

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y LA VARIACIÓN DE LA IRRADIANCIA**

**ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO DE PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**NATALY XIOMARA MENDIZABAL FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO — PERÚ**

**2025**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



# 4.16%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 17 DEC 2025, 12:49 PM

## Originality & Authorship Report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

**IDENTICAL** 1.53%      **CHANGED TEXT** 2.63%

## Report #30727907

NATALY XIOMARA MENDIZABAL FLORES // ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y LA VARIACIÓN DE LA IRRADIANCIA ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO DE PUNO 2025 RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Analizar los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en el distrito de Puno, el diseño de la investigación es no experimental de tipo descriptivo. Los datos recopilados por el sistema de adquisición fueron 32784 registros en el primer punto de observación y 158912 en el segundo punto de observación, cada uno de estos registros se tomó cada 60 segundos, esto corresponde a 23 días y 110 días correspondientemente. Las medias de la irradiancia ultravioleta fueron de 1.89 mW/cm<sup>2</sup> y 2.299 mW/cm<sup>2</sup>, los valores máximos fueron de 11.68 mW/cm<sup>2</sup> y 15 mW/cm<sup>2</sup>. Las desviaciones estándar fueron de 2.48 y 3.29. Se han capturado valores que son muy altos, llegando a 10, y extremos de 11 y mayores, lo que indica que los pobladores de la ciudad de Puno están expuestos a valores extremos de irradiancia ultravioleta entre los horarios 11 am y mediodía. Se puede notar la diferencia que en el transcurso de los días, la irradiancia ultravioleta no siempre llega al mismo pico, sino que puede variar entre días. Los datos de irradiancia ultravioleta obtenidos el 28 de junio del 2025 han obtenido valores extremos mayores a 10 mW/cm<sup>2</sup> y 11 mW/cm<sup>2</sup>. También se observan valores muy cambiantes, que llegan a valores extremos como 11 mW/cm<sup>2</sup> y poco después cambia a 4 mW/cm<sup>2</sup>, esto puede deberse a la

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y LA VARIACIÓN DE LA IRRADIANCIA  
ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO DE PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**NATALY XIOMARA MENDIZABAL FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



\_\_\_\_\_

Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

PRIMER MIEMBRO

:



\_\_\_\_\_

Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:



\_\_\_\_\_

Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

:



\_\_\_\_\_

Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 22 de diciembre del 2025

## DEDICATORIA

A Dios, fuente infinita de sabiduría, fortaleza, consuelo y guía en mi camino. En este momento de culminación académica, quiero dedicar unas palabras llenas de agradecimiento y reconocimiento. Aunque mis padres ya no estén físicamente presentes, su espíritu y legado siguen vivos en cada logro que alcanzaron. A mis padres, Angel Luis y Rosa Marina por ser mi ejemplo de esfuerzo, constancia y dignidad. Gracias por enseñarme, más con actos que con palabras, que los sueños se alcanzan con trabajo y humildad. Este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Mi gratitud hacia ustedes es inexplicable. Esta tesis es un tributo a su legado y a la eterna admiración que siento por ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a mi director de tesis, Dr. Esteban Leon Isidro Apaza, por su valiosa orientación y apoyo durante el desarrollo de la investigación. Asimismo, agradezco a los distinguidos miembros del comité evaluador, la Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, la Dr. Marlene Cusi Montesinos y el Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, por sus aportes y observaciones que enriquecieron significativamente este trabajo académico. A mi familia, especialmente a mis hermanos, Alberth Cristian y Maciel, les agradezco profundamente su amor incondicional y su apoyo constante, su fe en mí ha sido el motor que me permitió completar este camino, por sus palabras de aliento, por su presencia y cariño, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. Mi gratitud a Christian por su paciencia, guía y dedicación. Su orientación no sólo me ayudó a culminar esta investigación, sino que también me motivó a exigirme más. Gracias por brindarme tu tiempo, tus palabras y tu energía para alcanzar este logro.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>13</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	13
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	18
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	18
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1.1. IRRADIANCIA ULTRAVIOLETA	21
2.1.2. SUBTIPOS DE ULTRAVIOLETA	22
2.1.3. ULTRAVIOLETA SOLAR	24
	3

2.1.4. EFECTOS BENÉFICOS EN LA SALUD HUMANA	25
2.1.5. CONDICIONES DE LA PIEL	26
2.1.6. EFECTOS DAÑINOS EN LA SALUD HUMANA	26
2.1.7. DAÑO A LA PIEL HUMANA	27
2.1.8. DEBATE SOBRE LA SEGURIDAD DE LOS PROTECTORES SOLARES	29
2.1.9. AGRAVACIÓN DE CIERTAS AFECCIONES DE LA PIEL	30
2.1.10. DAÑO OCULAR	30
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>30</b>
2.2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR	30
2.2.2. PERCENTILES	31
2.2.3. PYTHON	31
<b>2.3. HIPÓTESIS</b>	<b>32</b>
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	32
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	32
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>33</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>34</b>
3.2.1. POBLACIÓN	34
3.2.2. MUESTRA	34
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>34</b>
<b>3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.4. DISCUSIÓN</b>	<b>52</b>
<b>4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	<b>54</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>

<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Los subtipos de ultravioleta.	22
<b>Tabla 02:</b> Identificación de variables.	35
<b>Tabla 03:</b> Descripción de datos estadísticos del primer punto de observación.	37
<b>Tabla 04:</b> Datos de irradiancia de registro de observación del mes de junio del 2025.	39
<b>Tabla 05:</b> Descripción de datos estadísticos en el segundo punto de observación.	40
<b>Tabla 06:</b> Datos de irradiancia de registro de observación del mes de julio a octubre del 2025.	40
<b>Tabla 07:</b> Datos de irradiancia ultravioleta mayores a 10 mW/cm <sup>2</sup> en el primer punto de observación.	41
<b>Tabla 08:</b> Datos de irradiancia ultravioleta mayores a 10 mW/cm <sup>2</sup> en el segundo punto de observación.	43
<b>Tabla 09:</b> Muestra con algunos datos registrados.	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Los rayos ultravioleta en el espectro electromagnético (SHOP UV, 2022).	24
<b>Figura 02:</b> Primer punto de observación (Google, 2025).	33
<b>Figura 03:</b> Segundo punto de observación (Google, 2025).	34
<b>Figura 04:</b> Irradiancia ultravioleta de 23 días en el dominio del tiempo.	43
<b>Figura 05:</b> Irradiancia ultravioleta de 110 días en el dominio del tiempo.	44
<b>Figura 06:</b> Irradiancia ultravioleta del 28 de junio.	45
<b>Figura 07:</b> Irradiancia ultravioleta del 14 de junio.	45
<b>Figura 08:</b> Irradiancia ultravioleta del 27 de junio.	46
<b>Figura 09:</b> Irradiancia ultravioleta del 15 de junio.	46
<b>Figura 10:</b> Irradiancia ultravioleta del 16 de junio.	47
<b>Figura 11:</b> Irradiancia ultravioleta del 14 y 28 de junio.	47
<b>Figura 12:</b> Superposición del 14 y 28 de junio.	48
<b>Figura 13:</b> Irradiancia ultravioleta del 2 de octubre.	49
<b>Figura 14:</b> Irradiancia ultravioleta del 15 de agosto.	49
<b>Figura 15:</b> Irradiancia ultravioleta del 28 de julio.	50
<b>Figura 16:</b> Irradiancia ultravioleta del 1 de septiembre.	50
<b>Figura 17:</b> Irradiancia ultravioleta comparativa del 2 de octubre y 28 de julio.	51
<b>Figura 18:</b> Superposición de la irradiancia ultravioleta del 2 de octubre y 28 de julio.	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Sensor de Luz Ultravioleta para Arduino	64
<b>Anexo 02:</b> Ficha de datos de irradiancia ultravioleta Versión 1.1	65
<b>Anexo 03:</b> Código de Programación en Python Para Uso de Herramientas Estadísticas y Gráficos	68
<b>Anexo 04:</b> Módulo de adquisición de datos	92
<b>Anexo 05:</b> Matriz	93

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Analizar los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en el distrito de Puno, el diseño de la investigación es no experimental de tipo descriptivo. Los datos recopilados por el sistema de adquisición fueron 32784 registros en el primer punto de observación y 158912 en el segundo punto de observación, cada uno de estos registros se tomó cada 60 segundos, esto corresponde a 23 días y 110 días correspondientemente. Las medias de la irradiancia ultravioleta fueron de 1.89 mW/cm<sup>2</sup> y 2.299 mW/cm<sup>2</sup>, los valores máximos fueron de 11.68 mW/cm<sup>2</sup> y 15 mW/cm<sup>2</sup>. Las desviaciones estándar fueron de 2.48 y 3.29. Se han capturado valores que son muy altos, llegando a 10, y extremos de 11 y mayores, lo que indica que los pobladores de la ciudad de Puno están expuestos a valores extremos de irradiancia ultravioleta entre los horarios 11 am y mediodía. Se puede notar la diferencia que en el transcurso de los días, la irradiancia ultravioleta no siempre llega al mismo pico, sino que puede variar entre días. Los datos de irradiancia ultravioleta obtenidos el 28 de junio del 2025 han obtenido valores extremos mayores a 10 mW/cm<sup>2</sup> y 11 mW/cm<sup>2</sup>. También se observan valores muy cambiantes, que llegan a valores extremos como 11 mW/cm<sup>2</sup> y poco después cambia a 4 mW/cm<sup>2</sup>, esto puede deberse a la nubosidad que hace cambiar la irradiancia a un valor menor, se puede concluir que en presencia de nubosidad muy variable o cambiante se tiende a obtener valores extremos de irradiancia ultravioleta.

**Palabras clave:** Datos, Medio ambiente, Irradiancia, Ultravioleta, Variación

## ABSTRACT

The objective of this research was to analyze ultraviolet irradiance levels and their variation in the Puno district. The research design was non-experimental and descriptive. Data was collected by the acquisition system, yielding 32,784 records at the first observation point and 158,912 at the second. Each record was taken every 60 seconds, corresponding to 23 and 110 days, respectively. The mean ultraviolet irradiance values were 1.89 mW/cm<sup>2</sup> and 2.299 mW/cm<sup>2</sup>, with maximum values of 11.68 mW/cm<sup>2</sup> and 15 mW/cm<sup>2</sup>. The standard deviations were 2.48 and 3.29. Very high values, reaching 10, and extreme values of 11 and above were recorded, indicating that the residents of the city of Puno are exposed to extreme levels of ultraviolet irradiance between 11:00 AM and noon. It can be observed that over the course of several days, ultraviolet irradiance does not always reach the same peak, but rather varies from day to day. Ultraviolet irradiance data obtained on June 28, 2025, showed extreme values exceeding 10 mW/cm<sup>2</sup> and 11 mW/cm<sup>2</sup>. Highly variable values were also observed, reaching extremes such as 11 mW/cm<sup>2</sup> and then dropping to 4 mW/cm<sup>2</sup> shortly thereafter. This could be due to cloud cover, which lowers the irradiance. It can be concluded that in the presence of highly variable or changing cloud cover, extreme ultraviolet irradiance values tend to be observed.

**Keywords:** Data, Environment, Irradiance, Ultraviolet, Variation

## INTRODUCCIÓN

El Sol es la principal fuente de energía de la Tierra, emitiendo un amplio espectro de radiación. Una porción crítica de esta energía es la radiación ultravioleta (UV), que se clasifica típicamente en UVA, UVB y UVC según su longitud de onda. Mientras que la capa de ozono filtra la mayor parte de la UVC y una porción significativa de la UVB, la radiación que alcanza la superficie terrestre es fundamental para los procesos biológicos y atmosféricos, pero también representa un riesgo considerable para la salud humana y los ecosistemas.

La irradiancia ultravioleta se define como la potencia de la radiación UV por unidad de área que incide sobre una superficie. Factores como la altitud, la latitud, la presencia de nubes, el albedo superficial y, de manera crucial, el espesor de la capa de ozono, influyen directamente en los niveles de irradiancia UV en un lugar específico.

