

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación del índice de radiación ultravioleta y su relación con la  
transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH- 23 -**

**Cerro de Pasco – 2018**

**Para optar el título profesional de**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Elizabeth PRUDENCIO CHAMORRO**

**Asesor: Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**

**Cerro de Pasco – Perú – 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación del índice de radiación ultravioleta y su relación con la  
transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH - 23 -  
Cerro de Pasco – 2018**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del Jurado:**

---

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, a quienes les debo todo lo que tengo en esta vida por las enseñanzas brindadas a mis maestros que con tanta dedicación me brindaron a ser una gran profesional Gracias.

**Atte. El Autor.**

## **RECONOCIMIENTO**

Agradezco a los centros de investigación de las universidades latinoamericanas, europeas por sus publicaciones bibliográficas de acceso abierto disponible en internet.

Al representante de la coordinación en el departamento de Pasco de la empresa activos mineros quien amablemente proporciono los reportes del monitoreo de parámetros ambientales y una de ellas es el monitoreo de los índices de radiación ultravioleta.

A la universidad por la facilitación de los instrumentos disponibles en el laboratorio de Física como el módulo de transmisión de energía solar y su instrumentación, quien a cargo se encuentra el Mg. José Luis SOSA SANCHEZ.

## RESUMEN

Se describe y analiza el estudio de los niveles de incidencia de los rayos ultravioleta IUV, con los datos obtenidos del sensor UV-A grove instalado en el punto monitoreo CHAMPAMARCA por la empresa estatal activos mineros, también con el reporte diario del monitoreo realizado por el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI del Perú, ubicada en la Sierra Central del Perú (Junín - Marcapomacocha), considerada como la estación más alta del mundo, a 4 mil 470 metros de altitud contando con un equipo denominado espectrofotómetro Dodson, que brinda información de la concentración del ozono y la posición del sol en las diferentes épocas del año.

Además de los resultados que muestra el módulo de transmisión de energía solar instalado en la zona de monitoreo aprovechando la alta radiación solar en la ciudad de Cerro de Pasco, sin embargo, la relación que se demuestra no es directamente lineal.

El resultado de la evaluación conlleva a concluir con la validación de la hipótesis planteada en este trabajo de investigación.

**Palabras Clave:** Incremento de radiación solar, Nivel de radiación ultravioleta

## ABSTRACT

The province of Salta is characterized by its solar energy high potential. The use of solar resource would improve living conditions in the area, diversify the energy matrix, promote more sustainable production systems and reduce greenhouse gases emissions. However, there are only a few studies that describe in high spatial resolution the variability of the solar resource in Argentina. Multidimensional tools, that consider the environment and the socio-economic situation, have to be considered for adequate support decision-making, such as solar collector location assessment and photovoltaic potential. In this sense, a deep evaluation of the solar resource is needed first, as solar irradiation is an essential input variable for the design and evaluation of solar application systems.

In this paper, we detail the methodology used to elaborate a GIS tool to support decisions related to renewable energy policies and solar technology design. A comparison between global solar irradiation measurements in situ, empirical models, and data provided by Land Surface Analysis Satellite Applications Facility (LSA-SAF), is performed in daily, monthly and annual basis for a seven-year period. This analysis validates the use of this satellite data for the determination of solar irradiation in the region.

**Keywords:** Increase of solar radiation, Ultraviolet radiation levels.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación presenta como objetivo, estudiar la radiación ultravioleta, basado en su longitud de onda y su respuesta fotovoltaica, con el sensor UV- A de modelo GUVA-S12SD de la línea GROVE, cuyo componente electrónico de nitrato de Galio es un diodo fotovoltaico, como salida se da corriente fotoeléctrica en nano amperio índice ultravioleta y la responsabilidad en amperios por vatio longitud de onda cuyas conversiones se disponen en la hoja técnica del sensor.

Esta información contrasta con los reportes del Senamhi, que mediante cálculos de inferencia estadística se valida la información. Para proceder con la comparación de la relación con su transferencia de energía solar

Que al final al determinar la correlación de las dos variables de estudio concluimos con el uso potencial de este tipo de energía.

## INDICE

**DEDICATORIA**

**RECONOCIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema principal .....	4
1.3.2. Problemas específicos .....	4
1.4. Formulación de objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Justificación de la investigación .....	5
1.6. Limitaciones de la investigación .....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	7
2.2. Bases teóricas – científicas .....	9
2.3. Definición de términos básicos .....	11
2.4. Formulación de hipótesis .....	13
2.4.1 hipótesis general .....	13
2.4.2 hipótesis específicas .....	13
2.5. Identificación de variables .....	13
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	14

### CAPITULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigacion .....	15
----------------------------------	----

<b>3.2. Método de Investigación.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Diseño de Investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Poblacion y Muestra.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.6. Técnicas de procedimiento y analisis de Datos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7. Tratamiento estadistico.....</b>	<b>19</b>
<b>3.8. Seleccin, validacion y confiabilidad de instrumentos de investigacion.....</b>	<b>20</b>
<b>3.9. Orientacion ética.....</b>	<b>25</b>

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. Descripcion del trabajo de campo.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Presentacion , analisis e interpretacion de resultados.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3. Prueba de hipotesis .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4. Discusion de resultados .....</b>	<b>30</b>

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.- Identificación y determinación del problema**

La radiación ultravioleta (RUV) viene incrementándose en los últimos años y el Perú no escapa a la situación mundial de cambios climáticos y medio ambientales, favoreciendo así un mayor impacto negativo de la radiación por consecuencia de la disminución del ozono.

Según la agencia internacional para investigación del cáncer (IARC), la radiación ultravioleta (RUV) está considerada como un agente cancerígeno para el ser humano, por consiguiente, la exposición prolongada a la radiación solar produce serios problemas para la salud, cataratas en los ojos, quemaduras solares en la piel, envejecimiento prematuro y determinantes por su efecto acumulativo la aparición de cáncer de piel a futuro.

En ese contexto el INEN, en cumplimiento de sus funciones como ente rector en el campo oncológico, a través elabora el manual de prevención del cáncer de piel inducido por la exposición prolongada a la radiación ultravioleta RUV.

El resultado de los balances térmicos primera ley efectuados con estos datos experimentales de temperatura, y con la conductividad térmica de los materiales utilizados a las temperaturas obtenidas, fue que aproximadamente el 10 % de la radiación solar incidente se utiliza para calentar el agua. Los experimentos previos se realizaron durante 2 años en días de radiación solar promedio de unos 4,5 a 5,5 kWh/m<sup>2</sup> día como corresponde a condiciones medias de la Radiación solar global en Cuba, que tiene un valor de unos 5 kWh/m<sup>2</sup> días.

