

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**ESCUELA DE ING. ELECTROMECAÁNICA.**

**TESIS DE GRADUACIÓN:**

**DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNATIVO DE  
GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE POR MEDIO  
DE LA UTILIZACIÓN DE COLECTORES SOLARES  
FOTOVOLTAICOS, EN UNA GRANJA LECHERA.**

**LEONARDO ANTONIO ABARCA JIMÉNEZ.**

**SAN JOSÉ, JULIO, 2020.**

# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	4
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	6
CAPÍTULO I: OBJETIVOS.....	7
1.1 Objetivo General .....	7
1.2 Objetivo Específico .....	7
1.3 Antecedentes .....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	13
2.1 Energía Solar.....	13
2.2 Panel fotovoltaico .....	13
2.3 El conjunto fotovoltaico .....	15
2.4 La radiación solar .....	15
2.5 Día solar medio.....	16
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO. ....	18
3.1 Procedimiento de recolección y análisis de datos .....	18
3.2 Tarifa comercio y servicio.....	21
3.3 Evaluación de la radiación solar en la zona de Hojancha.....	21
3.3.1 Radiación solar Hojancha, Guanacaste globalsolaratlas.info.....	22
3.3.2 Radiación solar Hojancha, Estudio del potencial solar en Costa Rica. ....	22
3.4 Cálculo del consumo aproximado de energía eléctrica media diaria del sistema de ordeño. 24	
3.4.1Cálculo de la energía eléctrica. ....	24
CAPÍTULO IV: PROPUESTA.....	25
4.1 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. ....	25
4.1.1 Paneles solares.....	25
4.1.2 Banco de baterías.....	27
4.1.3 Inversor Monofásico. ....	29

4.2 Valoración del tablero principal. ....	32
4.2 Disponibilidad de espacio en la Lechería. ....	33
4.2.1 Propuesta de espacio para los paneles. ....	33
4.3 Propuesta de diseño para instalación ....	36
4.4 Ubicación de las baterías y el inversor. ....	38
4.5 Estudio de la rentabilidad del proyecto diseñado. ....	39
4.5.1 Sistema de generación distribuida para autoconsumo (SGDAC). ....	40
4.5.2 Cargo por acceso. ....	40
4.5.3 Supuesto de Ahorro ....	41
CAPÍTULO V: Análisis de resultados. ....	42
4.1 Producción energética mensual del sistema fotovoltaico ....	42
4.2 Generación anual a 20 años del sistema fotovoltaico ....	43
4.3 Año de recuperación de la inversión sin Baterías. ....	44
4.4 Año de recuperación de la inversión con Baterías. ....	45
4.5 Requerimiento de energía por pérdida de eficiencia ....	47
4.5 Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto del proyecto sin Baterías. ....	47
4.5 Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto del proyecto con Baterías. ....	48
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES ....	49
7.1 Conclusiones. ....	49
7.2 Recomendaciones ....	51
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA ....	53
CAPÍTULO: VIII ANEXOS. ....	55
A.1 Fichas Técnicas. ....	55
A.1.1 Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt. ....	55
A.1.2 Inversor Monofásico SOL-UPRS22 ....	57
A.1.3 Batería SS100D-12 (12V-100Ah) ....	59
A.2 Formularios ....	61
A2.1 GD 01. Solicitud disponibilidad potencia en la red para Generación Distribuida. ....	61
A.2.2 GD 01P. Solicitud prórroga Sistema Generación Distribuida. ....	63
A.2.3 GD 02. Solicitud estudio técnico instalación Sistema Generación Distribuida. ....	65
A.2.4 GD 03. Solicitud inspección Sistema Generación Distribuida. ....	68

A.3 Mediciones en el lugar .....	70
A.3.1 Bomba de vacío.....	70
A.3.2 Bomba de resisculación.....	72
A.3.3 Tanque de Almacenamiento.....	74
A.4 Hoja de cálculo de excel sin baterías. ....	76
A.4.1 Enlace de hoja de cálculo.....	76
A.5 Hoja de cálculo de excel con baterías.....	76
A.6 Factura Proforma CDP.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación en Google maps.....	5
Figura 2. Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red.[4] .....	10
Figura 3. Radiación Solar incidente sobre la superficie terrestre.[1].....	12
Figura 4. Ilustración de la evolución de las células fotovoltaicas.[1].....	15
Figura 5. Mapa de radiación solar anual de Costa Rica.[8].....	17
Figura 6. Consumo anual 2019.....	20
Figura 7. Precio diario por cada KWh consumido.....	21
Figura 8. Radiación Solar promedio diaria. ....	22
Figura 9. Radiación solar global diaria media anual.....	23
Figura 10. Valores de la radiación global por distrito en Costa Rica. ....	23
Figura 11. Número de paneles requeridos Excel.....	26
Figura 12. Número de Baterías requeridos Excel.....	29
Figura 13. Cálculos del inversor Excel.....	32
Figura 14. Centro de carga.....	32
Figura 15. Dimensiones del Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt en [mm]. ....	33
Figura 16. Dimensiones del edificio [m].....	34
Figura 17. Propuesta de espacio para los paneles Edificio.....	34
Figura 18. Comederos Propuesta de espacio para los paneles.....	35
Figura 19. Esquema de la propuesta del sistema fotovoltaico sin Baterías. ....	36
Figura 20. Esquema de la propuesta del sistema fotovoltaico con Baterías.....	37
Figura 21. Proforma para estanterías.....	38
Figura 22. Proforma CDP SOLAR.....	40
Figura 23. Tasas vigentes para ganadería.....	41
Figura 24. Producción energética mensual del sistema fotovoltaico.....	43
Figura 25. Generación anual a 20 años del sistema fotovoltaico.....	44
Figura 26. Año de recuperación de la inversión.....	45
Figura 27. Año de recuperación de la inversión.....	46
Figura 28. Requerimiento de energía por pérdida de eficiencia.....	47

Figura 29. Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto. ....	47
Figura 30. Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto. ....	48

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cargas del sistema de ordeño #1. ....	18
Tabla 2. Cargas del sistema de ordeño #2. ....	19
Tabla 3. KW al día del sistema de ordeño. ....	19
Tabla 4. Registro de consumo ICE Año 2019. ....	24
Tabla 5. Características del Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt. ....	25
Tabla 6. Características de la Batería SS100D-12 (12V-100Ah). ....	28
Tabla 7. Características del Inversor Monofasico SOL-UPRS22. ....	30

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Número de paneles requeridos.[1].....	26
Ecuación 2. La energía que debe proporcionar el banco de baterías en amperios hora [Ah].[1] .....	28
Ecuación 3. Número de filas que se conectan en paralelo. [2].....	31
Ecuación 4. Número de paneles que se conectan en serie para cada fila. [2].....	31

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el diseño por implementar en un sistema alternativo de generación de energía renovable por medio de la utilización de colectores solares fotovoltaicos, en una granja lechera ubicada en la región de Hojancha, Guanacaste?

### Ubicación.

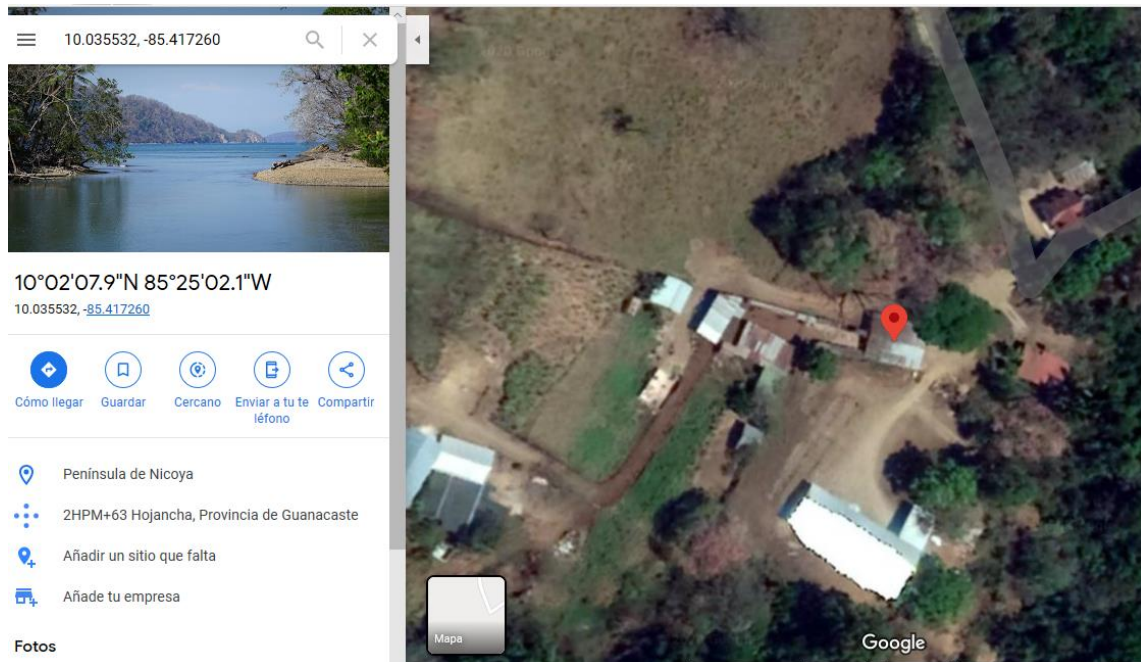


Figura 1. Ubicación en Google maps.

## JUSTIFICACIÓN

La problemática ambiental global actual tiene uno de sus orígenes en la emisión de gases de efecto invernadero producto de la utilización de recursos naturales para la producción de energía eléctrica. La realización de este proyecto promueve el uso de energía solar fotovoltaica caracterizada por no producir dichos gases durante la fase de generación de electricidad, lo cual permite ser un medio para alcanzar las metas de reducción de impacto ambiental que se tienen en el mundo.

Esta investigación promueve el uso de energía renovable en zonas donde se puede dar la conexión al Sistema Nacional. Para obtener el recurso energético a partir de una fuente gratuita y aprovechable como lo es la energía solar, además de garantizar la confiabilidad en el suministro, significa establecer mayor seguridad en las actividades productivas que se realizan a diario en la granja. De esta forma se generarían beneficios a nivel financiero, por la estabilidad en los costos de suministro ya que la demanda del servicio de conexión disminuiría al producir gran parte de la electricidad necesaria a partir de esto, una vez haya transcurrido el periodo de recuperación de la inversión inicial los costos de suministro se reducirían y se alcanzaría el objetivo que los propietarios anhelan.

El desarrollo de esta investigación será la base en la que los propietarios de la granja se apoyarán al momento de tomar la decisión sobre instalar un sistema solar fotovoltaico como solución al problema con el que viven actualmente descrito en el apartado anterior, pues deben contar con información suficiente previo a realizar una inversión de tal magnitud como es la requerida para aplicar energía solar fotovoltaica.

## **CAPÍTULO I: OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

- Diseñar un sistema de generación eléctrica por medio del uso de la energía solar fotovoltaica para la alimentación de algunas cargas eléctricas de una granja lechera ubicada en la región de Hojancha, Guanacaste.

### **1.2 Objetivo Específico**

- Definir la carga eléctrica de una lechería mediana para que el módulo de producción sea autosustentable.
- Establecer la disponibilidad del recurso solar en la provincia de Guanacaste, Hojancha, por medio de la investigación de las horas picos solares.
- Determinar la cantidad de metros cuadrados de techo disponible para la utilización de paneles solares.
- Establecer la cantidad de paneles solares por medio del consumo de la energía eléctrica de la lechería.
- Determinar el tiempo en el cual se recuperará la inversión inicial requerida para la futura implementación del sistema.
- Crear un sistema de carga de un banco de baterías por medio del uso de colectores solares fotovoltaicos para la alimentación de la granja, en tiempos de desconexión de la red.
- Establecer la factibilidad de la utilización de energías renovables, en un proyecto conectado a la red eléctrica nacional.

### 1.3 Antecedentes

Con respecto a la adquisición de la información necesaria para el desarrollo del proyecto, se realizó una ardua investigación basada en documentos encontrados en diversas páginas de internet. Dichos documentos en su mayoría correspondían a informes presentados en páginas web de universidades y empresas dedicadas a la fabricación y distribución de los elementos necesarios en los sistemas fotovoltaicos.

La electricidad es una de las formas de energía más versátiles y que mejor se adaptan a cada necesidad. Actualmente existen miles de aparatos que utilizan la electricidad como fuente de energía y su uso ha provocado un gran aumento de la demanda de consumo eléctrico. Un primer trabajo corresponde a Energía solar - Luis Jutglar Banyeras, (2004) [3] comenta que la demanda masiva de energía ha obligado a buscar fuentes de energía capaces de mantener el crecimiento del desarrollo industrial y del nivel de bienestar. Además, que, durante los primeros años, este crecimiento se basó en la minería del carbón para pasar después al consumo de combustibles derivados del petróleo, del gas natural y finalmente de la energía nuclear.

El planteamiento anterior y la experiencia sobre el uso de energía fotovoltaica nos conduce a tomar decisiones, cuál será la solución para seguir creciendo como habitantes del planeta y no como si estuviéramos de paso en un planeta que podemos destruir. Concentrado en lo anterior, Jutglar (2004) [3], indica que, en la actualidad, la estructura energética mundial se basa, en gran parte, en el consumo de las energías fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y nuclear, dejando aparte la energía hidráulica. Esta situación conduce a la emisión de gases de efecto invernadero, la generación de residuos sólidos y líquidos y el agotamiento paulatino de los yacimientos existentes. A fin de no llegar a una situación insostenible, es preciso acudir a fuentes de energía alternativas (Jutglar, 2004) [3]. Este hecho ha propiciado la búsqueda de nuevas fuentes de energía y nuevos sistemas de producción eléctrica, basados, fundamentalmente, en el uso de energías renovables.

Prácticamente toda la energía que llega a la Tierra procede del Sol. Una pequeña parte de ella se utiliza para mantener la vida orgánica en la biosfera, y el resto se disipa al exterior.

La diferencia de radiación solar entre las distintas zonas de la Tierra a lo largo del año y la variación diaria para una zona determinada provocan fenómenos meteorológicos; tales como vientos, lluvias, nevadas, etc., y estos, la formación de corrientes y almacenes de agua, lagos, ríos, mares, etc.

O sea que la mayor parte de las energías utilizables, exceptuando la nuclear y la geotérmica, provienen de una fuente única que es el Sol (Jutglar, 2004)[3].

La utilización práctica de la energía solar tiene un doble objetivo: contribuir a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y ahorrar en energías no renovables. Los equipos que se utilizan en el aprovechamiento de la energía solar se clasifican en dos categorías: sistemas térmicos y sistemas fotovoltaicos. Los primeros se subdividen en distintos subgrupos atendiendo a su forma de trabajar, temperatura de trabajo y fluido utilizado para transportar el calor captado por los colectores solares (Jutglar, 2004)[3].

Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas integrantes de módulos solares (Jutglar, 2004)[3].

