



Expanded View of Grounding Holes Frame Cross Section Diagrams

Legend

- MOUNTING HOLES .35in (9mm)
- DRAINAGE HOLES
- ⊕ GROUND SYMBOL .35in (9mm)

OUR VALUED PARTNER

011613



ANEXO 7 (Ficha Técnica Moto- Bomba y Controlador)

LORENTZ

PS1800 C-SJ17-2

Sistema de bomba inmersa para pozos de 6"

Gama de sistemas

Altura	max. 16 m
Flujo	max. 26 m ³ /h

Datos técnicos

Controlador PS1800

- Entradas de control para protección contra operación en seco, control remoto, etc.
- Protección contra polaridad reversa, sobre carga y temperatura excesiva
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) integrado
- Funcionamiento con batería: protección integrada contra descarga total

Potencia	max. 1,8 kW
Voltaje de entrada	max. 200 V
Óptimo Vmp*	> 102 V
Tensión nominal (alimentación a pila)	96 V
Corriente motor	max. 14 A
Eficiencia	max. 98 %
Temp. del ambiente	-30...50 °C
Modo de protección	IP54

Motor ECDRIVE 1200-C

- Motor CD sin escobillas - libre de mantenimiento
- Llanada de agua
- Materiales Premium, acero inoxidable AISI 304/316
- Sin elementos electrónicos en el motor

Potencia nominal	1,7 kW
Eficiencia	max. 82 %
Revoluciones motor	900...3.300 rpm
Clase de aislamiento	F
Modo de protección	IP68
Inmersión	max. 250 m

Cabeza de bomba PE C-SJ17-2

- Válvula no retorno
- Materiales Premium, acero inoxidable AISI 304

Unidad de bomba PU C-SJ17-2 (Motor, Cabeza de bomba)

Diámetro de perforación	min. 6,0 in
Temperatura del agua	max. 50 °C

Normas



2006/42/EC, 2004/108/EC, 2006/95/EC

Meets the requirements of:
IEC/EN 61702-1995,
IEC/EN 62253 Ed.1

El logo refleja la aprobación que ha sido garantizada para este producto familiar. Los productos son ordenados con la aprobación específica que el mercado requiere.

*Vmp: Voltaje máximo de carga bajo STC



BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Koenigsplatz T. 24556 Herstedt-Übburg, Germany
Tel: +49 (0)4193 7540-0, Fax: (0)4193 7540-10, www.lorenz.de



Creado por LORNTZ COMPASS 3.0 / 0.84

Todos los especificaciones e información están dadas con buena intención. Los errores son posibles y los productos pueden estar sujetos a cambios sin ninguna notificación. Las fotografías pueden diferir de los productos actuales dependiendo de los requerimientos y regulaciones del mercado local.

Distribuidor CodeSolar.com Tel: +593 (0) 98-4989688

Sun. Water. Life.



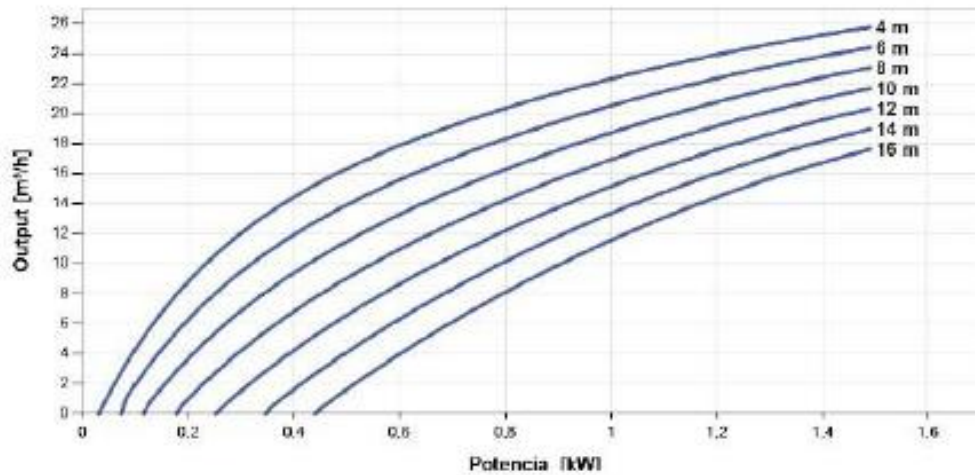
LORENTZ

PS1800 C-SJ17-2

Sistema de bomba inmersa para pozos de 6"

Plantilla de datos de la bomba

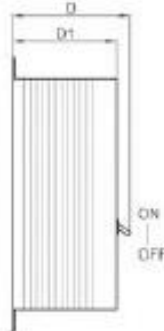
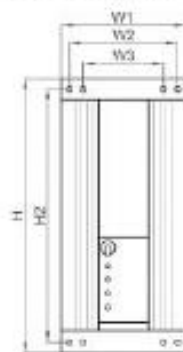
V_{mp}* > 102 V



Dimensiones y pesos

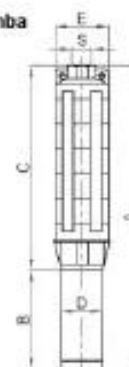
Controlador

H = 306 mm
 H2 = 354 mm
 W1 = 178 mm
 W2 = 156 mm
 W3 = 116 mm
 D = 166 mm
 D1 = 150 mm



Unidad de bomba

A = 577 mm
 B = 185 mm
 C = 392 mm
 D = 96 mm
 E = 133 mm
 S = 2,5 in



	Peso neto
Controlador	4,5 kg
Unidad de bomba	16 kg
Motor	7,0 kg
Cabeza de bomba	8,5 kg

*V_{mp}: Voltaje máximo de carga bajo STC

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
 Kleebergkoppel 7, 24956 Hensel-Urburg, Germany
 Tel: +49 (0)4193 7548-0, Fax: (0)4193 7548-10, www.lorenz.de



Creado por LORENTZ COMPASS 3.0.1.0.84

Todas las especificaciones e información están dadas con buenas intenciones. Los errores son posibles y los productos pueden estar sujetos a cambios sin ninguna notificación. Las fotografías pueden diferenciar de los productos actuales dependiendo de los requerimientos y regulaciones del mercado local.

Distribuidor CodeSolar.com Tel: +593 (0) 98-4989688

Sun. Water. Life.



ANEXO 9 (Manual Moto- Bomba y Controlador)

LORENTZ 

PS200 HR / C
PS600 HR / C
PS1200 HR / C
PS1800 C

**Bomba sumergible
sistema 4" con
alimentación solar**

**MANUAL DE
INSTRUCCIONES,
INSTALACIÓN,
FUNCIONAMIENTO
Y SERVICIO**



PS600 HR-04



BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Germany

www.lorenz.de / info@lorenz.de

revisión 05/0509

1



1 PRECAUCIONES

Las tensiones en circuito abierto (sin carga) del controlador PS200, superior a 100V; del PS600, superior a 150V y del PS1200 y PS1800, superior a 200V pueden destruir el aparato. Y estas tensiones pueden producirse si el panel solar no está correctamente conectado.

(véase la sección 5.3 de precauciones con el panel solar). Evítense el funcionamiento del motor sin el controlador PSXXX.

El controlador deberá utilizarse única y exclusivamente para los fines propios de los sistemas de bomba LORENTZ PS.

La instalación, montaje y mantenimiento deberá encomendarse a técnicos especializados. Para realizar la instalación deben mantenerse desconectadas todas las fuentes de energía. Téngase en cuenta el esquema eléctrico correspondiente. Ni el motor ni el controlador tienen piezas que requieran servicio.

Las bombas solares funcionan con menores caudales y tienen tolerancias más estrechas que las bombas convencionales. Las concentraciones extremas de arena o fango (superiores al 2 % en volumen) pueden ser causa de la parada de la bomba o de la obstrucción de los conductos. Evítense el empleo de la bomba para hacer limpiezas de pozos (véase la sección 6.6. sobre los cuidados con agua sucia).

Las bombas de rotor helicoidal son muy sensibles al calor. La bomba debe

mantenerse protegida de la acción solar y de cualquier fuente de calor, a fin de evitar bloqueos temporales. Si la temperatura del agua es superior a 22 °C (72 °F) es preciso utilizar modelos especiales (véase la sección 6.4.).

Cables de sección insuficiente pueden ser causa de fallos de arranque.

Evítense cortocircuitos en la entrada del controlador o en la de la bomba.

La bomba no debe girar en seco bajo ningún concepto. Excepción: comprobación del sentido de giro, máximo 15 segundos.

Antes de la instalación, verificar el correcto sentido de giro de la bomba (sentido horario, visto desde abajo). Si está invertido, cambiar entre sí dos de los tres cables de alimentación de la bomba.

Cuando la bomba se deslice a causa de una sombra o por acción del interruptor de flotador, vuelve a arrancar a los 120 segundos.

La sonda de agua mínima debe estar sumergida. En caso contrario, la bomba de para durante 20 minutos. Si no se utiliza sonda de mínimo nivel, conectar entre sí los terminales correspondientes en la carcasa del controlador.

Los motores de rotor helicoidal (sin C en el número de modelo #) no son autodrenables. Cuando se requiera drenaje, instalar un orificio de purga o realizar el drenaje antes de alcanzar el nivel crítico.

La instalación del sistema deberá llevarse a cabo conforme a la legislación vigente en el lugar de explotación, por parte de un profesional autorizado.

El presente manual es propiedad del dueño de la bomba LORENTZ.

El manual deberá entregarse al citado propietario o al personal de mantenimiento, una vez terminada la instalación.

Para obtener una copia del manual, puede solicitarse al proveedor de la bomba o descargarse de www.Lorentz.de.

El presente manual corresponde a los modelos de controlador PS1200, PS600, PS200 y PS1800 como se indica en la portada. Para modelos anteriores (antes de julio de 2003), véanse las versiones 1 y 2

Copyright © 2002-2005 by BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG; Reservados todos los derechos.



La falta de seguimiento de las presentes instrucciones puede ser causa de la pérdida de los derechos de garantía.

TABLA DE TENSIONES		
CONTR.	RANGO (UN)	UMAX
PS200	24 - 48	100
PS600	48 - 72	150
PS1200	72 - 96	200
PS1800	72 - 96	200



2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1 Controlador y conexiones

Protección contra el calor del sol Los dispositivos electrónicos son más fiables protegidos contra el calor. El controlador debe ir montado en la sombra de mediodía. El emplazamiento ideal es directamente bajo los paneles solares o en el lado sur del mástil de montaje. Si no se dispone de sombra, colocar una placa metálica amplia delante del controlador, haciendo de parasol. Esta medida es particularmente importante en sitios calurosos. Un calentamiento excesivo de la unidad puede ser causa de desconexiones por protección térmica.

Emplazamiento del controlador El controlador debe quedar montado en posición vertical para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Es preferible colocarlo en la CARA SUR del mástil de montaje o de cualquier otra estructura, para conseguir menor insolación. De esta forma se facilita el acceso sin tropiezos de la cabeza con la parte más baja (norte) de los paneles.

Es recomendable utilizar tuberías de conducción de los cables eléctricos para protegerlos en el exterior de acciones meteorológicas y actividades humanas y animales. Véanse las fotos de las páginas siguientes. Si no fuera posible, deberá optarse por cables de alta calidad para aplicaciones a la intemperie. Si los cables entran en caja de conexión, conviene utilizar prensaestopas herméticos.

Mantener hermética la carcasa del controlador Los orificios que no se usan se cierran para impedir la entrada de animales, insectos, agua y suciedad. Para cada orificio se entrega un tapón con este fin.

Sistema de batería La batería debe ir dispuesta en un lugar fresco para que no se vea acortada su vida útil, aislada con plena seguridad y protegida de la suciedad. El controlador debe montarse cerca de la batería, pero NO en la misma carcasa que ésta. Debe ir aislado de los terminales de la batería y protegido de los vapores corrosivos.

¡PRECAUCIÓN! VERIFICAR LA TENSIÓN antes de conectar la alimentación del controlador. Su valor (en circuito abierto) no debe superar los 100 V en el sistema PS200, 150 V en PS600 y 200V en PS1200 - PS1800 (Incluso con tiempo nublado, la tensión en circuito abierto se acerca siempre al valor máximo).

PRECAUCIÓN: Evítese la conexión directa de un amperímetro entre los polos + y - del controlador, ya que se produciría un cortocircuito con una gran descarga de corriente.

PRECAUCIÓN (sólo en los sistemas SOLARES DIRECTOS): Evítese la conexión de cualquier tipo de carga eléctrica a la matriz solar, si no forma parte del sistema de bombas LORENTZ. La incorporación de cargadores de baterías, controladores solares activos de seguimiento, o cualquier otra carga acoplada simultáneamente con el sistema LORENTZ PS puede tener como consecuencia una actuación "confusa" del controlador y perjudicar el funcionamiento.

Esquema de conexiones eléctricas Para los sistemas solares directos, véase el esquema correspondiente al final del presente manual.

POWER IN ENTRADA DE ALIMENTACIÓN Comprobar que está desconectado (OFF) el INTERRUPTOR DE CORTE del panel solar. Si no está presente este interruptor, crear sombra sobre el panel. Conectar la alimentación del panel solar con los terminales de entrada de la carcasa del controlador. Atención a la correcta polaridad. Si no está claramente marcada con +/-, utilizar un voltímetro de CC o un multímetro para analizarla.



PRECAUCIÓN
La instalación deberá ser realizada por técnicos especializados. Desconectar toda fuente de alimentación antes de realizar las conexiones del controlador. Utilizar el esquema eléctrico que corresponda. Ni el motor ni el controlador tienen componentes que requieran servicio.



PRECAUCIÓN Las conexiones sueltas es la causa más común de anomalías en el sistema.

Comprobar bien una por una las conexiones y confirmar su seguridad.



3 CONEXIONADO PARA ROTACIÓN CORRECTA

Los cables de la bomba son negros con las indicaciones en blanco L1, L2 y L3. MARCAR los colores que se asignan a L1/ L2 / L3 para facilitar las conexiones en los terminales L1/ L2 / L3 del controlador de la bomba.

Si los cables de la bomba tienen los colores standard ROJO, NEGRO y AMARILLO, seguir el orden siguiente:

ROJO	NEGRO	AMARILLO	VERDE
L1	L2	L3	Ground

Si los colores de los cables del motor Q2 2005 son marrón-negro-gris, asigna al marrón L1, al negro L2, y al gris L3.

