**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tecnología en Gestión Eficiente de la Energía |
| --- | --- |

| COMPETENCIA | 220201093-Estructurar sistema de energías renovables según procedimiento técnico y normativa ambiental | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220201093-2. Caracterizar el potencial energético aprovechable del entorno de la organización de acuerdo con el procedimiento técnico de energía renovable. |
| --- | --- | --- | --- |

| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 8 |
| --- | --- |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Caracterización del potencial energético aprovechable |
| BREVE DESCRIPCIÓN | En este componente se tratarán los instrumentos de medición energética más comunes, con los cuales se pueden medir las variables para controlar los procesos y determinar el potencial energético. Posteriormente se indicarán las herramientas para la evaluación del potencial de la energía fotovoltaica y la energía eólica en Colombia. Finalmente se mostrarán los principios básicos para el dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico. |
| PALABRAS CLAVE | Potencial, eólica, solar, fotovoltaica, energía. |

| ÁREA OCUPACIONAL | 2 - CIENCIAS NATURALES, APLICADAS Y RELACIONADAS |
| --- | --- |
| IDIOMA | Español |

1. **TABLA DE CONTENIDOS:**

**Introducción**

**1. Instrumentos de medición energética**

1.1. Medición de presión

1.2. Medición de temperatura

1.3. Medición de nivel

1.4. Medición de radiación solar (piranómetros)

1.5. Medición de velocidad y dirección del viento

1.6. Características generales de los instrumentos de medición

1.7. Calibración de los instrumentos de medición

**2. Potencial de los sistemas energéticos renovables**

2.1. Potencial energético de la energía solar

2.2. Potencial energético de la energía eólica

2.3. Reducción de huella de carbono y energías renovables

**3. Dimensionamiento de un sistema de generación con fuentes renovables**

3.1. Tipologías y equipos

3.2. Cálculo de la carga instalada y demanda de energía eléctrica

3.3. Sombreamiento, inclinación y orientación

3.4. Ejemplo de Dimensionamiento

3.5. Diseño por Simulación

1. **DESARROLLO DE CONTENIDOS:**

**Introducción**

En los temas energéticos existe una clasificación de las energías de manera general: fuentes primarias y fuentes secundarias. Se denomina fuentes primarias de energía a aquellas que se encuentran en la naturaleza y son utilizadas para ser transformadas a otro tipo de energía denominada secundaria aprovechando las leyes físicas y la tecnología existente, se debe revisar la siguiente presentación para saber más acerca de este tema.



**1. Instrumentos de medición energética**

Muchas veces para alcanzar los objetivos que se plantean tanto a nivel personal, profesional, y en general en cualquier proceso dentro de una organización, es necesario alcanzar el control de la variable que determina si se está alcanzado la meta o por el contrario se está más lejos de alcanzarla. Por ejemplo, si alguna persona quiere mejorar su salud disminuyendo su peso corporal, lo primero que hace es medir el valor actual de su peso corporal utilizando un instrumento llamado balanza y posteriormente lo compara con el peso ideal que se desea alcanzar; la diferencia entre estos valores determina la cantidad de peso debe bajar.

Se invita a visualizar los instrumentos de medición energética, y la medición de presión.



**a. Medidores de presión tipo mecánico**

Los medidores de presión de tipo mecánico se denominan de esa forma porque su principio de funcionamiento involucra la interacción entre piezas mecánicas y no involucra elementos eléctricos o electrónicos para la medida de presión.

| Dentro de los medidores de presión de tipo mecánico se encuentran tres tipos dependiendo de la tecnología usada:   | Fuelle | Diafragma o Membrana | Tubo Bourdon | | --- | --- | --- | | Se asemeja a un acordeón, pero está fabricado con membranas metálicas en forma de espiral. Cuando se aumenta la presión al interior del fuelle, este se alarga en la dirección que indica la flecha. | Está compuesto por un disco delgado normalmente metálico que tiene una saliente. Similar al caso del fuelle, cuando se aumenta la presión al interior del diafragma, este se desplaza en la dirección que indica la flecha. | Se compone de un tubo metálico que parece aplastado pero su interior es hueco. Cuando se aplica presión el tubo se desplaza en la dirección que indica la flecha. Este tipo de tecnología es la más utilizada en los manómetros de tipo mecánico. | | Nota.  García Gutiérrez, L. (2014). Instrumentación básica de medida y control. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. p. 17. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/53600> | Nota. García Gutiérrez, L. (2014). Instrumentación básica de medida y control. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. p. 17. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/53600> | Nota. García Gutiérrez, L. (2014). Instrumentación básica de medida y control. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. p. 18. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/53600> | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

| En el siguiente video se podrá ver el interior de un medidor de presión mecánico de tipo tubo Bourdon:  <https://www.youtube.com/watch?v=4dXwxFJPTg8> |
| --- |

| A continuación, se muestran algunas características de los medidores de presión de tipo Bourdon: *Incluir imagen y texto de diapositivas No. 1 y No 2. en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medición* |
| --- |

**b. Medidores de presión de tipo electrónico**

Los medidores de presión de tipo electrónico poseen componentes capaces de convertir una señal mecánica en una señal eléctrica que se puede transportar a través de cables o conductores eléctricos hacia un equipo electrónico que pueda interpretar esa señal, convertirla en un valor numérico y mostrarla a través de una pantalla digital.

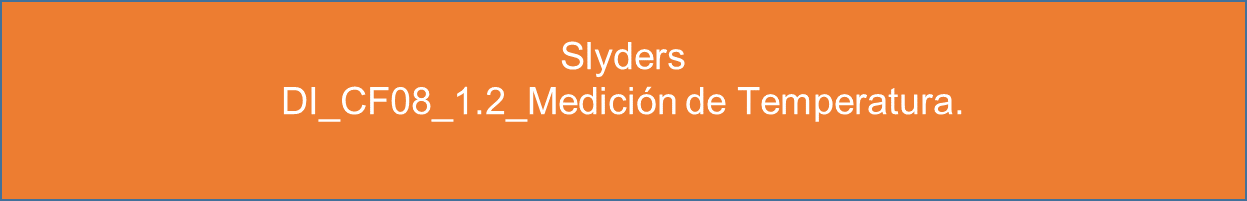
Los principios de medición o sensores más usados para los instrumentos de presión son los siguientes:

* Sensores resistivos: consiste en una membrana fabricada con materiales conductores eléctricos, los cuales al ser sometidas a una presión se deforman cambiando el valor de la resistencia total del circuito. El valor de la resistencia es proporcional a la deformación de la membrana.
* Sensores Piezoresistivos: el funcionamiento es similar al de los sensores resistivos, pero se diferencia en el uso de materiales semiconductores para la fabricación de la membrana.
* Sensores capacitivos: utiliza una membrana con dos capas metálicas que conforman un condensador. El valor de la capacitancia del condensador varía en función de la deformación de las membranas.

| A continuación, se muestran algunas características de los medidores de presión de tipo electrónico: *Incluir imagen y texto de diapositiva No. 3. en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medición* |
| --- |

**1.2. Medición de Temperatura.**

Conocer la medición de temperatura, a partir de la siguiente didáctica.