Un segundo trabajo de Daniel Clachar Loaiciga, (2009)[4], proyecto de investigación: diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos para uso residencial. Habla sobre los sistemas fotovoltaicos interactivos. Se trata de un sistema fotovoltaico que funciona en paralelo y puede entregar poder a la red local de producción y distribución eléctrica. A los efectos de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema fotovoltaico solar, como una batería, no es otra fuente de producción eléctrica.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que podríamos tener sistemas conectados a la red. Los sistemas conectados a la red no tienen sistemas de almacenamiento, ya que la energía producida durante las horas de insolación es canalizada a la red eléctrica. Esto es una ventaja porque las baterías son la parte más y compleja de la instalación. Estas instalaciones cuentan con sistemas de seguimiento del estado de la tensión de la red de distribución, de manera que se garantice el correcto funcionamiento de las mismas en lo referente a la forma de entregar la energía, evitando situaciones de riesgo

Daniel Clachar Loaiciga, (2009)[4], proyecto de investigación: diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos para uso residencial. Desde el punto de vista de la continuidad de servicio, este sistema resulta más fiable que uno no conectado a la red que, en caso de falla, no tiene la posibilidad de alimentación alternativa. Los principales componentes que forman un sistema fotovoltaico conectado a la red son: módulos fotovoltaicos, inversor, disposición de intercambio con la red eléctrica y contador de energía bidireccional Figura 2.

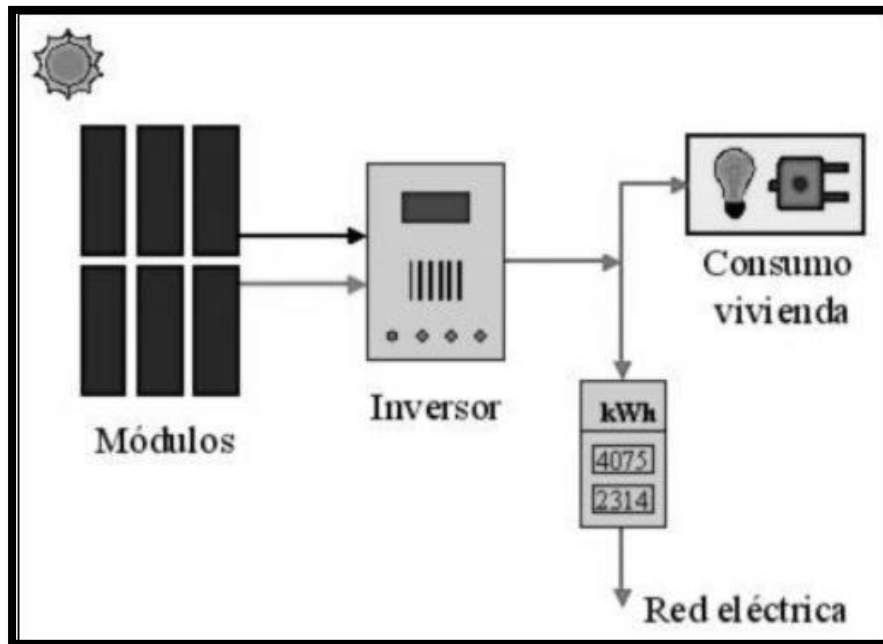


Figura 2. Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red.[4]

Un tercer Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura Jeffrey Coto Torres, (22 junio 2010).Radiación y energía solar[1].

Como bien es sabido por todos nosotros, el Sol es una estrella capaz de brindar enormes cantidades de energía lo que lo hace la mayor fuente energética de nuestro sistema solar.

Nos habla que la radiación que emite el Sol es el conjunto de radiaciones electromagnéticas que se encuentran en el espectro de luz cuya longitud de onda va desde el infrarrojo hasta el

ultravioleta. Debido a varios factores que se presentan en el trayecto de la radiación solar hacia el planeta Tierra, no todas estas radiaciones llegan a la superficie terrestre ya que la capa de ozono interviene bloqueando o absorbiendo las ondas ultravioleta más cortas.

Para el desarrollo de los proyectos que permiten la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar se deben utilizar instrumentos que capten la luz y el calor emitido por el Sol y que los transformen en corriente eléctrica. Los diversos usos que se le ha dado a la energía solar a través de la historia la han convertido en una fuente energética de gran valor y una de las mayormente utilizadas, pero desgraciadamente, no se le ha dado un papel relevante en la generación de energía eléctrica.

La energía solar se ha clasificado como una fuente de energía renovable y particularmente es parte del grupo de las llamadas energías no contaminantes, energías limpias o energía verde. El desarrollo de sistemas que hagan uso de algunas de estas fuentes energéticas para la producción de las diversas formas de energía que la humanidad necesita debe ser apoyado y estimulado, principalmente, por los gobiernos e instituciones estatales ya que algunos de estos sistemas de generación energética no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones que contribuyen notablemente al aumento del calentamiento global y que desencadenan una serie de efectos nocivos para la naturaleza y, consecuentemente, para la humanidad.

En lo que respecta a la energía solar, se dice que cada año la cantidad de radiación que el Sol emite sobre la Tierra equivale a varios miles veces la cantidad de energía que consume toda la humanidad, por lo que de aquí se desprende la importancia del desarrollo de los sistemas solares.

En la radiación solar se distinguen dos componentes principales: la radiación solar directa y la radiación solar difusa. La primera de ambas se refiere al tipo de radiación solar que llega directamente del foco solar sin reflexiones o refracciones intermedias. Por otro lado, la radiación solar difusa es la que se ve afectada por los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar, así como por variables atmosféricas tales como la nubosidad y el resto de elementos atmosféricos y terrestres que afectan el paso de la radiación hacia la superficie

terrestre. Ambos componentes de la radiación son utilizables en el aprovechamiento de la misma para la producción de energía.

La Figura 3 muestra los diversos componentes de la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre.

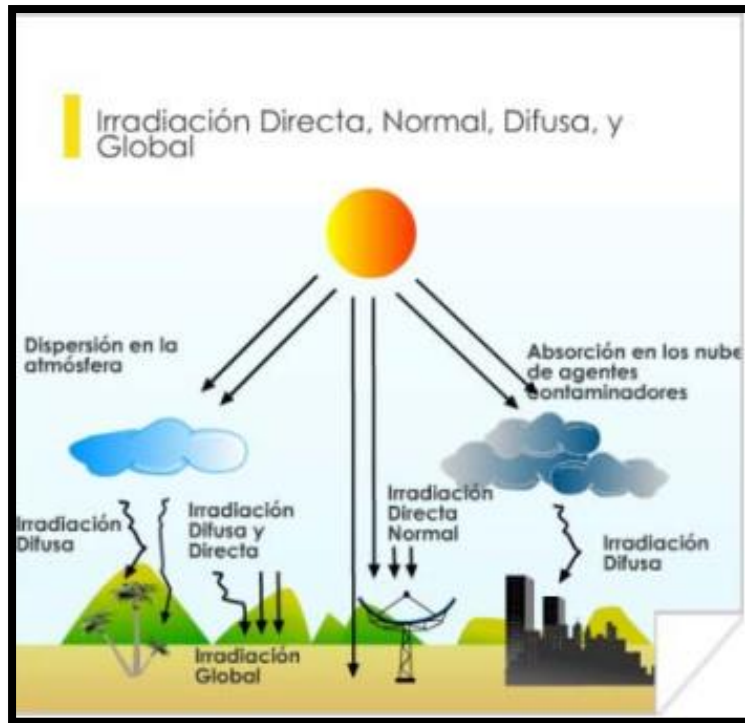


Figura 3. Radiación Solar incidente sobre la superficie terrestre.[1]

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Energía Solar**

Prácticamente toda la energía que llega a la Tierra procede del Sol. Una pequeña parte de ella se utiliza para mantener la vida orgánica en la biosfera, y el resto se disipa al exterior. La diferencia de radiación solar entre las distintas zonas de la Tierra a lo largo del año y la variación diaria para una zona determinada provocan fenómenos meteorológicos; tales como vientos, lluvias, nevadas, etc., y estos, la formación de corrientes y almacenes de agua; lagos, ríos, mares, etc. O sea que la mayor parte de las energías utilizables, exceptuando la nuclear y la geotérmica, provienen de una fuente única que es el Sol.

La utilización práctica de la energía solar tiene un doble objetivo: contribuir a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y ahorrar en energías no renovables. Los equipos que se utilizan en el aprovechamiento de la energía solar se clasifican en dos categorías:

Sistemas térmicos y sistemas fotovoltaicos. Los primeros se subdividen en distintos subgrupos atendiendo a su forma de trabajar, temperatura de trabajo y fluido utilizado para transportar el calor captado por los colectores solares. Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas integrantes de módulos solares . Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en baterías para su uso posterior e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica(Jutglar, 2004)[3].

### **2.2 Panel fotovoltaico**

El panel fotovoltaico constituye la unión de varias células de silicio de un solo tipo. La finalidad de agrupar una cierta cantidad de células fotovoltaicas consiste en que se pueda lograr una tensión de salida práctica para un solo módulo y a la vez brindarle una estructura de soporte a las células ya que estas son frágiles y vulnerables a la acción de los diferentes elementos climáticos y de la naturaleza como el sol, la lluvia, el viento, el polvo, la humedad, etc.

La vida útil de un panel fotovoltaico está determinada por el tipo de construcción que se le dé a este y no de la vida útil de las células de material semiconductor ya que, hasta ahora, no se conoce el límite de la vida útil de este. Generalmente la garantía que se les da a los paneles fotovoltaicos se aproxima a los 20 o 25 años, lo que refleja la alta calidad con que se construyen.

Con el pasar del tiempo y mientras la industria de la construcción de paneles fotovoltaicos creció, se adoptó el estándar de que la tensión de salida de los mismos debía de ser de 12V. Esta especificación se adoptó debido a que la industria de fabricación de baterías precedió a la de los paneles por lo que se pensó en que los mismos debían adaptarse a la tensión de carga de las baterías la cual es de 12V o múltiplos de este valor. A su vez, una tensión de 12V constituía un valor razonable para la construcción de los paneles, ya que no exigía la interconexión de un elevado número de células fotovoltaicas por lo que las dimensiones de los paneles no debían ser excesiva e innecesariamente grandes.

Una de las características eléctricas más importantes y necesarias para la implementación de un sistema que haga uso de paneles fotovoltaicos es la potencia de salida del mismo. Generalmente los valores de potencia de salida de los paneles rondan valores mayores que los 60W ya que la mayoría de aplicaciones de los mismos requieren potencias elevadas.

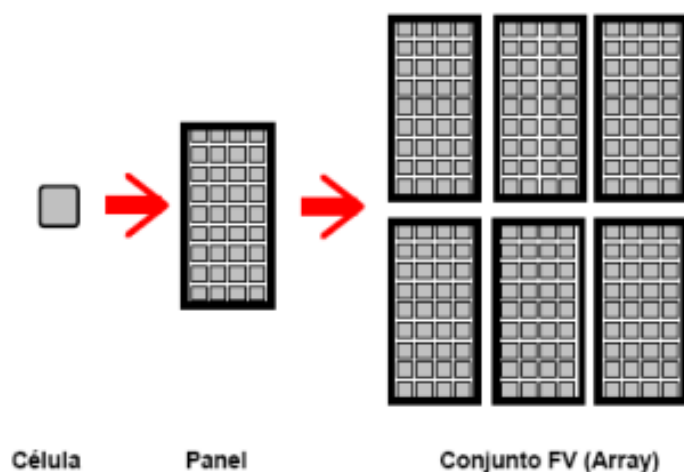
En la industria de los paneles fotovoltaicos existen gran variedad de fabricantes ya que la misma ha sufrido un muy notable aumento impulsado, principalmente, por los gobiernos de los países desarrollados. Esto es debido a la búsqueda de alternativas de generación eléctrica amigables con el ambiente y que ayuden a mitigar los efectos dañinos que produce la generación de energía eléctrica a partir del uso de los combustibles fósiles y que son la causa principal de la generación de los gases de efecto invernadero.

Los paneles fotovoltaicos que hacen uso de células de silicio monocristalino son los más populares ya que abarcan cerca del 60% del mercado, seguido por los paneles policristalinos con cerca de un 35% y el restante segmento del mercado lo conforman los paneles de silicio amorfo. (Jeffrey Coto Torres Cartago, 22 junio 2010)[1].

### 2.3 El conjunto fotovoltaico

Cuando el consumo aumenta, el valor de la corriente de carga requiere de cables de mayor diámetro, que son más caros y difíciles de conectar.

La solución es aumentar la tensión de salida del sistema, se logra realizando la conexión de múltiples paneles en serie. Si el nuevo consumo de voltaje demanda de un aumento de corriente, entonces se deben conectar grupos de paneles en paralelo. Las agrupaciones de paneles fotovoltaicos en paralelo y serie, se llaman conjunto fotovoltaico Figura 4.



*Figura 4. Ilustración de la evolución de las células fotovoltaicas.[1]*

### 2.4 La radiación solar

Los factores que influyen en la cantidad de radiación solar incidente en cada punto del planeta son muy diversos, por ejemplo: la latitud de la ubicación, la topografía, la reflectividad del suelo, la cantidad de cielo cubierto de nubes, el contenido de vapor de agua y de aerosoles en la atmósfera y la posición de la órbita de la Tierra (el día del año).

En el presente trabajo, el lugar de interés está en la provincia de Guanacaste, en la región costera del Pacífico Norte. Costa Rica. Una posición favorable dentro del país, debido a que posee los niveles de radiación más altos durante el año, y además que como en la mayoría por los países próximos al Ecuador, la duración del día solar en promedio anual no difiere

mucho, como si lo hace en los países de latitudes más altas. Este país solo tiene dos temporadas notables, la temporada de lluvias de junio a noviembre y la temporada seca, de diciembre a mayo.

Las principales características del sitio se enumeran a continuación:

Latitud: 10 ° 30 'N

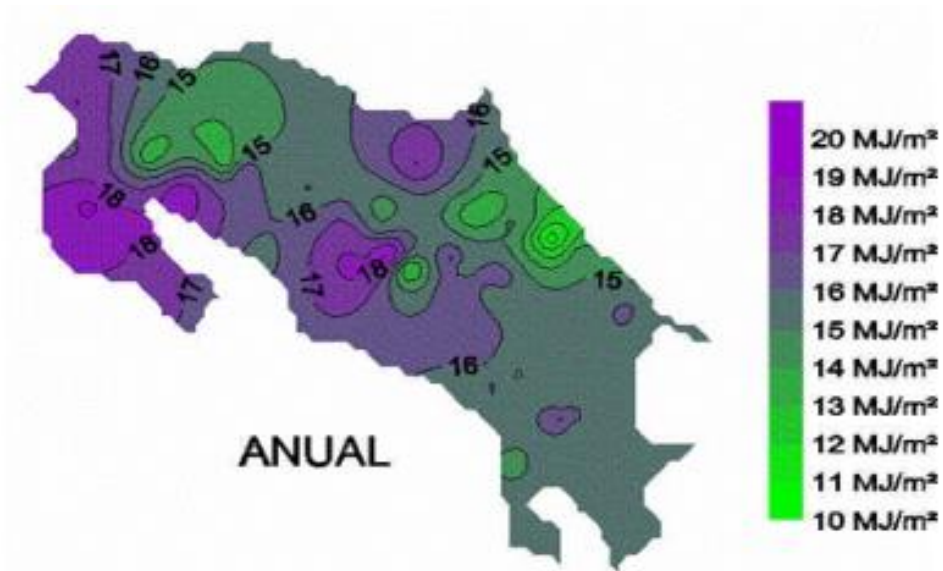
Longitud: 85 ° 30 'W

Altitud: 145 metros sobre el nivel del mar.

## **2.5 Día solar medio**

Es la cantidad de horas promedio entre el amanecer y el atardecer durante las cuales se recibe una radiación constante de un kilovatio por metro cuadrado (kW/m<sup>2</sup>), produciendo durante el día la misma cantidad de energía que la irradiación promedio para esa región, en esa estación. Por ejemplo, si usted tiene una irradiación media de 6 kWh/m<sup>2</sup> por un determinado número de años en la región, suponemos que el día solar es de 6 horas.