La ciudad de Puno, ubicada en el Altiplano peruano, presenta una condición geográfica particular: se encuentra a una elevada altitud (aproximadamente 3,812 metros sobre el nivel del mar) y próxima a la línea ecuatorial. La alta altitud implica una menor columna de atmósfera para absorber la radiación, lo que teóricamente resulta en niveles de irradiancia UV significativamente más altos en comparación con zonas costeras o de menor elevación. Esta realidad geográfica, combinada con la importancia de la radiación UV para la salud pública (riesgo de cáncer de piel, cataratas) y la agricultura, hace que el estudio de este fenómeno en Puno sea de extrema relevancia social y científica.

A pesar de la importancia crítica de monitorear la exposición a la radiación UV en regiones de alta altitud como Puno, la información detallada sobre los niveles y el comportamiento estacional de la irradiancia UV puede ser limitada o requerir una actualización sistemática.

En respuesta a esta necesidad, el problema general que guía esta investigación es: ¿Cuáles son los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en la ciudad de Puno?

El presente estudio contiene los siguientes capítulos: el capítulo I presenta el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación, en este capítulo se establece el problema de la investigación en base a los antecedentes para determinar los objetivos; el capítulo II muestra el marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación, aquí se establecen las bases fundamentales de forma teórica para llegar a una hipótesis; el capítulo III presenta la metodología de la investigación, en este capítulo se presenta el tipo de investigación, la población y muestra; el capítulo IV desarrolla la exposición y análisis de los resultados, conclusiones , recomendaciones y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El estudio de la irradiancia ultravioleta es muy importante por su problemática y por los beneficios que puede brindar, conocer este fenómeno es importante para resolver problemas que puede causar, por ejemplo, en la salud; y para aprovechar los beneficios que brinda, por ejemplo, en el ámbito de la energía. Por eso es importante su análisis y profundizar en el conocimiento de este caso como un punto de partida para el beneficio de las actividades humanas y de la propia naturaleza. De esa forma, es posible realizar el análisis en la ciudad de Puno.

#### **PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en la ciudad de Puno?

#### **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno?
- ¿Cuáles son las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno?

#### **1.2. ANTECEDENTES**

##### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

(Cabrera Morales & López-Nevot, 2006), sostienen que el cáncer de piel es el tipo de cáncer más común en los seres humanos y su incidencia ha ido en aumento en los últimos años, donde los mecanismos de este daño UV-A no se comprenden aún completamente, pero una hipótesis que surge de forma popular indica que los rayos UV-A incrementan el estrés oxidativo en la célula. Los rayos ultravioleta B (UV-B) estimulan la

producción de nueva melanina, lo que conduce a un aumento del pigmento de color oscuro en unos pocos días. Este bronceado puede durar un tiempo relativamente largo. Los rayos UV-B también estimulan las células para producir una epidermis más gruesa. Por lo tanto, dichos rayos son responsables tanto del oscurecimiento como del engrosamiento de las capas celulares externas; estas reacciones son la defensa del cuerpo contra el daño adicional de los rayos ultravioleta (UV).

En la investigación se estudiaron los efectos de la radiación ultravioleta en el año 2014, investigaron los efectos de la luz ultravioleta-A (UV-A) y ultravioleta-C (UV-C) en las propiedades mecánicas de los hongos ostra durante el crecimiento. Los experimentos se llevaron a cabo con la irradiación de los hongos con luz UV-A (365 nm) y UV-C (254 nm) durante el crecimiento. El tiempo de exposición varió de 10 minutos a 60 minutos a intervalos de 10 minutos y la irradiación se realizó durante tres días. Las muestras para estudios experimentales se cortaron en formas cilíndricas de 12,50 mm de diámetro y 3,00 mm de espesor. Las muestras irradiadas con luz UV-C tenían un módulo de pérdida y un factor de pérdida más altos, pero un módulo de almacenamiento bajo a medida que la temperatura aumentaba de 35 a 100 °C con respecto a la muestra de control, mientras que las muestras irradiadas con luz UV-A tenían un módulo de pérdida más bajo, un factor de pérdida bajo y un módulo de pérdida más alto. módulo de almacenamiento que las muestras irradiadas con UV-C (Edward et al., 2014).

También se estudió sobre los efectos de la luz ultravioleta es una de las principales causas del desgaste y la pérdida de color en el bambú, el estudio se llevó a cabo para desarrollar un método de foto decoloración efectiva que permita alterar y enriquecer los tonos del bambú donde se realizó la selección de varias muestras de bambú que se usan normalmente en las industrias y se expuso a dos tipos de luz UV distintos. Donde se fue variando de forma sistemática la fuente de luz, el tiempo de exposición y la distancia esto con el objetivo de entender mejor cómo influyen estos factores en la decoloración y en el mecanismo de degradación del material. Al aplicar los tratamientos térmicos se observó que el bambú se oscurecía y que la foto decoloración se ralentizaba además cuanto más

alta era la temperatura, más estable resultaba la superficie frente a la radiación en el caso de las piezas con “trazador de líneas” carbonizadas presentaron un cambio de color bajo UV más lento y reducido que el bambú sin tratamiento térmico, debido a su mayor densidad y al efecto protector del calor; además, las vetas con carbonización oscura variaron menos que las de carbonizado más claro. De esta manera, cuanto mayor era la temperatura aplicada, más estable resultaba la superficie frente a la radiación. Con GC-MS se identificó los compuestos como isovanilina, siringaldehído,  $\beta$ -hidroxipropiovanillona, p-hidroxibenzaldehído y ácido siríntrico, y con HPLC-MS se halló siringaldehído, 2,6-dimetilbenzoquinona y ácido 3-hidroxi-4-metoxibenzoico. Todos contienen doble enlace conjugado, lo que apunta a su origen en la degradación de lignina u otros extractos aromáticos (Yu et al., 2021).

Adicional a esto se investigó una de las formas de protección ante la radiación ultravioleta, se indica que la autofagia es un proceso celular esencial que mantiene la vida celular equilibrada. La restricción en la autofagia puede inducir cambios degenerativos en humanos. El envejecimiento natural o patológico de los tejidos susceptibles se ha relacionado con una actividad autofágica reducida. El fotoenvejecimiento de la piel es un ejemplo de tal condición patológica causada por la exposición a la radiación UV solar ambiental. La producción de especies de oxígeno de reacción (ROS) inducida por UV se ha relacionado con la promoción y progresión del proceso de fotoenvejecimiento en los tejidos expuestos. En consecuencia, se ha sugerido que la autofagia es capaz de retrasar el proceso de fotoenvejecimiento de la piel causado por los rayos ultravioleta (UV) solares, aunque el mecanismo subyacente aún está en debate. Esta revisión destaca varios mecanismos plausibles por los cuales las ROS inducidas por UV activan las vías de señalización celular y modulan la autofagia. El resultado de esta revisión proporcionará información sobre el diseño de estrategias de intervención para retrasar el fenómeno del fotodaño inducido por la luz solar, el fotoenvejecimiento y otras enfermedades crónicas relacionadas con el envejecimiento basadas en factores que activan el proceso de autofagia en la piel (Wang et al., 2019).

De esa forma también se estudió la exposición de residuos ante la radiación ultravioleta. Pocos estudios han investigado los riesgos laborales de los trabajadores de residuos sólidos municipales, particularmente en los países en desarrollo. Como resultado, estos trabajadores están actualmente expuestos a riesgos laborales desconocidos e incesantes que pueden poner en peligro su salud. Los resultados del estudio mostraron concentraciones de exposición más altas para bacterias Gram-negativas ( $6,8 \times 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>) y hongos ( $12,8 \times 10^3$  cfu/m<sup>3</sup>), todo medido en unidades formadoras de colonias bacterianas totales (cfu) por metro cúbico, en las cabinas de los camiones. Se observaron proporciones significativas de desechos tóxicos, infecciosos y quirúrgicos. Se encontró altas concentraciones medias de exposición para polvo total, bacterias Gram-negativas (GNB) y hongos para muestras personales recolectadas de cargadores de contenedores de basura y para muestras de cabinas de camiones. Esto sugiere que la prioridad para la evaluación de la exposición con respecto al polvo total y los bioaerosoles debe centrarse en los cargadores de desechos y las cabinas de los camiones. Además, observamos temperaturas medias de verano superiores a 33 °C en la mayoría de las áreas de gestión de residuos y los trabajadores se quejaron de dolores de cabeza, quemaduras solares, estrés por calor, sudoración excesiva, deshidratación y dificultades para concentrarse en las tareas asignadas (Ncube et al., 2017) .

Una de las principales causas de degradación de los materiales expuestos a la intemperie es la luz ultravioleta (UV). Para estimar su tasa de degradación y determinar su longevidad (vida útil), se requiere una cuantificación precisa de la radiación UV incidente sobre sus superficies. En el artículo, se proponen varios modelos neuronales para estimar tres componentes UV basados en la irradiancia horizontal global de banda ancha y diversos constituyentes atmosféricos. Utilizando los resultados espectrales obtenidos con el modelo SMARTS para una gran variedad de condiciones atmosféricas y posiciones solares, se llevan a cabo tres grupos de experimentos: el primero está diseñado para estimar la irradiancia UV total en la superficie (280–400 nm), mientras que el segundo y el tercer grupo buscan estimar sus fracciones UV-A y UV-B, respectivamente. Los

resultados muestran, en general, un buen rendimiento de predicción, especialmente para los dos primeros grupos (Zerari et al., 2023).

En otro artículo se presentan, describen y analizan los resultados de una campaña de medición de la radiación solar UV, realizada con diferentes radiómetros de banda ancha y un espectrómetro de precisión. Los parámetros medidos por los dispositivos considerados son relevantes para la evaluación de la exposición humana a la radiación solar UV. A partir de los resultados obtenidos, fue posible caracterizar las desviaciones entre las mediciones obtenidas por los radiómetros de banda ancha y las obtenidas por el espectrómetro de precisión. Los resultados de las mediciones se analizaron globalmente y para cada radiómetro individual. Mediante el análisis, fue posible identificar un procedimiento para la calibración de los radiómetros de banda ancha, basado en la determinación de factores correctivos, con los cuales se ajustan los resultados de las mediciones para obtener estimaciones muy precisas de la magnitud de la exposición (Bisegna et al., 2023).

Indonesia apunta al desarrollo de plantas de energía renovable que alcancen el 23% en 2025. Con un clima tropical, Indonesia es un país que tiene un potencial considerable para utilizar la energía fotovoltaica como energía renovable. Pero en su uso, la energía fotovoltaica tiene un obstáculo que puede ser perjudicial, a saber, las propiedades intermitentes. La planificación en este estudio se presenta en forma de resultados de medición reales de la irradiancia solar con datos basados en las condiciones ambientales circundantes, como la temperatura, la humedad relativa, la lluvia y la intensidad de los rayos UV. Luego, los datos se procesan utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS). El propósito de este estudio es obtener valores precisos de la irradiancia solar para que puedan utilizarse en la planificación de la optimización fotovoltaica. Esta medición tiene un valor de error del 18,9% que se calcula utilizando el método MAPE utilizando el medidor de energía solar como valor real (Prastiantono et al., 2019).

Otro trabajo adicional investiga cómo el espectro de irradiancia incidente en la parte trasera de los módulos solares afecta la degradación y el rendimiento de las láminas traseras. Se modela la irradiancia espectral incidente en la parte trasera de los módulos mediante simulaciones de trazado de rayos y se valida con datos de campo medidos en un sitio de prueba bifacial de 75 kW con seguimiento de un solo eje. Se propone una ecuación genérica para estimar la degradación relativa y demostramos que los factores de aceleración actuales para el daño UV en las cámaras pueden subestimarse hasta en un 4,5 % absoluto respecto a la dosis generalmente asumida del 10 % en las superficies traseras (Ovaitt et al., 2022).