Prueba del sentido correcto de giro de la bomba Las bombas de rotor helicoidal solamente proporcionan caudal cuando giran en sentido correcto. Si se sumergen en un tanque de agua, producen caudal cuando giran correctamente (para observar el caudal deben sumergirse por lo menos el 75 %).

Alternativa del test en seco Si no se tiene posibilidad de probar la bomba en un tanque de agua, puede recurrirse a la prueba en seco durante sólo unos segundos; lo justo para detectar el sentido de rotación, en la carcasa de la bomba hay una placa metálica con una flecha que indica el sentido correcto de giro. Si la bomba es nueva, conserva la lubricación de fábrica que podría proporcionar hasta 90 segundos de marcha en seco, pero es recomendable no superar los 15 segundos de prueba en seco, el tiempo justo para saber el sentido de giro del eje.

Si no hay posibilidad de seguir los colores o

la identificación de los cables, conectarlos en CUALQUIER orden, aplicar la alimentación y observar si el sentido de giro de la bomba es el correcto. Si está invertido, cambiar entre sí DOS cables CUALESQUIERA de la alimentación, en cualquier caso, una vez terminadas las conexiones entre la bomba y el controlador, verificar si el sentido de giro es el correcto.

Si se instala la bomba sin comprobar las conexiones o el sentido de giro

O BIEN – si gira pero no bombea

En bombas de ROTOR HELICOIDAL (modelos SIN "C" en la denominación) Apagar la bomba. Observar si sale aire por la conducción. Si no sale, cambiar dos cables de alimentación entre sí para invertir el sentido de giro del motor y volver a observar. Si tampoco se nota aire, elegir el sentido de giro más silencioso (sin vibraciones). Téngase en cuenta que la marcha inversa en seco es muy peligrosa, y no debe durar más de 15 segundos. En las bombas nuevas, con la lubricación de fábrica intacta, este tiempo puede ser de hasta 90 segundos. En muchos casos, la bomba que gira en sentido contrario se desconecta automáticamente por sobrecarga.

En bombas CENTRÍFUGAS (modelos CON "C" en la denominación) En marcha inversa, a penas se produce caudal (mínimo) y NO se deteriora la bomba, si el caudal no es el normal, invertir el sentido de giro, cambiando entre sí dos cables del motor.

Pregunta El motor se nota duro a saltos y difícil de girar mano. ¿Es normal?

Respuesta Sí. Es debido a los imanes permanentes que tiene internamente el motor. Resulta especialmente difícil de girar cuando está conectado con el controlador o si los cables de la bomba están unidos entre sí.



ATENCIÓN Si los cables de la bomba están conectados en orden incorrecto, el motor tiende a girar en sentido inverso a la marcha normal, y la bomba no funciona. Pueden producirse daños. ANTES de instalar la bomba, comprobar el sentido correcto, como las AGUJAS DEL RELOJ, visto desde arriba.



PRECAUCIÓN En la prueba del sentido de marcha, la bomba no debe funcionar más de 15 segundos.





4 SISTEMAS CON BATERÍAS

Los sistemas de bomba PSXXX pueden usar baterías.

Para configurar el controlador al modo de funcionamiento con baterías, conectar un puente entre los terminales 6 y 7.

De esta forma se activa el seguimiento MPP y la desconexión por tensión insuficiente.

Conexión: La batería se conecta directamente con el controlador PSXXX y NO en los terminales de salida de carga del cargador. De esta forma se evitan problemas con los aumentos de corriente en la fase de arranque de la bomba. El controlador PSXXX cuenta con una función de desconexión por tensión insuficiente, para proteger la batería contra descargas profundas.

Algunos controladores de carga monitorizan la capacidad de la batería y regulan la carga en correspondencia. Esta función no actúa cuando la batería se conecta con el controlador PSXXX. Para obtener un proceso de carga correcto, el cargador debe disponerse a regulación orientada a tensión, conectando un puente en el cargador. Consúltese el manual del fabricante del cargador.

Protección contra sobrecargas: Instalar un fusible o un disyuntor cerca de la fuente de alimentación. Utilizar, respectivamente, un disyuntor de 25 amperios (sistemas PS200 o PS600) o un fusible retardado (super lento), para 24 o 48 V. Esta protección proporciona seguridad en caso de fallo de las conexiones, y permite desconectar el

sistema durante la instalación o el mantenimiento. Los controladores PSXXX cuentan con protección electrónica contra sobrecorrientes.

Dimensiones de los cables de CC: Las dimensiones de los cables deben ser tales que no introduzcan una caída de tensión mayor del 5 % a 20 amperios (arranque).

Consultar la placa de cables para 48V, o aplicar los siguientes ejemplos:

Sistema de 24 V:
Cable #10 para longitud máxima de 30 pies.
Métrica: 6 mm² para un máx. de 10 m.

Sistema de 48 V:
Cable #12 para longitud máxima de 22 pies.
Métrica: 4 mm² para un máx. de 13 m.

LONGITUDES MAYORES: Para aumentos del 150 %, utilizar el tamaño siguiente de cable.

Comutación ON/OFF: Puede realizarse desde el interruptor de alimentación del controlador o desde el control remoto (interruptor de flotador).

Función de desconexión por tensión insuficiente: Las baterías de electrolito ácido pueden deteriorarse por exceso de descarga cuando su tensión cae por debajo de un determinado valor crítico. Para evitarlo, el controlador del sistema de batería PS se desconecta cuando la tensión es baja, y vuelve a conectarse cuando se recupera. Los puntos de actuación son:

sistema de 24 V: DESC a 22 V / CON a 24V
sistema de 48 V: DESC a 44 V CON a 48 V

Un controlador desconectado puede reponerse a conexión apagándolo y encendiéndolo, pero vuelve a desconectarse rápidamente si la batería no se ha recargado suficientemente.

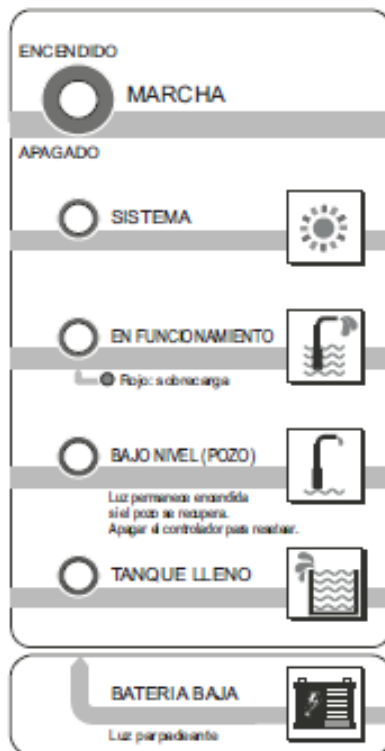


PRECAUCIÓN: El controlador PSXXX NO es un regulador de carga de baterías. Un regulador de carga evita excesos de carga de la batería. Se utiliza normalmente con sistemas de baterías recargables. Asegúrese de que el control es apropiado para el tipo de baterías que se van a utilizar (las baterías encapsuladas utilizan ajustes de tensión más bajos que las de electrolito líquido.)



5 FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA

Descripción del funcionamiento del interruptor y de los pilotos luminosos del controlador de la bomba.



INTERRUPTOR

MARCHA/PARADA

Si se acciona el interruptor en pleno funcionamiento, se provoca la reposición del sistema de lógica.

Pilotos luminosos

SISTEMA (verde)

Controlador conectado y presencia de energía. En condiciones de baja energía, el piloto señala si hay suficiente potencia para hacer funcionar la bomba.

EN FUNCIONAMIENTO (verde)

Motor en marcha. La secuencia de intermitencia indica la velocidad de la bomba. Véase más adelante el significado de la secuencia.

SOBRECARGA (el verde pasa a rojo)

BAJO NIVEL DE POZO (rojo)

El nivel de agua queda por debajo de la sonda de baja. Cuando el nivel se recupera, la bomba vuelve a arrancarse, pero este piloto parpadea lentamente hasta se vaya el sol, se interrumpe la alimentación o se realice un reset con el interruptor POWER. De esta forma se señala la caída de nivel desde el último ciclo de encendido/apagado.

TANQUE LLENO (rojo)

Bomba desconectada por acción del interruptor de flotación remoto (o por el presostato o el interruptor manual conectado en los terminales "remote float switch").

BATERIA BAJA (piloto del tanque intermitente)

Sólo en sistemas de batería – La tensión de batería ha caído a 44 / 22 V y aun no se ha recuperado a 48 / 24 V.

Indicación RPM: La velocidad de giro de la bomba se indica con el número de destellos del piloto LED ON.

- LED permanente > 900
- Un destello > 1200
- Dos destellos > 1600
- Tres destellos > 2000
- Cuatro destellos > 2400
- Cinco destellos > 2800



Funcionamiento de la bomba - Continuación

Arranque de la bomba comprobar que no existe ninguna válvula cerrada ni obstrucciones en los conductos de agua. Conectar el interruptor de la matriz y accionar el interruptor del controlador. Lo normal es arrancar siempre con los dos interruptores encendidos, a menos que se desee mantener el sistema desconectado.

Una bomba de sistema solar directo debe arrancar en las siguientes condiciones

1. Sol claro con un ángulo de incidencia de unos 20° o más sobre la superficie de los paneles.
2. Condiciones nubladas; si el sol brilla, preparar una sombra artificial.
3. Sonda de baja sumergida en la fuente de agua (o puente en el controlador) - Piloto de nivel bajo apagado.
4. Interruptor de flotación sin respuesta al nivel de tanque lleno - Piloto de tanque lleno apagado.
5. Sistema de batería sólo - Tensión por encima del nivel mínimo de desconexión (22 o 44 V).

Con sol insuficiente Cuando hay sol en los paneles, pero es demasiado débil para que la bomba pueda funcionar, se produce una tentativa de arranque cada 90 segundos. En cada maniobra se ilumina el piloto de control de la bomba.

Cuando la marcha de la bomba es lenta (bomba conectada) con sol débil

1. Modelos de bomba PS con "C" en la denominación — Utilizan un sistema de bomba centrífugo. Con sol débil, la bomba puede girar sin transporte de agua hacia la toma de salida. Este efecto es normal.
2. Modelos de bomba PS sin "C" en la denominación — Utilizan un sistema de bomba de rotor helicoidal (desplazamiento positivo). Mientras la bomba gire, suministra agua, aunque sea con un caudal bajo.

Detención de la bomba por efecto de una sombra repentina en el panel solar.

Cuando la bomba se para por efecto de una sombra repentina como la que se crea al transitar una persona frente al panel, el controlador pierde la pista de la tensión de entrada, pero esto NO es ningún problema, y la bomba vuelve a arrancar tras el retardo normal.

Retardos de tiempo

1. Tras la detención de la bomba por insuficiente insolación — 120 SEGUNDOS
2. Tras la reposición del interruptor de flotación por tanque lleno — 2 a 3 SEGUNDOS
3. Tras el nuevo contacto de la sonda de baja con agua en la fuente — 20 MINUTOS, pero el piloto de control se ilumina intermitentemente durante el resto del día, o hasta que se desconecta la alimentación o se acciona el interruptor del controlador off/on.
4. Sistemas de batería — Tras alcanzarse el punto de desconexión por baja tensión, retardo de algunos SEGUNDOS. Tras la recuperación de la tensión — algunos SEGUNDOS.

Para forzar un arranque rápido Para probar o analizar el sistema, puede conectarse un puente en el circuito de retardo. Desconectar el interruptor de alimentación POWER y conectarlo de nuevo. La bomba debe arrancar de inmediato, siempre y cuando se disponga de energía suficiente.

Vibración de la bomba Algunos modelos de bomba PS utilizan sistemas de ROTOR HELICOIDAL (los modelos SIN "C" en la denominación). En este tipo de bombas es normal una ligera vibración. Si el ruido es molesto puede probarse a cambiar la posición de la bomba. Los modelos de bomba PS con una "C" en la denominación son del tipo CENTRÍFUGO, similares a las bombas convencionales, y producen muy pocas vibraciones.

SOBRECARGA DE LA BOMBA (el piloto de BOMBA CONECTADA PUMP ON pasa de verde a rojo) El sistema se ha desconectado debido a una sobrecarga. Esto puede ser debido a un bloqueo del motor de la bomba, y tiene como consecuencia un aumento excesivo de la corriente. La detección de sobrecargas requiere que la potencia de salida de la matriz solar sea superior a 250 vatios. La causa de la anomalía puede deberse a una acumulación excesiva de sólidos en la bomba. El controlador realiza 3 intentos de arranque antes de desconectar el sistema. El piloto LED ON del sistema pasa a OFF, y se enciende el piloto LED rojo de sobrecarga OVERLOAD. Véase "SOBRECORRIENTE" en la sección 9.3 de anomalías.



6 CORRECCIÓN DE ANOMALÍAS

Lea atentamente esta sección antes de llamar para cualquier consulta.

Antes de llamar, vea los datos de modelo y número de serie (véase INFORME DEL SISTEMA, página 3).

6.1 Si la bomba no funciona

La mayor parte de los problemas se deben a defectos (instalaciones nuevas) o fallos en las conexiones; en especial a desconexiones en los terminales. El piloto System ON indica si el sistema está conectado y acoplado con el controlador. Indica la presencia de VOLTAGE, pero (en sistemas solares directos) puede que la energía sea insuficiente para el arranque de la bomba. el arranque puede requerir un tiempo de espera de 120 segundos.

La bomba intenta arrancar cada 120 segundos pero no puede

El controlador hace un pequeño chasquido cuando intenta arrancar la bomba, y ésta trata de girar o justamente vibra un poco.

1. Insuficiente energía proporcionada por el controlador. Un sistema solar directo (sin batería) debe arrancar si hay luz solar suficiente para crear sombras ligeras. Un sistema de baterías debe arrancar cuando la tensión de alimentación es superior a 22 V (sistemas de 24 V) o a 44 V (sistemas de 48V).
2. Si la bomba se ha conectado (o vuelto a conectar) hace poco con el controlador y tiende a girar en sentido inverso, es debido a un error de conexión. véase la sección 3.
3. Si el motor no gira, y sólo produce vibraciones, puede ocurrir que solamente reciba corriente en dos de sus tres conexiones. Ello puede ser debido a la interrupción de una de las conexiones o a un cambio accidental de una de las conexiones por la toma de tierra.
4. La bomba o las conducciones pueden estar obstruidas con arena o fango barro.
5. Modelos de rotor helicoidal: Puede que la bomba haya funcionado en seco. Desmontar el estator (cuerpo exterior) del motor para acceder al rotor. Si aparecen restos de caucho en el rotor, cambiar la cabeza de bomba.
6. Modelos de rotor helicoidal: Posible anomalía en la válvula de chequeo. Facilitar la purga con la bomba desconectada para facilitar el arranque.