****

**a. Termómetros de vidrio**

Este instrumento se compone de un depósito fabricado en vidrio que contiene en su interior un elemento que al ser expuesto al calor se expande y sube al interior del depósito. Debido a la fragilidad de sus materiales y a la dificultad de lectura en condiciones ambientales industriales, este tipo de termómetros se utilizan normalmente en laboratorios con ambientes controlados. El elemento usado al interior del depósito de vidrio varía dependiendo del rango de medición del proceso que se desea medir.

| En la siguiente tabla se muestran los elementos más usados para los termómetros de vidrio:   | Elemento | Rango de medición | | --- | --- | | Mercurio | - 35 °C hasta + 280 °C | | Pentano | -200 °C hasta + 20 °C | | Alcohol | - 110 °C hasta + 50°C | | Tolueno | - 70°C hasta + 100 °C | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

| A continuación, se muestran algunas características de los termómetros de vidrio: *Incluir imagen y texto de*  *diapositiva No. 4. en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medicion* |
| --- |

El principio de medición de los termómetros bimetálicos se basa en la diferencia del coeficiente de dilatación existente entre dos metales diferentes (como por ejemplo latón, monel, acero, entre otros) los cuales se encuentran laminados conjuntamente. A este laminado se le denomina láminas bimetálicas y pueden tener formas rectas, curvas, espirales o hélices. La ventaja del termómetro bimetálico es que no posee muchas partes móviles lo cual hace que el mantenimiento de este instrumento sea mínimo y además son económicos.

Llamado a la acción

| A continuación, se muestran algunas características de los termómetros de vidrio: *Incluir imagen y texto de diapositiva No. 5. en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medicion* |
| --- |

b. Termómetros de principio resistivo (termorresistencias).

Estos instrumentos de medición de temperatura aprovechan el principio de variación de la resistencia de los elementos cuando son expuestos a cambios en la temperatura. El elemento consiste generalmente de un arrollamiento de un conductor muy fino protegido por un material aislante como la cerámica o el vidrio. Este tipo de sensores o sondas también son llamados RTD por su acrónimo en inglés detector de temperatura de resistencia. Los materiales que se usan normalmente en los sensores de temperatura son el platino y el níquel. La sonda o sensor más utilizado en la industria se denomina Pt-100 y es llamado así porque está fabricado con platino y su característica principal es que el valor de su resistencia eléctrica es de 100 ohmios cuando se somete a una temperatura de 0 °C.

A diferencia de los termómetros bimetálicos que son completamente de funcionamiento con piezas mecánicas, los termómetros de principio resistivo requieren de un elemento electrónico adicional que detecta el cambio del valor de la resistencia y lo convierte a un valor que se puede visualizar en una pantalla o se puede llevar la señal eléctrica a través de conductores eléctricos a un controlador de procesos. Adicionalmente este tipo de sensores se deben proteger con un bulbo de material metálico el cual estará expuesto directamente al proceso.

Llamado a la acción

| En el siguiente video se muestran más detalles acerca de los termómetros de principio resistivo o RTD: <https://www.youtube.com/watch?v=dQJpTusWJHA> |
| --- |

Llamado a la acción

| A continuación, se muestran algunas características de los termómetros de principio resistivo: *Incluir imagen y texto de diapositiva No. 6 en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medición* |
| --- |

Bloque destacado

| En el siguiente cuadro se muestran algunas características de las sondas RTD dependiendo del tipo de metal de construcción:   | Metal | Resistividad [] | Intervalo útil de temperatura [°C] | Precisión [°C] | | --- | --- | --- | --- | | Platino | 9,83 | - 200 hasta + 950 | 0,01 | | Níquel | 6,38 | - 150 a + 300 | 0,5 | | Cobre | 1,56 | - 200 a + 120 | 0,1 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**c. Termopares**

Este tipo de instrumentos de medición de temperatura basan su funcionamiento en el principio del efecto *Seebeck* por medio del cual se demostró que cuando se tienen dos hilos (normalmente en forma de alambre) de metales diferentes unidos en un solo extremo, y dicha unión se calienta o se enfría, se produce un voltaje que se puede correlacionar con el valor real de la temperatura. A diferencia de los termómetros bimetálicos, los termopares no están laminados entre sí, sino que se unen en un extremo con un proceso de soldadura. Existen diferentes tipos de termopar los cuales están clasificados por una letra y se diferencian en los tipo de metales utilizados y el rango de temperatura en que pueden ser usados. La selección del tipo de termopar a utilizar dependerá de las condiciones ambientales del proceso a medir.

| El tipo de termopar más utilizado es el tipo K y el tipo J. En la siguiente tabla se muestran algunas características de los tipos de termopar:   | Tipo de Termopar | Rango de medida [°C] | Materiales | | --- | --- | --- | | J | 0 hasta 750 | Hierro - Constantan | | K | - 200 hasta 1250 | Cromel – Alumel | | E | - 200 hasta 900 | Cromel - Constantan | | T | - 250 hasta 350 | Cobre – Constantan | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

De forma similar a los termómetros de principio resistivo, los termopares requieren de un elemento electrónico adicional para detectar el cambio del valor del voltaje generado por el efecto *Seebeck* y convertirlo a un valor que se puede visualizar en una pantalla o se puede llevar la señal eléctrica a través de conductores eléctricos a un controlador de procesos. Adicionalmente este tipo de sensores se deben proteger con un bulbo de material metálico el cual estará expuesto directamente al proceso.

| En el siguiente video se muestran más detalles acerca de los termopares: <https://www.youtube.com/watch?v=1wwAQNECC9A> |
| --- |

| A continuación, se muestran algunas características de los termopares: *Incluir imagen y texto de diapositivas No. 7 y No. 8 en archivo 1\_1\_Anexo Tema 3 Instrumentos de medicion* |
| --- |

**d. Termómetros por radiación infrarroja**

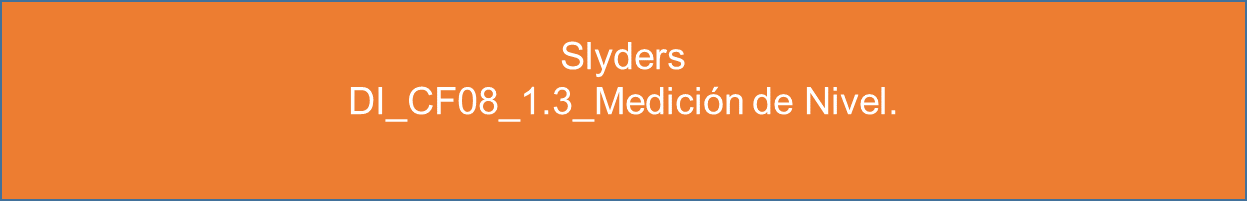
Los termómetros infrarrojos se caracterizan por la facilidad de medir la temperatura de un punto sin tener contacto físico. Este tipo de termómetros utilizan los principios de la ley de Stefan-Boltzmann la cual establece que todas las superficies irradian energía la cual aumenta proporcionalmente a la cuarta potencia de la temperatura absoluta de un cuerpo. Los termómetros por radiación infrarroja detectan los cambios de radicación de una superficie y los convierte internamente en un valor de temperatura.

El termómetro de infrarrojos capta la radiación del infrarrojo (invisible al ojo humano) y es capaz de medir temperaturas de hasta 700 °C. La tecnología ha avanzado rápidamente y actualmente existen desde termómetros infrarrojos para medir un solo punto hasta cámaras termográficas que permiten hacer imágenes de áreas completas. Esta última tecnología es muy usada para realizar labores de mantenimiento preventivo en tableros eléctricos, motores y tuberías en las industrias y también para realizar auditorías energéticas.

| En el siguiente video se explica el funcionamiento del termómetro por radiación infrarroja y su aplicación durante la pandemia: <https://www.youtube.com/watch?v=y-Ezb8Q5UW0> |
| --- |

**1.3. Medición de Nivel**

Conocer la medición de nivel y sus diferentes procesos a continuación:



A continuación, se mencionan algunas de las tecnologías más utilizadas en la medición de nivel.