Que dicha publicación motivo a desarrollar la investigación en la ciudad de Cerro de Pasco, considerando su variación climática entre otros valores.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se limita por:

**La Temática:** Evaluación del índice de radiación ultravioleta, por medio de la adquisición de datos por un sensor y la transferencia de energía solar que genera la misma en la Ciudad de Cerro de Pasco.

**Espacio:** Como punto de monitoreo, se localiza en el distrito de Simón Bolívar, anexo de Champamarca como se muestra en la Figura 1.

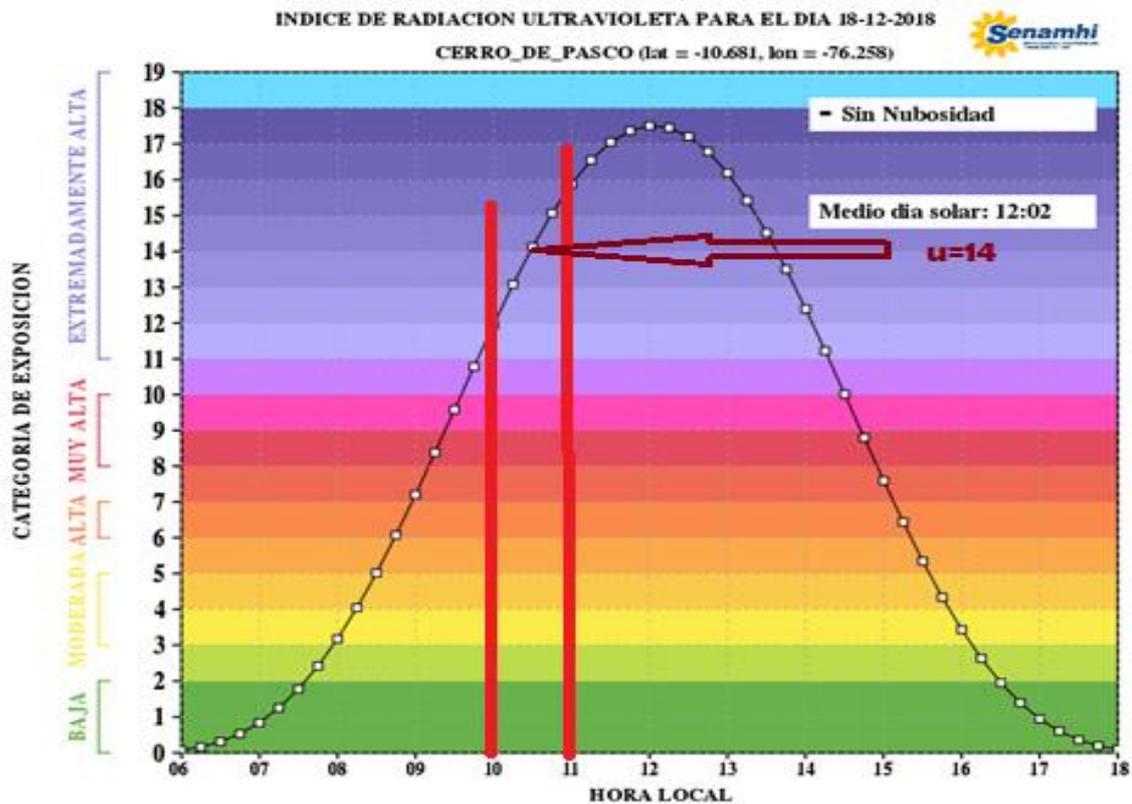
**Tiempo:** Por el periodo de 2 meses como estipula el cronograma.



Este	Norte	Altitud	Ubicación punto de Monitoreo
0361234	8818058	4302	Instalado en la plataforma dentro del patio de la ex I. E N° 34037 Champamarca.

### 1.3. Formulación del problema

La superación de los límites máximos permisibles como se aprecia en el Grafico N°1 muestran los niveles de radiación Ultravioleta que esta influye en su transferencia de energía solar.



### 1.3.1. Problema principal

¿De qué manera el índice de radiación ultravioleta se relaciona con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH 23 - Cerro de Pasco - 2018?

### 1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo el dato de la Radiación ultravioleta se relaciona con su capacidad calorífica en el punto de monitoreo CH - 23 Cerro de Pasco - 2018?
- ¿De qué forma capacidad calorífica depende de la radiación ultravioleta en el punto de monitoreo CH - 23 - Cerro de Pasco 2018?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Establecer la relación que existe entre el índice de radiación ultravioleta con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el grado de relación entre la radiación ultravioleta y su capacidad calorífica en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018.
- Determinar la forma de que la capacidad calorífica depende de la radiación ultravioleta en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018.

## **1.5. Justificación de la investigación**

La presente investigación se justifica, por el aprovechamiento de la energía como en cocinas, hornos, invernaderos entre otros, además se sabe que todo el mundo sabe cocinar con fuego, pero solo un 2% sabe cocinar con la energía del Sol, aunque es muy fácil hacerlo.

Hoy día, un 25% de la humanidad carece de combustible para cocinar. Quemar combustible, además de contaminar el aire,

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

La presente investigación se limita por la carencia de conocimientos concerniente a los temas de radiación solar y transferencia de energía, luego de una búsqueda de bibliografía relacionada a las variables de estudio los únicos encontrados en investigaciones son:

- Mecanismos de transferencia de energía

- Radiación solar y terrestre
- Energía solar fotovoltaica
- Diseño, desarrollo y evaluación de una cocina solar de bajo costo
- Influencia del espesor óptico de aerosol en el índice ultravioleta (uv) basado con el modelo tropospheric ultraviolet and visible (uv).

Por lo que hace interesante el aporte científico a la comunidad y en especial a esta ciudad que tiene un potencial de recurso como el descrito.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

**“ESTUDIO DE LOS NIVELES DE INCIDENCIA DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETA PARA SU PREVENCIÓN DE SUS EFECTOS EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN, CERRO DE PASCO-2018”**

Se describe y analiza el estudio de los niveles de incidencia de los rayos ultravioleta IUV, con los datos obtenidos del sensor UV-A grove instalado en el punto monitoreo CHAMPAMARCA por la empresa estatal activos mineros, también con el reporte diario del monitoreo realizado por el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI del Perú, ubicada en la Sierra Central del Perú (Junín - Marcapomacocha), considerada como la estación más alta del mundo, a 4 mil 470 metros de altitud contando con un equipo denominado espectrofotómetro Dodson, que brinda información de la concentración del ozono

y la posición del sol en las diferentes épocas del año. y por último con los estudios realizado INEN, emitido en la fecha de mayo del 2016.