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

(Polo & Miranda, 2020) en su investigación indican que los índices de radiación UV B en la ciudad de Tacna, en el periodo 2012 a 2014 donde se registraron niveles de radiación de 8, 10, 11 y 12, los cuales superan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos valores nos indican que los niveles de riesgo que van desde alto, muy alto hasta extremadamente alto, un posible motivo es la ubicación geográfica en la parte superior del desierto de Atacama, es uno de los más secos del mundo, donde existen condiciones atmosféricas muy especiales y hay un desgaste progresivo de la capa de ozono en el sur del Perú, lo cual incrementa la exposición a los niveles de radiación ultravioleta; los índices que fueron máximos de radiación UV B para ese periodo desde 2012 hasta 2014, de esa forma se registraron valores entre 8 y 10, en las horas desde 11:00 h hasta 13:00 h con unos niveles de riesgo muy altos, por otra parte, a nivel del mes el índice de radiación UV B alcanzó el valor 11 en los primeros meses del año, enero, febrero y los últimos meses, noviembre y diciembre, mostrando así un nivel de riesgo extremadamente alto.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES**

En la investigación (Huillca, 2021), afirma que la ciudad de Puno, el análisis de los datos recogidos durante la estación de invierno, utilizando herramientas estadísticas, mostró una notable estabilidad, atribuida principalmente a la frecuencia de cielos despejados. En

estas condiciones, se identificó una relación directa entre el índice UV y la irradiación solar global. Como resultado, el coeficiente de determinación entre ambos indicadores para días despejados fue de 0.998 en 2016, 0.982 en 2017 y 0.990 en 2018. El modelo estimado bajo cielo despejado alcanzó un valor promedio de 0.988, mientras que en condiciones de cielo parcialmente nublado se aproximó a 0.97. Además, las métricas estadísticas arrojaron los siguientes resultados: un MBE de -1.15 %, un MABE de 8.78 % y un RMSE de 12.99 %. Estos resultados muestran que se subestiman las mediciones hechas y se clasifican como una categoría de buenas; de esa forma los trabajos desarrollados con el tema de índice de radiación UV dentro de la región Puno son considerados muy escasos y, por lo tanto, no se conoce el comportamiento del fenómeno de índice de radiación UV en una serie temporal. Se concluye que es necesario proponer modelos empíricos que permitan el cálculo y la estimación del Índice de radiación solar UV.

Una investigación adicional ha diseñado e implementado un sistema de monitoreo basado en el Internet de las Cosas para medir la irradiancia ultravioleta. Las mediciones obtenidas provienen de sensores estáticos, y sería mejor obtenerlas de sensores móviles que siempre apunten directamente al sol, los cuales obtendrían el valor máximo de irradiancia ultravioleta al momento de tomar la medición, por lo que estos datos podrían ser relevantes como fuente de información. Para obtener los valores máximos de las mediciones, es necesario diseñar e implementar otro sistema de medición móvil que en todo momento apunte directamente al sol. Por ello, se ha desarrollado un modelo de regresión logarítmica para obtener los valores de las medidas de radiación ultravioleta máxima en base a las medidas de los sensores estáticos que realizan medidas constantemente y en base a muestras de los sensores móviles, de forma que el sistema pueda mostrar información relevante utilizando sensores estáticos (Cruz et al., 2019).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en el distrito de Puno.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar mediciones de los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.
- Determinar las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. IRRADIANCIA ULTRAVIOLETA

Cuando hablamos de energía solar de forma técnica se le denomina radiación solar en cambio irradiancia se emplea para indicar la potencia de la radiación solar por unidad de área e irradiación señala la energía que incide por esa misma superficie. Ultravioleta también conocida por sus siglas como UV el cual contiene radiación en forma de electromagnetismo que contiene longitudes de onda de alrededor de 10 nanómetros, y se encuentra a una velocidad de frecuencia de 10 PetaHertz hasta 400 nanómetros, lo que correspondería a 750 TeraHertz (THz), en cuanto a la longitud de dicha onda es una onda de longitud mucho más corta a comparación de la longitud de la luz que es visible, sin embargo también cuanto a la longitud de onda, es más larga que los rayos X. La radiación ultravioleta está proviene del sol y forma parte de alrededor 10% con respecto a la radiación de tipo electromagnética que el sol emite por completo, otro origen de la radiación electromagnética son los arcos eléctricos como también las luces especializadas, las conocidas lámparas de tipo de funcionamiento con vapor de mercurio, las lámparas de tipo bronceado y también las luces negras.

La radiación ultravioleta en la longitud de dicha onda considerada como larga lo cual no considera la radiación de tipo ionizante ya que dichos fotones no tienen una energía en los átomos de tipo ionizante en la que puedan causar algunas reacciones en el ámbito químico que hacen que muchas de estas sustancias puedan brillar o realicen la emisión de fluorescentes. Entonces se puede argumentar que los efectos químicos como también

los biológicos para estos rayos de tipo ultravioleta no contienen efectos con respecto al calentamiento solamente, ya que muchas de las aplicaciones en forma práctica de este tipo de radiación son derivadas en interacciones de moléculas orgánicas (HORIBA, 2021).

### 2.1.2. SUBTIPOS DE ULTRAVIOLETA

**Tabla 01:** Los subtipos de ultravioleta.

<b>Descripción</b>	<b>Nombre</b>	<b>Longitud de onda en nanómetros (nm)</b>	<b>Energía fotónica en electrón-voltio y atto-joule (eV, aJ)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Ultravioleta A</b>	UV-A	315–400	3,10–3,94 0,497–0,631	Radiación de onda larga, conocida como “luz negra”; no es absorbida por la capa de ozono y llega hasta la superficie.
<b>Ultravioleta B</b>	UV-B	280–315	3,94–4,43 0,631–0,710	Radiación de onda media (Radiación de Dorno); en gran parte absorbida por la capa de ozono, con solo una fracción alcanzando la superficie.
<b>Ultravioleta C</b>	UV-C	200–280	4,43–12,4 0,710–1,987	Radiación de onda corta (UV fuerte o germicida); de carácter ionizante y completamente absorbida

Descripción	Nombre	Longitud de onda en nanómetros (nm)	Energía fotónica en electrón-voltio y atto-joule (eV, aJ)	Observaciones
				por la capa de ozono y la atmósfera.
<b>Cerca del ultravioleta</b>	N-UV	300–400	3,10–4,13 0,497–0,662	Perceptible para aves, insectos y algunas especies de peces.
<b>Ultravioleta medio</b>	M-UV	200–300	4,13–6,20 0,662–0,993	Radiación ultravioleta media; se encuentra entre el UV cercano y el UV lejano.
<b>Ultravioleta lejano</b>	F-UV	122–200	6,20–10,16 0,993–1,628	Radiación ultravioleta lejana; de onda muy corta y naturaleza ionizante.
<b>Hidrógeno Lyman-alfa</b>	H Lyman- $\alpha$	121–122	10,16–10,25 1,628–1,642	Línea espectral a 121,6 nm, 10,20 eV.
<b>Ultravioleta extremo</b>	E-UV	10–121	10,25–124 1,642–19,867	Radiación ultravioleta extrema; altamente ionizante y completamente absorbida por la atmósfera.
<b>Vacío ultravioleta</b>	V-UV	100–200	6,20–124 0,993–19,867	UV del vacío; absorbido por oxígeno, pero entre

Descripción	Nombre corto	Longitud de onda en nanómetros (nm)	Energía fotónica en electrón-voltio y atto-joule (eV, aJ)	Observaciones
				150–200 nm puede atravesar el nitrógeno.

FUENTE: (SHOP UV, 2022)

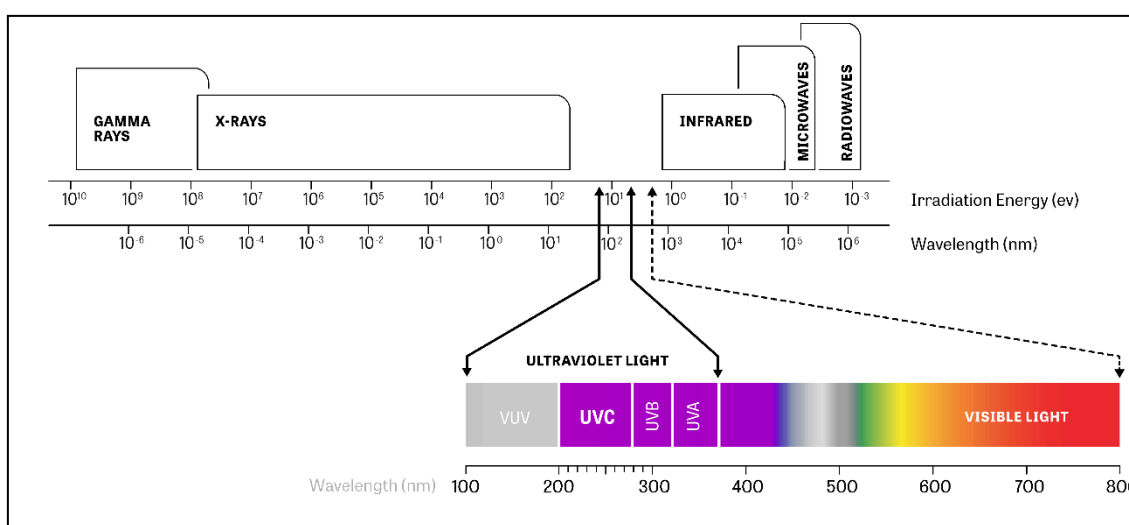


Figura 01: Los rayos ultravioleta en el espectro electromagnético (SHOP UV, 2022).

### 2.1.3. ULTRAVIOLETA SOLAR

Es conocido que objetos muy calientes pueden emitir radiación ultravioleta. El sol es una fuente de radiación ultravioleta la cual dentro de esta contiene muchas longitudes con respecto a su onda emitida, esto incluye al ultravioleta de tipo extremo que intercepta directamente con rayos de tipo X con una longitud igual a 10 m, en el espacio las estrellas son extremadamente calientes pueden emitir más radiación UV que el sol si hablamos de proporción. La luz emitida por el sol en el espacio y que llega a la parte superficial en nuestra atmósfera del globo en la que se forma los estudios con un porcentaje de 50% luz infrarroja, un cuarenta por ciento de luz visible y un diez por ciento de luz ultravioleta, con

una intensidad total de valores alrededor de mil cuatrocientos Watts por metro cuadrado ( $1400 \text{ W/m}^2$ ) en el vacío.

El planeta tierra con la atmósfera que contiene esta tiene la capacidad de bloquear un 77 por ciento de los rayos de tipo UV impactados por el sol hacía al planeta tierra en la que se produce en lo alto del cielo, el cenit el cual aumenta la capacidad de absorber ondas cortas de tipo UV. En el suelo es impactado la luz visible con un porcentaje de 44, mientras que la radiación ultravioleta es del 3% y finalmente el resto de radiación infrarroja con el porcentaje restante. De la radiación UV que cae sobre la superficie de la Tierra, más del 95 por ciento son rayos UVA de longitud de onda más larga y una pequeña fracción es UVB. En su mayoría ninguna UVC alcanza la superficie de la tierra mediante la fracción del UVB hace la permanencia con respecto a la radiación de tipo UV luego de poder atravesar la capa atmosférica en el planeta tierra el cual dependerá en gran amplitud de la nubosidad y también las condiciones que contiene la atmósfera. En días parcialmente nublados, los claros entre las nubes permiten el paso de radiación ultravioleta (UVA y UVB) debido a la dispersión de Rayleigh, el mismo fenómeno que genera el color azul del cielo. Destaca el UVB por su papel clave en el desarrollo vegetal, al regular hormonas de las plantas, pero sin embargo cuando el cielo está completamente cubierto la atenuación del UVB depende principalmente del grosor de las nubes y la latitud, sin existir aún una relación cuantificable precisa entre estos factores.

Como lo señalan Attwood y Sakdinawat, cuando la luz ultravioleta del sol descompone las moléculas de oxígeno, se generan átomos de oxígeno individuales que luego reaccionan con otras moléculas de oxígeno para formar ozono en este proceso ocurre en la capa de ozono la cual cumple un papel fundamental al bloquear casi por completo la radiación UVC y gran parte de los rayos UVB, protegiendo así la vida en la Tierra de los efectos dañinos de esta radiación (Attwood & Sakdinawat, 2016).