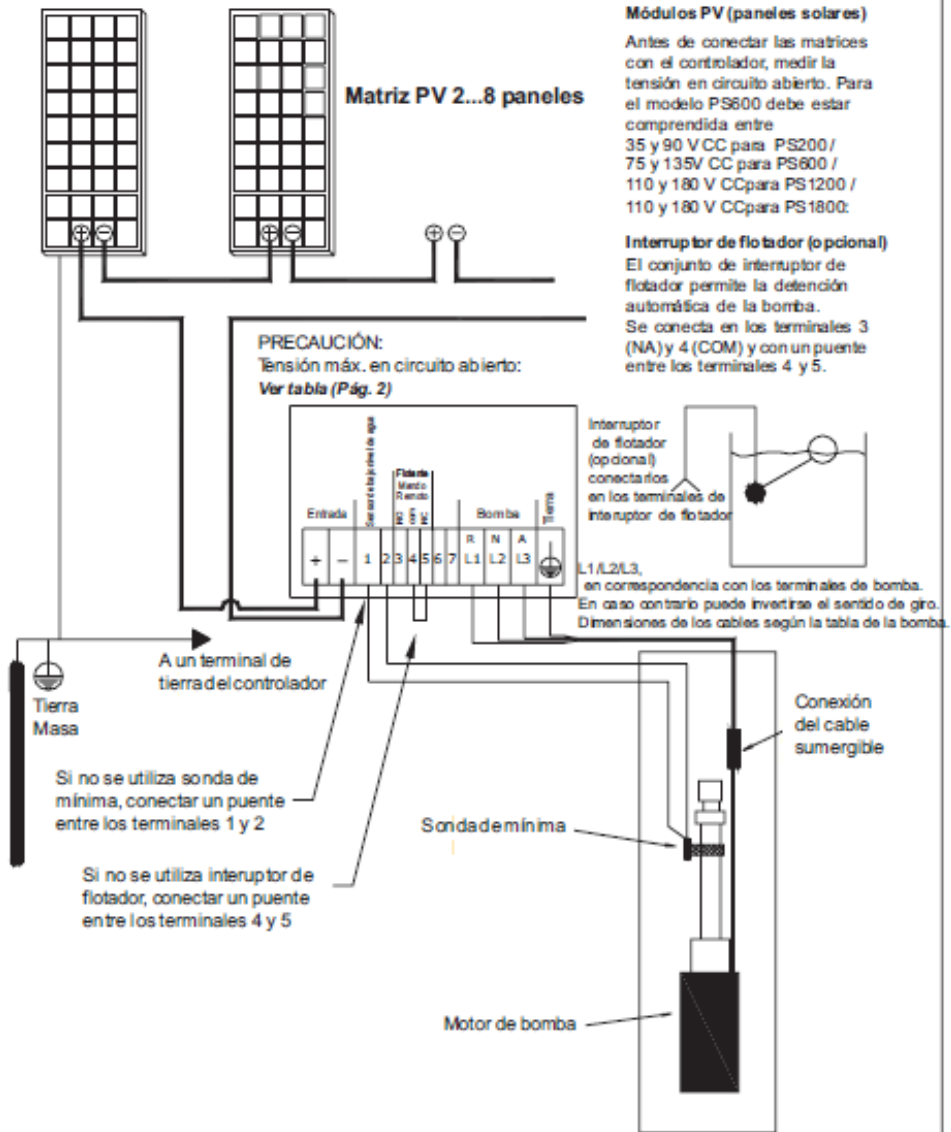
PRECAUCIÓN:
LA VÁLVULA DE CHEQUEO NO DEBE DESMONTARSE de la bomba.

Para ver la suciedad acumulada en el interior de la bomba es preferible desmontar el cuerpo. SI ES IMPRESCINDIBLE DESMONTAR LA VÁLVULA DE CHEQUEO, utilizar un adhesivo de sellado de tornillos, o colar epoxy. Los hilos de rosca no se afectan. El montaje se suelta si no se recurre a un sellante. La cinta de teflon proporciona un buen cierre, pero no impide que la unión se afloje.

SOBRECARGA DE LA BOMBA (el piloto de BOMBA CONECTADA PUMPON pasa de verde a rojo) El sistema se ha desconectado debido a una sobrecarga. Esto puede ser debido a un biqueo del motor de la bomba, y tiene como consecuencia un aumento excesivo de la corriente. La detección de sobrecargas requiere que la potencia de salida de la matriz solar sea superior a 250 vatios. La causa de la anomalía puede deberse a una acumulación excesiva de sólidos en la bomba. El controlador realiza 3 intentos de arranque antes de desconectar el sistema. El piloto LED ON del sistema pasa a OFF, y se enciende el piloto LED rojo de sobrecarga OVERLOAD. el sistema arrancará apagando el interruptor ON / OFF y volviéndolo a encender.



7 ESQUEMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA SOLAR DIRECTO (SIN BATERÍA)





8 FORMULARIO DE INFORME DE SISTEMA

Sistema y componentes

Tensión del sistema	<input type="text"/>	V
Fecha de compra	<input type="text"/>	
Suministrado por	<input type="text"/>	
¿Sistema de batería?	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
Si no: Cantidad de módulos solares (paneles)	<input type="text"/>	
Marca de los módulos solares	<input type="text"/>	
Modelo de los módulos #	<input type="text"/>	
Modelo de controlador	<input type="checkbox"/> PS1800 <input type="checkbox"/> PS1200 <input type="checkbox"/> PS600 <input type="checkbox"/> PS200 <input type="checkbox"/> otro; p. ej.: <input type="text"/>	
Serie del controlador #	<input type="text"/>	
Cabeza de bomba modelo #	<input type="text"/>	
Cabeza de bomba serie #	<input type="text"/>	

Margen de temperaturas

Las bombas de rotor helicoidal (sin C en la referencia de modelo) funcionan en condiciones óptimas sólo dentro de un determinado margen de temperaturas. El último dígito del número modelo # indica la clase de temperatura.

Si no se especifica un margen especial de temperaturas, el último dígito del número de modelo (X) es 1.

- | | | | |
|--------------------------|---------|-----------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> | Clase 0 | 32 °F a 54 °F | 0 °C a 12 °C |
| <input type="checkbox"/> | Clase 1 | 46 °F a 72 °F | 8 °C a 22 °C |
| <input type="checkbox"/> | Clase 2 | 64 °F a 90 °F | 18 °C a 32 °C |
| <input type="checkbox"/> | Clase 3 | 82 °F a 108 °F | 28 °C a 42 °C |
| <input type="checkbox"/> | Clase 4 | 100 °F a 126 °F | 38 °C a 52 °C |

La clase 1 es la normal.



Formulario de informe de sistema - Continuación

Informe de instalación

Fecha de instalación

por

Profundidad de pozo m / pies

Profundidad de bomba m / pies

Elevación vertical adicional (hasta el tanque) m / pies

Nivel estático de agua m / pies

Nivel de drenaje m / pies

Tubería de bombeo (vertical desde la bomba)

Dimensiones mm² / pulgadas

Tipo

Longitud m / pies

Longitud adicional de tubería (al tanque)

Dimensiones mm² / pulgadas

Tipo

Longitud m / pies

Cable sumergible de la bomba

Dimensiones mm² / AWG

Longitud total
(del controlador a la bomba) m / pies

CONTROL MAX RPM

(Véase la sección 5.6)

Ajuste de fábrica al máximo. sí no

Si se reduce el ajuste,
indicar el valor aquí:



ANEXO 10 (Brakers Schneider Electric)

Breakers tipo OQvs. Square D

¿Qué es el Poder de Limitación de un OQvs ?

Cada vez que se abre un circuito eléctrico con carga o en condiciones de falla (sobrecargas o cortocircuitos) se forma un arco durante milisegundos de segundo que alcanza temperaturas de 23000°C. El calor producido por el arco puede causar incendios, explosiones eléctricas y mecánicas, limitando eficientemente los efectos producidos por este fenómeno.

El poder de limitación de un OQvs, es la máxima su capacidad de liberarse en un momento, durante el momento de apertura, una corriente inferior a la corriente de falla prevista (ver metodología adjunta real del poder de limitación de un OQvs en pruebas de laboratorio).

En consecuencia, el poder de limitación de un OQvs, permite minimizar los efectos de la corriente eléctrica a lo largo de toda la redacción y en las cargas a proteger.

Ante los efectos térmicos

El poder de limitación de un OQvs, minimiza el calentamiento de los conductores, reduciendo así la temperatura de los conductores y disminuyendo los riesgos de incendio y de electrocución. De esta manera asegura la vida útil de la redacción y su explotación.

Ante los efectos electromagnéticos

El poder de limitación de un OQvs, reduce las perturbaciones en los aparatos electrónicos y de medida en la proximidad de un circuito eléctrico.

Ante los efectos mecánicos

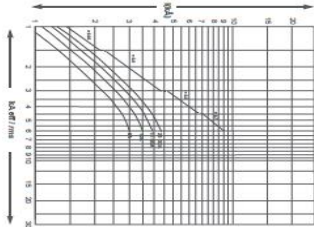
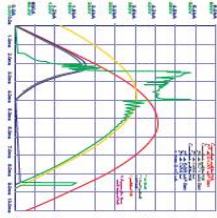
El poder de limitación de un OQvs, reduce las fuerzas de repulsión o atracción electromagnéticas, lo que significa menos riesgos de deformaciones, roturas de conductores y peligros de lesiones en los operarios de carga.

Conos de limitación

En un sistema de limitación, un breaker se determina en las corrientes de limitación correspondientes, en donde en función de la corriente de cortocircuito prevista (corriente que circulará en ausencia de dispositivo de protección I_{sc}) se determina la corriente de cresta asociada a la cresta (ver conos de limitación adjuntos).

Tabla de desclasificación por temperatura

Temperatura (°C)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
12	11,40	11,12	10,84	10,56	10,28	10,00	9,72	9,44	9,16	8,88	8,60	8,32	8,04	7,76	7,48	7,20
20	22,70	21,80	20,90	20,00	19,10	18,20	17,30	16,40	15,50	14,60	13,70	12,80	11,90	11,00	10,10	9,20
25	27,70	26,50	25,30	24,10	22,90	21,70	20,50	19,30	18,10	16,90	15,70	14,50	13,30	12,10	10,90	9,70
30	32,70	31,20	29,70	28,20	26,70	25,20	23,70	22,20	20,70	19,20	17,70	16,20	14,70	13,20	11,70	10,20
35	37,70	35,90	34,10	32,30	30,50	28,70	26,90	25,10	23,30	21,50	19,70	17,90	16,10	14,30	12,50	10,70
40	42,70	40,50	38,30	36,10	33,90	31,70	29,50	27,30	25,10	22,90	20,70	18,50	16,30	14,10	11,90	9,70
45	47,70	45,10	42,50	39,90	37,30	34,70	32,10	29,50	26,90	24,30	21,70	19,10	16,50	13,90	11,30	8,70
50	52,70	49,70	46,70	43,70	40,70	37,70	34,70	31,70	28,70	25,70	22,70	19,70	16,70	13,70	10,70	7,70
55	57,70	54,30	50,90	47,50	44,10	40,70	37,30	33,90	30,50	27,10	23,70	20,30	16,90	13,50	10,10	6,70
60	62,70	58,90	55,10	51,30	47,50	43,70	39,90	36,10	32,30	28,50	24,70	20,90	17,10	13,30	9,50	5,70
65	67,70	63,50	59,30	55,10	50,90	46,70	42,50	38,30	34,10	29,90	25,70	21,50	17,30	13,10	8,90	4,70
70	72,70	68,10	63,50	58,90	54,30	49,70	45,10	40,50	35,90	31,30	26,70	22,10	17,50	12,90	8,30	3,70
75	77,70	72,70	67,70	62,70	57,70	52,70	47,70	42,70	37,70	32,70	27,70	22,70	17,70	12,70	7,70	2,70
80	82,70	77,20	71,70	66,20	60,70	55,20	49,70	44,20	38,70	33,20	27,70	22,20	16,70	11,20	5,70	1,70
85	87,70	81,70	75,70	69,70	63,70	57,70	51,70	45,70	39,70	33,70	27,70	21,70	15,70	10,70	4,70	0,70
90	92,70	86,10	79,50	72,90	66,30	59,70	53,10	46,50	39,90	33,30	26,70	20,10	13,50	7,90	1,10	0,10
95	97,70	90,50	83,30	76,10	68,90	61,70	54,50	47,30	40,10	32,90	25,70	18,50	11,30	4,10	0,10	0,10
100	102,70	95,00	87,30	79,60	71,90	64,20	56,50	48,80	41,10	33,40	25,70	17,50	9,50	1,10	0,10	0,10



Centro de carga Square D

Tableros tipo QOL

Gabinete:

MEKA 1 con unos gabinetes, fabricado con laminas de acero estirado en frío, previo tratamiento de fosforización en caliente, curado al horno y terminado con pintura en polvo beige. Otros, estos procesos aseguran la durabilidad y acabados adecuados.

Todos los gabinetes incluyen un número suficiente de "trunkouts" o discos removibles de diferentes diámetros para liberarla, cubriendo así cualquier posición deseada para los tubos de acceso y salida de cables.

Todo el centro de carga tiene la capacidad de girar 180° para acomodarse fácilmente hacia el usuario, permitiendo así los requerimientos de cada aplicación.