Donde los resultados corroboran y demuestran la alta radiación solar en la ciudad de Cerro de Pasco, sin embargo, los casos por enfermedades a la piel por quemaduras solares son pocas, además la carencia de reportes y de servicio asistencial por la Dirección Regional de Salud Pasco. Donde los establecimientos de salud no reportan ninguna paciente por quemaduras solares.

Los análisis de los efectos a la salud por quemaduras solares lo establecen el INEN en la misión realizar actividades de investigación para mitigar los reportes de cáncer.

### **INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS, SOPORTADO EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN DETERMINA, UN MICROCLIMA APROPIADO DEL INVERNADERO - CERRO DE PASCO**

Se describe y analiza como la influencia de los parámetros climáticos de temperatura y humedad relativa ambiental, soportado en tecnología de información y comunicación, determina un microclima apropiado templado seco del invernadero en la Comunidad Urbana de Champamarca - Cerro de Pasco, año 2012, cuya información procedió de las tecnologías de información y comunicación instalados en los puntos de monitoreo tanto interno y externo del invernadero.

Los resultados muestran la necesidad del empleo de tecnologías de información y comunicación para la formación adecuada del microclima templado seco dentro del invernadero. Es notoria la falta de sistemas automatizados para elevar el

rendimiento de la producción agrícola en condiciones de viento y radiación solar típica de la zona

El manejo inadecuado de los parámetros de temperatura y humedad relativa, contribuye a la formación de otras condiciones climáticas inadecuadas para la producción agrícola pertenecientes al clima templado seco. Asimismo aporta al deterioro de la estructura física del invernadero.

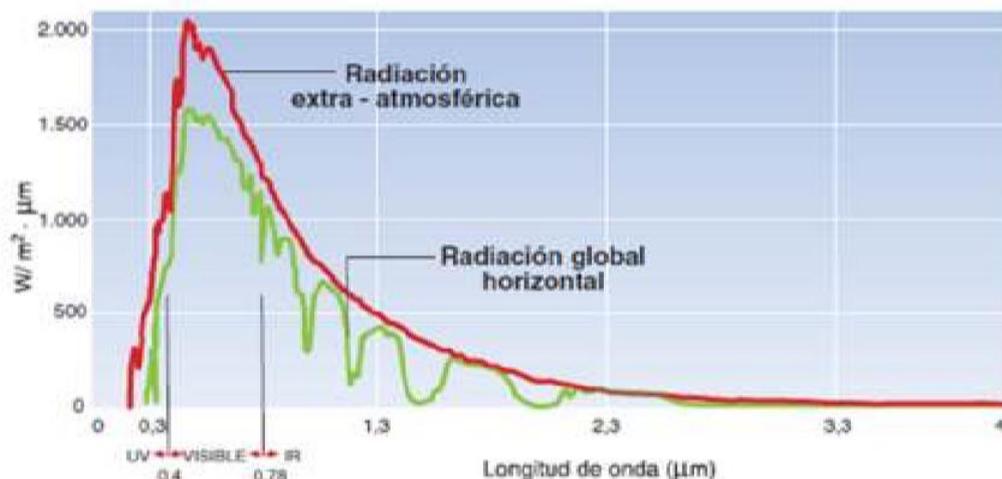
Los análisis de la influencia de temperatura y humedad relativa reflejan las condiciones necesarias para una producción agrícola perteneciente a un clima templado seco, llegando a concluir la validación de la hipótesis planteada en este trabajo de investigación.

## 2.2. Bases teóricas – científicas

### Radiación solar

El Sol genera energía mediante reacciones nucleares de fusión que se producen en su Núcleo.

Esta energía recibe el nombre de radiación solar, se transmite en forma de radiación electromagnética y alcanza la atmósfera terrestre en forma de conjunto de radiaciones o espectro electromagnético con longitudes de onda que van de 0,15  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$  aproximadamente (figura 7).



La parte del espectro que va de 0,40  $\mu\text{m}$  a 0,78  $\mu\text{m}$ , forma el espectro visible que denominamos comúnmente luz. El resto del espectro, que no es visible, lo forman las radiaciones con longitudes de onda inferiores a 0,4  $\mu\text{m}$ , denominadas radiaciones ultravioletas (UV) y con longitudes superiores a 0,75  $\mu\text{m}$  denominadas radiaciones infrarrojas (IR).

La radiación solar atraviesa la atmósfera antes de llegar a la superficie terrestre y se altera por el aire, la suciedad, el vapor de agua, los aerosoles en suspensión, y otros elementos de la atmósfera. Estas alteraciones son de diferentes tipos según la propiedad óptica que se pone de manifiesto:

- Reflexión: nubes.
- Absorción: ozono, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua. Sólo actúa sobre algunas

Longitudes de onda de la radiación.

- Difusión: polvo, aerosoles, gotas de agua.

## **RADIACIÓN LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

Es la transferencia de energía que resulta de la oscilación de los campos eléctrico y magnético. Un buen ejemplo es la luz del Sol o radiación solar, la cual transfiere enormes cantidades de energía a la superficie de la Tierra. La mayor parte de la distancia entre el Sol y la Tierra es vacío (i.e. espacio vacío), por ello una propiedad de la radiación es que la transferencia de calor ocurre incluso a través del vacío. Aunque más fríos, los objetos en la Tierra radian energía a sus alrededores, pero el contenido de energía de la radiación es considerablemente

$$E = \epsilon \sigma T_K^4 \text{ W m}^{-2}$$

menor. La energía radiada desde un objeto es una función de la cuarta potencia de la temperatura absoluta:

Donde  $\epsilon$  es la emisividad (i.e. la fracción de la energía máxima posible emitida a una temperatura en particular);  $\sigma=5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ , es la constante de Stefan-Boltzmann; y  $T_K$  es la temperatura absoluta ( $T_K = T_a + 273,15$ ). Asumiendo que  $\epsilon = 1,0$ , la densidad de flujo radiante desde la superficie del Sol a 6000 K es de unos  $73483200 \text{ W m}^{-2}$ , (i.e. densidad de flujo de radiación en  $\text{W m}^{-2}$ ) que es recibida por una superficie disminuye con el cuadrado de la distancia desde el Sol y la distancia media entre la Tierra y el Sol es de unos 150660000 km, la energía solar se reduce hasta aproximadamente la constante solar ( $G_{sc} = 1367 \text{ W m}^{-2}$ ) en el momento que alcanza la parte superior de la atmósfera de la Tierra. Conforme la radiación atraviesa la atmósfera, parte es reflejada.