En esta investigación, los mapas de irradiación solar de Costa Rica se utilizan como una obra de referencia, llevada a cabo por el Sr. James Wright, M. Sc. Del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Costa Rica, de la radiación solar diaria en promedio mensual del territorio de Costa Rica, que se encuentra en el hemisferio norte tropical entre 8 ° 15 ' - 11 ° y 83 ° 00' 30 ' - 86 W. ° 00.[8]



*Figura 5. Mapa de radiación solar anual de Costa Rica.[8]*

En la Figura 5 se muestra la radiación solar en diferentes tonos, el promedio de la irradiación solar anual en el territorio de Costa Rica. Los valores promedio en la totalidad del territorio están entre 10 y 20 mega julios por metro cuadrado, aproximadamente 2,78 a 5,56 kilovatios-hora por metro cuadrado.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.

### 3.1 Procedimiento de recolección y análisis de datos

El primer paso que se dio para la realización del diseño fue determinar el consumo de algunas cargas de interés en el sistema de ordeño, bomba de vacío, equipo de refrigeración para almacenaje y bomba de recirculación, el proceso de medición se llevó a cabo por mi persona esto con equipo propio dando facilidad a la medición en el lugar, donde se recaudaron datos por medio de fotos ubicadas en el Anexo 3.

Posteriormente, se procedió a realizar las mediciones. Las mismas se efectuaron en intervalos de dos horas por cada sesión de ordeño. El objetivo de lo anterior era que se permitiera conocer el consumo de energía de las diferentes cargas.

	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Horas de trabajo (día)
Bomba de Vacío	220 V	12.4A	2728W	1h y30mintos
Equipo de refrigeración para Almacenaje	220V	13.6A	2992W	4h
Bomba de recirculación.	220V	6.1A	1342W	30minutos
$\Sigma$			7062W	6h

*Tabla 1. Cargas del sistema de ordeño #1.*

	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Horas de trabajo (día)
Bomba de Vacío	220 V	12.4A	2728W	1h y30mintos
Equipo de refrigeración para Almacenaje	220V	13.6A	2992W	4h
Bomba de recirculación.	220V	6.1A	1342W	30minutos
$\Sigma$			7062W	6h

*Tabla 2. Cargas del sistema de ordeño #2.*

Teniendo el dato del consumo energético en una hora se podía determinar el consumo diario de acuerdo con el número de horas de utilización de la carga en un día.

	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Horas de trabajo (día)
Bomba de Vacío	220 V	12.4A	2728W	3h
Equipo de refrigeración para Almacenaje	220V	13.6A	2992W	8h
Bomba de recirculación.	220V	6.1A	1342W	1h
$\Sigma$			7062W	12h
Energía diaria necesitada			81,576kwh/día	

*Tabla 3. KW al día del sistema de ordeño.*

La Tabla 1 y la Tabla 2 muestran los datos recogidos como producto de las mediciones realizadas a las cargas que contemplará el proyecto diseñado. Estas corresponden a las que tendrán funcionamiento en horas de la mañana y en horas de la tarde, respectivamente.

De los datos recaudados de la Tabla 3 se puede calcular la energía diaria necesitada en el sistema de ordeño, la cual sería igual a la sumatoria de la potencia por el número de horas de trabajo al día.

Una segunda opción se solicitó el historial de consumo del sistema de ordeño y con la colaboración de la agencia 47 Nandayure se logró solicitar el historial de consumo del periodo de enero del 2019 a diciembre del mismo año esto por medio de la solicitud vía WhatsApp.

Para diseñar el sistema fotovoltaico necesitamos calcular la energía diaria promedio consumida por el sistema de ordeño, por medio de la Figura 6.

Factura		Consumo	Lectura	AJ-DG	Bomberos	Créditos	Débitos	Canc. Atra	Alumbrado	Mto. Energía	Imp. Ventas	Mto. Total Estado
19010352206	01/2019	787	83616	0.0	1,581.70	0.32	0.00	3,226.90	3,198.77	90,383.14	11,749.81	110,140 CAN
19021174337	02/2019	798	84414	0.0	1,677.20	1.42	0.00	2,904.25	3,591.00	95,839.80	12,459.17	116,470 CAN
19031975185	03/2019	810	85224	0.0	1,702.40	0.00	0.07	3,070.00	3,645.00	97,281.00	12,646.53	118,345 CAN
19042778179	04/2019	1271	86495	0.0	2,676.40	0.00	1.81	3,119.90	5,719.50	152,935.73	19,881.65	184,335 CAN
19053574084	05/2019	1258	87753	0.0	2,799.00	0.00	2.02	0.00	5,799.38	159,942.12	20,792.48	189,335 CAN
19064382918	06/2019	909	88662	0.0	2,022.50	0.00	2.02	9,825.60	4,190.49	115,570.26	15,024.13	146,635 CAN
19075179637	07/2019	1204	89866	0.0	2,679.95	0.00	506.78	3,887.65	5,550.44	153,140.38	20,629.81	186,395 CAN
19085981827	08/2019	1083	90949	0.0	2,439.75	0.87	0.00	0.00	4,992.63	139,414.59	18,123.90	164,970 CAN
19096792408	09/2019	952	91901	0.0	2,144.65	0.00	1,199.30	9,224.75	4,388.72	122,550.96	15,931.62	155,440 CAN
19107609084	10/2019	1016	92917	0.0	2,286.60	0.81	535.72	4,120.90	4,683.76	130,662.68	16,986.15	159,275 CAN
19110415465	11/2019	1023	93940	0.0	2,237.45	0.17	546.01	4,200.05	4,716.03	127,854.54	16,621.09	156,175 CAN
19121229301	12/2019	1022	94962	0.0	2,235.25	1.07	0.00	0.00	4,711.42	127,729.56	16,604.84	151,280 CAN
<b>Facturas: 12</b>				0.00	26,482.85	4.66	2,793.73	43,580.00	55,187.14	1,513,304.75	197,451.18	1,838,795.00

Figura 6. Consumo anual 2019.

### 3.2 Tarifa comercio y servicio.

Aplicación: para el suministro de energía y potencia a servicios eléctricos servidos a media o baja tensión clasificados en el sector comercial o sector servicio, según la clasificación de actividades económicas, conforme con lo especificado en el artículo 26 de la norma técnica regulatoria.

<b>Para consumos menores o iguales que 3 000 kWh</b>	
Por cada kWh	¢ 117.93
<b>Para consumos mayores de 3 000 kWh</b>	
Cargo por energía, por cada kWh	¢ 70.56
Cargo por potencia, por cada kW	¢ 11 664.59

*Figura 7. Precio diario por cada KWh consumido.*

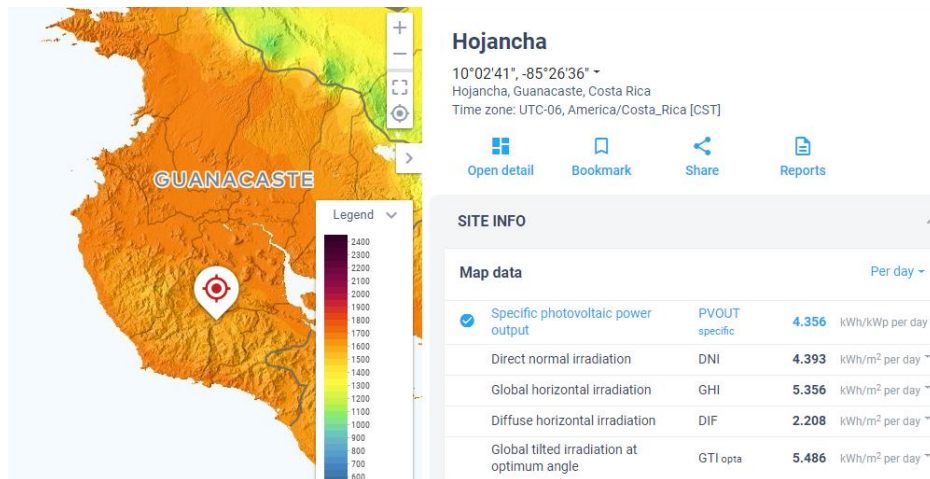
### 3.3 Evaluación de la radiación solar en la zona de Hojancha.

Si implementamos el uso de colectores solares fotovoltaicos, la energía proveniente de las radiaciones solares constituye la fuente energética necesaria para que se dé la generación eléctrica.

Como es de aceptar, un sistema que haga uso de este tipo de energía se deberá implementar en zonas en donde se cuente con una buena cantidad de radiación solar la mayor parte del año, por lo que un factor de suma importancia consiste en la evaluación de las condiciones climatológicas del lugar de implementación del proyecto, en este caso sería la zona de Hojancha, Guanacaste.

Para obtener el valor de la radiación solar promedio hemos considerado diferentes fuentes los cuales se detallan a continuación.

### 3.3.1 Radiación solar Hojanca, Guanacaste globalsolaratlas.info.



*Figura 8. Radiación Solar promedio diaria.*

Los datos más relevantes que se presentan en la Figura 8 corresponden a los de radiación solar diaria-horizontal. Con el cual se puede calcular la producción de energía del sistema fotovoltaico.

### 3.3.2 Radiación solar Hojanca, Estudio del potencial solar en Costa Rica.

Otra fuente de información para la obtención de estos datos de interés en el proyecto, como lo es la radiación solar promedio H.S.P. Se consideró el estudio de potencial solar en Costa Rica realizado por el I.C.E (Instituto Nacional de Electricidad).

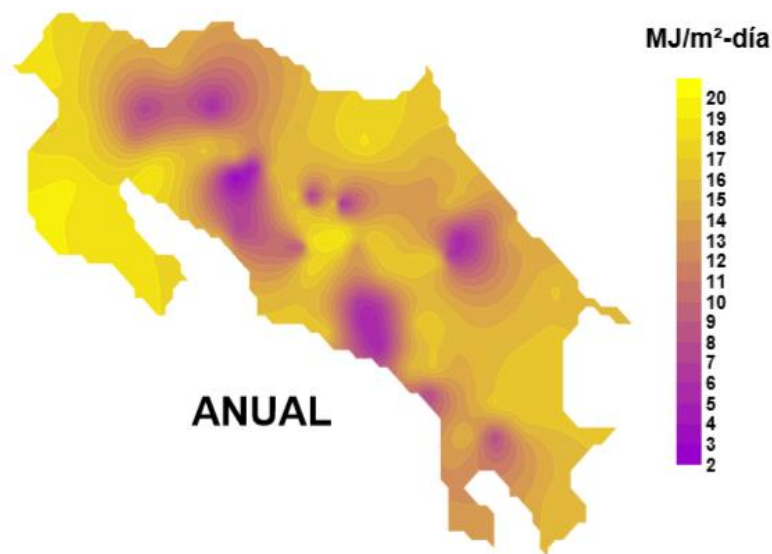


Figura 9. Radiación solar global diaria media anual.

Distrito	Cantón	Provincia	Población	Area (Km²)	Longitud (W)	Latitud (N)	Radiación global (MJ/m².día)	Potencial (EJ/año)
PUERTO CARRILLO	HOJANCHA	GUANACASTE	1347	78,99	-85,44484	9,93155	18,6	0,536
MONTE ROMO	HOJANCHA	GUANACASTE	773	75,25	-85,39092	9,96582	18,5	0,508
HUACAS	HOJANCHA	GUANACASTE	794	31,63	-85,36114	10,03706	18,5	0,214
HOJANCHA	HOJANCHA	GUANACASTE	1769	76,68	-85,42797	10,04880	18,6	0,521

Figura 10. Valores de la radiación global por distrito en Costa Rica.

Como se puede observar en la Figura 10 se proporciona los datos correspondientes, a los valores diarios medios anuales de la radiación global y potencial total por distrito en Costa Rica.

Dichos datos expresados en MJ/m<sup>2</sup>\*día, si los convertimos a kWh, usando 1 Megajulio MJ = 0,277 8 Kilovatio-hora [kWh], con el cual podemos convertir entre otros Megajulio en Kilovatio-hora.

Sustituyendo 18,6 Megajulio MJ=5,166 7 Kilovatio-hora [kWh].

Para efectos del diseño del sistema, 5.166 kWh/m<sup>2</sup>\*día, corresponden a los de radiación solar media diaria-horizontal. Además, será el valor que se considerará para poder calcular la producción de energía del sistema fotovoltaico.

### 3.4 Cálculo del consumo aproximado de energía eléctrica media diaria del sistema de ordeño.

Para diseñar el sistema fotovoltaico necesitamos calcular la energía promedio consumida por la granja. Con la tabla de reporte histórico de consumo facilitada por la empresa distribuidora ICE. Se podrá hacer un estudio del consumo mensual en la Granja Lechera, apoyándonos en el consumo del año 2019.

Registro de consumo ICE Año 2019											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
787	798	810	1271	1258	909	1204	1083	952	1016	1023	1022
Total						$\Sigma=12133\text{KWh}$					

*Tabla 4. Registro de consumo ICE Año 2019.*

#### 3.4.1 Cálculo de la energía eléctrica.

Para calcular el consumo promedio diario del sistema de ordeño se tomará la suma del consumo mensual Tabla 4 (Sumatoria energía consumida Anual=12133,00 KWh) se dividirá en un promedio de 12 meses, (KWh consumidos promedio mensual=1011,08KWh) y luego en entre 30 días (KWh consumidos promedio diario= 33,70228 KWh), con esto podremos averiguar el consumo promedio diario de la lechería.

## CAPÍTULO IV: PROPUESTA

### 4.1 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

#### 4.1.1 Paneles solares.

En el caso particular del proyecto se ha pensado utilizar paneles de 330W ya que son los dispositivos más importantes del sistema, y en el dimensionado de estos se encuentran los alcances y limitaciones de los demás dispositivos, el panel solar designado para el diseño es el Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt, las principales características de este módulo, se muestran en la Tabla 5, para más detalles ver anexo A.1.1.

Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt.	
Dimensiones [mm]	1956 x 992 x 40
Peso [kg]	22,5
Temperatura de operación [°C]	-40° a 85°
Potencia nominal [Wp]	330
Voltaje nominal [V]	37,8
Corriente nominal [A]	8,74
Voltaje circuito abierto [V]	49,3
Corriente corto circuito [A]	9,14
Cantidad de celdas del arreglo [#]	72

*Tabla 5. Características del Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt.*

El dimensionamiento de la cantidad de paneles fotovoltaicos se basa en la cantidad de radiación solar media diaria-horizontal. Esto se realiza de esta manera con la finalidad de que la producción de energía en dicho equipo sea la suficiente para realizar la alimentación de las cargas del proyecto durante todo el año, pero que no exceda la producción anual y se pierdan los excedentes producidos a final de año.

$$N_p = \frac{E}{0,9 \cdot W_p \cdot HPS}$$

*Ecuación 1. Número de paneles requeridos.[1]*

La Ecuación 1 [1]. corresponde al (Np) número de paneles necesarios en el sistema de ordeño se tomará la (E) energía diaria del sistema y se dividida entre la (Wp) potencia de 1 panel por (0.9) la eficiencia del sistema es considerado pensando en que las HSP sea un 10% menor a las especificadas por el número de horas sol promedio diaria Figura 10.

En el caso particular del proyecto se ha pensado utilizar paneles de 330W. Como se muestra en la Tabla 5.

horas sol promedio	5,16
Eficiencia del sistema	0,9
Potencia del panel w/h	340
Potencia del panel K/w/h	0,34
sumatoria energia consumida Anual.	12133,00
Kwh consumidos promedio anual	1011,08
Kwh consumidos promedio diaria	33,70277778
w/h promedio diario	33702,77778
N' de paneles	21,34492183
N' de paneles	22

*Figura 11. Numero de paneles requeridos Excel.*

El resultado obtenido en la Figura 11 es de 21.344 paneles, pero este resultado se debe de redondear al número entero cuanto más cercano. Por lo que se decidió contar con 22 paneles.