#### **2.1.4. EFECTOS BENÉFICOS EN LA SALUD HUMANA**

Los rayos ultravioletas, más concretamente los UV-B, producen vitamina D en el organismo, imprescindible para la salud y la vida. De acuerdo con la Organización

Mundial de la Salud (OMS), las personas necesitan naturalmente algo de radiación UV para mantener niveles adecuados de vitamina D. Investigaciones recientes han demostrado consistentemente la importancia de una exposición muy leve a la radiación UV en zonas específicas del cuerpo como el rostro y las extremidades.

La vitamina D también está disponible en fuentes dietéticas y suplementos, pero la exposición excesiva al sol puede tener efectos negativos. La vitamina D aumenta la producción de serotonina, un proceso proporcional a la cantidad de luz solar brillante que recibe el cuerpo. La hipótesis es que la serotonina proporciona a las personas sentimientos de bienestar, comodidad, bienestar y serenidad (Ahmad, 2017).

#### **2.1.5. CONDICIONES DE LA PIEL**

La luz ultravioleta puede ser eficaz para realizar tratamiento en ciertas enfermedades de la piel y la fototerapia es un enfoque moderno que se ha utilizado con éxito por ejemplo en el tratamiento de psoriasis, el vitíligo, la dermatitis atópica, el eccema, la ictericia y la esclerodermia de tipo localizada. (Ahmad, 2017) nos señala que la radiación UV-B es componente específico de la luz ultravioleta que tiene un efecto regulador clave sobre los queratinocitos estas células que forman la mayor parte de nuestra piel, Según este estudio, la UV-B es capaz de frenar su ciclo de división celular. Precisamente por esta acción controladora, la terapia solar se emplea con éxito en tratamientos como la psoriasis o la queilitis exfoliativa, trastornos donde las células cutáneas proliferan a un ritmo acelerado o fuera de lo fisiológicamente necesario.

#### **2.1.6. EFECTOS DAÑINOS EN LA SALUD HUMANA**

En los humanos, la sobreexposición a la radiación UV puede provocar efectos negativos que pueden llegar a ser muy peligrosos, incluso en casos crónicos que afectan el sistema refractivo y la retina del ojo. El riesgo es alto en altitudes elevadas y, por supuesto, relativamente cerca del sol, pero también para las personas las cuales habitan las altas latitudes que como consecuencia es común la nieve en el suelo hasta inicios de la nueva etapa del verano y el sol está baja, incluso en los picos, y estos lugareños son

especialmente en riesgo. La piel como también el sistema circadiano como el sistema inmunitario también se ven dañados.

Los diferentes impactos de las diferentes longitudes de onda de la luz sobre la córnea y cuando se exponen a la piel humana se denominan comúnmente "espectros de acción del eritema". El espectro de acción mencionado muestra que los rayos UVA no provocan una respuesta transitoria, lo que ocurre es que la luz UV comienza a desencadenar el proceso de fotoqueratitis y enrojecimiento de la piel humana, Como documenta Gaikwad (2018), nuestra piel reacciona de forma distinta a cada banda del ultravioleta. Así, cerca de los 315 nm, casi al límite del UVB, el daño aumenta, sobre todo en fototipos claros. Sin embargo, el pico de lesión celular se sitúa entre los 265 y 275 nm, dentro del UV-C, aunque en la práctica estas longitudes apenas llegan a la superficie por la capa atmosférica. Por eso el Índice UV de la OMS pone especial énfasis en las ondas que van del UVA al UVB, que son las que de verdad nos queman al aire libre.

#### **2.1.7. DAÑO A LA PIEL HUMANA**

La sobreexposición a los rayos UV-B es un gran riesgo que puede llegar a causar quemaduras por la radiación solar, como también puede llegar a provocar enfermedades como cáncer a la piel. Para el grado en que será enrojecido o irritado los ojos que en su mayoría son causados gracias a la radiación UV-A y que no se predijo dichos efectos en un plazo distante de estos rayos UV, sin embargo, sí reflejaron dichos efectos que afectan y son nocivos a los rayos UV y afectan directamente al ADN en la superficie de la piel.

Todas las longitudes con respecto a la onda que contiene los rayos UV también son portantes de daños para el colágeno lo cual tendrá consecuencia de acelerar el envejecimiento de nuestra piel expuesta. Para los rayos UVA como también para UVB se mostraron que destruyen la vitamina A que contiene la piel, causando más daño. La radiación de tipo UVB también causa daños directos a la piel afectando el ADN de la misma. Este vínculo con el cáncer ha generado preocupaciones sobre el agotamiento en la capa de ozono y cada vez está haciendo un agujero más grande en la capa de ozono.

El cáncer que se obtiene con estos efectos es letal con la denominación de melanoma, resulta principalmente del daño en el ADN independiente de los rayos UV.

Esto se puede observar en ausencia de mutaciones UV-B directas en el 92% de todos los tumores malignos. La sobreexposición repetida y las quemaduras solares pueden ser un factor de riesgo mayor para el cáncer de piel que la exposición moderada y prolongada. UV-C es el tipo de rayos UV más fuerte y peligroso y puede tener efectos secundarios que pueden ser mutagénicos o cancerígenos.

Aunque históricamente se subestimó el riesgo de los rayos UV-A, considerándolos menos dañinos que los UV-B, hoy sabemos que desencadenan cáncer cutáneo mediante mecanismos indirectos de alteración del ADN especialmente a través de radicales libres como las especies reactivas de oxígeno. De hecho, ambos tipos de radiación generan intermediarios químicos altamente reactivos (radical hidroxilo, oxígeno, etc.), provocando lesiones genéticas. Mientras el UV-B induce daño directo formando dímeros de timina/citosina y roturas en el ADN, el UV-A causa principalmente roturas de cadena simple mediante estrés oxidativo. Además, los UV-A ejercen un efecto inmunosupresor sistémico (responsable de la mayor parte de la inmunosupresión solar) y promueven mutaciones en queratinocitos de la capa basal epidérmica.

Cuando los rayos UV alcanzan nuestra piel pueden hacer que dos bases de ADN se unan de forma extraña formando lo que llamamos dímeros de dipirimidina lo que deforma la hélice genética y entorpece su función normal. Afortunadamente, la célula cuenta con un sistema de reparación (NER) que, con la ayuda de unas treinta proteínas, reconoce estas lesiones, recorta el tramo dañado y completa la secuencia; sin embargo, si alguna lesión queda sin reparar, puede llevar a la célula a la muerte o, peor aún, a mutaciones que aumentan el riesgo de cáncer (American Cancer Society, 2024). Para ayudarnos, la piel produce más melanina bajo el sol: el UV-A aprovecha la melanina ya presente, redistribuyéndola para un bronceado rápido que aparece en horas y dura pocos días, mientras que el UV-B estimula a los melanocitos a generar pigmento nuevo, dando un bronceado más profundo y tardío, visible tras unos dos días y con mayor duración. La

melanina actúa como una barrera natural, absorbiendo la energía UV y liberándola en forma de calor, protegiendo así el ADN de daños directos e indirectos (American Cancer Society, 2024).

### **2.1.8. DEBATE SOBRE LA SEGURIDAD DE LOS PROTECTORES SOLARES**

Los profesionales de la salud recomiendan a los pacientes utilizar protector solar para protegerse de los rayos ultravioleta (UV). Estudios en ratones han demostrado que al menos cinco filtros solares son eficaces para prevenir la formación de tumores cutáneos. No obstante, algunos de estos compuestos químicos, al exponerse a la luz en contacto con células vivas, pueden generar sustancias nocivas, y la cantidad de producto que atraviesa las capas más profundas de la piel podría alcanzar niveles perjudiciales. El protector solar bloquea principalmente los rayos UV-B, responsables del daño directo al ADN y de las quemaduras solares. El Factor de Protección Solar (FPS), también denominado UVB-PF cuantifica esta eficacia, sin embargo, dicha medida no refleja la protección frente a los rayos UV - A que no provocan quemaduras inmediatas, pero sí contribuyen al daño indirecto del ADN y se han relacionado con el cáncer de piel (Hanson et al., 2006).

Algunos estudios sugieren que la falta de filtros específicos para UV-A podría explicar por qué, en ciertos casos, los usuarios de protector solar presentan tasas de cáncer de piel superiores a quienes no utilizan estos productos. Para cubrir esta necesidad, muchas fórmulas incorporan dióxido de titanio, óxido de zinc y avobenzona, que brindan protección frente a los UV-A. La melanina, por sus propiedades fotoquímicas, funciona como un filtro solar natural de gran eficacia. Sin embargo, los compuestos sintéticos no disipan la energía de sus estados excitados con la misma eficiencia, lo que puede incrementar la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) si penetran profundamente en la piel.

En el estudio de Hanson se midió la presencia de ROS en pieles expuestas al sol con y sin tratamiento de protector. Durante los primeros 20 minutos, las muestras protegidas mostraron menor variedad de ROS; sin embargo, a los 60 minutos, la absorción del

producto fue tal que la piel tratada presentaba un nivel de ROS mayor que la piel sin protección (Hanson et al., 2006).

Por ello, Attwood y Sakdinawat recomiendan reaplicar el protector solar cada dos horas para impedir que los rayos UV penetren y dañen las células cutáneas que contienen el producto (Attwood & Sakdinawat, 2016).

### **2.1.9. AGRAVACIÓN DE CIERTAS AFECCIONES DE LA PIEL**

La radiación ultravioleta puede empeorar enfermedades cutáneas inmunológicas o genéticas, como el lupus, la dermatomiositis, la rosácea o la poroqueratosis. La exposición solar puede desencadenar brotes, inflamación o enrojecimiento.

### **2.1.10. DAÑO OCULAR**

La radiación UVC (265–275 nm), que no llega prácticamente con la luz del sol, pero sí aparece en arcos de soldadura y algunas lámparas, puede provocar la famosa “ceguera de soldador” o queratitis luego de una exposición intensa, además de favorecer la aparición de cataratas, pterigión y lesiones en los párpados. Por otro lado, los UVB (280–310 nm) del sol, aunque menos agresivos, también son capaces de dañar la córnea, el cristalino y la retina, causando episodios de “ceguera de la nieve” en entornos de mucha reflexión, por ejemplo, en alpinistas, esquiadores o trabajadores en altura, para minimizar el riesgo, conviene usar gafas que cubran bien los lados del ojo. Los cristales de policarbonato o las resinas acrílicas bloquean casi todo el UV, mientras que el vidrio normal apenas detiene los UVA. Así, con unas buenas gafas laterales (o careta, si soldas), evitar los golpes agudos y reduces el deterioro a largo plazo (Ahmad, 2017).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR**

Es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos. Una desviación baja indica que los puntos de datos están muy cerca de la media, mientras que una desviación alta muestra que los datos están dispersos en un rango mayor de valores (Monroy, 2022).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

### 2.2.2. PERCENTILES

Es un valor que divide un conjunto de datos ordenados en 100 partes iguales, indicando el porcentaje de datos que son inferiores a ese valor. Los percentiles pertenecen a un grupo de medidas en un conjunto de datos, en este caso de medidas de posición no central: los cuantiles. Dentro de ellos tenemos los cuartiles, deciles y percentiles. La función de ellos es dar información del valor de la variable que ocupará su posición con respecto al conjunto (Arévalo, 2021).

- Percentil 25 o primer cuartil: valor que indica que el 25% de los datos se encuentran por debajo de ese valor. Por ejemplo:

$$25\% \leftarrow 0.29 \rightarrow 75\%$$

- Percentil 50 o mediana: Valor que divide un conjunto de datos ordenados en dos partes iguales, 50% por debajo de ese valor y 50% por encima de ese valor. Por ejemplo:

$$50\% \leftarrow 0.54 \rightarrow 50\%$$

- Percentil 75 o tercer cuartil: Valor que indica que el 75% de los datos se encuentran por debajo de ese valor. Por ejemplo:

$$75\% \leftarrow 2.79 \rightarrow 25\%$$

### 2.2.3. PYTHON

Python es un lenguaje de programación informático que se utiliza a menudo para crear sitios web y software, automatizar tareas y realizar análisis de datos. Python es un lenguaje de propósito general, lo que significa que se puede utilizar para crear una variedad de programas diferentes y no está especializado en ningún problema específico. Esta versatilidad, junto con su facilidad para los principiantes, lo ha convertido en uno de los lenguajes de programación más utilizados en la actualidad.