Para el cálculo de la eficiencia térmica del calentador se utilizó la expresión:

$$\eta_{\text{ter}} = E_u / E_{\text{stnc}} \quad (1)$$

donde:

$E_u$ : Energía útil, kWh/m<sup>2</sup> día

$E_{\text{stnc}}$ : Energía solar incidente, kWh/m<sup>2</sup> día

La energía útil del secador en el tiempo considerado se calcula, teniendo en cuenta que el agua se encuentra estacionaria, con la expresión:

$$m_p c_p \frac{dT_p}{dt} = E_u \quad (2)$$

donde:

M: Masa del agua almacenada en la holgura, kg

C<sub>p</sub>: Capacidad calorífica del agua, kJ/kgK

$\Delta T_p$ : Diferencia de temperaturas entre el agua caliente y el agua a primeras horas de la mañana, cuando comenzaba la evaluación.

Aquí el intervalo de tiempo dt es el que tiempo el agua permanece dentro del calentador durante el día hasta su extracción.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Ultravioleta A (UVA)**, tiene una longitud de onda larga (320 – 400nm), es la menos nociva y la que llega en mayor cantidad a la tierra. Casi todos los rayos UV-A pasan a través de la capa de ozono Atraviesan la capa cornea, la epidermis y llegan hasta la dermis.

**Ultravioleta B (UVB)**, tiene una longitud de onda mediana (280 – 320 nm), puede ser muy nociva. La capa de ozono absorbe la mayor parte de los rayos UV-B provenientes del sol, sin embargo, el actual deterioro de la capa de ozono aumenta la amenaza de este tipo de radiación, atraviesan la piel en su capa extrema o capa cornea, llegando hasta la epidermis.

**Ultravioleta C (UVC)**, tiene una longitud de onda (200 – 280 nm) esta radiación es extremadamente mortal para los seres vivos, afortunadamente hasta ahora ha sido absorbida en su totalidad por la capa de ozono radiación a continuación se representa el nivel de penetración de la RUV (OMS, 2015).

**Radiación.** - Emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.

**Calor.** - El calor se define como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia. En el Sistema Internacional (SI), el calor se mide en Joule, J. Otra unidad común de energía es la caloría, cal.

**Temperatura.** - La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de los átomos y moléculas individuales de una sustancia. Cuando se agrega calor a una sustancia,

**Conducción.** -Transferencia de calor a través de la materia por actividad molecular, por choque de unas moléculas con otras, con un flujo desde las temperaturas más altas a las más bajas. Los buenos conductores de calor son los metales.

**Aislantes.** - Los objetos malos conductores como el aire o plástico El aire es un mal conductor del calor. Por lo tanto la conducción de calor es importante sólo entre la superficie terrestre y el aire en contacto inmediato con la superficie.

**La radiación electromagnética.** - es independiente de la materia para su propagación; sin embargo, la velocidad, intensidad y dirección de su flujo de energía se ven influidos por la presencia de materia. Esta radiación abarca una gran variedad de energías. La radiación electromagnética con energía suficiente para provocar cambios en los átomos sobre los que incide se denomina radiación ionizante. La radiación de partículas también puede ser ionizante si tiene suficiente energía.

**Un absorbedor.** - perfecto se llama “cuerpo negro”, que se define como un objeto ideal que absorbe toda la radiación que llega a su superficie

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 hipótesis general**

Existe alguna relación entre el índice de radiación ultravioleta con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018.

### **2.4.2 hipótesis específicas**

La Radiación ultravioleta se relaciona con su capacidad calorífica en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018.

La capacidad calorífica depende de la radiación ultravioleta en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco – 2018

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente (VI):**

Índice de radiación ultravioleta

### **2.5.2. Variable dependiente (VD):**

Transferencia de energía solar

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

**Tabla**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Índice de radiación ultravioleta	Relación es un indicador de la intensidad de RUV proveniente del sol a la superficie terrestre	Radiación ultravioleta	Niveles de radiación	Reporte del sensor UV
Transferencia de energía solar	Calor definido como el flujo de temperatura de mayor a menor	Capacidad calorífica	Nivel de energía solar	Reporte del sensor de temperatura

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación por el grado de profundidad del conocimiento con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio es de tipo descriptivo correlacional, porque no se ejerce ninguna manipulación de las variables (Areas, 2006).

#### **3.2. Métodos de Investigación**

Por la naturaleza de la investigación se emplea el método analítico, porque consiste en descomponer el problema general de estudio separando en cada una de sus partes para estudiar en forma individual como se menciona en los objetivos.

Previo a la aplicación del método científico que es la que emplea en la presente, debe ocurrir el proceso de la medición del espesor de la capa de ozono para proceder con la adquisición de datos de los niveles de incidencia de los rayos ultravioleta y esta conlleva a la formulación del problema, hipótesis, verificación, análisis y conclusión de la presente (Areas, 2006).

### **3.3. Diseño de La Investigación**

El diseño de la investigación para relacionar los fenómenos causales como el índice de la radiación ultravioleta en la transferencia de energía solar, es de tipo no experimental transaccionales o transversal de tipo correlacional (Areas, 2006).

Presentando un nivel de investigación descriptiva lo cual consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Ubicado en el nivel intermedio en cuanto a la profundidad del conocimiento que a su vez se divide en investigación correlacional. Esta a su vez es determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos variables, midiendo las dos variables y luego mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, estima la correlación, adoptando indicios sobre las posibles causas del problema (Areas, 2006).

### **3.4. Población y Muestra**

Según Hernández, Fernández y Baptista en su libro Metodología de la investigación Quinta Edición Best Seller (2010, p. 174) "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones"

La población para nuestro caso estudio está constituida por los eventos de voladura en avances lineales del nivel 200 Acceso 575 de Mina Ticlio como se describe.

#### **3.4.1. Muestra**

Tamaño de muestra para nuestro estudio se determina, según el modelo inferencial para poblaciones infinitas, por el comportamiento propio del proceso:

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

Z = 1.96, Para un nivel de confianza del 95%

P = 0.93; Proporción de aciertos

q = 0.07; Proporción de fracasos

e = 0.08; Margen de error

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.93 \times 0.07}{0.08^2} = 39.07$$

Durante los dos meses se efectuaron alrededor lecturas de transferencia de energía solar en tal sentido nuestro tamaño de muestra fue 39.07 aproximando a 40 eventos.