Este conjunto se puede colocar en el sector sur del techado de la lechería obteniendo los mejores beneficios, tales como no recibir sombras de árboles en ninguna hora del día. Además, se ubica en el hemisferio norte.

También se puede contar con diferentes opciones en las que se pueden ubicar el conjunto fotovoltaico, tales como ares de comederos y espacio restante techados en el corral.

#### **4.1.2 Banco de baterías.**

La dimensión de esta etapa se diseñó pensando en suplir la demanda energética de toda la lechería en períodos con desconexión de red ya sean nocturnos o mientras el sistema fotovoltaico no logra suplir la carga por baja exposición a la radiación en días nublados, sin embargo, esta fase no será incluida en el diseño final, sino que se muestra como una alternativa.

Habitualmente en un sistema de autoconsumo con conexión a la red, no se planea una etapa de acumuladores, ya que se busca producir únicamente la energía requerida por la carga en períodos de producción solar, sin embargo, con el uso del grupo electrógeno en las situaciones mencionadas anteriormente donde el sistema fotovoltaico es incapaz de sustentar la demanda energética. Se utilizará un diseño alternativo de este sistema con las Batería SS100D-12 (12V-100Ah), en la Tabla 6 se pueden apreciar sus características principales. Para abundar en los detalles se puede consultar el Anexo A.1.3.

Batería SS100D-12 (12V-100Ah)	
Dimensiones [mm]	328 x 172 x 222
Peso [kg]	29 Aprox
Voltaje nominal	[V] 12
Capacidad normal [Ah]	100
Corriente máxima de descarga [A] 5 seg	1000
Rango de temperatura de descarga [°C]	-20° a 60°
Vida útil con descarga al 70% [Años]	10
Vida útil con descarga al 70% [Ciclos]	2400

*Tabla 6. Características de la Batería SS100D-12 (12V-100Ah).*

Las desconexiones de red se dan en periodos de invierno con mayor frecuencia donde se tiene una duración entre las 12 a 24 horas por desconexión de la red para obtener un margen de seguridad ante anomalías que superen este tiempo se determinó la energía necesaria que deben producir las baterías para el periodo de 1 días de autonomía.

Para este cálculo se utilizó la Ecuación 2[1], en donde  $C$  es la energía que debe proporcionar el banco de baterías en amperios hora [Ah],  $E$  es la energía requerida por la carga de 1 días de autonomía de la lechería ante las desconexiones de red,  $V_B = 12$  [V] es el voltaje de las baterías por utilizar, y  $PD = 70\%$  es la profundidad de descarga máxima permitida para evitar reducir la vida útil de las baterías.

$$C = \frac{E}{V_B * PD}$$

*Ecuación 2. La energía que debe proporcionar el banco de baterías en amperios hora [Ah].[1]*

Calculo de las Baterias	
Energia consumida KWh/dia	33702,77778
Profundidad de descarga	0,7
Dias de Autonomia	1
Capacidad de las baterias Ah	4012,23545
Numero de baterias	26,74823633

*Figura 12. Número de Baterías requeridos Excel.*

El resultado obtenido en la Figura 12 es de 26.748 baterías, pero este resultado se puede redondear al número entero mayor más cercano o al menor. Por lo que se decidió contar con 27 baterías. Se consideró que el banco de baterías puede obtener un mayor alcance del deseado, pero nunca uno menor, ya que puede producir problemas en caso de no alcanzar a producir la energía demandada en los tiempos de salida de red.

#### **4.1.3 Inversor Monofásico.**

Para el cálculo de la potencia máxima del inversor se tomó de los datos recolectados en la Tabla 3, cuyos datos están ubicados en el Anexo A.3 de donde se tomó la sumatoria de la potencia de los diferentes equipos del sistema de ordeño. Tomando en cuenta que como los equipos son motores, se le deberá aplicar un factor de seguridad de 3 su valor nominal para que dicho inversor soporte los picos de corriente provocados en el arranque de cada motor.

Como ya se indicó, en este caso como se pretende conectar a la red y a la alimentación directa de las barras de distribución eléctrica de la lechería, se eligió el Inversor OnGrid Monofasico SOL-UPRS22. Este es un inversor monofásico que se ajusta a los requerimientos del sistema. Las características principales de este inversor se encuentran en la Tabla 7. Para más detalles véase el anexo A.1.2.

Inversor Monofásico SOL-UPRS22.	
Dimensiones [mm]	560x 310 x 740
Peso [kg]	27 Aprox
Temperatura de operación °C	-25° a 60°
Voltaje mínimo de entrada [V]	104
Voltaje máximo de entrada[V]	277
Rango de voltaje MPP [V]	205 a 360
Corriente máxima de entrada [A]	40
Potencia nominal de salida [W]	20000
Voltaje de salida [V]	120/220
Corriente Máxima de salida [A]	30
Frecuencia de Red [Hz]	50/60

*Tabla 7. Características del Inversor Monofásico SOL-UPRS22.*

Conociendo ya el inversor por utilizar en el diseño, se realizó el cálculo de la cantidad de paneles que se conectarían en serie (filas) y cuántas de estas filas se conectarían en paralelo (columnas), para calcular las dimensiones de este arreglo es necesario conocer las características de la etapa de inversión de corriente y por esto se realizó hasta este momento.

En el cálculo del número de columnas máxima que puede soportar el inversor se utilizó la ecuación 3,[2] en la cual  $N_p$  es el número de filas que se conectan en paralelo para formar el arreglo,  $I_{inv}=40$  Amp es el valor de corriente máxima para la entrada del inversor, y  $I_p=8,74$  Amp es la corriente de operación normal de los paneles.

$$N_p = I_{inv}/I_p$$

*Ecuación 3. Número de filas que se conectan en paralelo. [2]*

La Ecuación 3 proporcionó como resultado un valor de 4.5 lo que por seguridad se redondea a un valor total de 4 filas de módulos en paralelo como máximo en el inversor, lo que proporciona en total una entrada de corriente al inversor de 34.96 amperios, en condiciones óptimas.

Para calcular el número de módulos solares que componen las filas del arreglo se utilizó la Ecuación 4, [2] en la cual  $N_s$  es el número de paneles que se conectan en serie para cada fila,  $V_{inv}=205 - 360$  V es cualquier valor intermedio dentro del rango de voltaje para lograr el punto máximo de potencia (MPP), en este caso se eligieron los límites para conocer la cantidad mínima y máxima de módulos en serie para estar dentro del rango del MPP, y  $V_p=37.8$  V es el voltaje de operación normal de los paneles.

$$N_s = V_{inv}/V_p$$

*Ecuación 4. Número de paneles que se conectan en serie para cada fila. [2]*

Este cálculo realizado en la Figura 13 proporcionó como resultado un rango de 5.42 – 9.52 paneles, lo que se redondea a un valor mínimo de 5 paneles y máximo de 9 paneles en serie para cada fila. Entre los valores que se pueden elegir están 3 columna (en paralelo) de 7 paneles en serie. Para un total de 21 paneles, o de igual forma 3 columna (en paralelo) de 8 paneles en serie. Para un total de 24 paneles. Esto respaldado por la Ecuación 3 y 4.

Inversor		
KWh del sistema de ordeño.		6798
Factor de seguridad para motores		3
Potencia del inversor [W]		20394
Corriente máxima entrada del inversor [A]		40
Corriente nominal del panel[A]		8,74
# Maximo filas que se conectan en paralel		4,576659039
Voltaje nominal de los paneles [V]		37,8
Rango de voltaje MPP	205	360
# de paneles en serie	5,423280423	9,523809524

*Figura 13. Cálculos del inversor Excel.*

#### **4.2 Valoración del tablero principal.**

Para efecto de este proyecto, se dispone ubicar el inversor cerca del centro de carga, para la alternativa de diseño con banco de baterías, se necesita adaptar un espacio óptimo para la ubicación de las baterías.



*Figura 14. Centro de carga.*

## 4.2 Disponibilidad de espacio en la Lechería.

Para iniciar el estudio de espacio disponible en el edificio, se obtuvieron las dimensiones del panel solar a utilizar de su respectiva hoja de datos Anexo A.1.1 Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt. En la Figura 15 se pueden ver las dimensiones del panel solar.

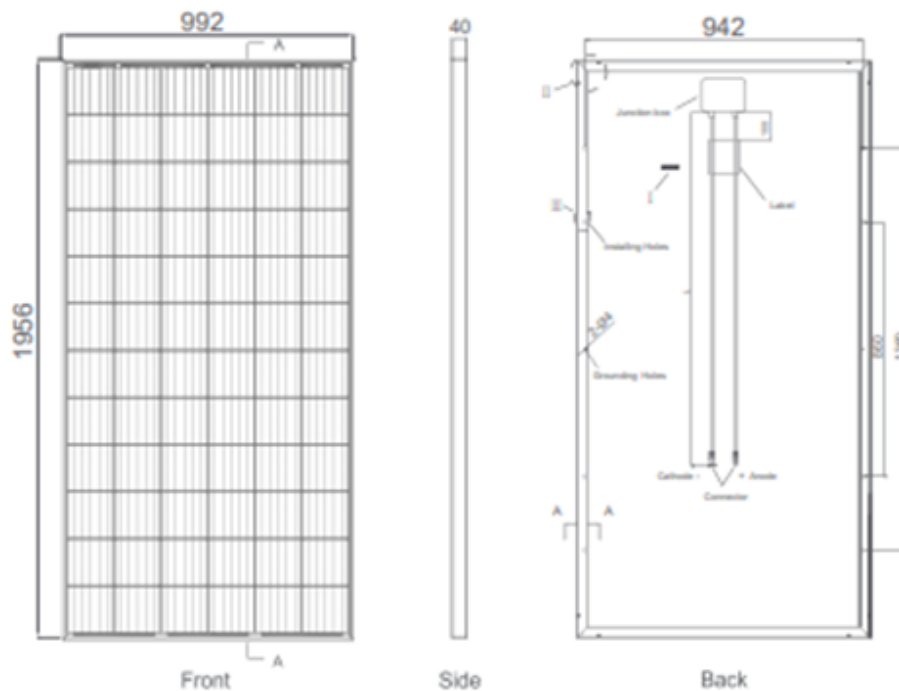


Figura 15. Dimensiones del Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt en [mm].

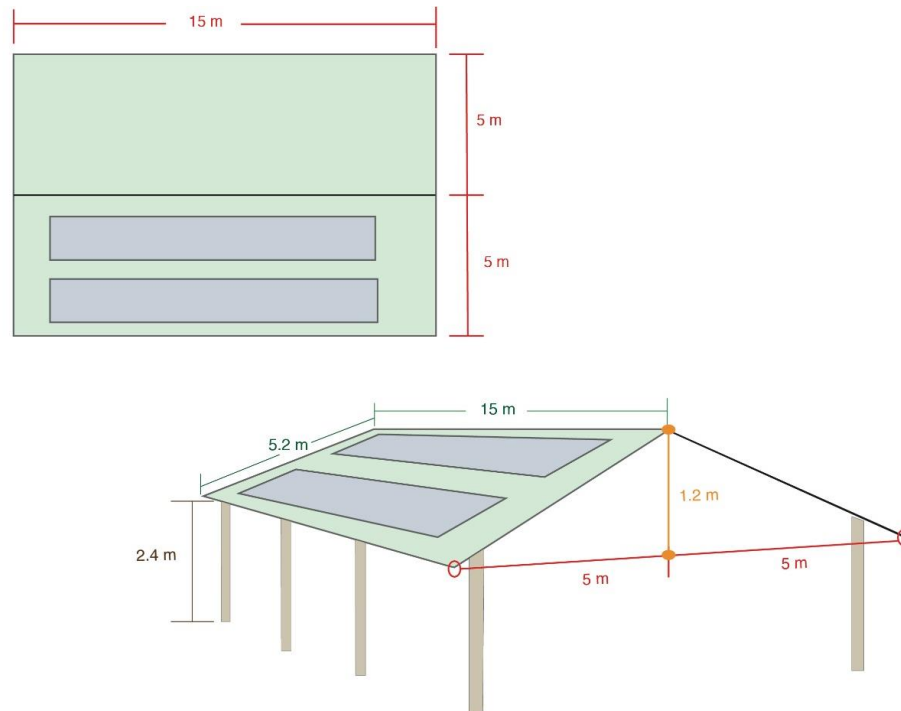
### 4.2.1 Propuesta de espacio para los paneles.

Seguidamente, se muestran algunas vistas del techo del edificio, con sus respectivas medidas. Para obtener estas medidas se realizaron visita al lugar donde se tomaron las diferentes mediciones de la lechería, estas fueron dibujadas en el programa Illustrator.

La vista que se muestra en la Figura 16 es la vista superior del edificio en la que se recomienda la colocación del conjunto fotovoltaico.

Con estas medidas se puede determinar la cantidad de metros cuadrados de techo disponible para la utilización de paneles solares.

Área = 15 m\* 5.2 m para darnos un total de 78 metros cuadrados.

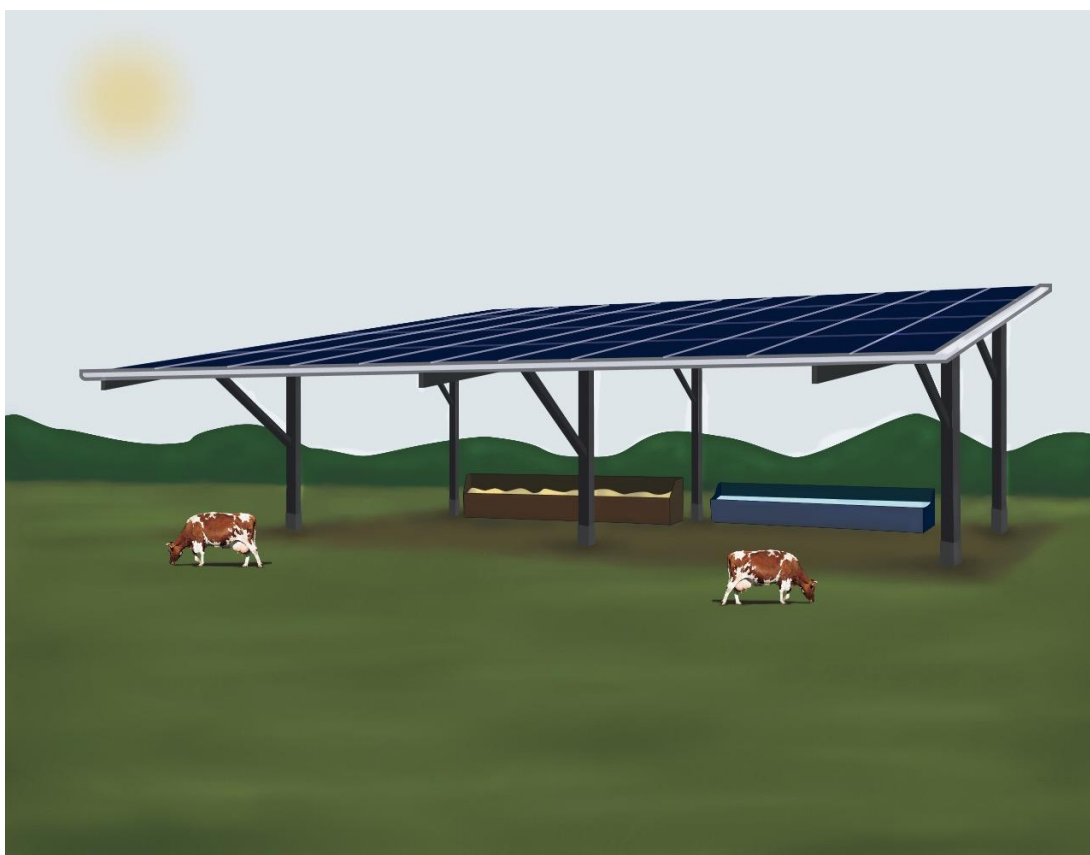


*Figura 16. Dimensiones del edificio [m].*



*Figura 17. Propuesta de espacio para los paneles Edificio.*

Como segunda opción de espacio Figura 18 se sugiere considerar implementar comederos para los animales utilizando los paneles solares como techo y así aprovechar la sombra que estos brindan para que los animales se protejan del sol.