Servicio:

- 1 fase, 3 hilos 120 / 240 Vol
- 3 fases 4 hilos 208 Y / 120 Vol
- 3 fases 4 hilos 240 / 120 Vol
- 3 fases 3 hilos 240 Vol Delta



Espaldas:

- 1 Paso 10 a 70A 1
- 2 pasos 15 a 100A 2
- 3 pasos 15 a 100A 3

Nº	Modelo	Tipos de Tablero	Dimensiones de Tablero (mm)	H	W	D
1	100	QOL-1 (F 8 B)	220	76	76	76
2	100	QOL-2 (F 8 B)	220	116	76	76
3	100	QOL-3 (F 8 B)	220	156	76	76
4	125	PLSFM	254	214	84	84
5	125	PLSFM	254	214	84	84
6	125	PLSFM	254	214	84	84
7	125	PLSFM	254	214	84	84
8	125	PLSFM	254	214	84	84
9	125	PLSFM	254	214	84	84
10	125	PLSFM	254	214	84	84
11	125	CON	254	214	84	84
12	125	CON	254	214	84	84
13	125	CON	254	214	84	84
14	125	CON	254	214	84	84
15	125	CON	254	214	84	84
16	125	CON	254	214	84	84
17	125	CON	254	214	84	84
18	125	CON	254	214	84	84
19	125	CON	254	214	84	84
20	125	CON	254	214	84	84
21	125	CON	254	214	84	84
22	125	CON	254	214	84	84
23	125	CON	254	214	84	84
24	125	CON	254	214	84	84
25	125	CON	254	214	84	84
26	125	CON	254	214	84	84
27	125	CON	254	214	84	84
28	125	CON	254	214	84	84
29	125	CON	254	214	84	84
30	125	CON	254	214	84	84
31	125	CON	254	214	84	84
32	125	CON	254	214	84	84
33	125	CON	254	214	84	84
34	125	CON	254	214	84	84
35	125	CON	254	214	84	84
36	125	CON	254	214	84	84
37	125	CON	254	214	84	84
38	125	CON	254	214	84	84
39	125	CON	254	214	84	84
40	125	CON	254	214	84	84
41	125	CON	254	214	84	84
42	125	CON	254	214	84	84
43	125	CON	254	214	84	84
44	125	CON	254	214	84	84
45	125	CON	254	214	84	84
46	125	CON	254	214	84	84
47	125	CON	254	214	84	84
48	125	CON	254	214	84	84
49	125	CON	254	214	84	84
50	125	CON	254	214	84	84
51	125	CON	254	214	84	84
52	125	CON	254	214	84	84
53	125	CON	254	214	84	84
54	125	CON	254	214	84	84
55	125	CON	254	214	84	84
56	125	CON	254	214	84	84
57	125	CON	254	214	84	84
58	125	CON	254	214	84	84
59	125	CON	254	214	84	84
60	125	CON	254	214	84	84
61	125	CON	254	214	84	84
62	125	CON	254	214	84	84
63	125	CON	254	214	84	84
64	125	CON	254	214	84	84
65	125	CON	254	214	84	84
66	125	CON	254	214	84	84
67	125	CON	254	214	84	84
68	125	CON	254	214	84	84
69	125	CON	254	214	84	84
70	125	CON	254	214	84	84
71	125	CON	254	214	84	84
72	125	CON	254	214	84	84
73	125	CON	254	214	84	84
74	125	CON	254	214	84	84
75	125	CON	254	214	84	84
76	125	CON	254	214	84	84
77	125	CON	254	214	84	84
78	125	CON	254	214	84	84
79	125	CON	254	214	84	84
80	125	CON	254	214	84	84
81	125	CON	254	214	84	84
82	125	CON	254	214	84	84
83	125	CON	254	214	84	84
84	125	CON	254	214	84	84
85	125	CON	254	214	84	84
86	125	CON	254	214	84	84
87	125	CON	254	214	84	84
88	125	CON	254	214	84	84
89	125	CON	254	214	84	84
90	125	CON	254	214	84	84
91	125	CON	254	214	84	84
92	125	CON	254	214	84	84
93	125	CON	254	214	84	84
94	125	CON	254	214	84	84
95	125	CON	254	214	84	84
96	125	CON	254	214	84	84
97	125	CON	254	214	84	84
98	125	CON	254	214	84	84
99	125	CON	254	214	84	84
100	125	CON	254	214	84	84

Especificar tipo de fuente:

S = Selector

F = Empulsor

Schneider Electric Ecuador S.A.



Breakers tipo OQvs. Square D

Características Generales



OQVS posee características únicas e innovadoras, convirtiéndolo en el breaker de mayor fiabilidad y fácil instalación para el usuario final



Finovates
El breaker limitador OQvs cumple las siguientes funciones:

- Protección de instalaciones contra corrientes de cortocircuito y sobrecarga
- Alarido
- Seccionamiento

Utilización
En los sectores residencial, comercial e industrial.

Conformidad con las normas
El breaker limitador OQvs cumple la norma internacional IEC 60898 (aplicación residencial y comercial)

Tipología
El breaker OQVS pasa satisfactoriamente las pruebas prescritas en la norma IEC89 tipología equipación 2 (humedad relativa del 85% a 55°C).

Temperatura ambiente

La intensidad máxima admisible en un breaker depende de la temperatura ambiente en la que se encuentra. Las OQVS son calibrados a 40°C. Ver tabla de selección por temperatura.

Resistor de empleo
120/208 VAC
240/415 VAC

Capacidad
De 10 a 63 amperios en 1, 2 y 3 polos.

Clase de diseño
Tipo C para protección de condensadores y cargas estándar los umbrales magnéticos actúan entre 5 y 10 In.

Endurecimiento eléctrico
20.000 ciclos de apertura y cierre.

Peso (gr)
Tipo 1P 2P 3P
110 220 340

Indicador de disparo Visi Trip
El breaker OQVS permite facilitar sistemas de seguridad que permitan la identificación del breaker disparado mediante la visualización de una lengüeta amarilla.

Tipo de montaje
ENCLIP/ABLE, para ser instalado en los tableros (centros de carga) tipo OQL, o bases unipolares de montaje Square D.

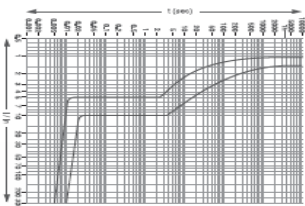
Accesorios
El breaker OQVS permite envolver la palanca de mando en la posición de abierto o cerrado empleando un sello de seguridad o candado.

Breakers tipo OQvs. Square D

Tabla de selección

Capacidad	Nº Polos	Voltaje (V)	Capacidad * (KA)
10	1P	120	10KA
16	2P	120/208	10KA
20	2P	240/415	6KA
25	3P	120/208	10KA
32	3P	240/415	6KA
40	3P	120/208	10KA
50	3P	240/415	6KA
63	3P	120/208	10KA
63	3P	240/415	6KA

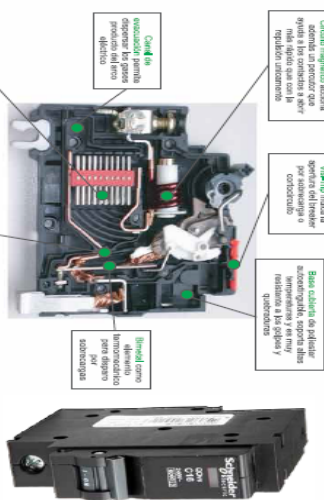
Capacidad	Nº Polos	Voltaje (V)	Capacidad * (KA)
10	1P	120	10KA
16	2P	120/208	10KA
20	2P	240/415	6KA
25	3P	120/208	10KA
32	3P	240/415	6KA
40	3P	120/208	10KA
50	3P	240/415	6KA
63	3P	120/208	10KA
63	3P	240/415	6KA



Breakers tipo OQvs. Square D

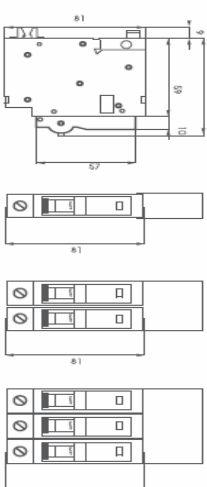
Alta tecnología a su servicio

Un breaker limitador único en su clase



El limitador OQVS es el más versátil y seguro gracias a su innovador diseño

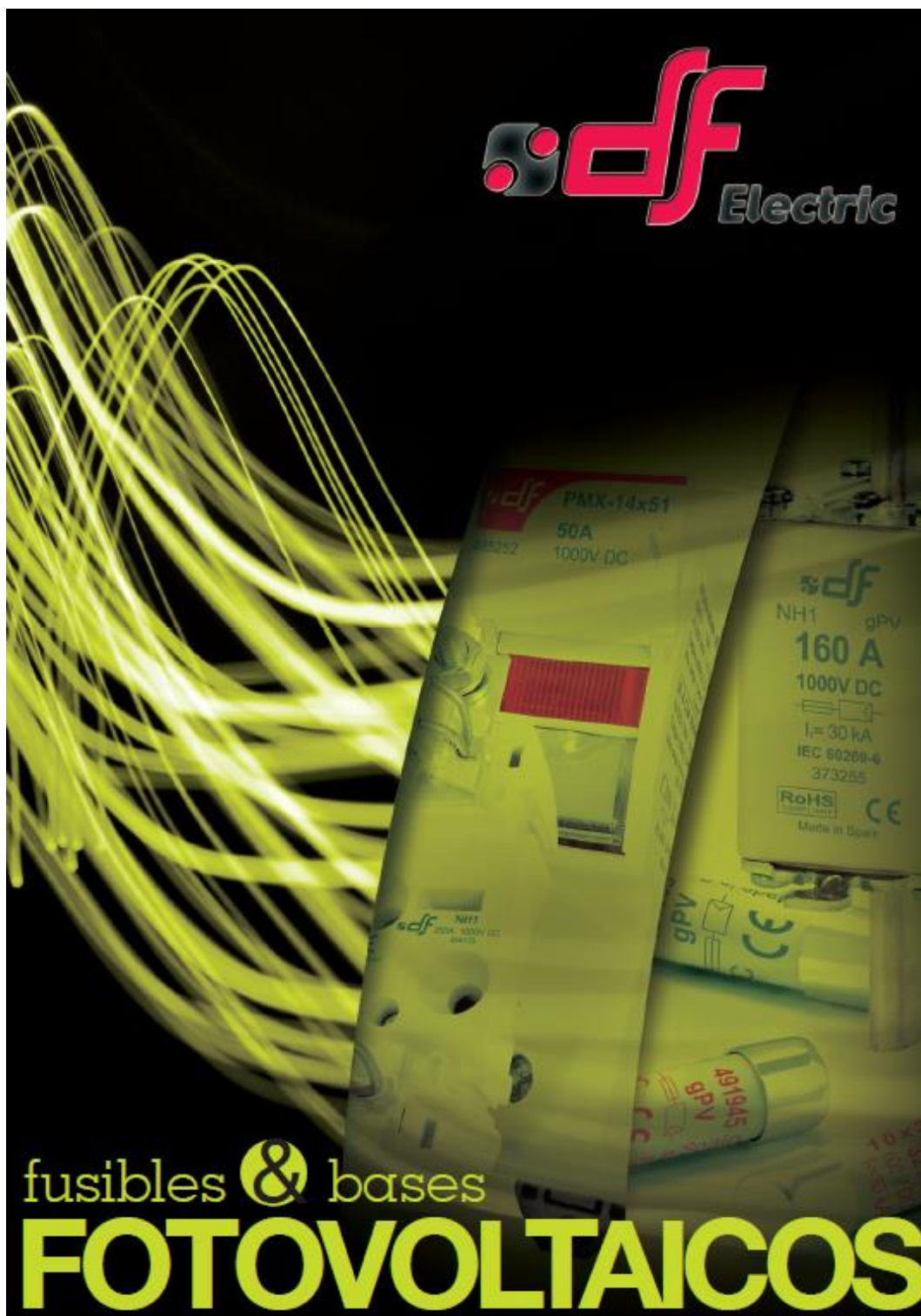
Dimensiones



- Ahorro de tiempo
- Ahorro de espacio
- Flexibilidad
- Disponibilidad



ANEXO 11 (Fusibles DF Electric, Catalogo)







FOTONOLTAICOS

FUSIBLES

- PACK-N-04 | gPV 10x38 & 14x51 600 & 1000V DC FUSIBLES
- PACK-N-05 | gPV 10x85 1200 & 1500V DC FUSIBLES
- PACK-N-06 | gPV NH1 & NH3 1000V DC FUSIBLES

BASES

- PACK-N-07 | PMF 10x38 & 14x51 1000V DC BASES
- PACK-N-09 | CONTACTO PINZA PARA FUSIBLES Ø10
- PACK-N-10 | NH1 & NH3 ST 1000V DC BASES

491635
gPV
CE

20 A
1000 V DC
I=30 kA



FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000V DC y 600V DC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/

10x38	In (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (VA)	EMBAJAJE (mm/DA)
1000V DC	1	491901	30	10/100
	2	491902	30	10/100
	3	491904	30	10/100
	4	491905	30	10/100
	5	491906	30	10/100
	6	491910	30	10/100
	8	491915	30	10/100
	10	491920	30	10/100
	12	491925	30	10/100
	15	491929	30	10/100
	16	491930	30	10/100



600V DC	1	491901	30	10/100
	2	491902	30	10/100
	3	491904	30	10/100
	4	491905	30	10/100
	5	491906	30	10/100
	6	491910	30	10/100
	8	491915	30	10/100
	10	491920	30	10/100
	12	491925	30	10/100
	15	491929	30	10/100
	16	491930	30	10/100
	20	491935	30	10/100
	25	491940	30	10/100
	30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100	



14x51	In (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (VA)	EMBAJAJE (mm/DA)
1000V DC	25	491950	30	10/50
	32	491955	30	10/50



ROHS
IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL2579



TÉCNICO
SARROSTEGIA 1-1

TÉCNICO
COMPONENTE PROTECCIÓN
REINSTRUMENTACIÓN
AERONÁUTICA

COMPATIBLE
EN BASE PARA
ANILAJES
TERMINALES

CONVENCIONAL PARA
RELOC #19

PAGINA 11

PAGINA 14

PAGINA 07

PAGINA 09



FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



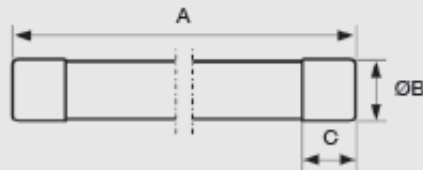
gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Tamaño	I _n (A)	REFERENCIA	PÓDER DE CORTE (A)	EMPAQUE Unid./PAJ
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
1200V DC	16	492230	10	4/24
	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

Tamaño
10x38
14x51
10x85



TAMÑO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

RODM
 IEC 60269-1
 IEC 60269-6
 UL759

RODMAGONG
 IEC 60269-1
 IEC 60269-6
 UL759

TECNO
 PARADIGMA TDR 1-1
 PAGINA 12

TECNO
 COMPONENTES PARA
 TEMPERATURA
 AMBIENTE
 PAGINA 14

CONTRATE
 CONTACTOS PARA
 RESIST. 0/10
 PAGINA 09



FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

NH

1000V
DC

Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 V DC para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección segura, compacta y económica en los cuadros de segundo nivel de las instalaciones fotovoltaicas. La gama comprende cartuchos fusibles de talla NH1 con corrientes asignadas comprendidas entre 25A y 160A y fusibles NH3 con corrientes asignadas comprendidas entre 200A y 315 A. La tensión asignada es de 1000 V DC (corriente continua). Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la norma IEC 60269-6), con una corriente mínima de fusión de 1,35 In. Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases NH modelo ST de 1000V DC.