### 3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Instrumento Para la Variable 1 – Índice de radiación ultravioleta

Ítem	Min	Typical	Max	Unit
<b>Operating Voltage</b>	3	5	5.1	VDC
<b>Current</b>		0.31		mA
<b>Output Voltaje</b>				mV
<b>Response wavelength</b>	240	~	370	nm
<b>Working Temperature</b>	-30	~	85	°C

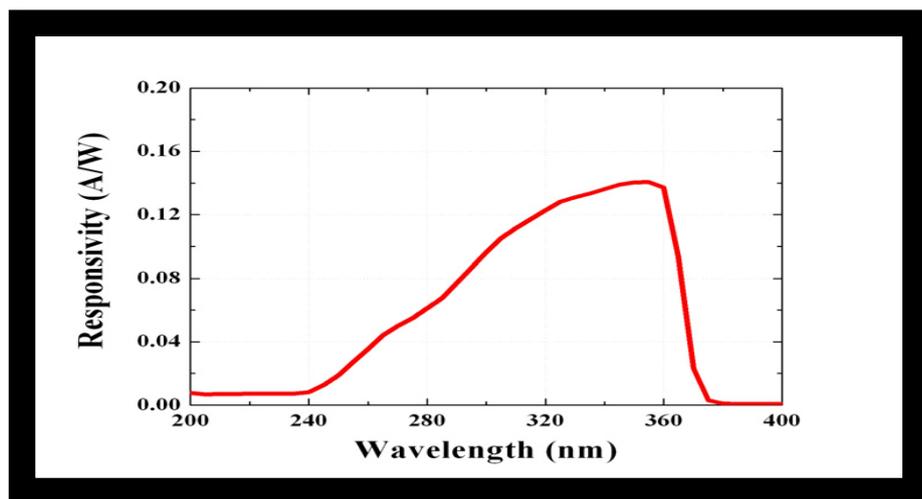


Figura 1: Relación de la Responsividad con la longitud de ondas

## Instrumento para la Variable 2 - Transferencia de energía solar



### Equipment Description

#### a) Plastic Cover

The clear, plastic cover snaps onto the Solar box and acts as insulator to isolate and trap air inside, reduce convection currents, and demonstrate the greenhouse effect. The cover is very transparent to visible light but not infrared light.

#### b) Aluminum Plate

The aluminum plate is painted a non-reflective flat black that absorbs light very well. The hot aluminum plate re-radiates in the far infrared region, and thus the heat energy is trapped under the cover.

The reverse side of the aluminum plate is not painted. The plate can be flipped inside the box to study differences in solar heating and/or cooling between the aluminum and black surfaces. The aluminum plate can be removed to measure its mass. The white, plastic knob also serves as an indicator for the sun's angle. When the sun is perpendicular to the aluminum plate, no indicator shadow appears on the plate.

#### c) Solar Box

The Solar Box holds the aluminum plate and plastic cover. On the side of the box is a rod clamp for mounting the box to a rod stand. When mounted to a rod stand, the box can be adjusted to the sun's angle.

#### d) Thermistor

Inside the Solar Box is a 10K thermistor for measuring temperature. The thermistor cables are not removable from the box. The thermistor contact (metal lug) is fastened in the center, on the underside of the aluminum plate. The side jacks on the Solar Box allow you to connect a Temperature Sensor or ohmmeter to the thermistor.



*Note: The thermistor's temperature range is  $-35^{\circ}\text{C}$  to  $+135^{\circ}\text{C}$  (242,800 to 265 ohms).*

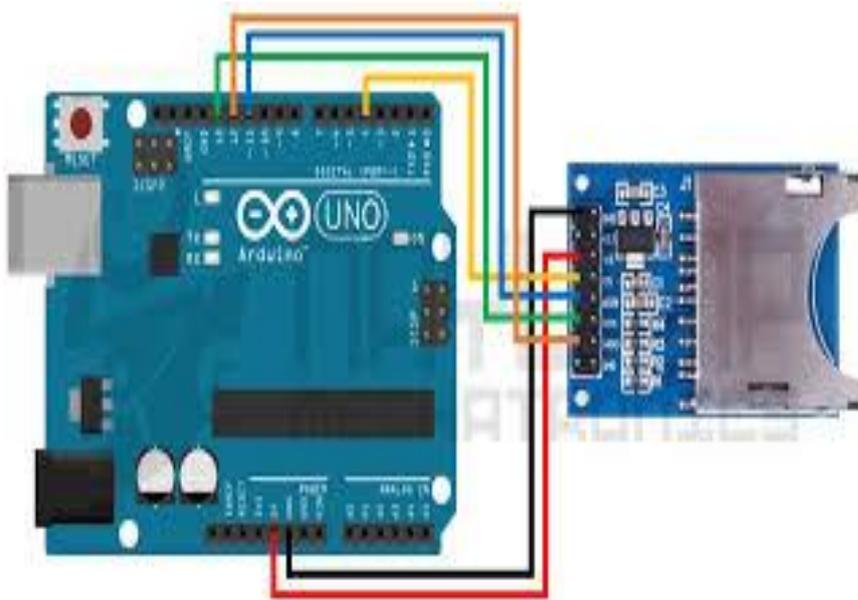
### 3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

El diseño de la observación se propone, cumpliendo los siguientes procedimientos:

Implementación de los equipos de adquisición de datos.

- Exploración de la data, fijado en un periodo semanal.

- Análisis de datos mediante series temporales y graficas de control (Control Chart).
- Comparación de variaciones con estudios de otros lugares.
- Información a la población.



*Figura 2: MODULO REGISTRADOR PARA DATOS*

**Fuente:** [http://www.naylampmechatronics.com/blog/38\\_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/38_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html)

### 3.7. Tratamiento Estadísticos

Por la naturaleza de estudio, el proceso dinámico se soporta en la Inferencia estadística, por la razón que no se puede determinar la población, por lo tanto empleamos los siguientes modelos:

Para la muestra.

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Z= Para un nivel de confianza del 95%.

P= Proporción de aciertos.

q= Proporción de fracasos.

e= Margen de error

Para la prueba de normalidad

Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 se puede contrastar la normalidad con la prueba de shapiro Shapiro-Wilk. Para efectuarla se calcula la media y la varianza muestral, S<sup>2</sup>, y se ordenan las observaciones de menor a mayor.

A continuación se calculan las diferencias entre: el primero y el último; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, etc. y se corrigen con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk.

Para la prueba de hipótesis:

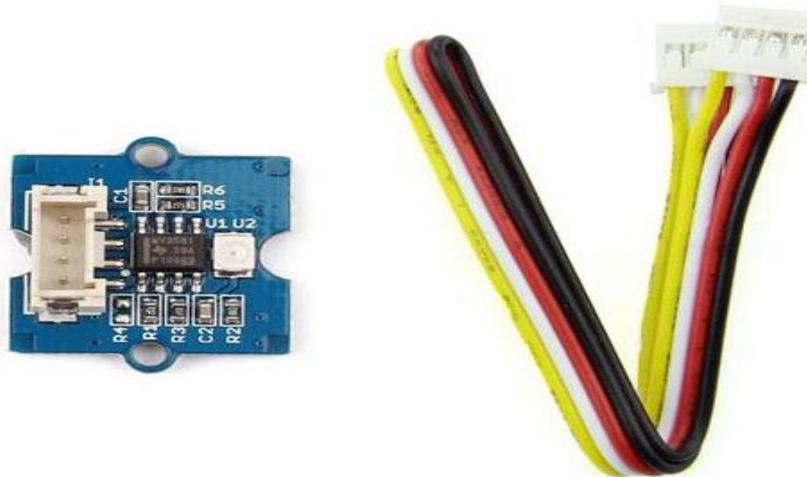
En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado  $\mu_0$ , se hace uso del estadístico:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}},$$

Donde:  $\mu_0$  es la media muestral,  $s$  es la desviación estándar muestral y  $n$  es el tamaño de la muestra. Los grados de libertad utilizados en esta prueba se corresponden al valor  $n - 1$ .