*Figura 18. Comederos Propuesta de espacio para los paneles.*

### 4.3 Propuesta de diseño para instalación

En esta sección se presenta dos propuestas de diseño que se realizó para el sistema fotovoltaico, es decir, el esquema que integra los componentes escogidos y dimensionados en los pasos anteriores.

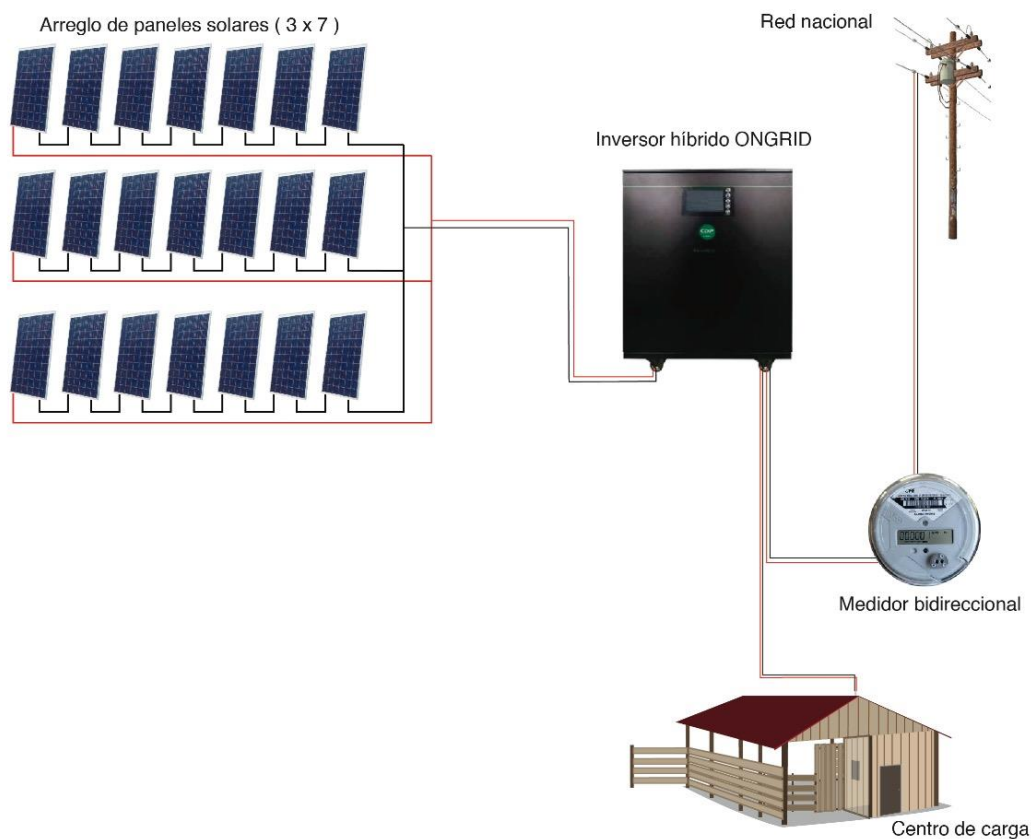


Figura 19. Esquema de la propuesta del sistema fotovoltaico sin Baterías.

En la Figura 19 este esquema consta de 21 paneles solares Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt. Agrupados (3 columnas de 7paneles), 1 Inversor Monofásico SOL-UPRS22.

Junto a esto el estudio de la utilización una segunda propuesta de una etapa acumuladora (Banco de baterías SS100D-12).

El esquema de la propuesta del sistema fotovoltaico diseñado con baterías se muestra a continuación, en la Figura 20.

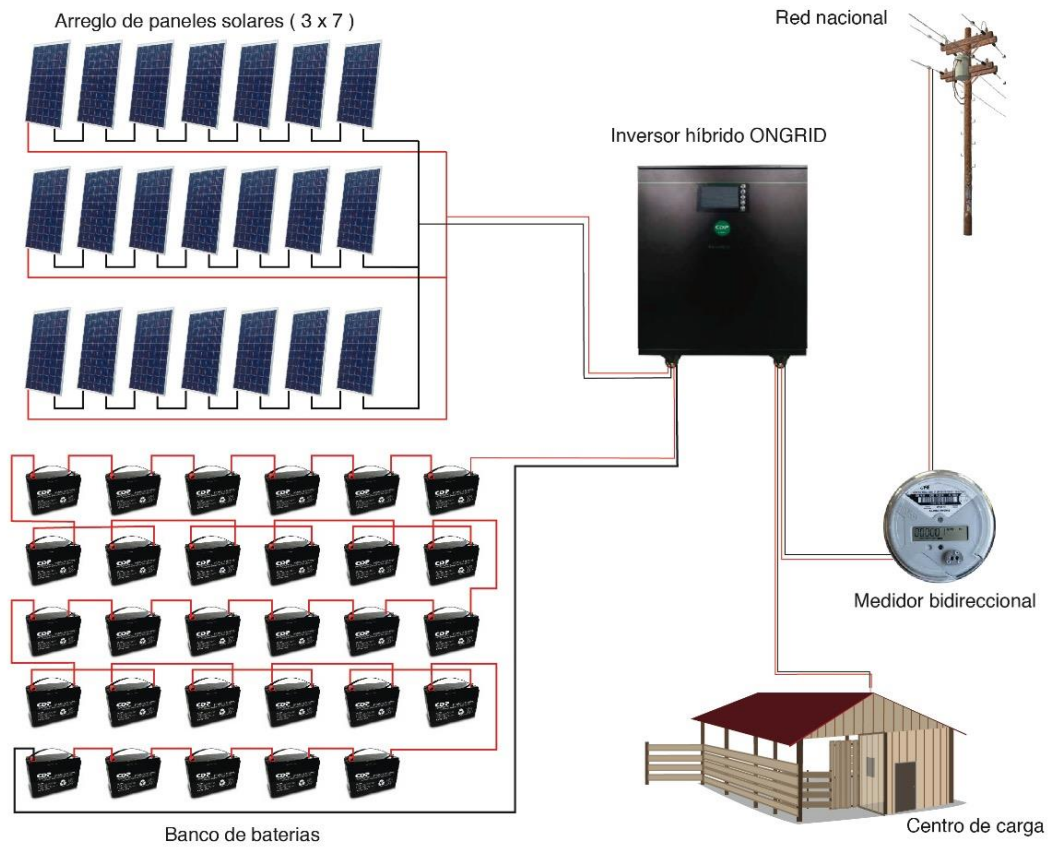


Figura 20. Esquema de la propuesta del sistema fotovoltaico con Baterías.

#### 4.4 Ubicación de las baterías y el inversor.

Se propone adaptar un espacio de la bodega donde se encuentra el centro de carga en el cual se podría aprovechar este espacio, con el fin de ubicar los equipos lo más cerca posible del centro de carga.

Cantidad	Codigo	Nombre	Presentacion	Bod.	Ubi.
2.000	2018202	TUBO ESTRUCTURAL NEGRO 50X50X1.50X6.00M	UND	0001	GENERAL
2.000	2018056	TUBO INDUSTRIAL NEGRO 18X18X1.20X6.00MT	UND	0001	GENERAL
1.000	2004062	PLATINA LISA HIERRO NEGRO 1X1/4X6.00MTR	UND	0001	GENERAL
1.000	7135019	SOLDAD HILCO #6013 3/32 2.5X350 KG	KG	0001	GENERAL
4.000	7210806	DISCO MET 9X1.9MM 616228 FLRA MTB	UND	0001	GENERAL
1.000	7178456	ING DISCO ESM 4-1/2X6MM CON 601151	UND	0001	GENERAL
1.000	6238239	LC ANTICO DUREX MATE 739 VERDE 1/4	1/4 GL	0001	GENERAL
2.000	7061934	TACO HULE CUAD 1X1 118004 EXT 4U	PAQUETE	0001	GENERAL

Última Línea

---

Total en letras: cincuenta mil veintiuno con 09/100.

---

Observaciones:

Promoción: SHOPPER DIA DE LA MADRE	1.28		SubTotal Descuento Impuesto: Transporte Total Documento	₡ 44,266.45 ₡ 0.00 ₡ 5,754.64 ₡ 0.00 ₡ 50,021.09
---------------------------------------	------	--	---	--

Peso Total: 44.5000 Kg

---

Vigencia de la Oferta : 6 días  
 Realizado por: GREIVIN EDUARDO CASTRILLO FAJARDO  
 Windowsigcastrillo

Por ALMACENES EL COLONO S.A (NICOYA)

Figura 21. Proforma para estanterías.

La Figura 21 muestra la factura proforma en el cual se observa el costo de material para realizar una estantería que ayude a ordenar el espacio, además de soportar el peso de las baterías y proteger la vida útil de las mismas.

Al tomar en cuenta el costo de mano de obra añadió a los materiales se tomó como supuesto una base de ₡150 000 (ciento cincuenta mil colones).

#### **4.5 Estudio de la rentabilidad del proyecto diseñado.**

Para la valoración de la rentabilidad del proyecto diseñado se deben tomar en cuenta varios aspectos que influyen el cálculo del tiempo estimado para la recuperación de la inversión requerida en la implementación del proyecto.

Para la determinación de los mismos se realizaron varias peticiones de cotización a diversas empresas con la finalidad de que se contara con varias alternativas para la compra de los equipos requeridos y, de esta forma, poder realizar la escogencia de la empresa, la que mejores condiciones económicas mostrara.

La empresa CDP (Chicago Digital Power) fue la única que respondió con interés y con la cual se llevó a cabo una visita a la lechería. Ya que ellos realizan la cotización con todos los equipos, perfilaría de sujeción y la instalación en el lugar. Con respecto a esto se escogió a proponer el retorno de inversión calculado con base en el presupuesto brindado por la empresa CDP. La Figura 22 muestra la cotización realizada por la empresa.


CENTRO DE SERVICIO CDP COSTA RICA S.A. CEDULA JURIDICA 3-101-681288 TEL (506) 4001-7684 EMAIL serviciocr@cdpups.com				Date 8/7/2020		Page 1	
				PROFORMA 20190958			
<b>PROFORMA</b>							
Sold To: Leonardo Abarca Jiménez Lechería Hojancha				Ship To: Leonardo Abarca Jiménez Lechería Hojancha			
Order No.	Order Date	Customer No.	Sales Person	PO Number	Ship Via	Terms	
Qty. Ord.	Qty. Shp.	Qty. B/O	Description	Unit Price	UOM	Extended Price	
1			Sol UPRS 22	Inversor de 20 KW con controladores de carga	\$ 27 182,72		27182,72
64			Sol P330	Paneles solares			
16			SLB 12-100	Baterías de 100 Amp Perfilería y sujetadores para paneles Instalación en el lugar			
<b>Comments:</b>				<b>Tax summary</b>		<b>Subtotal</b>	
						\$ 27 182,72	
						<b>Total sales tax</b>	
						\$ 3 533,75	
				<b>Total Us \$</b>		\$ 30 716,47	

Figura 22. Proforma CDP SOLAR.

#### 4.5.1 Sistema de generación distribuida para autoconsumo (SGDAC).

Para que se considera generación para auto consumo se habla de aquella realizada a partir de fuentes renovables, y en el mismo inmueble en el que se consume la energía, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas propias del abonado-usuario interactuando con la red de distribución, con la opción de intercambiar excedentes de producción con la empresa distribuidora, de hasta un 49 % de la energía mensual producida.[6]

#### 4.5.2 Cargo por acceso.

Monto que se debe cancelar como pago por el uso de la red de distribución por parte del abonado o abonado-productor y que corresponde a los costos en que incurre la empresa

eléctrica para brindar el servicio, conforme con lo que determine la Autoridad Reguladora.[6]

#### 4.5.3 Supuesto de Ahorro

Para la determinación de los ahorros se consideraron varios puntos que se creyeron podían representar efecto en los cálculos. Tales como los cargos fijos incluidos en la facturación mensual de la finca Figura 6, además se tomó en cuenta la energía sobrante que se subiría al sistema eléctrico nacional para en un futuro donde el sistema de ordeño lo necesite, sea retirada con respecto a los cargos por acceso a la red de distribución.

Como primer paso se tomó las tasas vigentes al día de hoy para ganadería según los plazos del crédito, para el financiamiento de equipo e infraestructura para una lechería aplicaría una tasa compuesta por la tasa básica pasiva (3.65%) al día de hoy más un 6.75% para una tasa total del 10.4% anual.

**Tasas activas Ventanilla Colones**

Actividad	Menor a 184 días	De 184 a 368 días	De 369 a 1097 días	Más de 1097 días
	Colones	Colones	Colones	Colones
Agricultura	TRe + 3.30%	TRe + 4.65%	TRe + 5.85%	TRe + 7.25%
Ganadería	TRe + 3.05%	TRe + 3.40%	TRe + 5.55%	TRe + 6.75%

aludos

Omar Araya Rodríguez  
Enlace de crédito  
Agencia de Hojancha  
Banco Nacional




Figura 23. Tasas vigentes para ganadería.

## **CAPÍTULO V: Análisis de resultados.**

En este capítulo se mostrarán algunos resultados que se calcularon para la implementación del proyecto diseñado, estos corresponden a los siguientes:

- ❖ La carga eléctrica de la lechería para que el módulo de producción sea autosustentable.
- ❖ El recurso solar en la provincia de Guanacaste, Hojancha, para la implementación de un sistema de generación fotovoltaica.
- ❖ La evaluación energética, económica de un sistema fotovoltaico.
- ❖ El tiempo en el cual se recuperará la inversión inicial.
- ❖ El diseño de un banco de baterías por medio del uso de colectores solares fotovoltaicos para la alimentación de la Granja.
- ❖ La factibilidad de energías renovables, en un proyecto aislado de la red eléctrica y conectado a la red.

### **4.1 Producción energética mensual del sistema Fotovoltaico.**

Pero primero que todo, se debe de tomar en cuenta que los resultados que se presentan en este capítulo podrían ser dependientes a cambios ya que el sistema fotovoltaico podría verse influenciado por características climatológicas que afecten o beneficien la generación de energía eléctrica.

Estos datos están sujetos a los cálculos realizados en la hoja de Excel, la cual se muestran en el Anexo A.4, el cual se puede consultar para verificar los detalles matemáticos que se omiten en el Capítulo 4.

La Figura 24 muestra un gráfico representativo de la cantidad de energía mensual que el sistema diseñado produciría a lo largo de un año.