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/nh/

	l (A)	REFERENCIA	PÓDER DE CORTE (A)	EMPAQUE Unid./CAJA
NH1	25	373210	30	1/30
	32	373215	30	1/30
	40	373225	30	1/30
	50	373230	30	1/30
	63	373235	30	1/30
	80	373240	30	1/30
	100	373245	30	1/30
	160	373255	30	1/30
NH3	200	373425	30	1/15
	250	373435	30	1/15
	315	373445	30	1/15



373255

NUEVO

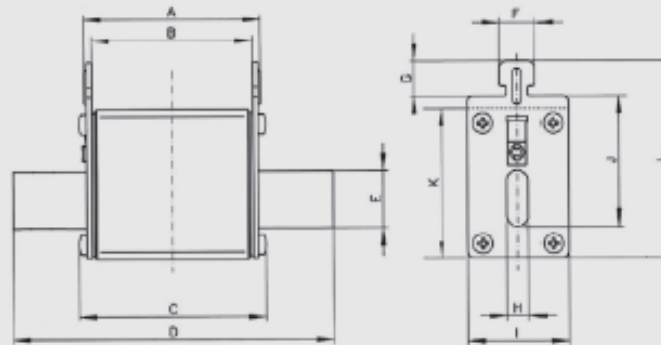


373445

gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

NH1

NH3



TALLA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87

NOTAS
IEC 60269-1
IEC 60269-6

NOBILIDADES
CULPA
FALTA
RHS
RHS
RHS



TECNICO
CARACTERISTICAS 1-1

PAGINA 13

TECNICO
DEPENDENCIA POSICION
RECTIFICACION USA
ALTERNOS

PAGINA 14

CONEXIONES
SISTEMAS PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 10



FOTOVOLTAICOS

BASES PORTAFUSIBLES



PMX 1000V DC BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

DF ELECTRIC lanza al mercado una nueva base portafusible modular para instalaciones fotovoltaicas. La principal novedad que ofrecen es la tensión asignada de 1000V DC. Están destinadas principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones hasta 1000V DC. Bases portafusibles modulares para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x38 según norma IEC/EN 60269. Diseño compacto, de dimensiones reducidas, fabricadas con materiales de calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS.

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/bases/bases-portafusibles/

	POLOS	MODULOS	REFERENCIA	DESCRIPCION	I _n [A]	U ₀ [V DC]	EMBALAJE [unidades]
10x38 SIN INDICADOR	1	1	485150	UNIPOLAR	32	1000	12/192
	2	2	485151	BIPOLAR	32	1000	6/96
10x38 CON INDICADOR	1	1	485152	UNIPOLAR	32	1000	12/192
	2	2	485153	BIPOLAR	32	1000	6/96



	POLOS	MODULOS	REFERENCIA	DESCRIPCION	I _n [A]	U ₀ [V DC]	EMBALAJE [unidades]
14x51 SIN INDICADOR	1	1,5	485250	UNIPOLAR	50	1000	6/90
	2	3	485251	BIPOLAR	50	1000	3/45
14x51 CON INDICADOR	1	1,5	485252	UNIPOLAR	50	1000	6/90
	2	3	485253	BIPOLAR	50	1000	3/45



ROHS
IEC 60269-1
IEC 60269-2
IEC 60947-3
EN 60269-1
EN 60269-2
EN 60947-3

ROHS
RESTRICCIÓN
DE SUSTANCIAS
PELIGROSAS

OPORTUNIDAD
CON PRECIO PARA
ACCIONES
RESERVADAS

OPORTUNIDAD
FUSIBLES DECORATIVOS
ACCIONES

FRANJA 04
SERIE CILINDRICOS

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/bases/bases-portafusibles/



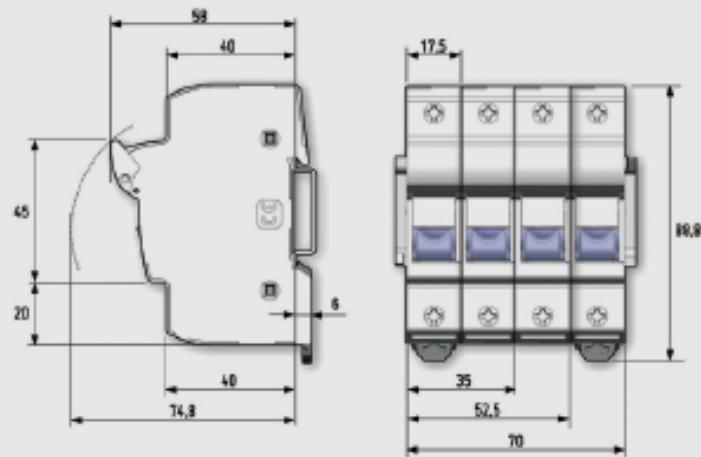
FOTOVOLTAICOS

BASES



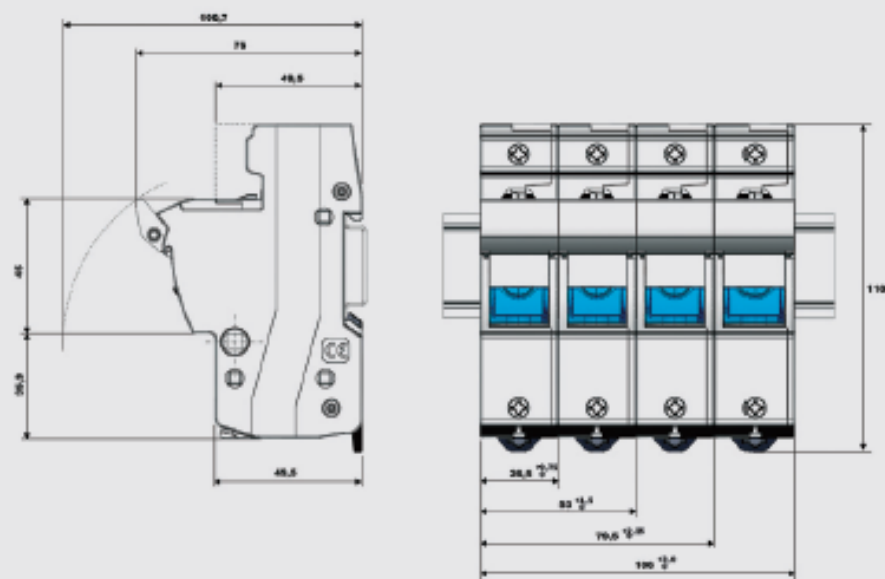
TECNICO
PV BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS
DIMENSIONES

10x38



TECNICO
PV BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS
DIMENSIONES

14x51





FOTOVOLTAICOS BASES



CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10 NUEVO

Contacto pinza para fusibles cilíndricos Ø10. Versiones fijación tornillo y para circuito impreso. Fabricados en Bronce con protección de estaño. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico).

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	I_b (A)	P_d max (W)	EMBALAJE (Unid./PAK)
482001	CONTACTO PINZA Ø10 FIJACIÓN TORNILLO	25	4	50/200
482002	CONTACTO PINZA Ø10 PARA CIRCUITO IMPRESO	25	4	50/200



482001



482002

CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10 DIMENSIONES

10x38
10x85

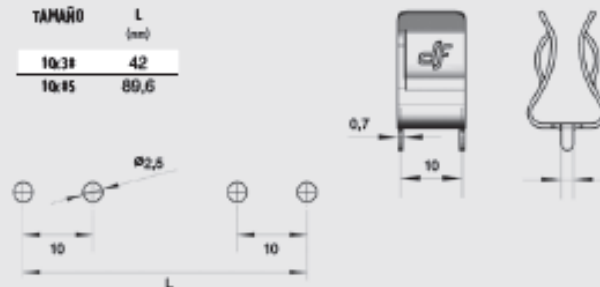
CONTACTO PINZA Ø10 FIJACION TORNILLO

TAMAÑO	L (mm)
10x38	32
10x85	79,6



CONTACTO PINZA Ø10 PARA CIRCUITO IMPRESO

TAMAÑO	L (mm)
10x38	42
10x45	89,6





FOTOVOLTAICOS BASES



ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

NUEVO

Bases portafusibles para fusibles de cuchilla (NH). Disponibles en tamaños NH1(250A) y NH3(630A). Fabricadas con materiales de alta calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico). Montaje mediante fijación a rail DIN o tornillos. Modelos unipolares. Conexión mediante tornillos. Contactos tipo pira con doble resorte para un óptimo funcionamiento. Amplia gama de accesorios que permiten una ejecución IP20. Cubrebornes, tapafusibles, separadores. Posibilidad de crear conjuntos multipolares mediante accesorios. Fabricadas según normas IEC, EN, VDE y DIN.

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/bases/bases-nh/

	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	U Ved	EMPAQUE
UNIPOLAR				
NH1 250A	RAIL DIN-FIJACIÓN TORNILLO / CONEXIÓN TORNILLO	354170	1000	1
NH3 630A	RAIL DIN-FIJACIÓN TORNILLO / CONEXIÓN TORNILLO	354180	1000	1



354170



354180

ACCESORIOS PARA BASES NH MICRORRUPTORES PARA FUSIBLES NH

TAMAÑO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMPAQUE Unid./CAJ.
NH1 NH3	357000	MICRORRUPTOR PARA FUSIBLES NH1 & NH3	1/100

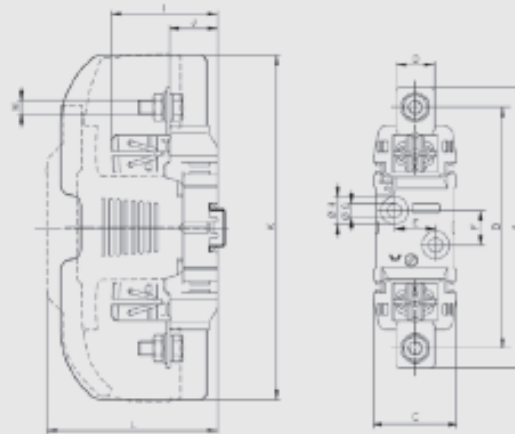


357000

ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

**NH1
250A**

**NH3
630A**



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
NH1	200	175	60	28	30	25	10,5	20,5	77,5	35	250	123	M10
NH3	240	210	60	38	30	25	10,5	20,5	97	35	270	143	M12

ROHS
IEC 60269-1
IEC 60269-2
EN 60269-1
EN 60269-2

ROHS
VDE 0636
DIN 43620

ROHS

OPORTUNO
PV APPLICABLE
PAR APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

Página 06 NH

OPORTUNO
DISEÑADO PARA
CONEXIONES
DIN

NH

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/bases/bases-nh/



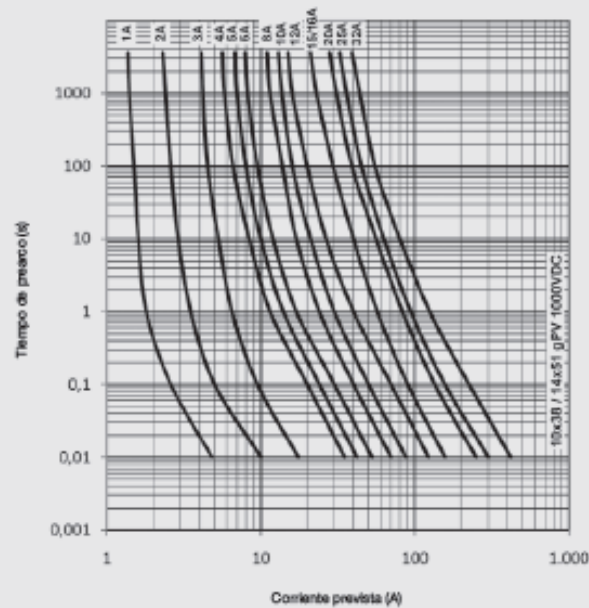
FOTVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTVOLTAICAS CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x38

14x51



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 07s)		POTENCIA DISIPADA (W @ t)		P _t PREARCO (A ²)		P _t TOTAL (A ²)	
		1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC
1	491001 491901	0,31	0,31	0,76	0,76	0,35	0,35	1,3	0,8
2	491002 491902	0,78	0,62	1,45	1,54	0,62	1,78	1,0	3,9
3	491004 491904	0,66	0,54	1,66	1,35	1,9	9,0	3,1	19,6
4	491005 491905	0,64	0,73	1,57	1,84	6,9	3,0	11	6,6
5	491006 491906	0,60	0,93	1,65	2,22	14	4,4	22	9,6
6	491010 491910	0,76	0,96	1,84	2,40	24	8,5	38	18,8
8	491015 491915	0,60	1,02	1,92	2,55	62	25	99	55,0
10	491020 491920	0,94	1,03	2,2	2,58	10	11	48	27,9
12	491025 491925	0,98	1,04	2,4	2,60	18	25	94	62,8
15	491029 491929	1,0	1,07	2,6	2,44	46	25	110	82,8
16	491030 491930	1,1	1,08	2,7	2,70	46	33	110	82,8
20	491035 491935	1,2	1,16	2,9	2,90	118	85	282	212
25	- 491940	-	1,10	-	2,74	-	280	-	460
30	- 491944	-	1,70	-	4,00	-	400	-	650
32	- 491945	-	1,76	-	4,40	-	400	-	650