### **3.8. Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos De Investigación**

Por la naturaleza de la investigación y las variables y al medir la relación de las variables los equipos seleccionados son:



*Figura 3: SENSOR GROVE ULTRAVIOLETA*

**Fuente:** [http://wiki.seeed.cc/Grove-UV\\_Sensor/](http://wiki.seeed.cc/Grove-UV_Sensor/)

Equipo de medición de transferencia de energía solar



Celda fotovoltaica



Instrumento de adquisición de datos HMI, spark



### 3.8.1. Validez De Los Instrumentos:

Por requieren calibración y los equipos demuestran mediante un análisis estadístico la calidad



### 3.8.2. Confiabilidad Del Instrumento.

El sensor Grove - UV se utiliza para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta (UV) incidente. Esta forma de radiación electromagnética tiene longitudes de onda más cortas que la radiación visible. El sensor UV de Grove se basa en el sensor GUVA-S12D que tiene un amplio rango espectral de 200nm-400nm. El módulo emite una señal eléctrica que varía con la intensidad de UV, lo que da su sugerencia si es una buena idea para la playa hoy. (Grove, 2018).

En la investigación los datos empleados en la muestra para validar los instrumentos de recolección de datos se describen en la tabla 5.

Tabla 1

*Normalidad de los datos*

HORA A.M.	IUV
10:01	12.6
10:05	12.88
10:10	13.3
10:15	13.58
10:20	13.72
10:25	13.86
10:30	14
10:35	14.14
10:40	14.21
10:45	14.28
10:50	14.28
10:55	14.294
11:00	14.336
11:05	14.336
11:10	15.387
11:15	15.224
11:20	14.363
11:25	14.747
11:30	14.514
11:35	14.212
11:40	14.123
11:45	13.65
11:50	13.52
11:55	13.325
12:00	13.145
12:05	12.987
12:10	12.854
12:15	12.624

**Fuente:** Instrumentos de medición

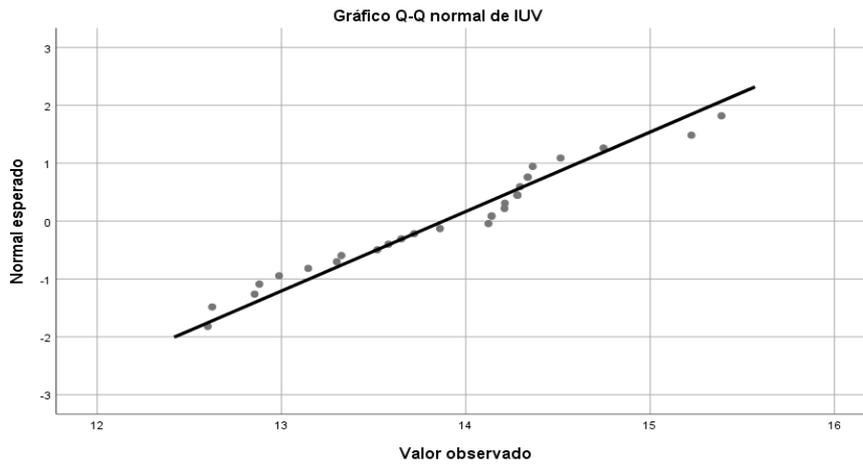


Figura 4: Prueba de normalidad

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2

Estígrafos de la prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	g	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
IUV	0,167	2	0,045	0,958	28	0,315
2.1.1.1.1.1.1.1. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración Propia

- Ho= Los datos de obtenidos por el instrumento presenta una distribución normal.
- H1= Los datos de obtenidos por el instrumento no presenta una distribución normal.

Por la cantidad de datos menor a 50, empleamos la prueba de shapiro-Wilk, y se concluye que Sig > a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, demostrando que los datos obtenidos de un muestreo al azar presentan una distribución normal.

### **3.9. Orientación Ética**

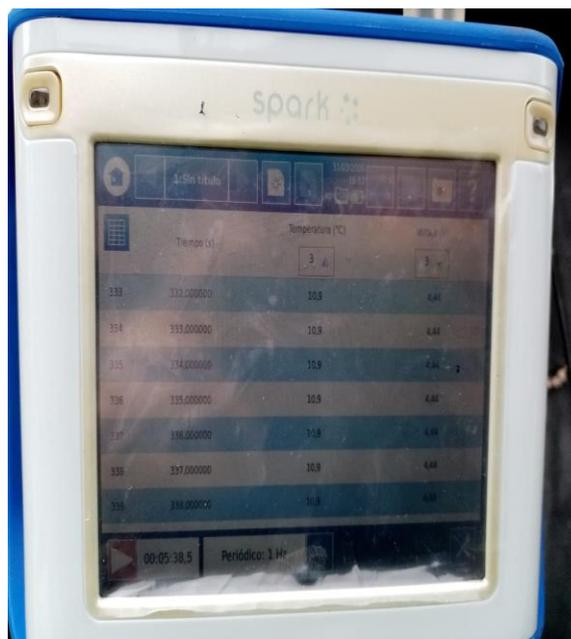
Derecho de autor: El inciso 9) del artículo 2º, de la Ley sobre el Derecho de autor, hace referencia al derecho de divulgación. No obstante, en dicha ley, no se señala el momento que debe entenderse que se perfecciona la divulgación de la obra.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del Trabajo de Campo

Ubicación de los sensores se muestra en la ubicación de la investigación Figura N°1, donde son colocados los siguientes instrumentos, Y los equipos son como se mencionan a continuación.





LOS INSTRUMENTOS SON COLOCADOS DE LA SIGUIENTE MANERA:

Colocación del plato y los transductores electrónicos, enlazados al HMI spack para su registro temporal como se muestra.