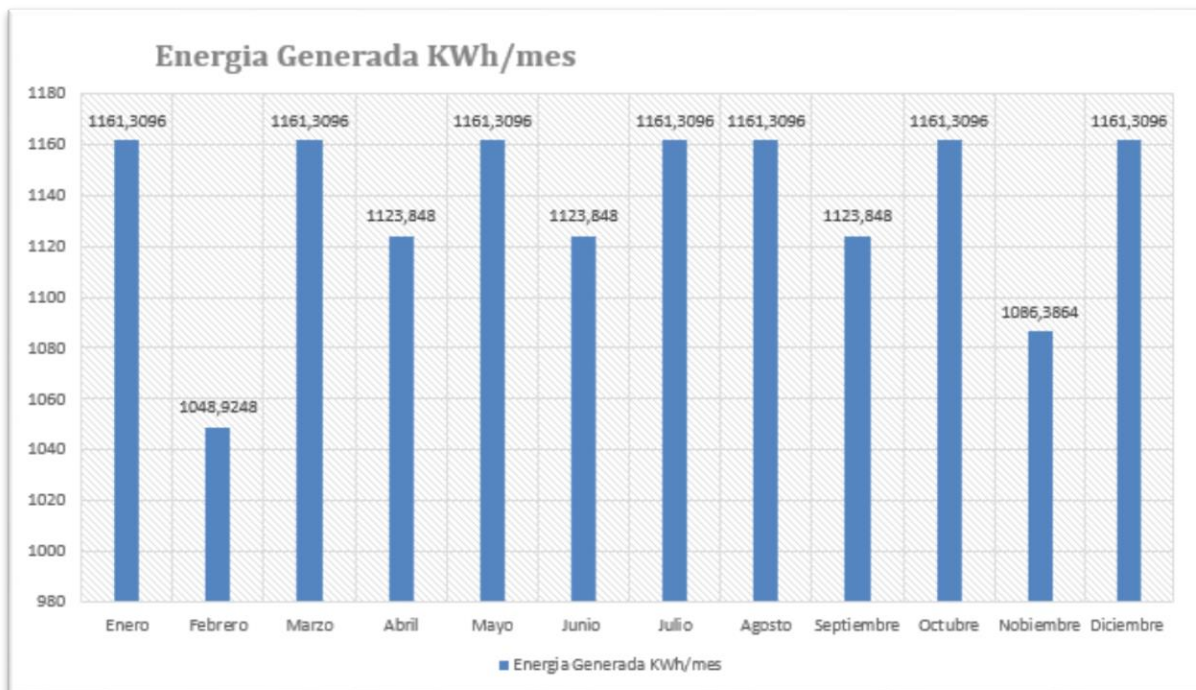
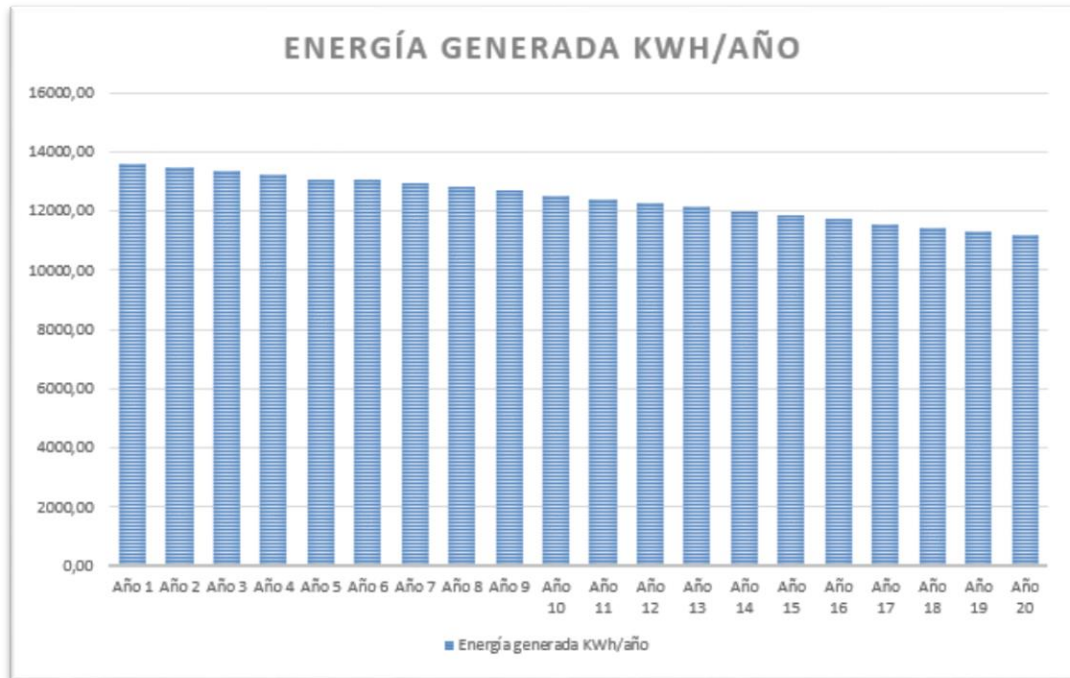


Figura 24. Producción energética mensual del sistema Fotovoltaico.

#### 4.2 Generación anual a 20 años del sistema fotovoltaico.

Con los datos mostrados en la Figura 21 se calculó la cantidad de energía eléctrica que el sistema fotovoltaico puede generar durante los 20 años de vida útil con que cuentan estos sistemas. Dichos datos se muestran en la Figura 25.



*Figura 25. Generación anual a 20 años del sistema fotovoltaico.*

Como es de esperarse, la mayor producción energética del sistema se realizará en el comienzo de la vida útil del sistema fotovoltaico capacidad de generar casi 13636.02kWh/Año, que en este caso se estima una pérdida de eficiencia del 1% anual. Se estima que, en los 20 años de vida útil del sistema, este estará en capacidad de generar casi 11045.18 kWh/Año.

#### **4.3 Año de recuperación de la inversión sin Baterías.**

Con esta cantidad de años se puede determinar la cantidad de energía que se generará en dicho periodo y la cantidad de dinero que se retornará en la facturación energética Figura 26. Para ello se tomó el valor de producción del kWh de la Tarifa comercio del I.C.E. En la Figura 7 [6] y aplicando un alza del 4.82% [7] en el recibo mensual de luz considerado por los 20 años de valoración del proyecto.



*Figura 26. Año de recuperación de la inversión.*

De acuerdo con lo realizados en la hoja de cálculo en Excel Anexo A.4, se estimó en la inversión requerida para la implementación del sistema se recuperará en 14 años por lo que el sistema contará con 6 años de producción energética libre de los gastos asociados a su puesta en marcha.

**4.4 Año de recuperación de la inversión con Baterías.**

En la Figura 27 podemos ver como se requiere una inversión en el año 10 para cambiar el banco de baterías el cual cuenta con una vida útil de 10 años y el proyecto de 20 años.



Figura 27. Año de recuperación de la inversión.

De acuerdo con lo realizados en la hoja de cálculo en Excel Anexo A.5, se estimó en la inversión requerida para la implementación del sistema usando baterías se recuperará en el año 19 por lo que el sistema contará con 1 años de producción energética libre de los gastos asociados a su puesta en marcha.

#### 4.5 Requerimiento de energía por pérdida de eficiencia

La figura 28 muestra una gráfica donde podemos detallar como en el año 13 de puesta en marcha del sistema Fotovoltaico, se da el requerimiento de energía por pérdida de eficiencia del sistema.

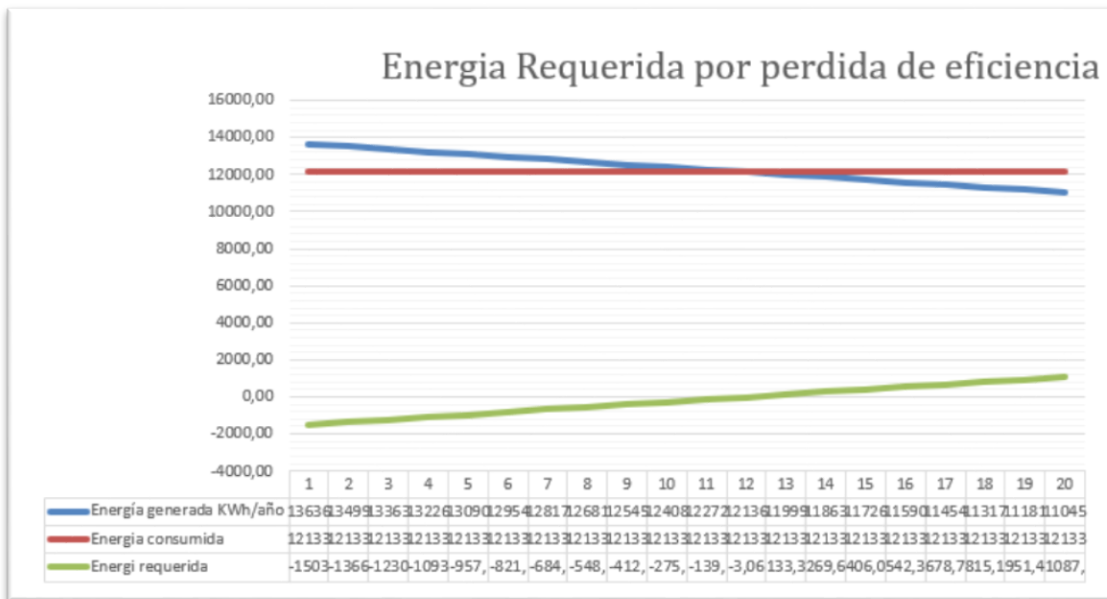


Figura 28. Requerimiento de energía por pérdida de eficiencia.

#### 4.5 Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto del proyecto sin Baterías.

En la Figura 29 se muestra el cálculo del VAN y TIR. Donde podemos ver que la tasa interna de retorno es mayor al interés cobrado por el banco, si se realizara la inversión. Por lo que esto nos daría un retorno de inversión positivo, haciendo el proyecto viable.

Inversin Dolares	12800,00	TIR	13%
Inversin Colones	₡7 447 040,00	VAN	₡9 229 962,93
AHORRO A 20 AÑOS			₡1 890 555,93

Figura 29. Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto.

#### 4.5 Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto del proyecto con Baterías.

En la Figura 30 se muestra el cálculo del VAN y TIR. Donde podemos ver que la tasa interna de retorno es casi igual al interés cobrado por el banco, si se realizara la inversión. Por lo que esto nos daría un retorno de inversión positivo pero muy pequeño, haciendo el proyecto viable, pero con poco ahorro.

Inversión Dolares	22647,00	TIR	10%
Inversión Colones	¢13 176 024,60	VAN	¢13 760 165,97
AHORRO A 20 AÑOS			¢584 141,37

Figura 30. Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES

Luego de haber finalizado el proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones.

### 7.1 Conclusiones

Se logra el diseño de un sistema de generación fotovoltaica adaptado a la red ya que se investigó sobre los formularios y requisitos administrativos necesarios para interconexión a la red nacional, también las características de los diferentes equipos de producción energética de tipo fotovoltaicos tomando como decisión la utilización del inversor OnGrid el cual nos permite integrar una etapa acumuladora que respalde las diferentes cargas cuando sea necesario.

Los datos de radiación utilizados en la investigación son bastante favorables para la implementación de producción de energía por medio de equipos fotovoltaicos, entonces ya que la producción de energía va a ser proporcional a las horas de sol promedio diaria (HSP), se considera de gran interés que se indague más a fondo sobre el recurso solar disponible en el lugar del proyecto.

Para el escenario estructural, se cuenta con una excelente disponibilidad de espacio para la colocación de los paneles.

Para la estimación de producción eléctrica de un sistema diseñado se considera un rendimiento anual del 90% del nivel de radiación esto ya que la producción podría ser menor por las diferentes condiciones meteorológicas.

Para realizar el proceso de carga del banco de baterías, se cuenta con el inversor OnGrid. El mismo ya cuenta con la etapa de carga integrado y esto no comprometerá la vida útil de las mismas.

La inversión requerida para la futura implementación del sistema sin baterías ronda los \$12800 y estos se recuperará a los 14 años de puesta en marcha del sistema, según la tarifa actual del ICE. Para lo que se tomó el valor de producción del kWh de la Tarifa comercio

del I.C.E. Figura 7 donde se está aplicando un alza anual al estudio del proyecto igual al 4.82% en el recibo mensual de luz considerado por los 20 años de valoración del proyecto.

El proyecto diseñado resulta ser económicamente viable para la lechería ubicada en Hojancha, Guanacaste.

La inversión requerida para la implementación del sistema con baterías ronda los \$22 800 y estos se recuperará a los 19 años de puesta en marcha del sistema, proporcionando una mayor inversión, pero con un menor ahora en la valoración del proyecto.

Con todo lo anteriormente mencionado, se puede concluir que la implementación del diseño del sistema de generación de energía eléctrica, para una granja productora de leche por medio de la utilización de un sistema fotovoltaico será una buena inversión para el proyecto ya que le generará beneficios de tipo económico y, además, contribuirá a la conservación del medio ambiente.

## 7.2 Recomendaciones

Como factores por tomar en cuenta para la futura implementación del sistema se realizan las siguientes recomendaciones.

Diseñar un nuevo proceso de ordeño que traslade las horas de mayor requerimiento de energía a las horas de mayor irradiación solar, para inyectar toda la energía que genera el sistema a los equipos de ordeño y así la energía que se produce en tiempos donde el sistema de ordeño no lo requiera pueda acumular y ser utilizada por las cargas que la requieran en otro momento donde la producción sea baja.

Buscar datos de radiación solar mensual de la región de Hojancha para que el diseño del sistema se ajuste de una mejor manera a las características climatológicas de la región de interés.

Adquirir más cotizaciones de parte del almacén para comprobar las diferentes alternativas económicas que se pueden presentar.

Colocar luminarias de tipo LED en vez de incandescentes con el propósito de generar un mayor ahorro energético.

Montar los paneles fotovoltaicos en una estructura de soporte que permita ajustar la inclinación de los mismos de forma perpendicular a los rayos solares, de acuerdo con el mes del año, para que la generación de energía se vea favorecida.

Para la situaciones estructurales y eléctricas del edificio se recomienda realizar un estudio para mejorar la infraestructura del edificio y de la instalación eléctrica, ya que por seguridad hay diferentes condiciones que crean peligros de incidentes.

En caso de montar los paneles en estructuras fijas, seguir la propuesta de instalación de los paneles solares en el sector sur del techo del edificio para obtener mejores beneficios en la recepción de radiación.

Se recomienda tomar en cuenta que se podría utilizar los paneles solares para diseñar propuestas para techar algunas áreas del corral y así dar sombra a los animales en el área de la lechería.

Dar mantenimiento al sistema fotovoltaico de forma que se alcance la mayor producción y vida útil estimada para el sistema.

## CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

[1]Coto Torres, J. (2010). *Diseño de un sistema alternativo de generación de energía renovable por medio de la utilización de colectores solares fotovoltaicos*, Centro de Producción Río Macho Cartago: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

[2]Saborío Corea, M. (2019). “Diseño de un sistema de respaldo energético con celdas fotovoltaicas para la reducción de la huella de carbono en la Planta Hidroeléctrica Platanar, San Carlos – Costa Rica”: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

[3]Jutglar Banyeres, (2004).*GENERACION DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*  
Recuperado el 31 de Marzo del 2017, de [http://www.marcombo.com/Generacion-de-energia-solar-fotovoltaica\\_isbn9788426717900.html](http://www.marcombo.com/Generacion-de-energia-solar-fotovoltaica_isbn9788426717900.html)

[4]Clachar Loaiciga, D. (2009). *DISEÑO E INSTALACION DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA USO RESIDENCIAL*. Cartago: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

[5]Vázquez Flores, M. (2014). *DISEÑO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO, UN EÓLICO AUTÓNOMO Y UN SISTEMA HÍBRIDO PARA CONSUMO ELÉCTRICO DE UNA GRANJA ACUÍCOLA DE LA UNAM CIUDAD UNIVERSITARIA*: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

[6]INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD. (s.f).Estudio de potencia solar. Recuperado del sitio de internet <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/Tarifas+actuales.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n68wluH>

[7]La Nación. (s.f).Aumento tarifario. Recuperado del sitio de internet <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/aresep-aprobo-alza-de-482-en-luz-paraclientes/7AKBKXKPYRGJRP2KZW477JGIZ4/story/>

[8] James Wright. (2001). Radiación solar diaria en promedio mensual del territorio de Costa Rica:. Departamento de Física de la Universidad Nacional de Costa Rica

## CAPÍTULO: VIII ANEXOS

En el presente capítulo se muestran los anexos que contienen la información que intuye la justificación detallada de las decisiones técnicas adoptadas en el proyecto.