10x38

14x51

1	491050	-	1,6	-	3,8	-	275	-	650	-
2	491055	-	2,0	-	4,7	-	550	-	1300	-



FOTVOLTAICOS

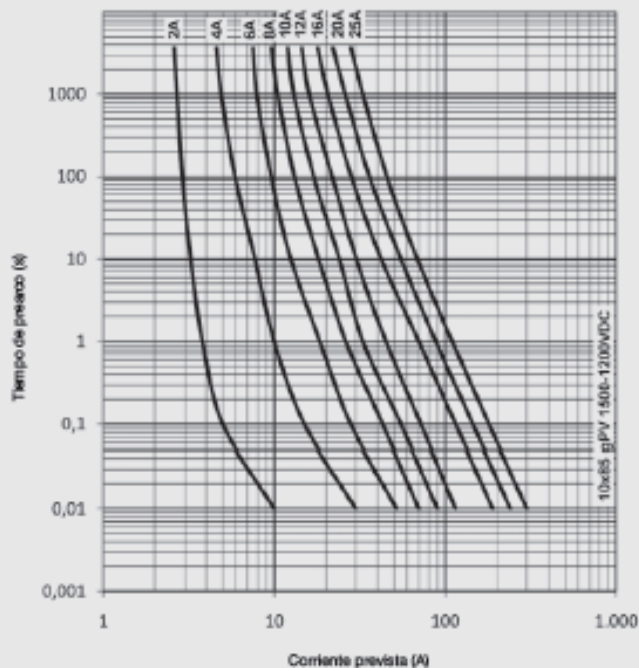
FUSIBLES



gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTVOLTAICAS

CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x85



	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 0,1s)	POTENCIA DISIPADA (W @ 1s)	P _t PREARCO (W)	P _t TOTAL (W)
1500V DC	2	492202	1,28	3,42	0,8	1,1
	4	492205	1,16	2,91	13	17
	6	492210	1,10	2,65	65	84
	8	492215	1,16	2,79	175	225
	10	492220	1,81	4,38	209	269
	12	492225	1,83	4,43	400	515
1200V DC	16	492230	1,75	4,13	136	269
	20	492235	2,13	5,14	242	478
	25	492240	2,28	5,48	545	1075

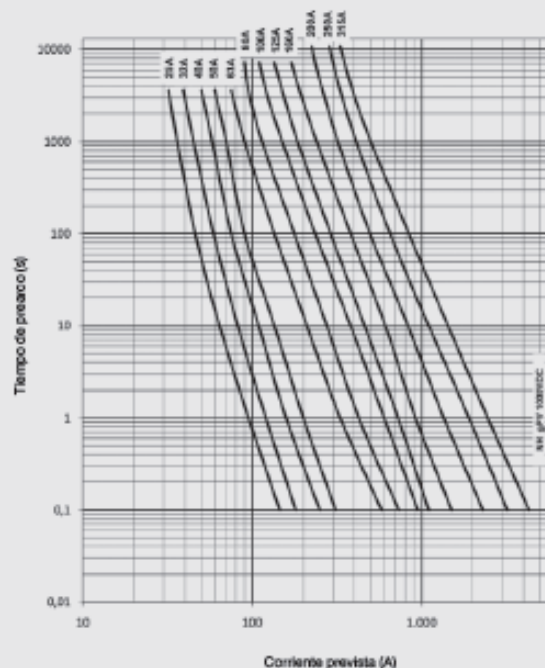


FOTVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTVOLTAICAS CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

NH1
NH3



	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 47%) 1000V DC	POTENCIA DISIPADA (W @ 100%) 1000V DC	P _t PREARCO (W) 1000V DC	P _t TOTAL (W) 1000V DC
NH1	25	373210	5,2	12,5	62	94
	32	373215	6,3	15,5	122	184
	40	373225	6,7	16,6	302	454
	50	373230	7,5	18	562	844
	63	373235	8,2	20	1210	1815
	80	373240	10	27	2250	3375
	100	373245	11	28	4000	6000
	125	373250	12,5	32	6500	9700
160	373255	13,5	34,0	9200	16600	
NH3	200	373425	19,5	48,0	21700	31700
	250	373435	20,5	51,5	41000	60000
	315	373445	26,2	66,0	76000	111500



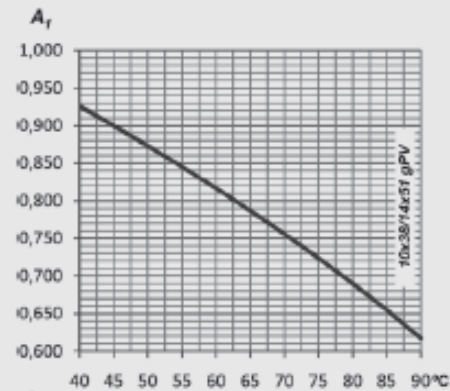
FOTVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTVOLTAICAS COEFICIENTE REDUCCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

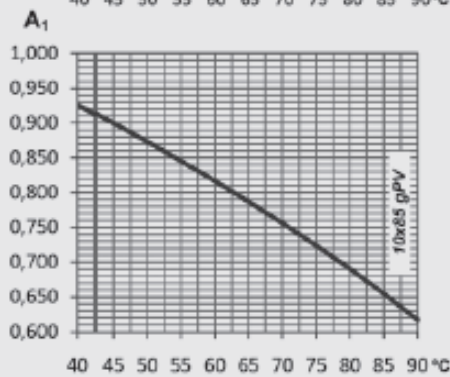
10x38
14x51
10x85

10x38
14x51



t _a °C	A ₁
40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

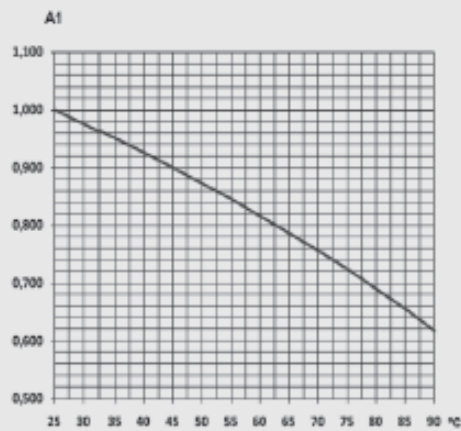
10x85



t _a °C	A ₁
40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTVOLTAICAS COEFICIENTE REDUCCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

NH1



t _a °C	A ₁
40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69



Electric

THE PROTECTION FORMULA

ELECTRONIC



CYLINDRICAL



PHOTOVOLTAIC



RAPIDPLUS



NH



SPECIAL FUSES



DOMESTIC



D & DO



TRANSFORMERS



eXperts in
PROTECTION



OFICINA CENTRAL Y FABRICA
SILICI, 67-69
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT
BARCELONA
SPAIN
Tel. +34 93 377 85 85
Fax +34 93 377 82 82

VENTAS EXPORTACION
Tel. +34 93 475 08 64
Fax +34 93 480 07 75
export@df-sa.es

VENTAS NACIONAL
Tel. 93 475 08 64
Fax 93 480 07 76
comercial@df-sa.es

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos



ANEXO 12 (Conductor Top Solar PV ZZ-F)

TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

124



TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas.

Norma de referencia: EN 50618 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Goma libre de halógenos

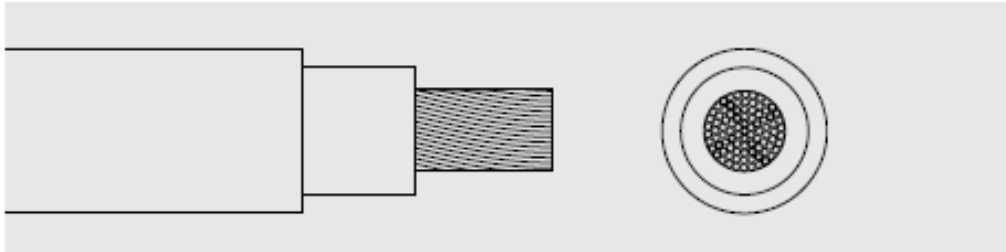
3. Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN CA: 0,6/1kV - CC: 1,8 kV



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Normas y certificaciones

Certificados
CE
TÜV
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.
Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Otros

Marcaje: metro a metro.
Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Condiciones de instalación

Al aire.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



Embalaje

Disponible en rollos con film retráctilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON PANELES SOLARES EN CULTIVO DE ÁRBOLES DE OLIVO EN LA FINCA OLIVANTO EN BOYACÁ, COLOMBIA Y UNA PARCELA EN TACNA, PERÚ. (Enero 2016)

Mendivelso R. Cristian, *Member, IEEE*

Abstract— *In this paper the design of a drip irrigation system powered by solar panels for two olive crops (Olivanto and Yarada) is presented. This basically divided into three parts, the first part refers to the design of the irrigation system, the second part refers to the photovoltaic system and the last part discusses a feasibility analysis on each of the proposed sites. In drip irrigation system water quantity needed by the crop in each of the seasons, besides the elements shown in the irrigation system for one of the crops is determined. In the photovoltaic system design shown, as well as the analysis of the elements that compose it; in this the characteristics of each of the elements as well as the dimensioning of the solar panels to meet the requirements of the pump are shown. Finally a feasibility study where issues such as benefits, estimated costs, feasibility, the benefits of using renewable energy and technically advanced irrigation system is a modus vivendi.*

I. INTRODUCTION

Desde el año de 1850, se ha empezado a utilizar combustibles fósiles en el mundo, convirtiéndose en el suministro de energía predominante, por lo que en la actualidad se están registrando un aumento histórico de concentración de gases invernadero en la atmósfera. [1] Dando lugar a la búsqueda de nuevas fuentes de energía, entre ellas, las energías renovables que ayudan a disminuir el cambio climático, contribuyen al desarrollo económico y social, dan acceso a la energía en lugares apartados, reduce efectos negativos al medio ambiente y a la salud. Una de esas energías es la solar, aprovecha la energía irradiada por el sol para generar electricidad mediante procesos fotovoltaicos. [2]

En la agricultura es de gran importancia el agua, de forma que cada vez se buscan maneras para utilizar esta de forma óptima. La poca eficiencia de los sistemas de riego hace que se busquen alternativas, una es la utilización de sistemas de riego tecnificado como por ejemplo el sistema de riego por goteo de tal modo que el agricultor aplica al cultivo el agua que requiere en cantidad, calidad y en el momento oportuno; en paralelo se fertiliza y se controla plagas en el cultivo. [3]

El olivo es un árbol forestal, ornamental y frutal. Proviene de un clima mediterráneo, se caracteriza por presentar dos

estaciones: una fría y húmeda en la que la especie logra el receso o dormancia invernal, y la otra es calurosa y seca que es cuando se produce fructificación. El cultivo del olivo tiene gran importancia y desarrollo en Italia, España, Francia, Grecia, Perú, Chile y Argentina, dado a que cumplen con los estados fenológicos de acuerdo a las estaciones climáticas bien definidas. Llegó a muchos lugares del mundo, en Colombia, en la época colonial, se ubicó en la región del Alto Ricaurte en Boyacá en condiciones propias para su cultivo. [4]

II. SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO

A. DISEÑO AGRONÓMICO

Representa la primera fase del procedimiento de cualquier tipo de riego, en este se determinará la cantidad de agua necesaria para el cultivo que será transportada por la instalación hidráulica. Corresponde a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad. Para establecer la cantidad de agua de riego, se basó en la metodología propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Se debe tener en cuenta que no toda el agua que se le aplica a la planta es aprovechada, solo utiliza una pequeña parte, la otra se pierde por la transpiración vegetal y por la evaporación en el suelo, este fenómeno es conocido como la evotranspiración del cultivo (Etc). De forma que la cantidad de agua a aportar a la planta debe ser igual a la Etc para compensar las pérdidas. La FAO propone la estimación de este dato utilizando la Ecuación 1: [27]

$$Etc = Eto * Kc$$

(Ecuación 1: Necesidad de riego según la FAO)

En la Tabla N°1 se presenta los datos del coeficiente del cultivo utilizado, el dato de evotranspiración de referencia en las dos zonas y finalmente los datos de evotranspiración del cultivo en las diferentes épocas del año. Estos datos sirven para conocer la cantidad de agua que requiere el cultivo y que

es necesario para determinar la necesidad neta para cada planta en las diferentes épocas del año.

Mes	Coeficiente Kc	Eto(mm/mes)		Etc (mm/mes)	
		Perú	Colombia	Perú	Colombia
Enero	0,7	132	123	92,5	86,1
Febrero	0,7	135	115,9	94,5	81,13
Marzo	0,7	126	122,3	88,2	85,61
Abril	0,7	105	98,7	73,5	69,09
Mayo	0,7	87	88,7	60,9	62,09
Junio	0,7	75	78,4	52,5	54,88
Julio	0,7	75	86,1	52,5	60,27
Agosto	0,7	84	90,5	58,8	63,35
Septiembre	0,7	102	97,3	71,4	68,11
Octubre	0,7	120	98,9	84	68.88
Noviembre	0,7	132	94,1	92,4	65,87
Diciembre	0,7	135	109,1	94,5	76,3

Tabla N°1 Valores de Evotranspiración

Luego de tener el dato de la evotranspiración del cultivo en las condiciones más desfavorables, es necesario calcular las necesidades de riego que necesita cada planta. La necesidad de riego o déficits de riego está dada por la ecuación 2, de esta manera se determina cual es la cantidad de agua neta que requiere el cultivo en el día o mes.

$$Nb = (Etc - Pe) / Er$$

Ecuación 2: Cantidad de agua real según eficiencia de sistema de riego

En la Tabla N°2 se presenta el valor de riego neto obtenido mediante la ecuación 2, los datos están consignados en las filas dos y tres para cada caso. En las filas cuatro y cinco se encuentra el valor de la necesidad neta de agua que necesita cada planta en litros/ día para cada cultivo en los diferentes meses del año.