**a. Medición continua de nivel con instrumentos tipo Flotador**

Complementar la información de la didáctica de medición de nivel, conociendo diferentes instrumentos de medición.



| En el siguiente video se muestra el funcionamiento de un medidor de nivel tipo flotador con cadena de resistencias *reed switch*: <https://www.youtube.com/watch?v=ujPcgh1JDLc> |
| --- |

**b. Medición continua de nivel con indicadores tipo mirilla**

Este tipo de instrumentos permiten visualizar en sitio el valor del nivel del fluido al interior de un recipiente. Se basa en el principio físico de los vasos comunicantes en donde si el líquido está en reposo, alcanza el mismo nivel si se tiene uno o varios recipientes interconectados por su parte inferior. Por lo general para este tipo de medida se cuenta con un recipiente exterior y de menor tamaño instalado en paralelo al recipiente a medir y se encuentra interconectado por la parte inferior y exterior del mismo. A medida que el nivel del líquido sube y baja al interior del recipiente principal, esto se ve reflejado en el medidor exterior. Es importante que el fluido a medir esté libre de sólidos e impurezas para que se pueda obtener una medida confiable.

| En el siguiente video se muestra el funcionamiento de un medidor de nivel con indicador tipo mirilla: <https://www.youtube.com/watch?v=zlaTXjhaISg> |
| --- |

**c. Medición continua de nivel por presión hidrostática**

En muchas aplicaciones para la medición de nivel en líquidos, se utilizan medidores de presión aprovechando el principio físico de la presión hidrostática en donde existe una relación entre la altura de la columna del fluido (para cualquier valor de densidad) y la presión de este en el fondo de dicha columna, independientemente de la forma del recipiente. En otras palabras, es posible calcular la altura de un líquido dentro de un recipiente si se mide la presión generada en el fondo y se conoce su densidad.

| La relación matemática que ilustra el principio de la presión hidrostática es: |
| --- |

| En el siguiente video se muestra el funcionamiento básico de un medidor de nivel por presión hidrostática: <https://www.youtube.com/watch?v=YaSW_SIhe4E> |
| --- |

**d. Medición continua de nivel con instrumentos sin contacto.**

Explorar la siguiente didáctica, descubriendo cómo medir niveles con instrumentos sin contacto.



| En el siguiente video se muestra el funcionamiento básico de un medidor de nivel por ultrasonido y un medidor de nivel por radar: <https://www.youtube.com/watch?v=Rq_EPoKHmgo> |
| --- |

**1.4. Medición de radiación solar (piranómetros)**

Explorar cómo medir la radiación solar.

****

| Algunas imágenes de piranómetros se muestran a continuación: |
| --- |

| En el siguiente video se muestra algunas características de los piranómetros:  <https://www.youtube.com/watch?v=0ud7h5_G-5U> |
| --- |

**1.5. Medición de velocidad y dirección del viento**

Para el análisis de factibilidad para el uso de la energía eólica como energético primario en un lugar determinado, se debe tener como mínimo la capacidad de medir el valor de la velocidad y la dirección del viento.

**a. Medición de velocidad**

El instrumento de medición utilizado para este fin se denomina anemómetro y el más utilizado es el anemómetro de rotación, que a subes puede ser de tipo cazoletas o de tipo hélice. Ambos funcionan con el principio en que la velocidad de rotación es proporcional a la velocidad del viento. Dicha rotación puede medirse contando mecánicamente el número de rotaciones por medio de un sensor óptico o a través de un pequeño motor eléctrico que actúa como generador. Los anemómetros de tres cazoletas semicónicas y semiesféricas son los más utilizados, y que permiten medir las componentes horizontales del viento.

| Algunas imágenes de anemómetros se muestran a continuación: |
| --- |

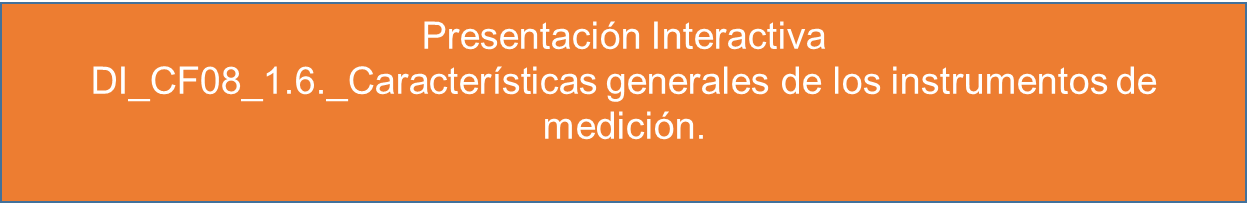
**b. Medición de dirección del viento**

El instrumento empleado generalmente para medir la dirección del viento se denomina veleta, el cual consiste en un dispositivo instalado sobre un eje vertical y de giro libre, de tal modo que puede moverse cuando el viento cambia de dirección. En la mayoría de los instrumentos, el movimiento de la veleta está amortiguado para prevenir cambios demasiado rápidos o bruscos de la dirección del viento.

| Algunas imágenes de veletas se muestran a continuación: |
| --- |

**1.6. Características generales de los instrumentos de medición**

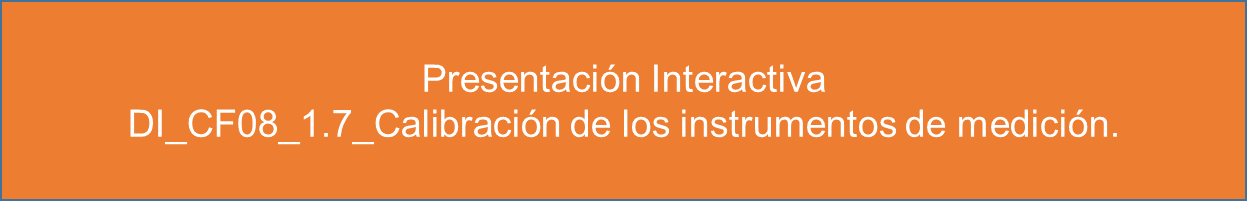
Explorar las características generales de los instrumentos de medición.



| En el siguiente ejemplo se puede ver la aplicación práctica con un instrumento medidor de presión: |
| --- |

**1.7. Calibración de los instrumentos de medición**

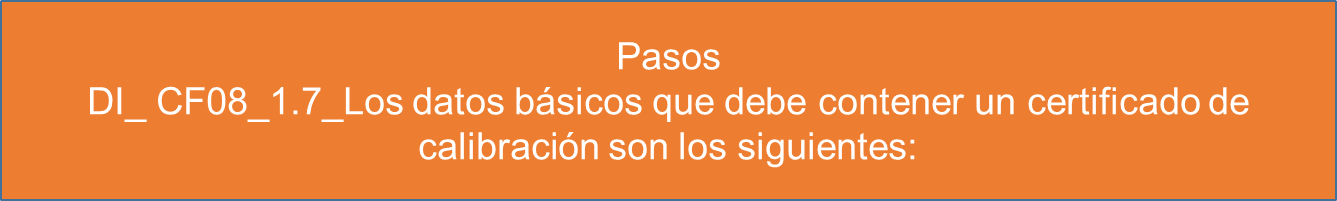
La calibración de los instrumentos de medición es de gran importancia, por esto se invita a navegar por la siguiente didáctica.



| A continuación, se muestran algunos equipos de calibración |
| --- |

El resultado del proceso de calibración es un certificado emitido por el laboratorio acreditado para tal fin, donde se muestran los puntos de trabajo del medidor analizado y los valores de la desviación medido.