### A.1 Fichas Técnicas

#### A.1.1 Panel Solar Eagle 72P 320-340 Watt

www.jinkosolar.com


Eagle 72P

320-340 Watt

POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory.  
IEC61215, IEC61730 certified products.



(5BB)



---



### KEY FEATURES

- 

**5 Busbar Solar Cell:**

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- 

**High Power Output:**

Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.
- 

**PID RESISTANT:**

Eagle modules pass PID test, limited power degradation by PID test is guaranteed for mass production.
- 

**Low-light Performance:**

Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- 

**Severe Weather Resilience:**

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- 

**Durability against extreme environmental conditions:**

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.
- 

**Temperature Coefficient:**

Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

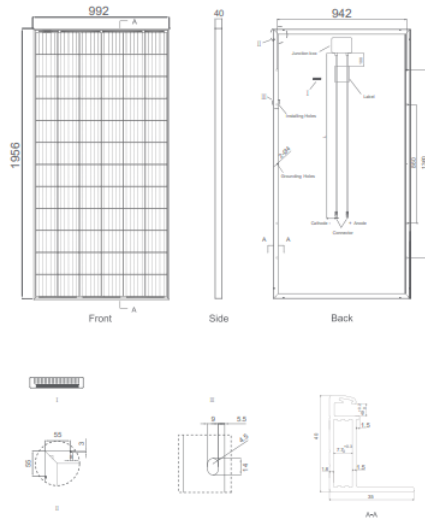








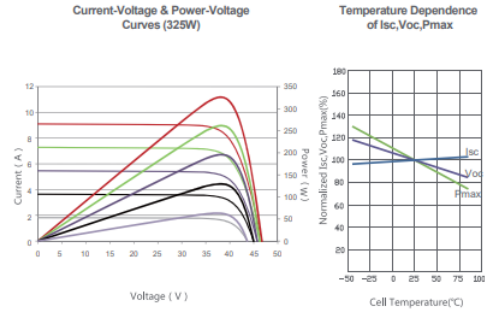
## Engineering Drawings



## Packaging Configuration

( Two pallets=One stack )  
26pcs/pallet, 52pcs/stack, 624 pcs/40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	Poly-crystalline	156×156mm (6 inch)
No.of cells	72	(6×12)
Dimensions	1956×992×40mm	(77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	22.5 kg	(49.6 lbs.)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass	
Frame	Anodized Aluminium Alloy	
Junction Box	IP67 Rated	
Output Cables	TÜV 1×4.0mm <sup>2</sup> , Length: 1200mm or Customized Length	

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM320PP-72		JKM325PP-72		JKM330PP-72		JKM335PP-72		JKM340PP-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	320Wp	237Wp	325Wp	241Wp	330Wp	245Wp	335Wp	249Wp	340Wp	253Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V	37.8V	35.3V	38.0V	35.6V	38.2V	35.9V
Maximum Power Current (Imp)	8.56A	6.83A	8.66A	6.89A	8.74A	6.94A	8.82A	6.99A	8.91A	7.05A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.4V	43.0V	46.7V	43.3V	46.9V	43.6V	47.2V	43.8V	47.5V	44.0V
Short-circuit Current (Isc)	9.05A	7.35A	9.10A	7.40A	9.14A	7.45A	9.18A	7.52A	9.22A	7.98A
Module Efficiency STC (%)	16.49%		16.75%		17.01%		17.26%		17.52%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.38%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

\* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM320-340PP-72-A1-EN

## A.1.2 Inversor Monofásico SOL-UPRS22

Join us in the  
**change**



**SOL-UPRS22**



### CARACTERÍSTICAS

10/15/20k-192 30k-360

[www.cdpenergy.com](http://www.cdpenergy.com)

La serie SOL UPRS es un sistema avanzado de energía ininterrumpida interactiva-online que produce energía de onda sinusoidal pura para su equipo; a diferencia del UPS tradicional fuera de línea, la serie proporciona una transferencia muy corta cuando ocurren apagones, y cero transferencia del modo AC al modo batería y viceversa.

La regulación de voltaje de la serie es similar a un UPS online; sin embargo, la serie proporciona una eficiencia superior al 98% en condiciones normales de energía. Se proporcionan dos modos de carga: carga rápida y carga lenta, para mantener las baterías en las mejores condiciones.

- Salida onda sinusoidal pura.
- Controlador de carga solar MPPT.
- Diseño basado en microprocesador.
- Carga más inteligente, rápida y estable.
- Detección automática del estado de la batería en tiempo real.
- Pantalla LCD.
- Transformador toroidal eficiente con la pérdida de energía más baja 120/240 VCD Entrada/Salida.

# SOL-UPRS22

10/15/20k-192 30k-360

Modelo	22-10K192	22-15K192	22-20K192	22-30K360
Fase	120/240 VCA Entrada Salida			
VA	10KVA	15KVA	20KVA	30KVA
Potencia	8000W	12KW	16KW	24KW
AVR	X	X	X	X
Factor de potencia	0.8			
Display	Pantalla LCD gráfica de funciones completas			
<b>Control de carga de energía solar</b>				
Tipo	MPPT Tecnología - MPPT - MPPT			
Max. corriente de carga	40A / 50A / 60A / 80A			
Entrada PV	205V-360V	250V-360V	250V-360V	550V-600V
<b>Entrada de AC</b>				
Conexión	L-L - G-N			
Rango de voltaje	AVR: 80Vac-150Vca o 158Vca-300Vca NO AVR: 104Vca-145Vca o 200Vca-277Vca			
Frecuencia	45Hz - 65Hz			
Corriente de carga	0-30A			
<b>Salida AC</b>				
Voltaje	- Modo red eléctrica local - Modo batería	AVR: 120V ± 10% o 240V ± 10%	NO AVR: 120V ± 15% o 240V ± 15%	
Frecuencia		AVR & NO AVR: 120V ± 3% o 240V ± 3%		
Eficiencia		50Hz ± 0.5% o 60Hz ± 0.5%		
Tiempo de transferencia		>99% en modo ciudad; >80% en modo inversor		
Reacción transitoria		≤ 4ms		
Distorsión		Cuando la carga cambia entre 0 y 100%, voltaje <3%		
THD		Onda sinusoidal pura, THD <3% CARGA DE LÍNEA <3% carga lineal, <10% carga no lineal		
<b>Batería</b>				
Voltaje de batería	192VDC	192VDV	192VDC	360VDC
Tipo	Batería libre de mantenimiento de plomo ácido			
Voltaje de carga equilibrado	13.6-13.8Vcd (sola batería de 12V)			
Voltaje de carga flotante	13.3-13.5Vcd (sola batería de 12V)			
<b>Protección</b>				
Protección de sobrecarga	110%, cierra el dispositivo en 30 segundos; 120%, cierra el dispositivo en 2 segundos; sobrecarga de energía de la red local, alarmas de timbre.			
Protección contra cortocircuitos	Apaga el inversor a la vez			
Protección contra alto / bajo voltaje	Si			
Protección antipolarización	Si			
Protección contra sobrecalentamiento	Si			
<b>Sistema y medio ambiente</b>				
Eficiencia	> 99%			
Puerto de comunicación	RS232/R485 opcional			
Disipación de calor	Ventilador			
Ruido	< 45dB (1m)			
Temperatura	0 - 40°C			
Humedad	20% - 90% (sin condensación)			
Nivel de protección	IP20			
<b>Física</b>				
Tamaño del equipo	400*162*565 mm		560*310*740 mm	
Tamaño del paquete	660*490*250 mm		650*400*835mm	
<b>Comunicación</b>				
Smart RS-232/USB	Soporta Windows® 2000/2003/XP/Vista/2008/Windows® 7/8, Linux, Unix y MAC			
Opción SNMP	Administración de energía desde el supervisor SNMP y el navegador web			

Las especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.



Join us in The change

## A.1.3 Batería SS100D-12 (12V-100Ah)

# SS100D-12 [12V-100Ah]

Batería AGM 12-100



### Especificaciones

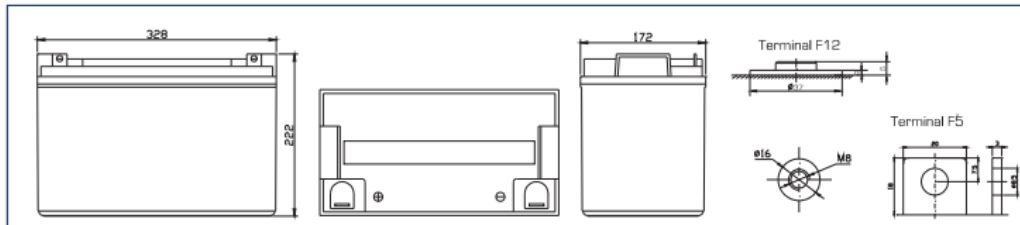
Células por Unidad	6
Voltaje por Unidad	12
Capacidad	100Ah@10hr a 1.80V por célula @25 °C
Peso	Aprox. 29.0 Kg(Tolerancia)±2%
Corriente máxima de descarga	1000 A (5 seg)
Resistencia Interna	Aprox. 5 mΩ
Rango de temperatura de operación	Descarga: -20°C~60°C Carga: 0°C~50°C Almacenaje: -20°C~60°C
Rango normal de temperatura de operación	25°C ± 5°C
Voltaje de carga flotante	13.6 a 13.8 VDC/unidad promedio a 25°C
Corriente máxima de descarga recomendada	30 A
Ciclo de servicio y actualización	14.6 to 14.8 VDC/ unidad promedio a 25°C
Autodescarga	Baterías de Válvula de plomo-ácido regulada (VRLA) pueden ser resguardadas por más de 6 meses a 25°C. Autodescarga menor a 3% por mes a 25°C. Favor de cargar las baterías antes de su uso.
Terminal	Terminal F5/F12
Material del envase	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Opcional.



SS100D-12 [12V-100Ah] es una batería de uso general con 10 años de vida en servicio flotante.

Usando rejillas fuertes y un material de diseño especializado, las baterías de serie DC ofrecen 30% mayor de vida que las de serie tradicional. Es adecuada para sistemas de energía solar, marino y RV

### Dimensiones 328mm(L) x 172mm(W) x 222mm(H)



### Corriente de descarga vs. voltaje de descarga

Descarga Voltaje Final V/ Celula	1.75V	1.70V	1.60V
Corriente de Descarga (A)	(A) ≤0.2C	0.2C < (A) < 1.0C	(A) ≥1.0C

### Carga de baterías por lo menos una vez cada 6 meses, si se encuentran almacenadas a 25°C

#### Método de Carga:

Voltaje Constante	-0.2Cx2h+14.4-14.7Vx24h, Max. Current 0.3C
Corriente Constante	-0.2Cx2h+0.1Cx7h+0.05Cx4h
Rápido	-0.2Cx2h+0.3Cx3h

<b>Tornillo</b>	M5	M6	M8
<b>Terminal</b>	F3 F4 F13 F18 T25 T26	F8 F11 F12-1 F15	F5 F9 F10 F12 F14 F16
<b>Torque</b>	6~7Nm	8~10Nm	10~12Nm

### Mantenimiento y precauciones

#### Servicio flotante:

\* Evite la sobrecarga en las baterías, especialmente en conexión en serie.

\* Cargue con voltaje recomendado, asegure que la batería pueda ser cargada completamente.

En general, la capacidad de carga deberá ser de 1.1-1.15 veces la capacidad de descarga

\* Efecto de temperatura en voltaje de carga flotante -4mV/°C/célula.

\* Existen varios factores que pueden afectar el ciclo de vida.

El más significante son profundidad de descarga, temperatura ambiente.

Capacidad de descarga, la manera en que es recargada la batería.

Generalmente hablando, lo más importante es la profundidad de descarga.



GUMC00K09104-15



MP20523



Consulte nuestro nuevo catálogo en línea

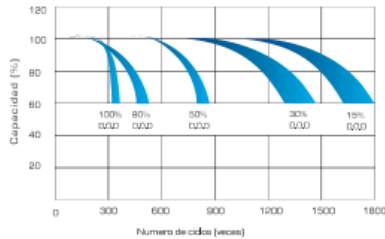
[www.cdpuaps.com](http://www.cdpuaps.com)

# SS100D-12 (12V-100Ah)

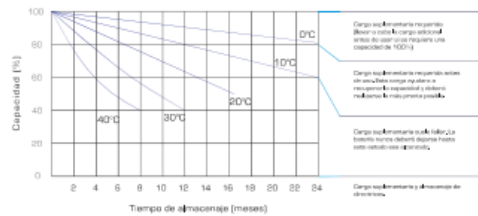
## Batería AGM 12-100



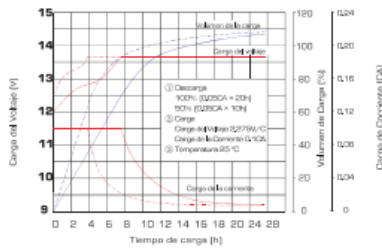
**Características de vida de uso cíclico**



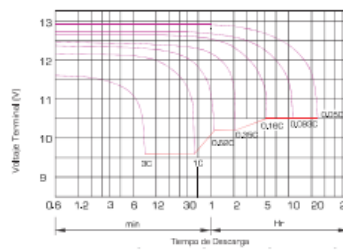
**Características de almacenaje**



**Característica de la curva de carga**



**Característica de la curva de Descarga**



**Factor de capacidad con diferentes temperaturas**

Tipo de Batería		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
Batería Gal	6VS 12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	108%
Batería AGM	6VS 12V	46%	66%	78%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

**Características de la corriente de descarga constante: A (25°C)**

F.V./Tiempo	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	304.6	217.8	176.0	110.4	65.00	38.89	26.88	22.03	18.03	12.42	10.50	5.777
10.0V	295.8	207.2	172.4	108.8	64.70	38.60	26.78	21.93	17.93	12.32	10.40	5.672
10.2V	287.1	199.9	169.7	107.6	64.10	38.31	26.57	21.83	17.82	12.22	10.30	5.567
10.5V	257.8	184.5	161.5	104.9	63.50	38.02	26.47	21.62	17.61	12.12	10.20	5.462
10.8V	232.7	168.2	148.9	100.3	62.00	37.33	25.75	21.11	17.29	11.92	10.10	5.357
11.1V	198.7	150.3	133.6	93.99	58.90	35.68	24.62	20.09	16.55	11.41	9.796	5.041

**Características de la potencia de descarga constante: W (25°C)**

F.V./Tiempo	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	3151	2319	1936	1259	751.1	458.4	319.9	262.6	215.1	148.3	125.5	69.26
10.0V	3089	2248	1905	1243	749.3	456.0	320.0	262.3	214.6	147.6	124.7	68.06
10.2V	3053	2189	1883	1234	743.5	453.3	318.6	261.7	213.9	146.6	123.6	66.80
10.5V	2780	2038	1796	1206	736.8	450.0	317.4	259.3	211.3	145.4	122.4	65.54
10.8V	2532	1879	1660	1156	723.2	444.2	308.7	253.4	207.5	143.0	121.2	64.28
11.1V	2224	1699	1495	1086	692.3	427.7	295.4	241.1	198.6	136.9	117.6	60.50


Todos los valores mencionados son promedio [Tolerancia ±2%].