Python también se usa para desarrollar el backend en un sitio web o una aplicación, python en el desarrollo web puede incluir el envío de datos hacia y desde los servidores,

el procedimiento y comunicación con las propias bases de datos, el enrutamiento de URL y la garantía de seguridad, gracias a su sencillez y eficiencia grandes industrias dependen de python como la astronomía, la inteligencia artificial, las ciencias sociales, el internet, son ejemplos de campos que tienen múltiples funciones que dependen de python (Minera & Hinojosa Gutiérrez, 2022).

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El análisis de la irradiancia ultravioleta permite conocer sus niveles y su variación en el distrito de Puno.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- Es posible conocer los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.
- Se puede determinar las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

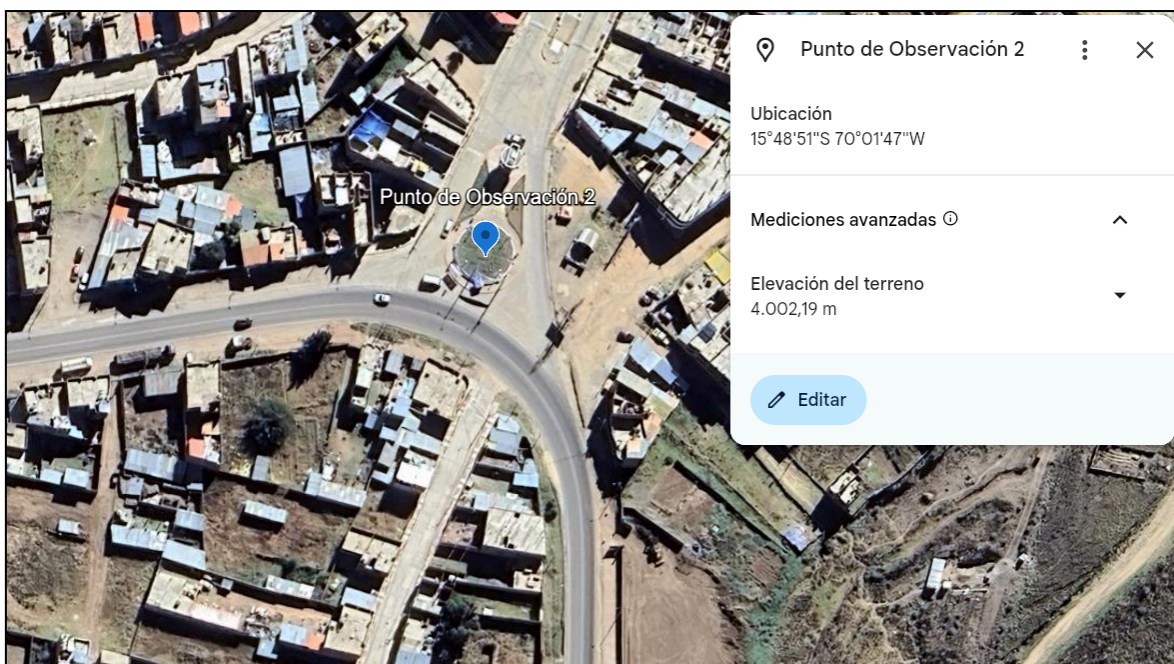
#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio es el Distrito de Puno, ubicado en la Provincia de Puno y Región Puno, con dos puntos de adquisición de datos, el primero en el Cementerio Laykakota, con coordenadas geográficas  $15^{\circ}50'54''\text{S } 70^{\circ}01'13''\text{W}$ , a 3838 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 02:** Primer punto de observación (Google, 2025).

El segundo punto de observación se ubica en el Óvalo Yanamayo, con coordenadas geográficas  $15^{\circ}48'51''\text{S } 70^{\circ}01'47''\text{W}$ , a 4002 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 03:** Segundo punto de observación (Google, 2025).

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Para la recopilación de la información se utilizó un módulo con un sensor UV, siendo la recopilación de datos cada minuto, en un periodo de tiempo de 23 días y adicionalmente 110 días.

### 3.2.2. MUESTRA

De toda el área del distrito de Puno se consideraron dos puntos de adquisición de datos ubicados en el Cementerio Laykakota y Óvalo Yanamayo. Por lo tanto, la muestra se determina por los datos adquiridos desde esos puntos. Se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

## 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

El tipo de estudio siguió un diseño descriptivo. Descriptivo, ya que intenta especificar los atributos y características relevantes del fenómeno bajo análisis, también describe las perspectivas de un grupo o población. Se ocupa de cómo las cosas deben lograr ciertos objetivos y funcionar correctamente, con base en el diagnóstico, establecer objetivos y elaborar estrategias para lograrlos (Hernández Sampieri, 2018).

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 02:** Identificación de variables.

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
Irradiancia ultravioleta	mW/cm <sup>2</sup>	Índice ultravioleta	Desde el 0 hasta el 10, pero no se acota superiormente
Tiempo	Horas, minutos, segundos	Hora del día	Minutos
Ubicación Geográfica	Latitud, longitud, altitud	Coordenadas geográficas	Fija

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

En esta investigación se usó la herramienta Python para el análisis estadístico, de esa forma se analizó valores como la media, la desviación estándar, los valores máximos y mínimos, el percentil 25, percentil 50 y percentil 75. También se agregan figuras de la irradiancia ultravioleta en el dominio del tiempo.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Objetivo 01: Realizar mediciones de los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.**

A continuación, en la Tabla 3 se puede observar los datos estadísticos de los registros u observaciones recopiladas por el sistema de adquisición de datos en el primer punto de observación ubicado en el cementerio Laykakota, el número de registros fue de 32784, cada registro se adquiere o toma cada 60 segundos, por lo tanto, en un día se obtienen 1440 registros y 32784 registro corresponde a 23 días aproximadamente desde el 9 de junio hasta el 1 de julio del 2025. La media (el promedio) es de 1.89 porque se toman todos los datos de día y de noche, considerando que el valor máximo es de 11.68 y el valor mínimo es de 0.00, considerando que un valor entre 0 y 2 de irradiancia ultravioleta se considera bajo, entre 3 y 5 es moderado, entre 6 y 7 alto, entre 8 y 10 muy alto, y 11 o más es extremo, se ha llegado a un valor máximo de 11.68 como extremo.

**Tabla 03:** Descripción de datos estadísticos del primer punto de observación.

	UV
Número de registros	32784
Media	1.889339
Desviación estándar	2.478633
Mínimo	0.000000
25%	0.290000
50%	0.540000
75%	2.790000
Máximo	11.680000

Los datos estadísticos se han obtenido gracias a la herramienta Python que es un lenguaje de programación con librerías estadísticas que permiten mostrar estos resultados, para mayor detalle se encuentra en Anexo 3.

La desviación estándar es de 2.48, esto significa qué tan dispersos están los datos con respecto a su media o promedio. En otras palabras, nos dice qué tan lejos, en promedio, se encuentran los valores individuales de un conjunto de datos de la media de ese conjunto. Su fórmula está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_{32784} - \bar{X})^2}{32784}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(0.10 - 1.89)^2 + (0.10 - 1.89)^2 + \dots + (0.44 - 1.89)^2}{32784}}$$

$$\sigma = 2.48$$

Por lo tanto, la varianza es la desviación estándar elevada al cuadrado.

$$\sigma^2 = 2.48^2$$

$$\sigma^2 = 6.15$$

Según la Tabla 3 el percentil 25 es 0.29, o también llamado primer cuartil, indica que el 25% de los datos se encuentran por debajo de ese valor. El percentil 50 es 0.54, o también llamada mediana, es un valor que divide un conjunto de datos ordenados, en dos partes iguales, 50% por debajo de ese valor y 50% por encima. El percentil 75 es 2.79, o también llamado tercer cuartil, indica que el 75% de esos datos se encuentran por debajo de ese valor.

La Tabla 4 muestra un ejemplo de 15 registros de los 32784, se aprecia los datos de la irradiancia ultravioleta, la fecha y hora del momento en que se han obtenido. Por ejemplo, en la misma tabla se aprecia que a las 12 horas con 52 minutos del 15 de junio del 2025 se obtuvo un dato de irradiancia ultravioleta de  $6.89 \text{ mW/cm}^2$  y a las 22 horas con 27 minutos del 13 de junio del mismo año se obtuvo un valor de  $0.15 \text{ mW/cm}^2$ .

**Tabla 04:** Datos de irradiancia de registro de observación del mes de junio del 2025.

UV	Fecha y hora
0.05	2025-06-12 23:26:28
2.10	2025-06-13 15:10:09
8.60	2025-06-13 11:04:56
0.15	2025-06-13 22:27:29
6.45	2025-06-15 10:38:57
6.89	2025-06-15 12:52:08
1.66	2025-06-18 15:34:04
1.96	2025-06-19 15:23:44
1.71	2025-06-22 07:47:38
8.21	2025-06-22 12:28:58
0.44	2025-06-24 04:45:15
0.59	2025-06-25 02:14:28
2.05	2025-06-27 15:01:37
0.54	2025-06-30 22:21:35
9.38	2025-07-01 11:29:50

Obviamente, los datos en horas de la noche son cercanos a cero mientras que en el día son valores mayores a 2.

A continuación, en la Tabla 5 se puede observar los datos estadísticos de los registros u observaciones recopiladas por el sistema de adquisición de datos en el segundo punto de observación en Alto Puno (Óvalo Yanamayo), el número de registros fue de 158912, cada registro se adquiere o toma cada 60 segundos, y 158912 registro corresponde a 110 días aproximadamente desde el 2 de julio hasta el 5 de noviembre del 2025. La media es de 2.299, el valor máximo es de 26.1 (outlier), un outlier es un valor atípico y son datos que difieren significativamente de los demás valores del conjunto de datos, los valores atípicos pueden ser errores o entidades inusuales en un conjunto de datos, esto se puede

deber a un error en el instrumento de medición, posteriormente se verificará por qué es un outlier; y finalmente el valor mínimo es de 0.00.

**Tabla 05:** Descripción de datos estadísticos en el segundo punto de observación.

	UV
Número de registros	158912
Media	2.298672
Desviación estándar	3.286222
Mínimo	0.000000
25%	0.290000
50%	0.490000
75%	3.130000
Máximo	26.100000

La desviación estándar es de 3.286, esto significa que tan dispersos están los datos con respecto a su media o promedio.

Según la Tabla 5 el percentil 25 es 0.29, el percentil 50 es 0.49, o también llamada mediana, el percentil 75 es 3.13.

La Tabla 6 muestra un ejemplo de 10 registros de los 158912, se aprecia los datos de la irradiancia ultravioleta, la fecha y hora del momento en que se han obtenido. Por ejemplo, en la misma tabla se aprecia que a las 16 horas con 20 minutos del 28 de julio del 2025 se obtuvo un dato de irradiancia ultravioleta de 1.17 mW/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 06:** Datos de irradiancia de registro de observación del mes de julio a octubre del 2025.

UV	Fecha y hora
0.44	2025-07-13 21:39:50
0.49	2025-07-23 00:41:31
0.49	2025-07-26 05:33:28

UV	Fecha y hora
1.17	2025-07-28 16:20:47
0.39	2025-09-06 23:19:31
0.39	2025-09-08 04:51:24
0.29	2025-09-25 01:05:35
0.34	2025-09-25 22:34:43
0.10	2025-10-07 20:56:39
0.10	2025-10-21 01:22:27

Obviamente, los datos en horas de la noche son cercanos a cero.