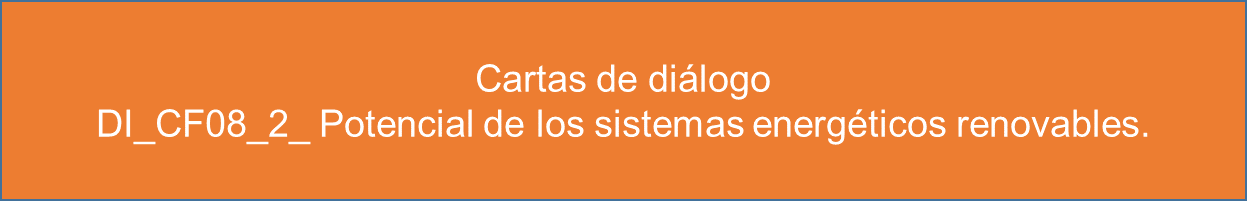
Los datos básicos que debe contener un certificado de calibración son los siguientes:



| En el siguiente anexo se encuentra un ejemplo de un certificado de calibración para un medidor de temperatura: |
| --- |

**2. Potencial de los sistemas energéticos renovables**

Conocer el potencial de los sistemas energéticos renovables.



A continuación, se describe el potencial de generación en dos fuentes de energía renovable no convencional: energía solar y energía eólica.

**2.1. Potencial Energético de la Energía solar**

Revisar el potencial energético de la energía solar.



| Para conocer más detalles acerca de los aspectos teóricos del sol y la radiación se debe consultar el material complementario elaborado por el IDEAM (2016): |
| --- |

Para la evaluación del potencial energético de la radiación solar, existen dos variables fundamentales:



Para la determinación de la irradiación global horizontal diaria en alguna zona específica del país, se tienen *varias opciones* dentro de las cuales se destacan las siguientes:

**a. Atlas Solar de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia (opción 1):**

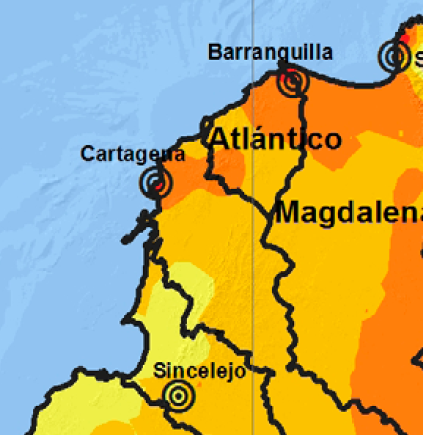
Según IDEAM, UPME. (2017) el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia es una herramienta fundamental para la valoración de la disponibilidad de la energía solar en el territorio nacional y para conocer el comportamiento de la radiación ultravioleta, el ozono y sus relaciones, que contribuyen a entender sus efectos en la salud humana. El atlas contiene un conjunto de mapas climatológicos en donde se representan la distribución promedio mensual y anual de las siguientes variables: irradiación solar global horizontal, brillo solar, número de días al mes sin brillo solar, radiación ultravioleta y la columna total de ozono, acompañadas de análisis regionales del comportamiento promedio anual y a lo largo del año de estas variables. También contiene datos teóricos acerca del comportamiento del sol, información acerca de las fuentes de información e instrumentos de medición, y anexos con información adicional.

| Existen dos formas para consultar la documentación del atlas. Una de ellas es utilizar la herramienta en línea desarrollada por el IDEAM accediendo al siguiente enlace: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html> y descargando los mapas y tablas que allí reposan. En caso de que no esté disponible la página web de IDEAM por mantenimiento, se puede descargar el documento completo del siguiente enlace: |
| --- |

Para ambos casos, se puede obtener la siguiente información:

* Mapa nacional multianual de irradiación global horizontal medio diario anual. (Página 74 del documento IDEAM, UPME. (2017)). En este mapa se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio anual de todos los meses del año de la irradiación global horizontal diaria.
* Mapa nacional mensual de irradiación global horizontal medio diario. (Páginas 68 a 73 del documento IDEAM, UPME. (2017)). En total son doce (12) mapas (uno por cada mes del año) donde se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio mensual de la irradiación global horizontal diaria.
* Tablas de datos con información de los promedios horarios mensuales de irradiación global horizontal media para algunas ciudades del país. (Páginas 139 a 143 del documento IDEAM, UPME. (2017)).

| *¿Qué información y cómo se determina el valor de la irradiación global horizontal?*   * A través de los mapas:   Una vez se tenga descargado el Mapa nacional *multianual* de irradiación global horizontal medio diario anual, se debe ubicar las convenciones en dicho mapa donde aparecerá lo siguiente:  Nota.IDEAM, UPME (2017)*.* |
| --- |

En la parte Leyenda, se encuentra una barra de colores con los rangos de valores de la irradiación global horizontal. Cada color corresponde a un rango específico. Luego se procede a ubicar la zona de interés dentro del mapa observando el color que corresponda. A manera de ejemplo se tiene la siguiente imagen donde aparecen indicadas las ciudades de Cartagena, Barranquilla y Sincelejo. Se observa que las áreas donde están ubicadas las ciudades de Barranquilla y Cartagena tienen color naranja mientras que el área de la ciudad de Sincelejo tiene un color amarillo oscuro. Regresando a las convenciones, se observa que el color naranja corresponde a un rango de irradiación global horizontal diaria entre 5 y 5,5 , mientras que el color amarillo oscuro corresponde a un rango de irradiación global horizontal diaria entre 4,5 y 5 . 

Para efectos de diseño de un sistema de generación con energía solar, normalmente se toma el valor más pequeño del rango.

Nota. IDEAM, UPME. (2017)*.*

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se puede afirmar que para la ciudad de Sincelejo el valor de la irradiación global horizontal promedio diario durante el año es de 4,5 tomando el valor mínimo del rango. Si se requiere calcular las Horas Solares Pico (HSP) en esa ciudad, se divide el valor anterior por 1, lo cual da como resultado que las horas solares promedio anual diario es de 4,5 horas. Si realiza este mismo ejercicio para las demás ciudades, se concluye que el potencial de generación con energía solar es mayor en las ciudades de Barranquilla y Cartagena que en Sincelejo.

| * A través de las tablas de datos:   Las tablas de datos son una herramienta útil si se requiere un valor determinado y no un rango de valores para la irradiación global horizontal diaria. Se debe tener en cuenta que esta información se tiene solo para algunas ciudades, de tal forma que si se requiere un valor determinado para una zona donde no existe tabla, se debe recurrir al método con el mapa o a otras herramientas de información climática que más adelante se describirán. Cada una de las tablas de datos poseen la siguiente información: ciudad de referencia, estación meteorológica utilizada, horas del día (desde las 0 hasta las 24 horas), mes del año, valor promedio horario de la irradiación global horizontal, valor promedio diario de la irradiación global horizontal.  Este último valor corresponde al valor promedio diario mensual. En la misma tabla aparecen unas convenciones de colores con unos rangos indicativos diferentes a los de los mapas, con el fin de identificar rápidamente dentro de la tabla cuáles con las horas en donde se tiene una cantidad mayor de irradiación global horizontal.    Nota. IDEAM, UPME. (2017*).* |
| --- |