#### 4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

Tabla generar un Excel foto

N°	Temperatura °C	IUV	Voltaje V
1	10.9	2.63	4.44
2	15.6	5.36	4.65
3	21.3	8.21	5.2
4	25.4	9.23	5.4
5	30.2	12.4	5.5
6	32.5	12.7	5.5
7	33.69	13.2	5.5
8	34.02	13.4	5.5
9	37.52	14.2	5.5
10	39.12	14.6	5.5
11	40.23	14.7	5.5
12	42.3	14.52	5.5
13	43.5	14.74	5.5
14	44.8	14.62	5.5
15	46.5	14.52	5.5
16	50.23	14.5	5.5
17	53.2	14.65	5.5
18	54.6	14.84	5.5
19	55.2	14.84	5.5
20	55.4	14.95	5.5

### 4.3. Prueba de Hipótesis

Realizamos la prueba de normalidad para definir el grado de relación de las variables y esta se da cuando la variable aleatoria sigue una distribución normal de la población a la que pertenece la muestra, podemos resumir que mediante esta prueba podemos determinar la normalidad de la población.

La interpretación es, para datos mayores a 50 datos se sugiere emplear la prueba de kolmogorov-smirnov, y para menores emplear el shapiro wilk.

Cabe recalcar que el p valor se compara con nuestro margen de error denominado nivel de significancia es del 0.05, siguiendo la tabla la explicación sería:

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,095	20	,200*	,951	20	,378
IUV	,273	20	,000	,681	20	,000

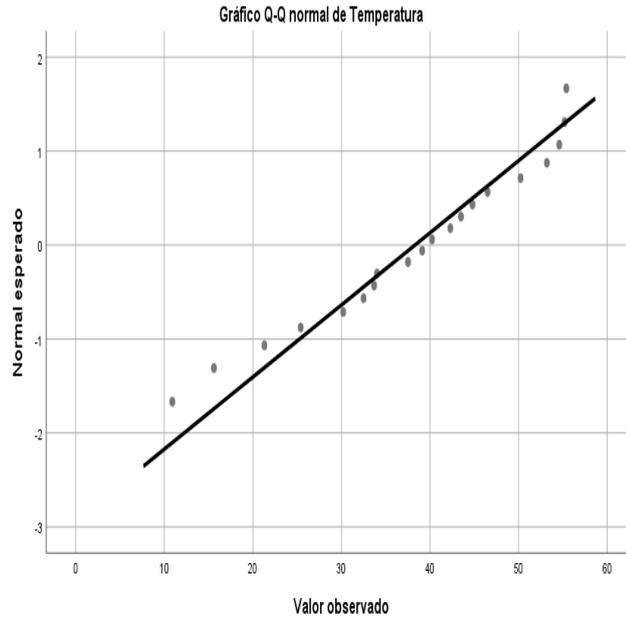
Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de hipótesis para la variable Temperatura.

- Ho= Los datos de obtenidos por el instrumento presenta una distribución normal.
- H1= Los datos de obtenidos por el instrumento no presenta una distribución normal.

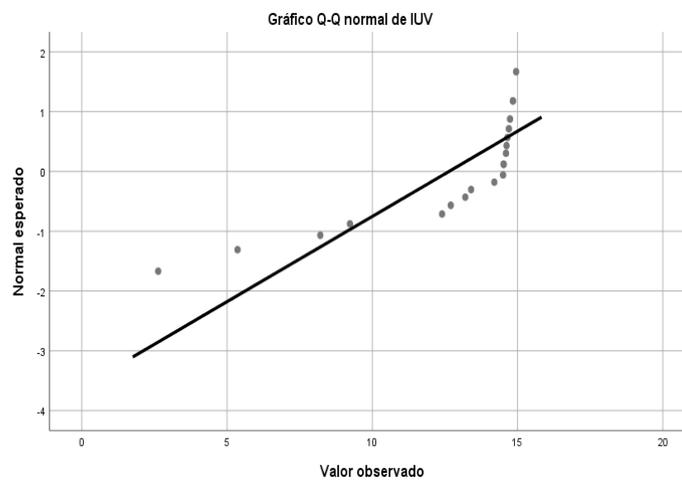
Según la tabla se acepta la Ho, porque  $0.378 > 0.05$ , afirmando que presenta una distribución normal



#### Prueba de hipótesis para la variable Temperatura

- $H_0$ = Los datos de obtenidos por el instrumento presenta una distribución normal.
- $H_1$ = Los datos de obtenidos por el instrumento no presenta una distribución normal.

Según la tabla se rechaza  $H_0$ , porque  $0 < 0.05$ , afirmando que no presenta una distribución normal



#### 4.4. Discusión de Resultados

Apreciando los datos ambos se incrementan progresivamente, según la tabla, pero ello no afirma que presentan una relación directa, porque ambas variables difieren de la prueba de hipótesis

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Temperatura	Media		38,3105	2,91361
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	32,2123	
		Límite superior	44,4087	
	Media recortada al 5%		38,8839	
	Mediana		39,6750	
	Varianza		169,782	
	Desv. Desviación		13,03004	
	Mínimo		10,90	
	Máximo		55,40	
	Rango		44,50	
	Rango intercuartil		18,52	
	Asimetría		-,532	,512
Curtosis		-,377	,992	
IUV	Media		12,6405	,78445
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,9986	
		Límite superior	14,2824	
	Media recortada al 5%		13,0683	
	Mediana		14,5100	
	Varianza		12,307	
	Desv. Desviación		3,50817	
	Mínimo		2,63	
	Máximo		14,95	
	Rango		12,32	
	Rango intercuartil		2,21	
	Asimetría		-1,919	,512
Curtosis		2,935	,992	

El Índice de radiación ultravioleta, la ciudad de Cerro de Pasco es alta, pero por carencia de tecnología no se aprovecha la energía solar generada.

## CONCLUSIONES

Se concluye que Índice de radiación solar en la ciudad de cerro de Pasco es alta, además es favorable para sin embargo la corriente de frio es intenso.

Transferencia de energía solar medido por la temperatura puede lograr mayor de 50 C° genera suficiente energía para lograr usar en actividades domésticas e industriales, y ello se da a plena exposición solar entre las 10:00 am hasta las 3:00pm.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que Índice de radiación solar en la ciudad de cerro de Pasco es alta, por lo que se debe considerar instrumentos de protección solar

Por tener un clima frio, es favorable aprovechar la acumulación de energía solar en las mañanas para mitigar por las noches las heladas

## BIBLIOGRAFIA

<https://agqlabs.pe/2018/06/13/monitoreos-ambientales-analitic-as-en-mineria/>- activos  
mineros S.A.C.

<https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/10/11/transmision-de-energia-solar-desde-el-espacio-mineros> -radiación ultravioleta activos

<https://lideraehsq.com/servicios/monitoreo-ambiental/>- monitoreo ambiental

<https://lideraehsq.com/servicios/monitoreo-ambiental/>.- evaluación de índice de radiación ultravioleta

Solar radiación régimen in three cassava (manihot esculenta crantz canopies--

<https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-radiacion-solar.html> - uva-uvb-uvc.

<https://www.elsevier.es> > es-revista-offarm-4-articulo-los-efectos-nocivos-radiacion – índice parámetros elevados del índice ultravioleta.