**Objetivo 02: Determinar las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.**

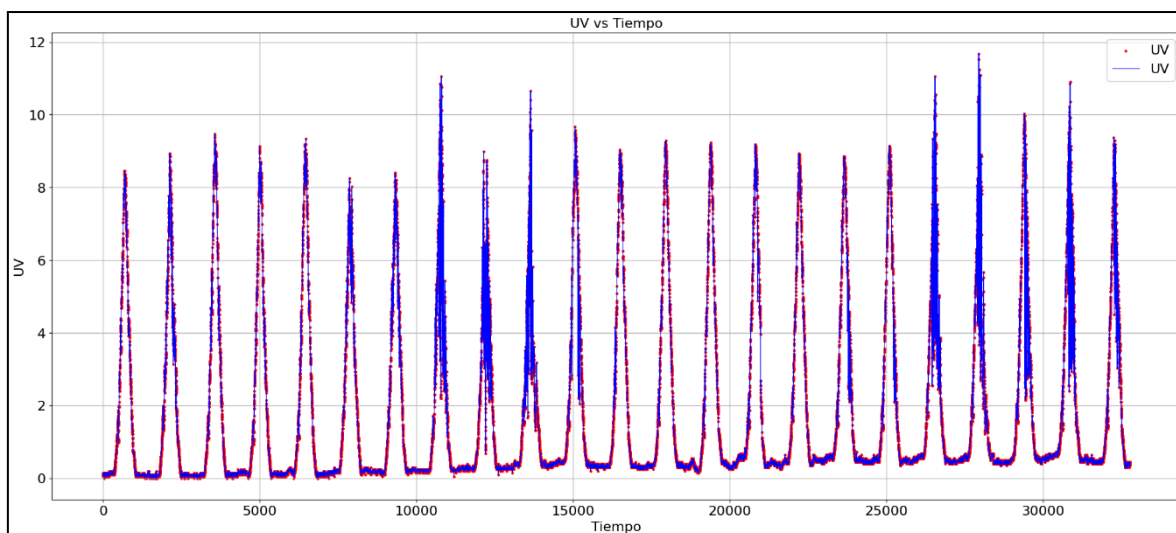
Se tiene la Tabla 7 con valores en el primer punto de observación que son muy altos (entre 8 y 10) y extremos (11 o más). Lo que indica que los pobladores de la ciudad de Puno están expuestos a valores extremos de irradiancia ultravioleta en los horarios de aproximadamente entre 11 am y medio día.

**Tabla 07:** Datos de irradiancia ultravioleta mayores a 10 mW/cm<sup>2</sup> en el primer punto de observación.

UV	Fecha y hora
10.51	2025-06-27 12:09:30
10.56	2025-06-27 12:17:30
10.56	2025-06-27 12:21:30
10.31	2025-06-27 12:23:30
10.02	2025-06-27 12:26:31
10.36	2025-06-28 10:55:08
10.51	2025-06-28 10:56:08
10.46	2025-06-28 10:57:08

UV	Fecha y hora
10.41	2025-06-28 11:13:09
10.80	2025-06-28 11:22:09
11.53	2025-06-28 11:25:09
11.53	2025-06-28 11:26:09
11.68	2025-06-28 11:27:09
11.09	2025-06-28 11:36:09
10.75	2025-06-28 11:39:09
11.05	2025-06-28 11:47:09
11.24	2025-06-28 11:48:10
11.24	2025-06-28 11:49:10
11.09	2025-06-28 12:17:11
10.02	2025-06-29 11:41:39
10.02	2025-06-29 11:45:07
10.02	2025-06-29 11:51:09
10.22	2025-06-30 11:48:15
10.07	2025-06-30 11:49:15
10.85	2025-06-30 12:11:15
10.90	2025-06-30 12:16:15
10.36	2025-06-30 12:18:15

La Figura 4 muestra los valores de la irradiancia ultravioleta a lo largo del tiempo, lo que fácilmente se puede determinar como 23 días y se puede notar la diferencia que en el transcurso la irradiancia ultravioleta no siempre llega al mismo pico, sino puede variar entre día y día.



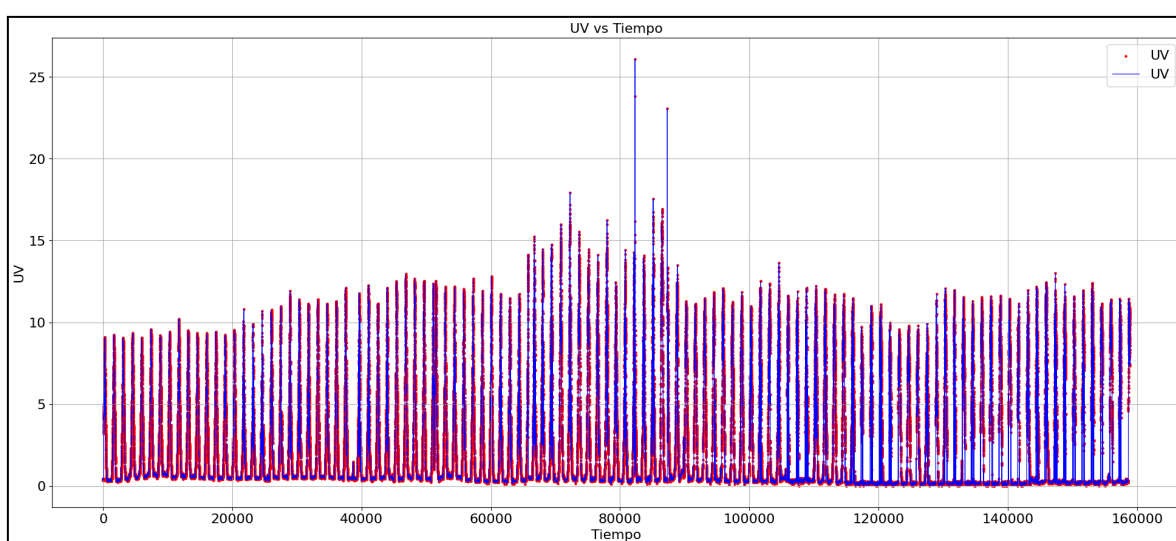
**Figura 04:** Irradiancia ultravioleta de 23 días en el dominio del tiempo.

Se tiene la Tabla 8 con algunos valores en el segundo punto de observación que son muy altos (10). Lo que indica que los pobladores de la ciudad de Puno están expuestos a valores muy altos de irradiancia ultravioleta en los horarios de aproximadamente entre 11 am y medio día.

**Tabla 08:** Datos de irradiancia ultravioleta mayores a  $10 \text{ mW/cm}^2$  en el segundo punto de observación.

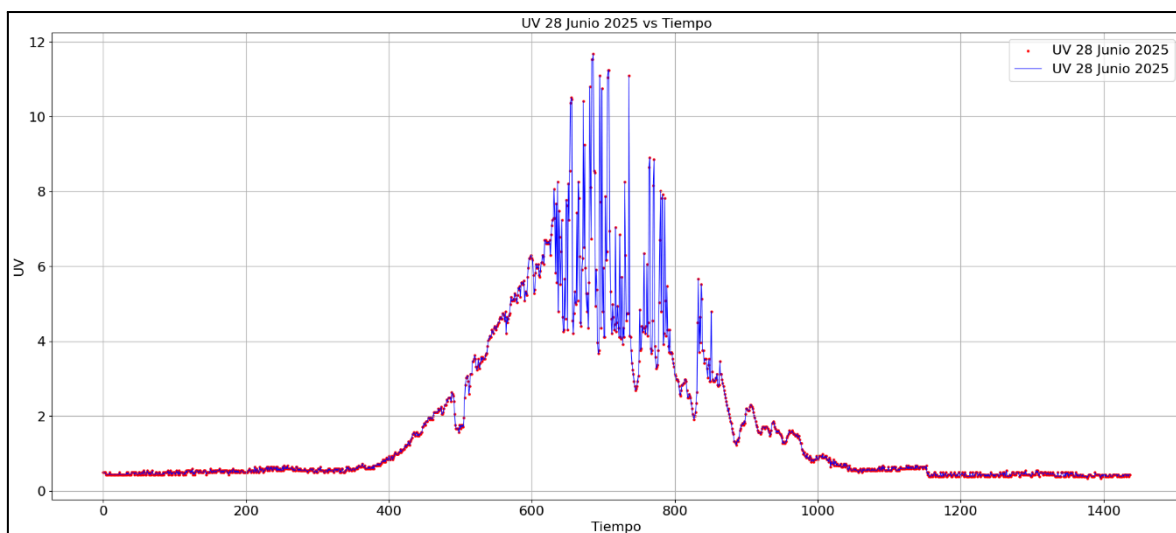
UV	Fecha y hora
10.02	2025-07-10 11:25:48
10.17	2025-07-10 11:26:49
10.12	2025-07-10 11:27:49
10.12	2025-07-10 11:28:49
10.12	2025-07-10 11:31:49
10.61	2025-11-05 12:21:50
10.51	2025-11-05 12:22:50
10.07	2025-11-05 12:23:50
10.07	2025-11-05 12:47:53
10.02	2025-11-05 12:48:54

La Figura 5 muestra los valores de la irradiancia ultravioleta a lo largo del tiempo, lo que fácilmente se puede determinar como 110 días desde el 2 de julio hasta el 5 de noviembre del 2025 y se puede notar la diferencia que en el transcurso la irradiancia ultravioleta no siempre llega al mismo pico, sino puede variar entre día y día. Se pueden determinar los tres outliers (tres puntos rojos atípicos), uno con un valor de 26, otro con un valor de 24 y finalmente otro con un valor de 23; como son sólo tres valores frente a la gran cantidad de valores observados, se les puede considerar valores atípicos, esto se debe a un error en el instrumento de medición.



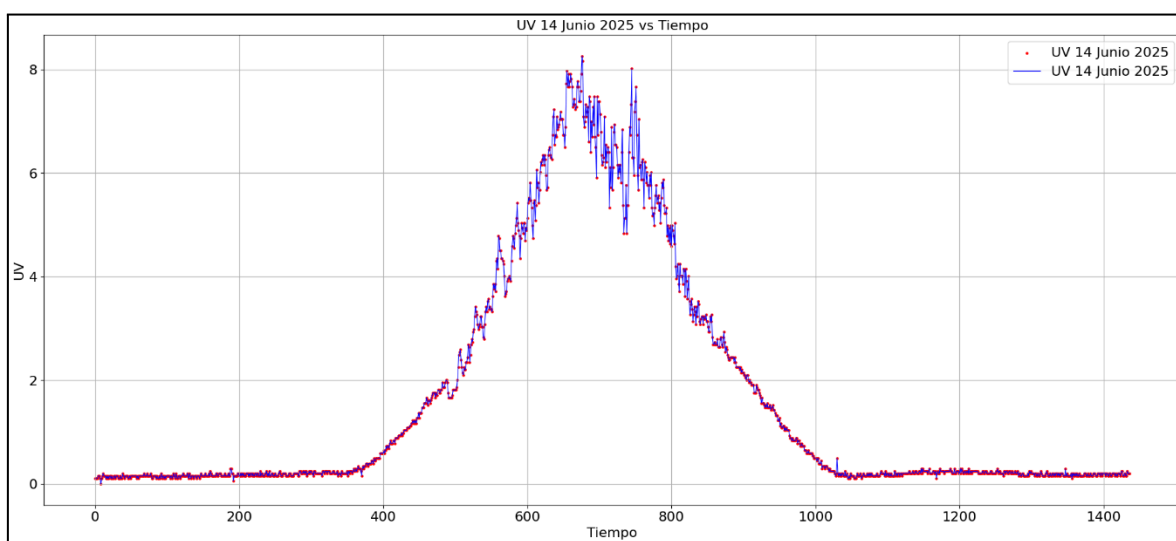
**Figura 05:** Irradiancia ultravioleta de 110 días en el dominio del tiempo.

La Figura 6 muestra los datos de irradiancia ultravioleta obtenidos el 28 de junio del 2025 a lo largo del tiempo, se han obtenido valores extremos mayores a 10 mW/cm<sup>2</sup> y 11 mW/cm<sup>2</sup>. También se observan valores muy cambiantes, que llegan a valores extremos como 11 mW/cm<sup>2</sup> y poco después cambia a 4 mW/cm<sup>2</sup>, esto puede deberse a la nubosidad que hace cambiar la irradiancia a un valor menor, se puede concluir que en presencia de nubosidad muy variable o cambiante se tiende a obtener valores extremos de irradiancia ultravioleta.