**b. Bases de datos con información satelital y climática (opción 2):**

Cuando se requiere realizar un diseño con ingeniería detallada para la evaluación energética de por ejemplo un sistema solar fotovoltaico y un sistema solar térmico, generalmente se realiza la consulta de las bases de datos de organizaciones o empresas quienes han recogido y procesado la información proveniente de las estaciones meteorológicas locales de cada país y la han complementado con información proveniente de los satélites. Algunas de estas bases de datos suministran la información de forma gratuita y en otras se debe pagar por la información. Algunos ejemplos de bases de datos más conocidas son:

| * NASA Power (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Es gratuita. * SOLARGIS (<https://solargis.com/>) Se debe pagar una suscripción, sin embargo algunos mapas son gratis. * Meteonorm (<https://meteonorm.com/en/>). Se debe pagar una suscripción. * PVGIS (<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>) Es gratuita. * Global Solar Atlas ([https://globalsolaratlas.info](https://globalsolaratlas.info/map?c=11.609193,8.4375,3)). Es gratuita y se apoya en los datos de SOLARGIS. Está diseñada también para calcular el potencial de generación con tecnología fotovoltaica. |
| --- |

Este tipo de bases de datos utilizan una interfaz gráfica que permite ubicar la zona donde se requiere evaluar el potencial energético solar a través de la selección con un cursor en un mapa o a través de las coordenadas geográficas. Adicionalmente permite ver de forma gráfica la información y en la mayoría de los casos permite descargar los datos en archivos planos para su manipulación y procesamiento en otras aplicaciones.

| En la siguiente figura se puede observar la pantalla de la base de datos Global Solar Atlas cuando el cursor del mapa de ubica en la ciudad de Barranquilla:    Imagen de pantalla del resultado de localizar a la ciudad de Barranquilla en la base de datos Global Solar Atlas. Referencia bibliográfica: World Bank Group, ESMAP, SOLARGIS. (2021). Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/map?c=10.807677,-74.819641,9&s=10.96209,-74.803162&m=site> |
| --- |

Como se puede observar en la figura anterior, el valor de la irradiación global horizontal promedio anual diaria (en inglés Global Horizontal Irradiation GHI) es de 5,689 .

**2.2. Potencial Energético de la Energía Eólica**

Explorar la siguiente didáctica y conocer el potencial energético de la energía eólica.



Para la determinación de la densidad de energía eólica en alguna zona específica del país, se tienen varias opciones dentro de las cuales se destacan las siguientes:

1. **Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia (opción 1):**

Según IDEAM, UPME. (2006) el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia es una colección de mapas que muestra la distribución espacial del viento en superficie. Adicionalmente para la evaluación de la energía disponible, se muestra el valor promedio mensual y anual de la densidad de energía eólica a dos distintas alturas (20 y 50 metros), lo cual sirven como referencia para Colombia para el uso de energías alternativas, determinando las épocas del año y las zonas de Colombia donde se puede aprovechar las características del viento para dar soluciones a las necesidades energéticas de la nación.

| Existen dos formas para consultar la documentación del atlas. Una de ellas es utilizar la herramienta en línea desarrollada por el IDEAM accediendo al siguiente enlace: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html> y descargando los mapas que allí reposan. En caso de que no esté disponible la página web de IDEAM por mantenimiento, se puede descargar el documento completo del siguiente enlace: |
| --- |

Para ambos casos, se puede obtener la siguiente información:

* Mapa nacional multianual de la velocidad media del viento en superficie. (página 21 del documento IDEAM, UPME. (2006)). Es un mapa donde se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio anual de la velocidad media del viento en superficie.
* Mapa nacional mensual de la velocidad media del viento en superficie. (páginas 22 a 33 del documento IDEAM, UPME. (2006)). En total son doce mapas (uno por cada mes del año) donde se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio mensual de la velocidad media del viento en superficie.
* Mapa nacional multianual de la densidad de energía eólica a 20 metros de altura. (página 89 del documento IDEAM, UPME. (2006)). Es un mapa donde se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio anual de la densidad de energía eólica a 20 metros de altura.
* Mapa nacional mensual de la densidad de energía eólica a 20 metros de altura. (páginas 77 a 88 del documento IDEAM, UPME. (2006)).
* Mapa nacional multianual de la densidad de energía eólica a 50 metros de altura. (página 102 del documento IDEAM, UPME. (2006)). Es un mapa donde se representa a través de una escala de colores el comportamiento del promedio anual de la densidad de energía eólica a 50 metros de altura.
* Mapa nacional mensual de la densidad de energía eólica a 50 metros de altura. (páginas 90 a 101 del documento IDEAM, UPME. (2006)).

1. **Bases de datos con información satelital y climática (opción 2):**

Cuando se requiere realizar una evaluación energética de forma detallada para la evaluación energética de por ejemplo un sistema eólico cercano a la superficie, generalmente se realiza la consulta de las bases de datos de organizaciones o empresas quienes han recogido y procesado la información proveniente de las estaciones meteorológicas locales de cada país y la han complementado con información proveniente de los satélites. Algunas de estas bases de datos suministran la información de forma gratuita y en otras se debe pagar por la información.

| Algunos ejemplos de bases de datos más conocidas son:   * NASA Power (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Es gratuita. * Meteonorm (<https://meteonorm.com/en/>). Se debe pagar una suscripción. * Global Wind Atlas (<https://globalwindatlas.info/> ). Es gratuita. Está diseñada también para calcular el potencial de generación con algunas torres eólicas. Provee información del viento para alturas de 10, 50, 100, 150 y 200 metros. |
| --- |

Este tipo de bases de datos utilizan una interfaz gráfica que permite ubicar la zona donde se requiere evaluar el potencial energético del viento a través de la selección con un cursor en un mapa o a través de coordenadas geográficas. Adicionalmente permite ver de forma gráfica la información y en la mayoría de los casos permite descargar los datos en archivos planos para su manipulación y procesamiento en otras aplicaciones.

| En la siguiente imagen se puede observar la pantalla de la base de datos Global Wind Atlas cuando el cursor del mapa se ubica en una zona del departamento de la Guajira a una altura de 150 metros:    Imagen de pantalla del resultado de localizar a la ciudad de Barranquilla en la base de datos Global Wind Atlas. Referencia bibliográfica: World Bank Group, ESMAP, VORTEX. (2021). Wind Solar Atlas. https://globalwindatlas.info/  En la imagen anterior, se observa que para los 150 metros de altura la velocidad promedio del viento es de 10,17 m/s y una densidad de energía eólica aprovechable de 778 W/m2. |
| --- |

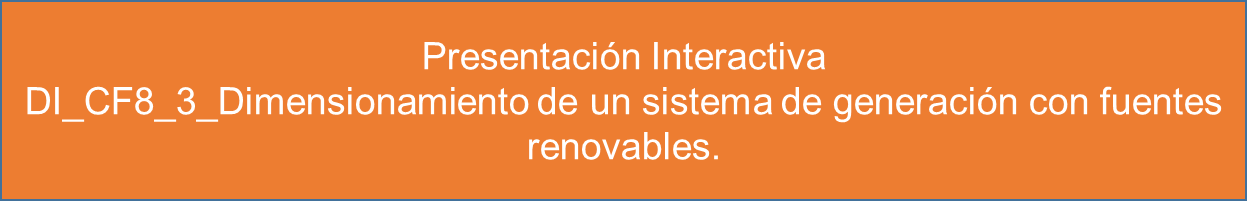
**2.3. Reducción de huella de carbono y energías renovables**

Se invita a conocer la reducción de huella de carbono y energías renovables.