Mes	Nb(mm/día)		Nb(L/planta día)	
	Perú	Col	Perú	Col
Enero	2,76466667	2,49233333	99,528	59,816
Febrero	0,58033333	1,72333333	20,892	41,36
Marzo	-0,68033333	1,278	0	30,672
Abril	2,475	-0,17433333	89,1	0
Mayo	2,25533333	0,444	81,192	10,656
Junio	1,94433333	0,96566667	69,996	23,176
Julio	1,944	1,38033333	69,984	33,128
Agosto	2,17733333	1,52766667	78,384	36,664
Septiembre	2,64433333	1,215	95,196	29,16
Octubre	3,05533333	-0,019	109,99	2
Noviembre	3,37666667	-0,29366667	121,56	0
Diciembre	3,5	0,90366667	126	21,688

Tabla 2. Cantidad de riego

Se calculó el caudal (Q) demandado para abastecer cada una de las superficies utilizando la ecuación 3, Yarada (4 hectáreas) y Villa de Leyva (2.5 hectáreas).

$$Q = Nb \left(\frac{L}{planta \cdot día} \right) * N^{\circ} \text{árboles}$$

Ecuación4: Tiempo de riego al día

$$Q = 14.7m^3 / h \text{ (Yarada)}$$

$$Q = 14.954m^3 / h \text{ (Villa de Leyva)}$$

B. DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño hídrico se determinaron los componentes, dimensiones de la red de distribución y funcionamiento de la instalación. El agua viene de unos reservorios, desde donde son bombeados por medio del cabezal de riego para todo el cultivo. Se debe garantiza que los emisores de la instalación sean de buena calidad y con una presión constante para que exista una uniformidad.

Sobre el plano de cada lugar se observa la red, en las ilustraciones se señala la ubicación de donde se toma el agua y donde estaría ubicado el cabezal de riego. Para determinar cuántas ramificaciones se deben tener en cuenta que los laterales no deben superar 140 metros (100 metros en pendientes ascendentes) con el fin de tener las menores perdidas y así garantizar un buen funcionamiento de cada gotero. En las figuras 1 y 2 se muestran los diseños hidráulicos finales para cada finca.

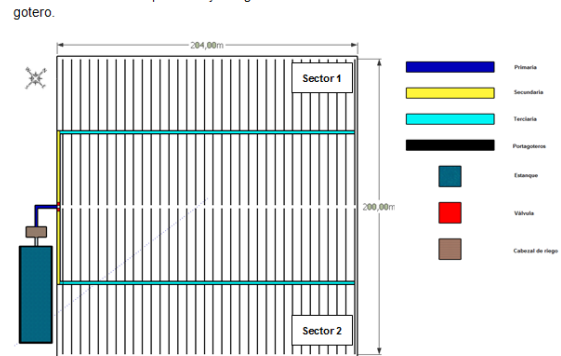


Figura N°1 .Diseño Hidráulico Yarada (Perú)

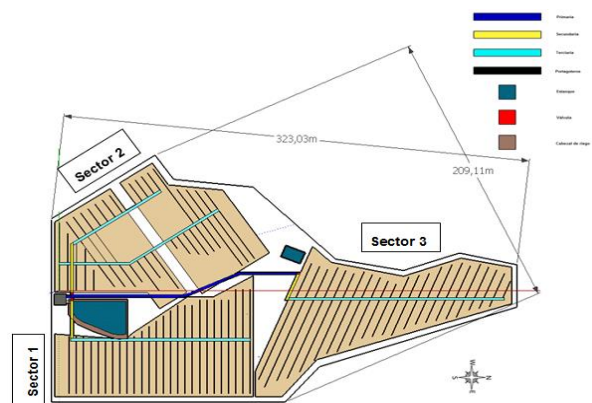


Figura N° 2. Diseño Hidráulico Villa de Leyva

Para culminar el sistema de riego en la siguiente tabla se observa el resumen de los elementos necesarios para el sistema

de riego, en la tabla 3 se presentan los elementos más importantes dentro del sistema de riego, también se nombran la característica más importante y la cantidad total.

Descripción	Características	Unidad	Cantidad	
			Yarada	Villa de Leyva
Gotero	Autocompensantes de 4L/h	Unidad	4200	4500
Tubo PVC	Diámetro 50mm(Primario)* 6mts	Tubos	5	28
Tubo PVC	Diámetro 25mm(Primario)* 6mts	Tubos	16	17
Tubo PE	Diámetro 16 mm (terciario y porta goteros)	Rollo de 100mts	72	40
Válvula principal	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1
Válvulas sectores	Diámetro 25 mm	Unidad	2	3
Regulador de presión	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1
Filtro de anillos	Diámetro 50 mm	Unidad	1	1

Tabla 3. Elementos básicos para sistema de riego.

III. SISTEMA FOTOVOLTAICO

A. BOMBA DE AGUA

Para conocer los requerimientos de la bomba se deben tener los cálculos con los valores medios mensuales necesarios para satisfacer la demanda, que se encuentran consignados en el sistema de riego en el diseño agronómico. En el dimensionamiento de la bomba se calculó mediante la determinación la energía hidráulica, de manera que se pudiese calcular la energía eléctrica que consume la bomba según los requerimientos de sistema de riego. Los valores finales expresados en Wh son correspondientes a que las bombas funcionan una media de 6 horas diarias a plena carga.

La bomba escogida es una bomba centrífuga de referencia PS1800 C-SJ17-2 de la empresa LORENTZ, en cuanto al motor es síncrono sin escobillas de corriente continua con dos 2 polos, cojinete de deslizamiento del anillo y rodamientos de cerámica, lubricado mediante agua, es de presión compensada y no hay limitaciones de profundidad prácticas para la inmersión.

PS1800 C-SJ17-2		E _n (Kw/día)		E _e (Wh)	
Característica	Unidad	Perú	Col	Perú	Col
Altura max	16m	1,92	1,95	516,86	525,801
Caudal max	26 m ³ /h				
PS1800 C-SJ17-2 de LORENTZ					
Tipo:		Bomba sumergible para suministro de agua subterránea, provista de motor DC sin escobillas			
Caudal máximo:		26m ³ /h			

Altura máxima	16m
Materiales	
Motor	Acero inoxidable, AISI 304/316
Cabeza de bomba	Acero inoxidable, AISI 304
Datos del Motor	
Potencia nominal	1,7kW
Eficiencia	Max. 92%
Revoluciones	900...3,300 rpm
Clase de aislamiento	F
Modo de protección	IP68
Funcionamiento Solar	
Voltaje optimo (V _{MP})	>102V
Voltaje de entrada máximo	200V
Voltaje nominal	96V

Tabla 4. Resumen De La Moto-Bomba

En la tabla 4 se muestran las características de la bomba, el caudal máximo brindado por la bomba es de 26 m³/h cumpliendo con los requerimientos de caudal para Olivanto que es de 14,954 m³/h y de Yarada que es 14,7 m³/h, la altura máxima a vencer correspondiente a la profundidad de los pozos no superan la altura máxima para la que fue diseñada la bomba.

B. DIMENSIONAMIENTO DE PANELES SOLARES

En el dimensionamiento de los paneles es de vital importancia conocer los datos climatológicos de cada una de las zonas, específicamente la radiación solar, a fin de determinar la energía solar que será aprovechada por los generadores fotovoltaicos generando energía eléctrica para alimentar a la carga instalada. Para la obtención de estos datos se hace la utilización de mapas de radiación solar suministrados por el IDEAM para el caso Colombia y por SENAMHI para el caso de Perú, además se utilizar la herramienta de la NASA llamada ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER para conseguir datos reciente en cada ubicación de las fincas y de este modo obtener el dato de HPS (Hora pico solar).

Para determinar cuántos paneles son necesarios dependerá de la demanda que tengan los elementos de consumo (bomba solar), teniendo en cuenta la hora solar pico en el mes más desfavorable, la potencia pico del panel y un factor global de pérdidas. El método utilizado es por balance energético. [5]

$$N_T = E_e / (HPS * P_p * P_G)$$

Ecuación 5: Número total de paneles

En la tabla que se presenta a continuación se muestran las características de los paneles escogidos para cada zona, los paneles de marca Canadian son para Yarada y los de marca Kyocera son para Olivanto, esta se muestran sus características principales.

Canadian CS6P-245P		KYOCERA KD215GX-LFBS	
Potencia nominal	245W	Potencia nominal	215W

Voltaje óptimo de operación	30V	Voltaje óptimo de operación	26,6V
Corriente óptima de operación	8,17 ^a	Corriente óptima de operación	8,09A
Voltaje circuito abierto	37,1V	Voltaje circuito abierto	33,2
Eficiencia	15,23%	Eficiencia	16%
Temperatura de operación	-40°C~+85°C	Temperatura de operación	-40°C~+90°C
Series Fuse Rating	15 ^a	Series Fuse Rating	15A
Tipo de Celda	Policristalina	Tipo de Celda	Policristalina
Peso	19kg	Peso	18,6kg

Tabla 5. Características Paneles Solares

C. CÁLCULO DEL CONDUCTOR

Se busca la situación más extrema para conocer qué tipo de cable se tiene que usar para asegurar un correcto funcionamiento en las peores condiciones. Para ambos casos (Villa de Leyva y Yarada) el cableado está dividido en dos tramos, el primer tramo está comprendido desde la caja de conexión de los módulos solares hasta el regulador y el segundo tramo comprendido desde la salida del regulador hasta la conexión a los bornes de la bomba. En ambos tramos la corriente que fluye es continua (CC). Para el cálculo de la sección del conductor (S) es de vital importancia conocer el material del que está compuesto el conductor (cobre) y su correspondiente conductividad (k) para el cobre tiene un valor de 56 m/Ω mm², la longitud del tramo (L) en metros, la intensidad que va a soportar el cable (I) en amperios y la caída de tensión en el tramo (ΔU) en voltios, para hallarlo se usa la ecuación 6. [6]

$$S = 2 * \frac{I \cdot L}{k \cdot \Delta U}$$

Ecuación 6: Sección del conductor

En la tabla 6 se muestra la longitud de cada tramo, la corriente que se presenta en estos, la sección de cable hallada y la selección de cable seleccionado.

	Tramo 1		Tramo 2	
	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto
Longitud (m)	5	5	15	15
Corriente (A)	16,34	8,09	14	14
Sección de cable cal. (mm ²)	2,431	1,203	2,08	2,08
Sección de cable sel. (mm ²)	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabla 6. Datos de longitud, intensidades, secciones de cable calculada y seleccionada

El conductor seleccionado es de tipo PV ZZ-F el cual cuenta con doble aislamiento y tiene la capacidad de transportar corriente continua de hasta una tensión de aislamiento de 1800 V, ofrecen gran resistencia térmica, resistencia climática (rayos UV, frío, humedad...), resistente al fuego. Según el

estándar AWG las secciones normalizada son número 14 (2,5mm²) para todos los tramos.

Tabla 1. Cables flexibles tipo PV ZZ-F					
Conductor: Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228					
Aislamiento: Goma libre de halógenos tipo E16					
Cubierta: Goma ignífuga tipo E16, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.					
Embalaje: Disponible en rollos con film retractado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.					
Norma Nacional/ Europea: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034 / NFC 32-070 (C2)					
Norma Internacional: IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034					
Características:					
Conductor flexible, clase 5/6	Temperatura máxima del conductor: 120°C	Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)	Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior	Marcate: metro a metro	No propagación de la llama
Resistencia a los impactos: AG2 Impacto medio	Instalación al aire libre: permanente	Resistencia al agua: AD7 inmersión	Resistencia a los ataques químicos: excelente	Resistencia a las temperaturas ambientales extremas: excelente	Vida útil 30 años
Resistencia a los rayos ultravioletas	Resistencia a grasas y aceites: excelente	Resistencia a la abrasión	Instalaciones solares fotovoltaicas	Intemperie	

Figura N° 3. Características del conductor.

D. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

Todas las instalaciones eléctricas deben contar con una serie de protecciones que garanticen su seguridad, a modo de proteger los elementos conectados, también para la protección de las personas que operen dicha instalaciones. En cuanto a las protecciones los dos principales elementos son el magnetotérmico (breaker) y el fusible, que sirven como disparo de protección ante cortocircuito y/o sobretensiones. Los fusibles elegidos son de la marca DF Electric, para seleccionar el fusible adecuado se debe cumplir con la ecuación 7. [6]

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 * I_{adm}$$

Ecuación 7: Relación para escoger protecciones

En la tabla 7 se muestran las corrientes que se presentan en cada tramo, la corriente nominal de las protecciones y la corriente admisible por el conductor.

Tramo	I _b		I _n		0,9*I _{adm}	
	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto	Yarada	Olivanto
Panel Solar-Regulador	16,34 A	8,09 A	20 A	10A	29 A	29 A

Tabla 7. Resumen de Fusibles y Breakers Escogidos

Según la norma NTC 2050, sección 690, cada ramal debe tener un fusible de protección, además debe existir un medio de desconexión y protección entre los módulos fotovoltaicos y el regulador de carga. Los elementos usados deben tener certificados para las condiciones de cortocircuitos, deben estar ubicados donde sean accesibles, estar rotulados de manera que indique posición de abierto o cerrado.

E. CONTROLADOR DE CARGA

Este dispositivo es encargado de regular y controlar la corriente eléctrica proveniente de los paneles solares hacia la bomba de agua. Evita que se produzca sobre cargas y a la vez limita la tensión de alimentación de la bomba a unos valores adecuados para su funcionamiento. El regulador viene para trabajar en conjunto con la bomba, es fabricado por la empresa LORENTZ, de referencia PS 1800, tiene la posibilidad de conexión de baterías y cuenta con la fusión de desconexión por tensión insuficiente para proteger la batería contra descargas profundas, puede monitorizar la capacidad de la batería y regular su carga; mediante un sensor (flotador), controla el encendido y apagado de la bomba cuando el nivel de este, esté lleno. En la tabla que se presenta, se muestran las características principales del controlador.

Controlador PS 1800	
Potencia máxima	1,8 kW
Voltaje de entrada máximo	200 V
Voltaje optimo	>102 V
Tensión nominal	96 V
Corriente de motor máximo	14 A
Eficiencia máxima	98%
Temperatura de trabajo	-30 °C a 50 °C
Protección	IP54

Tabla 8. Características técnicas del controlador.

F. DISEÑOS ELECTRICOS

En los siguientes planos se muestra la distribución de los paneles, la de conexión de estos al controlador, la bomba y sus respectivas protecciones en los casos propuestos.