**Figura 06:** Irradiancia ultravioleta del 28 de junio.

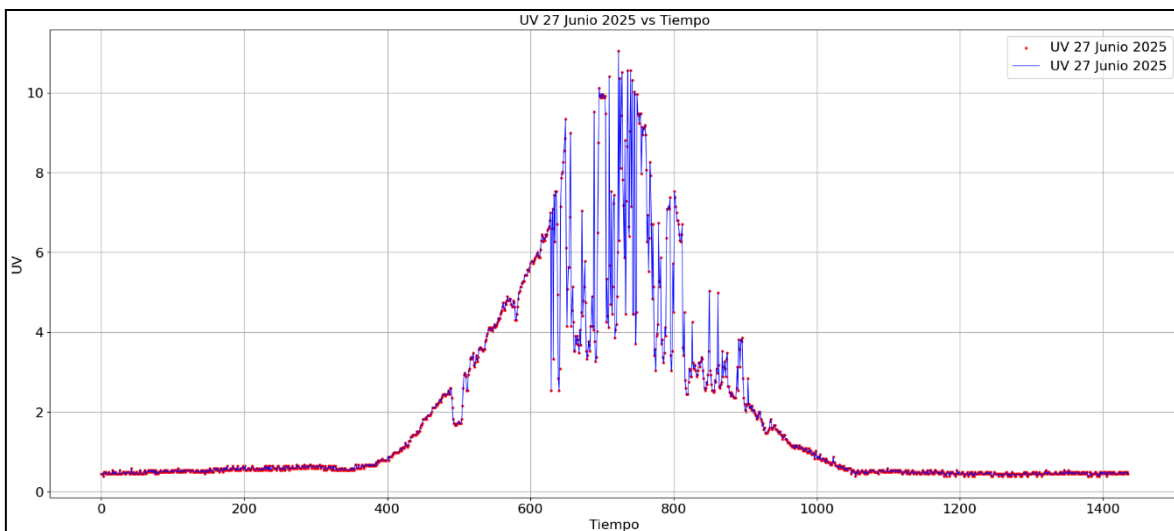
La Figura 7 muestra los datos de irradiancia ultravioleta obtenidos el 14 de junio del 2025 a lo largo del tiempo, se han obtenido valores altos cercanos a  $8 \text{ mW/cm}^2$ . Se puede analizar que no existe mucha variación de la irradiancia ultravioleta a lo largo del día debido a la ausencia de nubosidad y los valores no han cambiado drásticamente.



**Figura 07:** Irradiancia ultravioleta del 14 de junio.

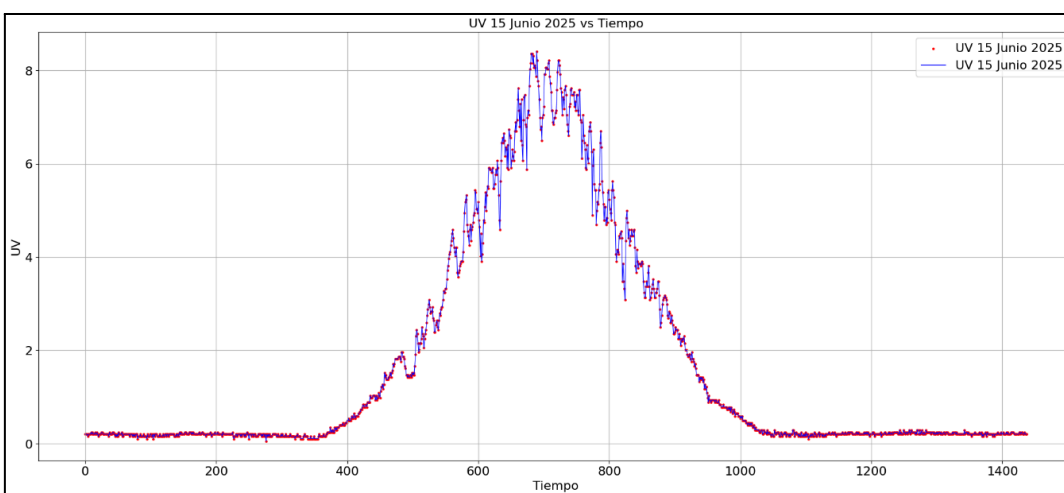
La Figura 8 muestra los resultados obtenidos el 27 de junio del 2025 a lo largo del tiempo, se han obtenido valores altos mayores a  $8 \text{ mW/cm}^2$  y extremos mayores a  $10 \text{ mW/cm}^2$ . Se observa valores muy cambiantes, que llegan a valores extremos como  $11 \text{ mW/cm}^2$  y poco después cambia a aproximadamente  $4 \text{ mW/cm}^2$ , esto se debe a la nubosidad que

hace cambiar la irradiancia a un valor menor. En presencia de nubosidad muy variable o cambiante se tiende a obtener valores extremos de irradiancia ultravioleta.



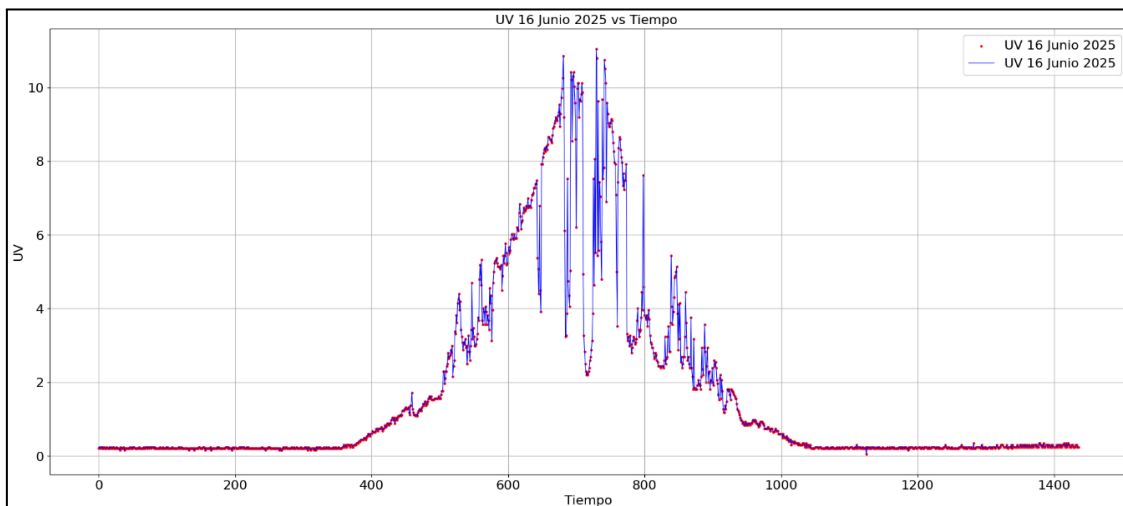
**Figura 08:** Irradiancia ultravioleta del 27 de junio.

La Figura 9 muestra los resultados obtenidos el 15 de junio del 2025 a lo largo del tiempo, también se han obtenido valores altos aproximadamente a  $8 \text{ mW/cm}^2$ . Se puede analizar que no existe mucha variación de la irradiancia ultravioleta a lo largo del día debido a la ausencia de nubosidad y como es de esperarse los valores no han cambiado drásticamente.



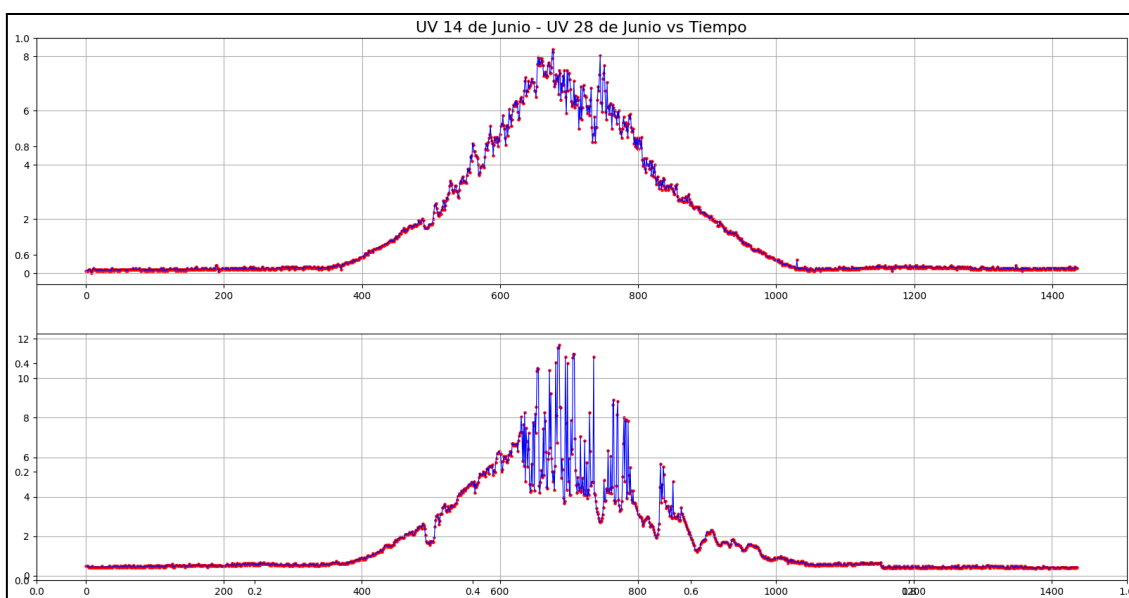
**Figura 09:** Irradiancia ultravioleta del 15 de junio.

La Figura 10 muestra los resultados obtenidos el 16 de junio del 2025, también se han obtenido valores muy variables por la nubosidad y que en momentos llega a valores extremos.



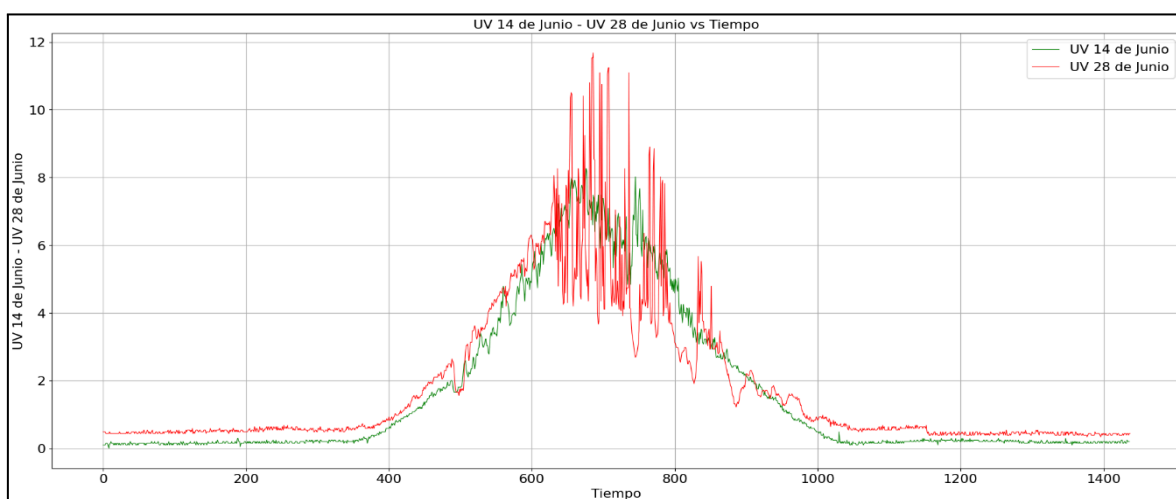
**Figura 10:** Irradiancia ultravioleta del 16 de junio.

Se puede observar en la Figura 11 la comparación de uno de los días con valores altos (14 de junio) y de uno de los días con valores extremos (28 de junio). Entre los resultados de los dos días se puede considerar que relativamente el 14 de junio muestra valores mucho menores y el 28 de junio muestra relativamente valores muy altos.