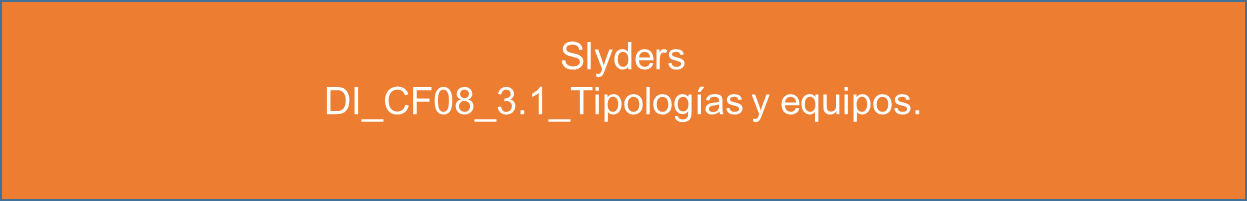
**3. Dimensionamiento de un sistema de generación con fuentes renovables**

Explorar el dimensionamiento de un sistema de generación con fuentes renovables.

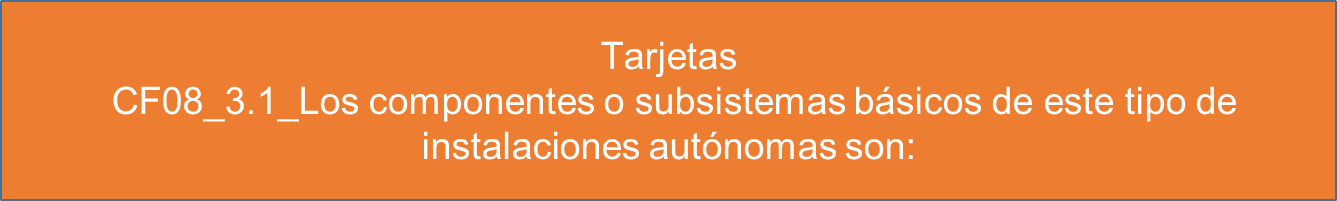


**3.1. Tipologías y equipos**

Conocer las tipologías y equipos relacionados con el potencial energético.



1. **Sistemas autónomos:** con el fin de completar la temática anterior, se invita a explorar la siguiente didáctica.



| Para observar más detalles del funcionamiento y componentes de los sistemas fotovoltaicos autónomos, se recomienda ver el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=9FYhr60VFaU> |
| --- |

1. **Sistemas conectados a la Red:** revisa la información correspondiente a los sistemas conectados a la red.



| Para observar más detalles del funcionamiento y componentes de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, se recomienda ver el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=8EiwNy0vVFI> |
| --- |

**c. Sistemas Híbridos:**

Los sistemas fotovoltaicos híbridos son los que cuentan con dos o más fuentes energéticas. Un ejemplo de esto puede ser un sistema de generación de electricidad donde utiliza un sistema fotovoltaico, un sistema de generación eólica y un generador o planta eléctrica Diesel. Estas fuentes pueden trabajar simultáneamente o servir de respaldo en caso de fallo de la fuente principal. Este tipo de sistemas se utiliza en su mayoría para las torres de telecomunicaciones que están instaladas en montaña y sitios alejados y de difícil acceso, por lo tanto, se requiere de un grado de confiabilidad alta para su funcionamiento. Una de las características importantes de estos sistemas es que se pueden complementar con sistemas de baterías que pueden funcionar de forma aislada sin importar si existe o no una fuente de sincronismo.

**3.2. Cálculo de la carga instalada y demanda de energía eléctrica**

El cálculo de la carga instalada y la demanda de energía eléctrica son requeridos como punto de partida para el diseño de un sistema fotovoltaico, especialmente para los sistemas autónomos donde la cantidad de paneles, inversores, baterías y demás están determinados por la demanda energética del lugar de instalación. Para entender las bases del concepto de carga instalada y demanda de energía eléctrica se recomienda repasar el tema carga y demanda eléctrica del módulo requisitos de producto. Existen dos métodos para obtener la demanda de energía eléctrica de un lugar:

1. **Demanda calculada:** se denomina calculada porque resulta del cálculo del consumo de electricidad para cada uno de los equipos eléctricos descritos en el cuadro de cargas del lugar. La energía eléctrica se obtiene de la multiplicación de la potencia en vatios (W) de cada equipo por las horas al día de funcionamiento, obteniendo el valor en vatios-hora (Wh) que posteriormente se pueden convertir en unidades de kilovatio-hora (kWh).

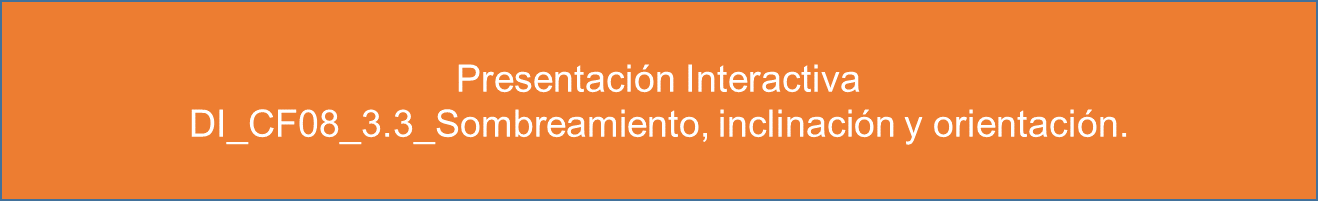
| A continuación, se muestra un ejemplo de la demanda de energía eléctrica calculada para una vivienda. La potencia de cada equipo eléctrico se puede obtener observando la placa de datos que viene en cada uno de ellos, también en el manual de servicio del equipo o se puede estimar de acuerdo a otras referencias como la mostrada en el siguiente enlace de la Empresa de Energía de Boyacá - EBSA (2019): <https://www.ebsa.com.co/consumo-de-electrodomesticos/>   | No. | Descripción | Cantidad | Potencia individual [W] | Horas encendido al día [h] | Energía diaria [Wh] | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | Nevera | 1 | 300 | 12 | 3.600 | | 2 | Bombillo LED 10W | 5 | 10 | 8 | 400 | | 3 | Televisor | 2 | 80 | 5 | 800 | | 4 | Computador de escritorio | 2 | 250 | 4 | 2.000 | | Consumo diario total de energía eléctrica [Wh] | | | | | 6.800 | | Consumo diario total de energía eléctrica en kWh [kWh] | | | | | 6,8 |   De lo anterior se concluye que el consumo diario para este caso es de 6,8 kWh-día, y asumiendo que se consume lo mismo durante los treinta (30) días del mes, el consumo mensual es de 204 kWh-mes. |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

1. **Demanda Medida**: el método de la demanda calculada es utilizado normalmente en aplicaciones muy sencillas. En aplicaciones más complejas donde la elaboración de un cuadro de cargas y un cuadro de cálculo resulta compleja de obtener debido a la gran cantidad de equipos conectados en las instalaciones del usuario interesado en instalar un sistema fotovoltaico, se prefiere utilizar medidores de energía que tengan la capacidad de medir y registrar en una memoria interna los valores de energía eléctrica en cada minuto u hora del día. Normalmente estos medidores se instalan en la acometida eléctrica de entrada y la instalación debe ser lo suficientemente segura para garantizar la seguridad de las personas y de los equipos instalados. Existen medidores con diferentes tecnologías desde los más avanzados llamados analizadores de red hasta los más sencillos medidores monofásicos.

| En las siguientes imágenes se muestran algunos medidores y la visualización de la curva de consumo energético que se obtiene como resultado: |
| --- |

**3.3. Sombreamiento, inclinación y orientación**

Para complementar la temática se invita a explorar la siguiente didáctica.