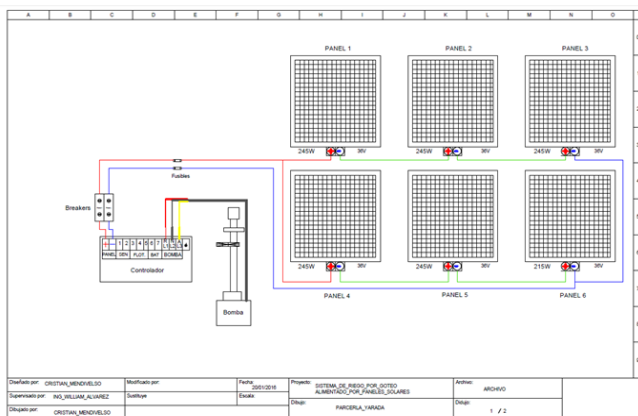


Figura N° 4. Diseño Yarada

Para el caso de Yarada se determinó que se necesitan 6 paneles, 3 paneles conectados por cada ramal, cada ramal debe tener su propia protección y un breaker de dos polos entre el arreglo de paneles y el controlador, que a su vez de servir para protección también sirve para que quien manipule el sistema pueda impedir el paso de la corriente eléctrica generada por los paneles.

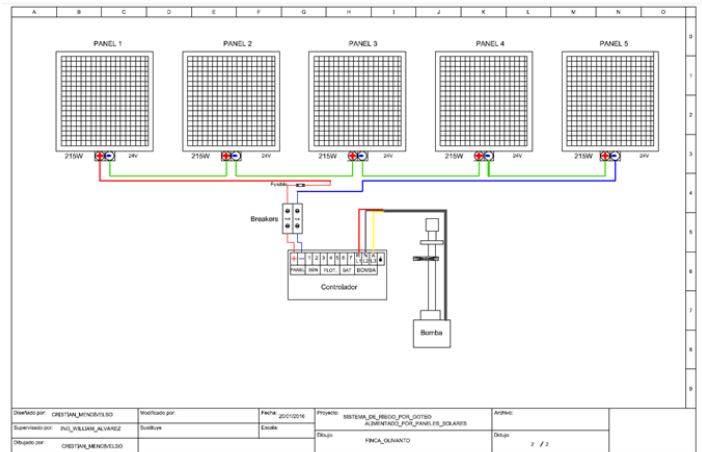


Figura N° 5. Diseño para Olivanto

Finalmente en Olivanto se determinó que se necesitan 5 paneles solares conectados en serie, con un fusible y un breaker de dos polos.

IV. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Con el fin de dar aprobación del proyecto planteado, se hizo un estudio de viabilidad donde se da a conocer aspectos técnicos, económicos, medio ambientales y sociales. Este estudio permite a los lectores e interesados conocer información del diseño de los sistemas propuestos además, dar una visión en una posible implementación. En las fases del diseño se da a conocer los aspectos técnicos para los dos cultivos, cumpliendo con los requerimientos del análisis técnico, dando solución a preguntas de dónde, cómo, cuánto y con qué se va a realizar el proyecto deseado, su funcionamiento y la operatividad propia de este, expuestos en los diseños de sistema de riego y sistema fotovoltaico.

A. ANALISIS ECONÓMICO

En la parte del análisis económico se determina cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para realizar el proyecto propuesto en cada zona, de modo que se efectuó una evaluación costo-beneficio del proyecto. Los precios consignados en la siguiente tabla son precios actuales, en donde se detalla la cantidad, el valor unitario, valor total de los elementos y el total final para los dos casos. Los precios dados fueron convertidos a dólares americanos para las dos situaciones.

Elemento	Unidad	Cantidad		Valor Unt		Valor Total	
		Perú	Col	Perú	Col	Perú	Col
Gotero	Unidad	4200	4500	0,2	0,18	840	810
Tubo PVC 2"	Tubos	5	28	11,5	15,06	57,5	421.68
Tubo PVC 1"	Tubos	16	17	8,58	8,58	137,28	145.86
Tubo PE	Rollo	72	40	21,78	22,20	1568,	888

	de 100mts					16	
Válvula principal	Unidad	1	1	5,34	5,33	5,34	5,33
Válvulas sectores	Unidad	2	3	1,79	1,78	3,58	5,34
Válvula regulador de presión	Unidad	1	1	103,56	103,58	103,56	103,58
Filtro de anillos	Unidad	1	1	58,08	59,19	58,08	59,19
Bomba- Controlador	Unidad	1	1	2613,79	2.663,50	2613,79	2.663,50
Paneles	Unidad	6	5	290	340,34	1.740	1.701,7
Cable	Metros	75	70	1,05	1,04	78,75	72,8
Fusibles	Unidad	2	1	0,5	0,5	1	0,5
Brakers	Unidad	1	1	13,5	13,32	13,5	13,32
Gastos G.	%	5	5			367	362
TOTAL						7.587,67 USD	7.302,8 USD

Tabla 9. Costos Del Proyecto

En el análisis financiero se hizo la comparación de costos energéticos entre dos fuentes de energía (Gasolina y Fotovoltaica) como se observa en la siguiente tabla, de manera que al analizar el costo que tiene cada tecnología en 5 años, la solución solar es significativamente más rentable que la alternativa que usa gasolina; notándose actualmente el aumento significativo del costo de la misma y que con el transcurrir del tiempo va a ser inevitable el alza.

Fuente de energía	Gasolina	Fotovoltaica
Eficiencia	30%	100%
Energía necesaria	1.4Kwh	1.4Kwh
Combustible consumido	1.1 L	-
Costo por unidad	0,62 USD/L	0 USD
Costo combustible diario	3,72 USD	0 USD
Costo combustible mensual	111,6 USD	0 USD
Costo combustible Anual	1339,1 USD	0 USD
Coste en 5 años		
Costo	6696 USD	0 USD
Mantenimiento de motor	100 USD	0 USD
Costo Inicial	5000 USD	7.302,8 USD
COSTOS TOTAL	11.796 USD	7.302,8 USD

Tabla 10. Comparación de costos energéticos en Colombia

B. ANALISIS MEDIOAMBIENTAL

Los sistemas de riego por goteo alimentados por medio de paneles solares son una manera de utilizar el recurso hídrico de una forma más productiva y con el menor desperdicio

posible, no hay costos en combustibles, tiene un bajo mantenimiento y la vida útil es larga (20 años), se reduce la emisión de gases efecto invernadero y se hace un menor gasto de agua. Como consecuencia el uso de la energía solar proporciona al medioambiente beneficios, mediante la disminución de emisiones de gases contaminantes (Dióxido carbono, dióxidos azufre, entre otros) contribuyendo al autoabastecimiento energético. Esta tecnología es silenciosa, no produce contaminación; en cuanto a su fabricación, las celdas son de silicio elemento que se obtiene de la arena, abundante en la naturaleza. En el sistema de riego por goteo se hace un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, se evita pérdidas por evaporación superficial, el costo energético es menor comparado con el riego por aspersión, se evita menor crecimiento de malezas y mejora la productividad del cultivo.

C. ANALISIS SOCIAL

En las áreas geográficas donde se ubica los sistemas de riego, no se ven afectas las comunidades de las dos regiones a causa de ruidos o emisiones contaminantes ya que la tecnología utilizada es limpia y eficiente al medio ambiente, aportando colectivamente a la humanidad y la agricultura. Con el uso de la energía fotovoltaica en la agricultura se busca que las comunidades muestran interés con el papel de fundamentar el desarrollo sustentable en cada región, mostrándoles los beneficios en cuanto desarrollo tecnológico, optimización de recursos, beneficios económicos a medio y largo plazo y finalmente el mejoramiento de la calidad de vida. El uso de la energía solar protege el medio ambiente y no tiene impacto en la salud humana.

V. CONCLUSIONES

- En los diseños de los sistemas de riego, se tuvo en cuenta las partes más altas de modo que se pudiese alcanzar mayores distancias en las redes de tuberías.
- En cuanto la ubicación de los cabezales de riego, paneles solares, controladores y protecciones quedaron cerca de los reservorios de agua a modo de reducir costos en cuanto a cableado y distribución de tubería.
- Como dispositivos de control, se ubicó una válvula encargada del paso de agua para cada sector y una válvula principal para interrumpir el agua en ambos casos.
- Los goteros utilizados en las dos fincas son de 4 L/h autocompensantes, de manera que se tenga un presión homogénea en todo el cultivo y llegue la cantidad de agua necesaria a cada planta. La tubería inicia con tubo de 2" y se va reduciendo a medida que el caudal se divide en los sectores hasta llegar a una tubería de un diámetro de 16 mm.
- Se evidencia que en Olivanto a pesar de que su área es menor con respecto a Yarada, se tiene mayor cantidad de plantaciones debido al espaciamiento entre los árboles.
- Se debe tener en cuenta la topografía del lugar, el tipo de suelo y los criterios básicos para el riego, puesto que influyen en el dimensionamiento del sistema de

fotovoltaico, traduciéndose en un mayor o menor uso de paneles.

- Para Yarada el sistema solar cuenta con 6 paneles FV de marca Canadian con una potencia pico de 245 W y Olivanto cuenta con 5 paneles FV de marca Kyocera con una potencia pico de 215 W.
- La energía que requiere la bomba en el peor de los casos es 3,101 Kw/día en Yarada y 3,154 Kw/día en Villa de Leyva. Con el arreglo de los paneles se obtienen unas potencias instaladas de 5,292 Kw/día para Yarada y 5,052 Kw día para Villa de Leyva, en los meses donde hay menos radiación.
- En los cultivos de olivo, las necesidades determinadas son 14,7 m³/h para Yarada y 14,954 m³/h, por lo que la bomba escogida tiene que proporcionar un caudal mayor al hallado.
- En la escogencia de la bomba fue importante tener en cuenta la necesidad de riego a suplir por hora, en el mes o los meses más desfavorables (Caudal) y la altura máxima de bombeo que tiene que vencer la bomba (8 m), la bomba que se determino tiene un caudal máximo de 26 m³/h y altura 16 m, de referencia PS 1800 C-SJ17-2 fabricada por la empresa LORENTZ, óptima para cumplir los requerimientos en cada cultivo.
- El consumo energético es mayor en Olivanto debido al número de árboles, pero a consecuencia de la baja radiación presente en Yarada, es necesario la implementación de un número mayor de paneles solares para cumplir con las necesidades de suministro de energía en el cultivo.
- Las características más importante a la hora del estudio de las necesidades de agua para el cultivo son la evotranspiración y la precipitación con lo cual se puede conocer la necesidad de riego. La evotranspiración es mayor en Yarada, Perú con un promedio anual de 109 mm comparado con la que se presenta en Olivanto, Colombia de 100,25 mm.
- Dado a que las precipitaciones son más constantes en todos los meses del año en Olivanto, las necesidades de agua a suplir son menores que en Yarada, ya que en esta región se evidencia una carencia de lluvias en varios meses del año.
- El uso de riego por goteo utilizando bomba, mejora el rendimiento del sistema manteniendo una presión y un caudal constante en todas las redes de tubería, de manera que el riego es uniforme en todos los sectores comparado con sistema de riego utilizando la gravedad.
- Es viable la implementación del proyecto en las zonas propuestas, ya que se obtiene un retorno de la inversión inicial en menos de 5 años comparado con un sistema que utilice gasolina, no genera costos en mantenimiento y en combustibles y tiene una vida útil mayor a 20 años garantizada en las hojas técnicas de los fabricantes.
- Los sistemas no generan efectos negativos ambientales ni sociales, en cambio muestra a las comunidades uno de los usos de la energía fotovoltaica, permitiendo que los agricultores se animen a utilizar energías alternativas en

sus cultivos sabiendo que tienen un recurso energético inagotable.

- El estudio de proyectos con energías renovables obtiene un gran interés positivo en las comunidades y en las organizaciones, debido a las soluciones sustentables e innovadoras que trae.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Edenhofer Ottmar, Pichs-Madruga Ramón, Sokona Youba (2011). FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO. IPPC
- [2] Santos Ansón Fernández (2013). Instalación Eólico-Fotovoltaico Para Suministro Eléctrico A Un Sistema De riego Por Goteo Para Uso Agrícola. Cartagena.
- [3] Mendoza Alirio Edmundo (2013). Riego Por Goteo. Salvador
- [4] Esteban Rodríguez. EL OLIVO. Colombia, 1963.
- [5] Lluís Prat Viñas. Dimensionamiento de sistemas fotovoltaico. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España
- [6] Santos Ansón Fernández. Instalación Eólico-fotovoltaico para suministro eléctrico a un sistema de riego por goteo para uso agrícola. Cartagena, Colombia. 2013
- [7] Ottmar Edenhofer, Ramon Pichs-Madruga, Youba Sokona (2011). Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. IPPC
- [8] Carlos Gay García (2013). Cambio climático, eventos extremos y adaptación. UNAM.
- [9] Instituto Tecnológico de Canarias (2008).Energías Renovables y Eficiencia Energética. Canarias
- [10] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá: UPME - IDEAM. 2005.
- [11] Roberto Tamayo Pereyra. Potencial de las Energías Renovables en el Perú. Minem. 2011.
- [12] Componentes de una instalación solar fotovoltaica. <http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- [13] Barroco, D. Fernández, R. El cultivo del olivo. Sexta Edición. Ediciones Mundi-Piensa Madrid. 2008.
- [14] Condiciones Agroclimáticas del cultivo del olivo. Enero 1970 de: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones_agro_climaticas_olivo_0.pdf
- [15] Fabio Salas Portugal. Tacna: Producción y exportación de aceituna, orégano y cebolla. Tacna, Perú. 2013.
- [16] José I. Vega. LOS ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA NEGOCIOS. Puerto rico. 2006.
- [17] Sanz Requena, José Francisco. Fundamentos de energía solar fotovoltaica para los grados de titulaciones científico- técnicas. España: Universidad Europea Miguel Cervantes. 2009
- [18] Gasquet Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica. Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. México. 2004
- [19] Sistema Nacional de Información Ambiental. <http://sinia.minam.gob.pe/senamhi/>
- [20] Diseño pasó a paso de un sistema de riego por goteo en una parcela real. <http://blog.agrologica.es/disen-paso-a-paso-de-un-sistema-de-riego-por-goteo-en-una-parcela-real/>
- [21] Diagnostico agrario. Dirección Regional Agraria Tacna. 2004
- [22] Manual de Riego para Agricultores. Módulo 4. Riego localizado. http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf
- [23] <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets@nrca.nrc.gov>
- [24] Alberto Campos Soto. Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para una estación de bombeo. Madrid, España. 2012
- [25] Santos Ansón Fernández. Instalación Eólico-fotovoltaico para suministro eléctrico a un sistema de riego por goteo para uso agrícola. Cartagena, Colombia. 2013
- [26] Norma Técnica Colombiana 2050. 1998
- [27] <http://www.fao.org/>