[http://www.naylampmechatronics.com/blog/38\\_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/38_Tutorial-Arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html)

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

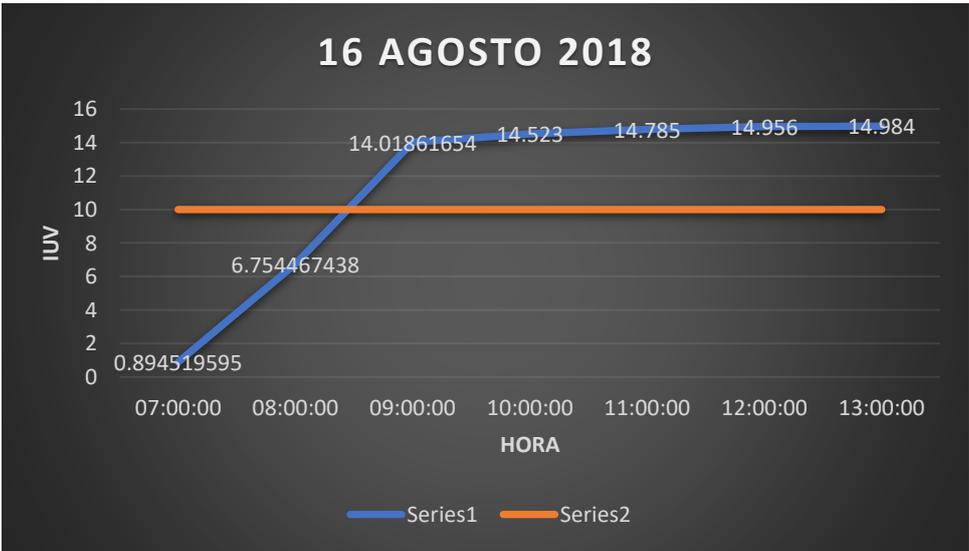
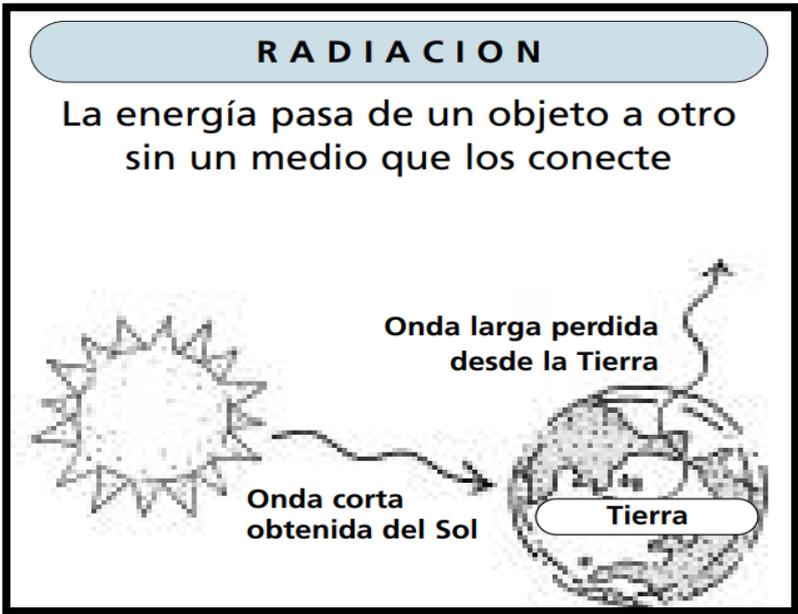


## ANEXO N°02



## ANEXO N°03

CHAMPAMARCA	30-Jul-18						
PERIODO	07:00:00	08:00:00	09:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00
IUV	2.3568	11.12587534	10.14560074	13.8501776	14.2	14.75	14.985
MAX	10	10	10	10	10	10	10
CHAMPAMARCA	16-Aug-18						
PERIODO	07:00:00	08:00:00	09:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00
IUV	0.894519595	6.754467438	14.01861654	14.523	14.785	14.956	14.984
MAX	10	10	10	10	10	10	10



# ANEXO N°04

REPORTE DE MONITOREO QUINCENAL DE CALIDAD DE AIRE Formato										Propiedad: 000 Código: 000 Fecha: 1 de 1									
Estación: <u>Chupacocha/Champamarca</u> Distrito: <u>Chupacocha</u> Año: <u>2019</u>		Ubicación: <u>Poblaciones cercanas a Depósitos Explotación y Chupacocha</u> Provincia: <u>Pasco</u> Departamento: <u>Passo</u>																	
LÍMITES SEGÚN D.S. N° 003-2017-MINAM										PM-10 (µg/m³)	PM-2.5 (µg/m³)	RVV	Pomo (µg/m³)	CO (µg/m³)	SO <sub>2</sub> (µg/m³)	NO <sub>2</sub> (µg/m³)	O <sub>3</sub> (µg/m³)	H <sub>2</sub> S (µg/m³)	Benceno (µg/m³)
Periodo	Código	Ubicación	Este	Norte	Altitud	Ubicación punto de Monitoreo	100 (24h)	50 (24h)	25 (24h)	1.5 (24h)	30 000 (24h)	250 (24h)	200 (24h)	100 (24h)	150 (24h)	2 (24h)			
12/01/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	10	2	-	0.038	1681	13	20	1.3	3	0.94			
27/04/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	4	2	-	0.009	1775	13	32	7.9	3	0.94			
11/02/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	9	2	-	0.007	1683	13	47	10.6	3	0.94			
28/02/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	9	4	-	0.024	1344	13	32	16.3	3	0.94			
13/03/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	18	11	-	0.042	1865	13	21	15.7	3	0.94			
28/03/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	13	5	-	0.027	1128	13	16	7.9	3	0.94			
12/04/2019	CH-203	Champamarca	0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	15	4	-	0.017	1324	13	41	12.2	3	0.94			
27/04/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	19	8	-	0.018	1235	13	23	11.2	3	0.94			
13/05/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	15	9	-	0.022	1503	13	24	13.9	3	0.94			
21/05/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	11	3	-	0.006	1341	13	15	7.2	4.6	0.94			
12/06/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	22	6	-	0.034	1021	13	12	8.4	3	0.94			
27/06/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	11	6	-	0.014	1538	13	17	9.2	3	0.94			
12/07/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	37	15	-	0.053	1764	13	49	6.3	3	0.94			
30/07/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	37	15	11.63	0.005	1341	13	15	7.2	4.6	0.94			
16/08/2019	CH-203		0861260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex l. E N° 34027 Champamarca.	37	15	11.56	0.033	1538	13	17	9.2	3	0.94			

## MONITOREO DE AIRE “ACTIVOS MINEROS