**3.4. Ejemplo de Dimensionamiento.**

Conocer por medio de la siguiente didáctica un ejemplo de dimensionamiento.



**Cálculo del número de paneles solares y la potencia pico a instalar**.

Para el cálculo de la cantidad de paneles solares y la potencia pico a instalar, se debe seleccionar primero el panel solar a utilizar que se encuentre disponible en el mercado y que se adapte a las condiciones requeridas por el lugar de instalación. Existen varias potencias nominales que se pueden seleccionar. Para este caso en particular, se seleccionó el panel solar con Potencia pico de 300 W. La fórmula para calcular la cantidad total de paneles solares (Np) requeridos es la siguiente:

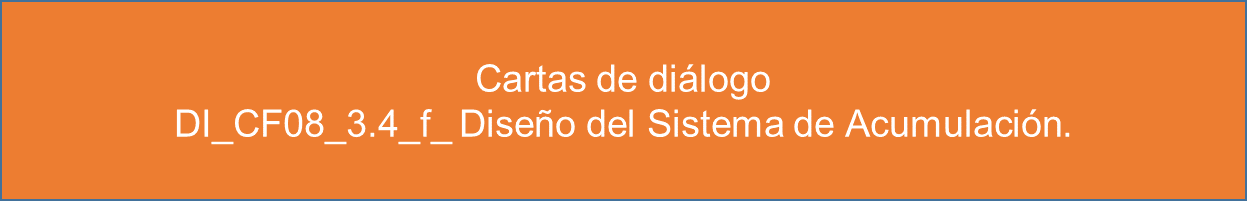
La constante de 1,1 tiene relación a un margen de seguridad de potencia que se sugiere para el cálculo.

Como el valor del Np no es un número entero, se aproxima al valor próximo entero que para este caso es 4 paneles.

El valor de la potencia pico del sistema completo se calcula multiplicando el número de paneles por la potencia pico de cada panel.

**Diseño del Sistema de Acumulación.**

A partir de la siguiente didáctica se explorarán diseños del sistema de acumulación



**Selección del regulador de carga.**

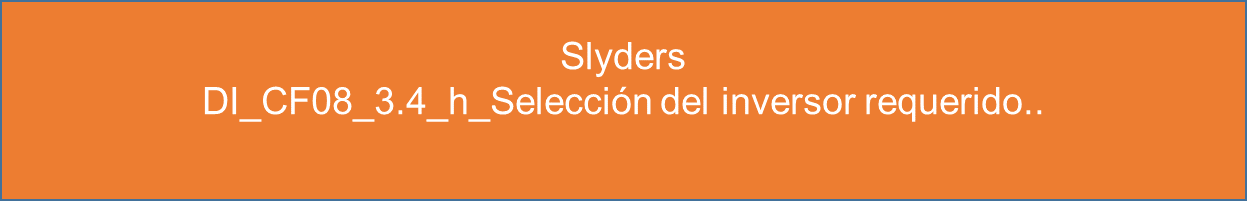
Para la selección del regulador de carga se debe tener en cuenta que el voltaje de trabajo de dicho regulador sea el mismo del voltaje de diseño de la instalación, que para el ejemplo es de 12V. Adicionalmente se debe calcular la corriente de corto circuito que proviene de los paneles que se encuentra en la hoja de datos de cada panel solar que para nuestro caso es de 8,86 amperios, y como son 4 paneles solares se debe multiplicar por este valor. Es decir, se debe buscar en el mercado comercial un regulador que exceda con las siguientes características mínimas:

Voltaje = 12 V en corriente continua.

Corriente Total = 8,86 amperios \* 4 paneles = 35,44 amperios en dc.

**Selección del inversor requerido.**

Explorar cómo seleccionar el inversor requerido.



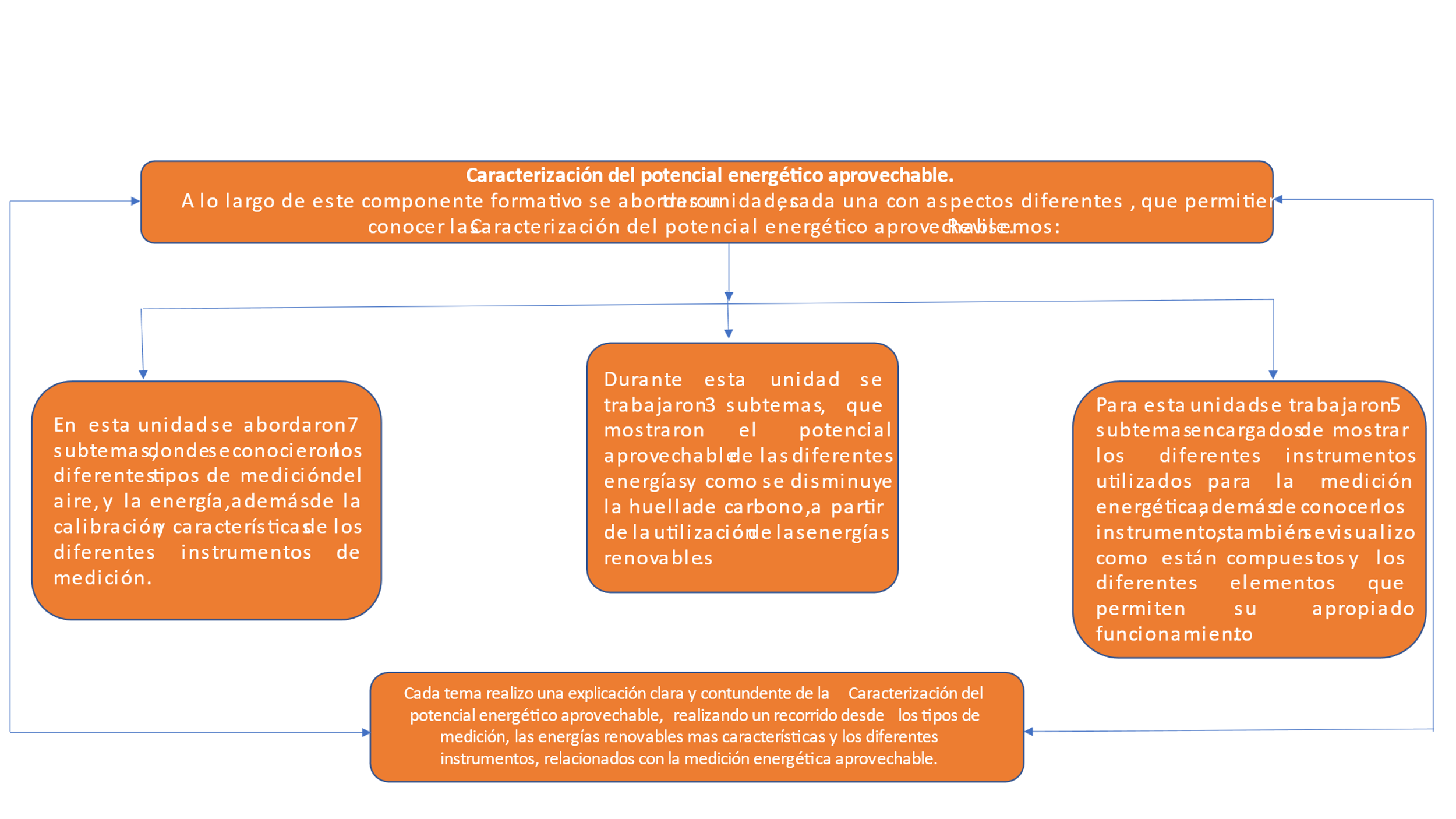
**3.5. Diseño por Simulación**

Actualmente existen varias herramientas software para el diseño de los sistemas fotovoltaicos. Revisar la siguiente información para que se estudie el tipo de herramientas que lo componen.