Consulte nuestro nuevo catálogo en línea

[www.cdpups.com](http://www.cdpups.com)

## A.2 Formularios

### A2.1 GD 01. Solicitud disponibilidad potencia en la red para Generación Distribuida.

	<b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD NEGOCIO DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA EN LA RED PARA GENERACION DISTRIBUIDA PARA AUTOCONSUMO MODALIDAD NETA SENCILLA GD01 Versión 1</b>		
Fecha: _____			
Nombre del Cliente: _____			
ID Cliente: _____	Localización: _____		
Número Telefónico: _____			
NISE: _____	Numero de medidor: _____		
Dirección: _____			
Correo Electrónico: _____			
Potencia a solicitar:			
Potencia del inversor: _____ (kW)			
Potencia del campo fotovoltaico: _____ (kW)			
Generación esperada en kWh/mes: _____			
Firma cliente o representante legal: _____			
<small>*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y en caso de representante legal deberá adjuntar cédula de personería jurídica y certificación de personería jurídica, extendida por el Registro Nacional de la República de Costa Rica.</small>			
<b>FUENTE:</b>			
<input type="checkbox"/> Solar	<input type="checkbox"/> Viento	<input type="checkbox"/> Fuerza Hidráulica	<input type="checkbox"/> Biomasa, tipo _____
<b>Uso Exclusivo del personal ICE</b>			
No. Caso: _____			
Fecha recibo solicitud: _____			
Revisado por: _____			
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Rechazado		
Fecha: _____	Firma de Responsable: _____		
Observaciones: _____			
_____			
_____			

### ***A.2.1.1 Requisitos de admisibilidad.***

1. Cédula de identidad (en caso que tramite un tercero, debe presentar autorización del interesado autenticada sobre el trámite por realizar).

Personas Físicas:

Presentar original de la cédula de identidad para nacionales, en caso de ser extranjeros deben presentar documentos que acrediten su permanencia en el país: cédula de residencia, permiso temporal de radicación, carné de refugiado, carné de residente pensionado o de residente rentista, carné de asilado territorial.

Personas Jurídicas:


Presentar original y copia de cédula de identidad y cédula de residencia del representante legal.

Presentar original y copia de personería jurídica (no más de un mes de emitida). La certificación de la personería jurídica la puede gestionar a través del Sistema de Certificaciones y consultas del Registro Nacional, solo debe presentarse en una agencia e indicar el número de certificación, o bien, mostrar el documento impreso que el sistema genera al solicitante, la certificación tiene una vigencia de 15 días naturales, posterior a ese tiempo, la misma ya no puede ser consultada y por consiguiente se deberá aportar una nueva certificación.

2. No presentar ninguna deuda pendiente con el ICE.

3. Contar con un historial de consumo de 6 meses como mínimo.

## A.2.2 GD 01P. Solicitud prórroga Sistema Generación Distribuida.

 <b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD NEGOCIO DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION SOLICITUD PRORROGA DEL SISTEMA DE GENERACION DISTRIBUIDA PARA AUTOCONSUMO MODALIDAD NETA SENCILLA GD 01P Versión 1</b>	
Fecha: _____	
Nombre del Cliente: _____	
Número Telefónico: _____	
Dirección: _____	
Correo Electrónico: _____	
Localización: _____	No. de ID: _____
NISE: _____	Número de medidor: _____
Correo Electrónico: _____	
Nueva Fecha de finalización del proyecto: _____	
Firma cliente o representante legal: _____	
<small>*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y en caso de representante legal deberá adjuntar cédula de personería jurídica y certificación de personería jurídica, extendida por el Registro Nacional de la República de Costa Rica.</small>	
<b>CORROBORACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA APROBADA:</b>	
Potencia a solicitar: _____	
Potencia del inversor: _____ (kW)	
Potencia del campo fotovoltaico: _____ (kW)	
<b>FUENTE:</b>	
<input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Viento <input type="checkbox"/> Fuerza Hidráulica <input type="checkbox"/> Biomasa, tipo _____	
<b>JUSTIFICACION</b>	
_____ _____ _____ _____	
<small>* adjuntar toda documentación idónea que respalde la justificación de la solicitud de la prórroga.</small>	
<b>Uso Exclusivo del personal ICE</b>	
Fecha recibo solicitud: _____	
Revisado por: _____	
Fecha Revisión: _____	Firma : _____
Observaciones: _____	
_____ _____	
<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Rechazado	

### ***A.2.2.1 Requisitos Administrativos.***

1. Cédula de identidad (en caso que tramite un tercero, debe presentar autorización del interesado autenticada sobre el trámite por realizar).

Personas Físicas:

Presentar original de la cédula de identidad para nacionales, en caso de ser extranjeros deben presentar documentos que acrediten su permanencia en el país: cédula de residencia, permiso temporal de radicación, carné de refugiado, carné de residente pensionado o de residente rentista, carné de asilado territorial.


Personas Jurídicas:

Presentar original y copia de cédula de identidad y cédula de residencia del representante legal.

Presentar original y copia de personería jurídica (no más de un mes de emitida). La certificación de la personería jurídica la puede gestionar a través del Sistema de Certificaciones y consultas del Registro Nacional, solo debe presentarse en una agencia e indicar el número de certificación, o bien, mostrar el documento impreso que el sistema genera al solicitante, la certificación tiene una vigencia de 15 días naturales, posterior a ese tiempo, la misma ya no puede ser consultada y por consiguiente se deberá aportar una nueva certificación.

2. No presentar ninguna deuda pendiente con el ICE.

### A.2.3 GD 02. Solicitud estudio técnico instalación Sistema Generación Distribuida.



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
NEGOCIO DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION**

**SOLICITUD DE ESTUDIO TÉCNICO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE GENERACION  
DISTRIBUIDA PARA AUTOCONSUMO MODALIDAD NETA SENCILLA GD02 Versión 1**

---

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Cliente: \_\_\_\_\_

Número Telefónico: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Localización: \_\_\_\_\_ No. de ID: \_\_\_\_\_

NISE: \_\_\_\_\_ Número de medidor: \_\_\_\_\_

Ing. Responsable: \_\_\_\_\_ No. CFIA: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Firma cliente o representante legal: \_\_\_\_\_

\*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y en caso de representante legal deberá adjuntar cédula de personería jurídica y certificación de personería jurídica, extendida por el Registro Nacional de la República de Costa Rica.

---

**CORROBORACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA APROBADA:**

Potencia a solicitar:

Potencia del inversor: \_\_\_\_\_ (kW)

Potencia del campo fotovoltaico: \_\_\_\_\_ (kW)

---

**FUENTE:**

Solar     Viento     Fuerza Hidráulica     Biomasa, tipo \_\_\_\_\_

---

Firma cliente o representante legal: \_\_\_\_\_

\*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y en caso de representante legal deberá adjuntar cédula de personería jurídica y certificación de personería jurídica, extendida por el Registro Nacional de la República de Costa Rica.

---

Firma de ingeniero responsable de la obra:

\_\_\_\_\_

\*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y carnet del CFIA.

---

**EQUIPOS:**

Cantidad	Tipo	Marca	Modelo	Potencia	Certificación

\*Adjuntar Ficha técnica de los equipos, Certificado de los equipos, y Plano Eléctrico Visado.

**Uso Exclusivo del personal ICE**

Fecha recibo solicitud: \_\_\_\_\_

**DOCUMENTOS:**

Ficha técnica de los equipos  Sí  No

Certificado de los equipos  Sí  No

Plano Eléctrico Visado  Sí  No

Otro: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_

Fecha Revisión: \_\_\_\_\_ Firma : \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Aprobado  Rechazado

### ***A.2.3.1 Requisitos Administrativos.***

1. Cédula de identidad (en caso que tramite un tercero, debe presentar autorización del interesado autenticada sobre el trámite por realizar).

Personas Físicas:

Presentar original de la cédula de identidad para nacionales, en caso de ser extranjeros deben presentar documentos que acrediten su permanencia en el país: cédula de residencia, permiso temporal de radicación, carné de refugiado, carné de residente pensionado o de residente rentista, carné de asilado territorial.

Personas Jurídicas:


Presentar original y copia de cédula de identidad y cédula de residencia del representante legal.

Presentar original y copia de personería jurídica (no más de un mes de emitida). La certificación de la personería jurídica la puede gestionar a través del Sistema de

Certificaciones y consultas del Registro Nacional, solo debe presentarse en una agencia e indicar el número de certificación, o bien, mostrar el documento impreso que el sistema genera al solicitante, la certificación tiene una vigencia de 15 días naturales, posterior a ese tiempo, la misma ya no puede ser consultada y por consiguiente se deberá aportar una nueva certificación.

2. No presentar ninguna deuda pendiente con el ICE.

### A.2.4 GD 03. Solicitud inspección Sistema Generación Distribuida.

	<b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD NEGOCIO DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION SOLICITUD INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE GENERACION DISTRIBUIDA PARA AUTOCONSUMO MODALIDAD NETA SENCILLA GD03 Versión 1</b>
Fecha: _____	
Nombre del Cliente: _____	
Número Telefónico: _____	
Dirección: _____	
Correo Electrónico: _____	
Localización: _____ No. de ID: _____	
NISE: _____ Número de medidor: _____	
Correo Electrónico: _____	
Fechas y horas propuestas para inspección : _____	
* la notificación se debe de realizar como mínimo una semana de anticipación	
Firma cliente o representante legal: _____	
<small>*Adjuntar fotocopia del documento de identidad del firmante y en caso de representante legal deberá adjuntar cédula de personería jurídica y certificación de personería jurídica, extendida por el Registro Nacional de la República de Costa Rica.</small>	
<b>CORROBORACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA APROBADA:</b>	
Potencia a solicitar:	
Potencia del inversor: _____ (kW)	
Potencia del campo fotovoltaico: _____ (kW)	
<b>FUENTE:</b>	
<input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Viento <input type="checkbox"/> Fuerza Hidráulica <input type="checkbox"/> Biomasa, tipo _____	
<b>Observación</b>	
_____ _____ _____	
<small>* adjuntar toda documentación idónea que respalde la justificación de la solicitud de la prórroga.</small>	
<b>Uso Exclusivo del personal ICE</b>	
Fecha recibo solicitud: _____	
Fecha y hora establecida para la inspección: _____	
Personal encargado de la inspección: _____	
Fecha Revisión: _____ Firma : _____	
Observaciones: _____	
<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Rechazado	

#### ***A.2.4.1 Requisitos Administrativos.***

1. Cédula de identidad (en caso que tramite un tercero, debe presentar autorización del interesado autenticada sobre el trámite por realizar).

Personas Físicas:

Presentar original de la cédula de identidad para nacionales, en caso de ser extranjeros deben presentar documentos que acrediten su permanencia en el país: cédula de residencia, permiso temporal de radicación, carné de refugiado, carné de residente pensionado o de residente rentista, carné de asilado territorial.

Personas Jurídicas:

Presentar original y copia de cédula de identidad y cédula de residencia del representante legal.

Presentar original y copia de personería jurídica (no más de un mes de emitida). La certificación de la personería jurídica la puede gestionar a través del Sistema de Certificaciones y consultas del Registro Nacional, solo debe presentarse en una agencia e indicar el número de certificación, o bien, mostrar el documento impreso que el sistema genera al solicitante, la certificación tiene una vigencia de 15 días naturales, posterior a ese tiempo, la misma ya no puede ser consultada y por consiguiente se deberá aportar una nueva certificación.

2. No presentar ninguna deuda pendiente con el ICE.

### A.3 Mediciones en el lugar

#### A.3.1 Bomba de vacío.





### A.3.2 Bomba de resisrculación.





**A.3.3 Tanque de Almacenamiento.**







## A.6 Factura Proforma CDP.



CDP Centro De Servicios S.A.  
Del Pall de Florida 100 mts norte, 100 mts este, contiguo a la Academia de  
Natación los Delfines  
San José  
Costa Rica

Prospecto Cliente SM  
LIBERIA  
GUANA  
COSTA RICA  
Tax ID: 3101392026

### Presupuesto # SO389

**Fecha de presupuesto:** 03/07/2020 18:18:31  
**Comercial:** Ventas 3  
**Términos de pago:** Pago Contado

Descripción	Cantidad	Precio		
		unitario	Impuestos	Importe
SOLUPRS22-20K192FM 16000 Watt, 120-220 Vac 50/60 HZ Output, 4 terminal output L1,L2,N G. AC 25 AMP 192 VDC charger, (2)30amp Mppt solar chargers, AVR, Sine wave with quazy Online synchronized 8 MS transfer, Overload protection via firmware and breaker. Monitoring Software LCD display	1	6,732.03	IVA 13%	\$ 6,732.03
SOLP72-330PTUVCS CSG330M2-72 CDG pvtech 72 cells 300 watt poly crystalline	64	185.94	IVA 13%	\$ 11,900.16
SLB12-100 Sealed Lead Battery 12V 100Ah	16	370.50	IVA 13%	\$ 5,928.00
SOLMR4M Extruded aluminum Solar mount 4.12m	34	56.10	IVA 13%	\$ 1,907.40
SOLEND-C Ionised End braket (hold one panels to rail	35	2.06	IVA 13%	\$ 72.10
SOLMID-C Aluminum Solar panel MID clamp w Bolts	112	2.06	IVA 13%	\$ 230.72
SOLMNT-L Aluminum Solar Rail L braket w screw	150	2.06	IVA 13%	\$ 309.00
SOLMC4-12B Black MC4 Connection Black 1 to 2	4	12.15	IVA 13%	\$ 48.60
INSTALACION PROYECTO SOLAR Instalación de Proyecto Solar	1	Servicios 2,000.00	IVA 13%	\$ 2,000.00

Teléfono: 40017684 Correo electrónico: serviciocr@cdpups.com Web: <http://www.cdpups.com> Tax ID: 3101681288  
Emitida conforme lo establecido en la Resolución de Facturación Electrónica, DGT-R-033-2019 del 20 de junio de 2019 de la Dirección  
General de Tributación Directa.

Página: 1/2



CDP Centro De Servicios S.A.  
Del Pal de Florida 100 más norte, 100 más este, contiguo a la Academia de  
Natación los Delfines  
San José  
Costa Rica

Descripción	Cantidad	Precio		Importe
		unitario	Impuestos	
SOLMC4-11B Black MC4 Connection Black 1 to 1	9 Unidad(es)	2.43	IVA 13% Productos	\$ 21.87
SOLMC4-11R Red MC4 Connection Red 1 to 1	9 Unidad(es)	2.43	IVA 13% Productos	\$ 21.87
SOLC2-10G 10 Gauge solar cable double W UL P Meter	50 Unidad(es)	4.71	IVA 13% Productos	\$ 235.50
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 29,407.25</b>
<b>Impuestos</b>				<b>\$ 3,822.93</b>
<b>Total</b>				<b>\$ 33,230.18</b>

Plazo de pago: Pago inmediato

Teléfono: 40017684 Correo electrónico: servicio@cdpups.com Web: <http://www.cdpups.com> Tax ID: 3101681288  
Emite conforme lo establecido en la Resolución de Facturación Electrónica, DGT-R-033-2019 del 20 de junio de 2019 de la Dirección  
General de Tributación Directa.  
Página: 2/2