**Síntesis del Componente Formativo**

A través del siguiente esquema revisar la síntesis de este componente formativo



1. **ACTIVIDADES DIDÁCTICAS (OPCIONALES SI SON SUGERIDAS)**

| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA | |
| --- | --- |
| Nombre de la Actividad | Actividad De Profundización |
| Objetivo de la actividad | Reforzar el conocimiento adquirido, a través de la actividad de arrastrar y soltar, completando los párrafos de información importante. |
| Tipo de actividad sugerida | Arrastrar y soltar |
| Archivo de la actividad  (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | CF08/ anexos/ COMPLETE.pptx |

**MATERIAL COMPLEMENTARIO:**

| Tema | Referencia APA del Material | Tipo de material  (Video, capítulo de libro, artículo, otro) | Enlace del Recurso o  Archivo del documento o material |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.1. Medidores de presión tipo mecánico | Galán, L. (2020). Cómo funciona un manómetro. Medida de la presión relativa. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=4dXwxFJPTg8> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=4dXwxFJPTg8> |
| 1.2. Termómetros de principio resistivo. | WIKA Group (2019). ¿Cómo funciona una termorresistencia? [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dQJpTusWJHA> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=dQJpTusWJHA> |
| 1.2. Termopares. | WIKA Group (2019). ¿Cómo funciona un termopar? [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1wwAQNECC9A> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=1wwAQNECC9A> |
| 1.2. Termómetros por radiación infrarroja. | Ciencia UNAM. (2020). Así funcionan los termómetros infrarrojos. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=y-Ezb8Q5UW0> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=y-Ezb8Q5UW0> |
| 1.3. Medición continua de nivel con instrumentos tipo Flotador. | WIKA Group (2019). WIKA - Medición de nivel con sensor de flotador de cadena Reed. [Video] YouTube. \_<https://www.youtube.com/watch?v=ujPcgh1JDLc> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=ujPcgh1JDLc> |
| 1.3. Medición continua de nivel con indicadores tipo mirilla. | WIKA Group (201927). WIKA - Indicador de nivel con mirilla. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zlaTXjhaISg> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=zlaTXjhaISg> |
| 1.3. Medición continua de nivel por presión hidrostática. | WIKA Group (2019). WIKA - Medición hidrostática de nivel con sensor de presión. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YaSW_SIhe4E> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=YaSW_SIhe4E> |
| 1.3. Medición continua de nivel con instrumentos sin contacto. | VEGA Grieshaber KG (2020). ¿Radar vs ultrasonido – cual es la diferencia entre los dos principios de medición? [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Rq_EPoKHmgo> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=Rq_EPoKHmgo> |
| 1.7. Calibración de los instrumentos de medición. | Testo Argentina (2021). Certificados de calibración de equipos patrones. <https://www.testo.com/es-AR/Certificados+de+calibraci%C3%B3n+de+equipos+patrones/certpat> | Archivo ejemplo certificado de calibración testo argentina. | <https://www.testo.com/es-AR/Certificados+de+calibraci%C3%B3n+de+equipos+patrones/certpat> |
| 2.1. Potencial Energético de la Energía solar. | IDEAM. (2016). Atlas de radiación solar, ultravioleta, y ozono de Colombia. Aspectos Teóricos. <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/5.Aspectos-teoricos.pdf> | Documento de consulta. | <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/5.Aspectos-teoricos.pdf> |
| 2.2. Potencial Energético de la Energía Eólica. | IDEAM, UPME. (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/22> | Documento de consulta. | <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/22> |
| 3.1. Tipología y equipos. Sistemas autónomos. | CIAE (s,f). ¿Cuáles son los Componentes de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos? [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9FYhr60VFaU> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=9FYhr60VFaU> |
| 3.1. Tipología y equipos. Sistemas conectados a la red. | Novum Solar (2019). Sistema Fotovoltaico Conectado a Red - On Grid. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8EiwNy0vVFI> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=8EiwNy0vVFI> |

1. **GLOSARIO:**

| TÉRMINO | SIGNIFICADO |
| --- | --- |
| Huella de carbono | Es el total de emisiones de gases de efecto invernadero causados por un individuo, organización, lugar o producto, expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente. |
| Plan energético nacional | Documento elaborado por la Unidad de Planeación Minero-Energética donde se presentan algunas ideas sobre el desarrollo futuro del sector energético colombiano y sirven de base para los planes nacionales de expansión y transformación energética. |

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Bayod Rújula, Á. A. (2009). Energías renovables: sistemas fotovoltaicos. Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/41940>

Creus Sole, A. (2008). Instrumentación industrial (7a. ed.). Marcombo. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/45913>

Empresa de Energía de Boyacá - EBSA. (2019). Consumo de Electrodomésticos. <https://www.ebsa.com.co/consumo-de-electrodomesticos/>

García Gutiérrez, L. (2014). Instrumentación básica de medida y control. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/53600>

IDEAM, UPME. (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/22>

IDEAM, UPME. (2017). Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023775/RADIACION.pdf>

Rojano Ramos, S. (2012). Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047\_2). IC Editorial. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/42688>

UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. <http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf>

UPME. (2020). Plan Energético Nacional 2020-2050.<https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN.aspx>

WIKA. (2021). ¿Cómo funcionan los manómetros mecánicos? <https://www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion/construccin-funcionamiento-de-manmetros-mecnicos/>

WIKA. (2021). ¿Qué es un transmisor de presión?. <https://www.bloginstrumentacion.com/knowhow/qu-es-un-transmisor-de-presin/>

1. **CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia  *(Para el SENA indicar Regional y Centro de Formación)* | Fecha |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor (es) | Marlon Augusto Villamizar Morales | Experto Técnico | Global Green Growth Institute (GGGI) | Agosto 19 de 2021 |
| Carolina Arias | Diseñador instruccional | Bogotá | Octubre 04 de 2021 |
| Carolina Coca Salazar | Revisora Metodológica y Pedagógica | Regional Distrito Capital- Centro de Diseño y Metrología | Noviembre de 2021 |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes | Asesor pedagógico | Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Junio de 2022 |
| Jhon Jairo Rodríguez Pérez | Corrector de estilo | Regional Distrito Capital - Centro de Diseño y Metrología | Junio de 2022 |

1. **CONTROL DE CAMBIOS**

**(Diligenciar únicamente si realiza ajustes a la Unidad Temática)**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del Cambio |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor (es) |  |  |  |  |  |