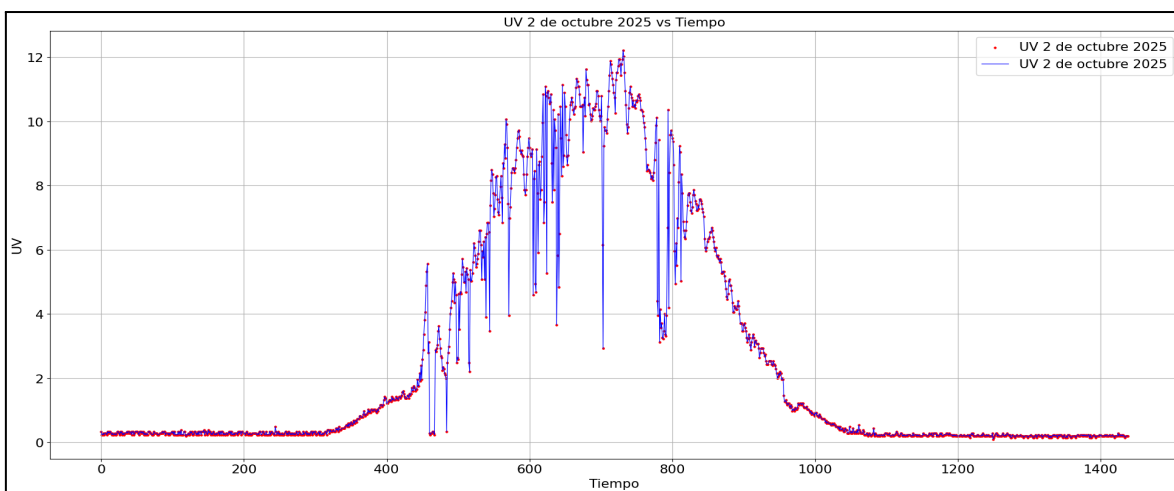
**Figura 11:** Irradiancia ultravioleta del 14 y 28 de junio.

A continuación, la Figura 12 muestra la superposición de los resultados del 14 de junio y 28 de junio, demostrando una gran diferencia en cuanto a valores de irradiancia ultravioleta y también una diferencia en cuanto a la variabilidad de los datos en el día debidos a la nubosidad del 28 de junio en color rojo en contraste con el 14 de junio en color verde.



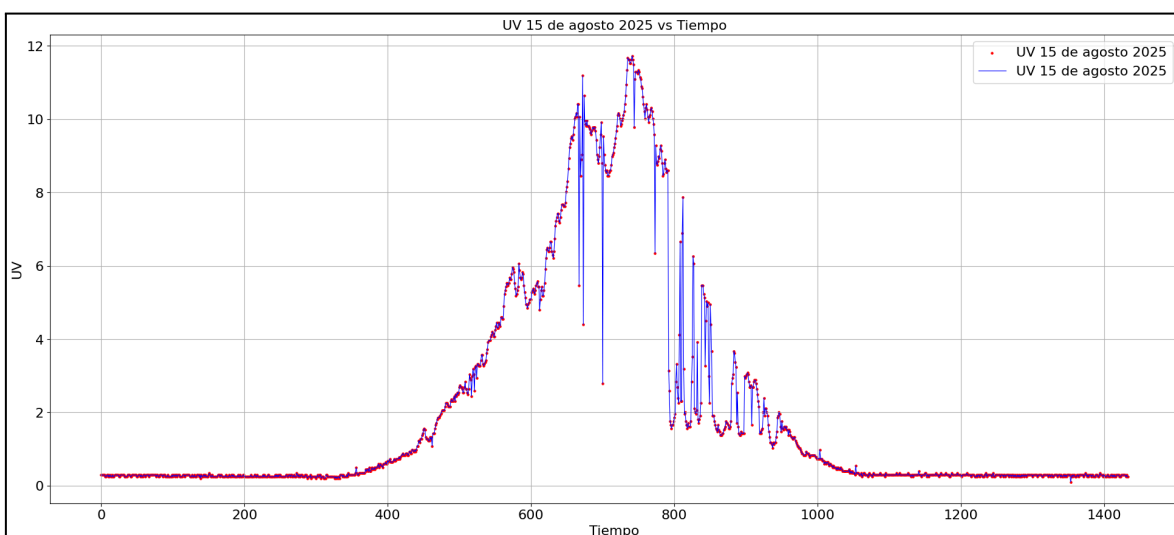
**Figura 12:** Superposición del 14 y 28 de junio.

La Figura 13 muestra los resultados obtenidos el 2 de octubre del 2025 a lo largo del tiempo, también se han obtenido valores altos aproximadamente a  $11 \text{ mW/cm}^2$  incluso se llegó a  $12 \text{ mW/cm}^2$ . Se puede analizar que si existe mucha variación de la irradiancia ultravioleta a lo largo del día debido a la nubosidad.



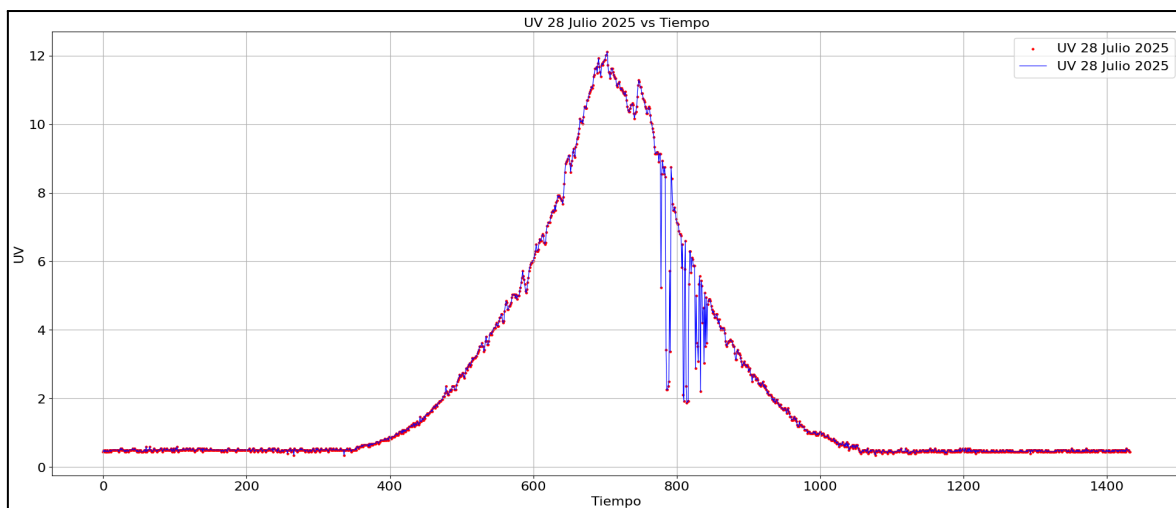
**Figura 13:** Irradiancia ultravioleta del 2 de octubre.

La Figura 14 muestra los resultados obtenidos el 15 de agosto a lo largo del tiempo, también se han obtenido valores altos.



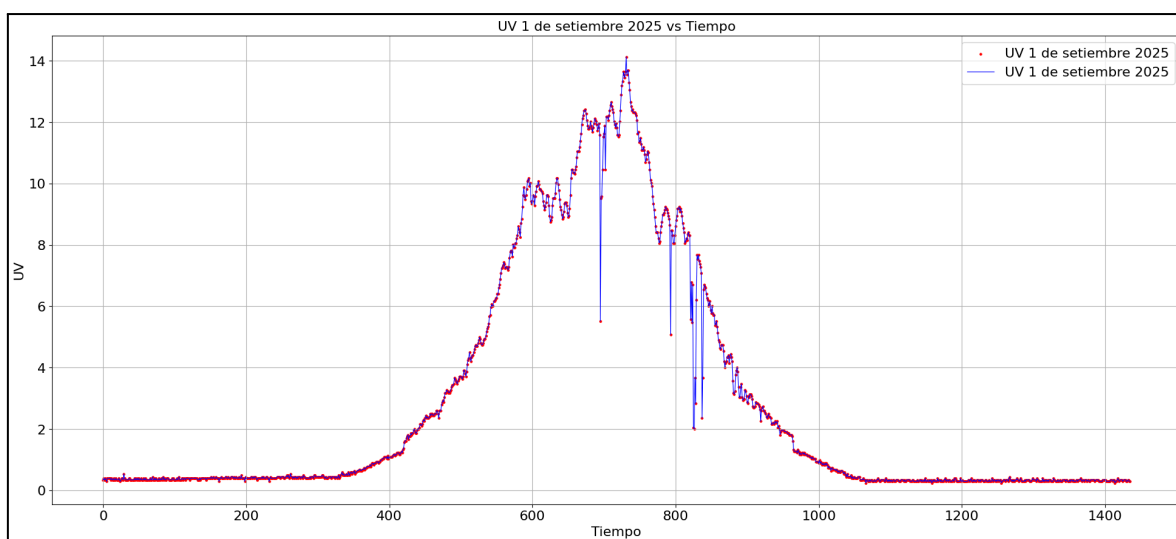
**Figura 14:** Irradiancia ultravioleta del 15 de agosto.

La Figura 15 muestra los resultados obtenidos el 28 de julio a lo largo del tiempo, también se han obtenido valores altos aproximadamente a  $11 \text{ mW/cm}^2$  incluso se llegó a  $12 \text{ mW/cm}^2$ . Se puede analizar que existe un comportamiento de pico, esto indica que los valores mayores a  $10 \text{ mW/cm}^2$  se dan por un momento corto del día a comparación de otros días en que los valores mayores a  $10 \text{ mW/cm}^2$  se mantienen por más tiempo entre 11 am y medio día.



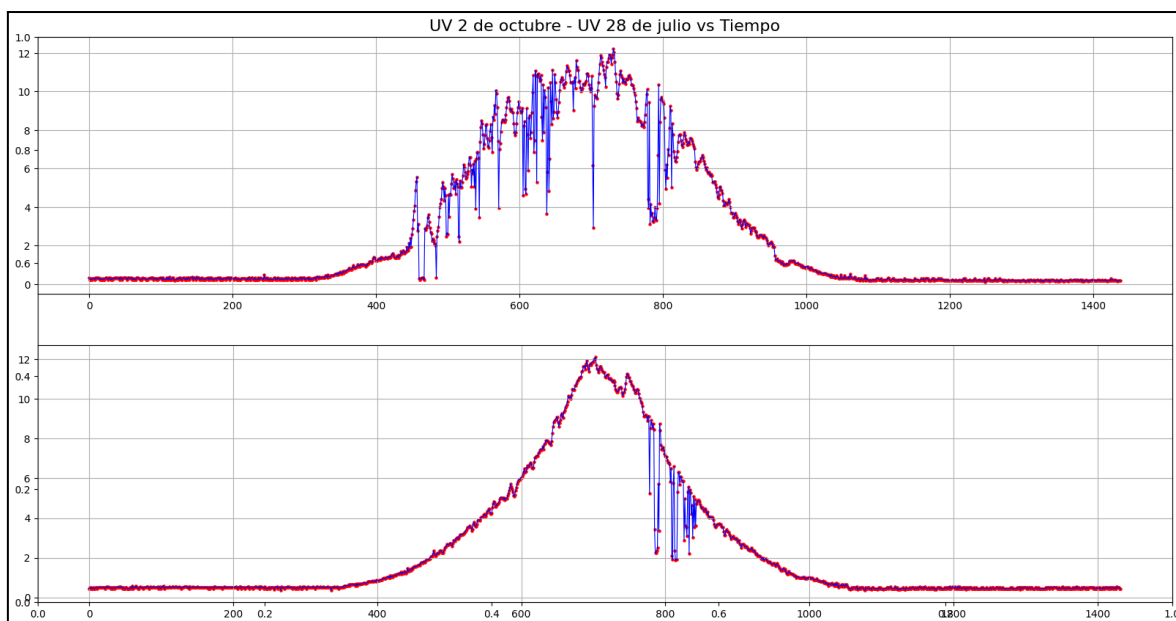
**Figura 15:** Irradiancia ultravioleta del 28 de julio.

La Figura 16 muestra los resultados obtenidos el 1 de septiembre del 2025 a lo largo del tiempo, también se han obtenido valores altos aproximadamente a 12 mW/cm<sup>2</sup> incluso se llegó a 14 mW/cm<sup>2</sup>.



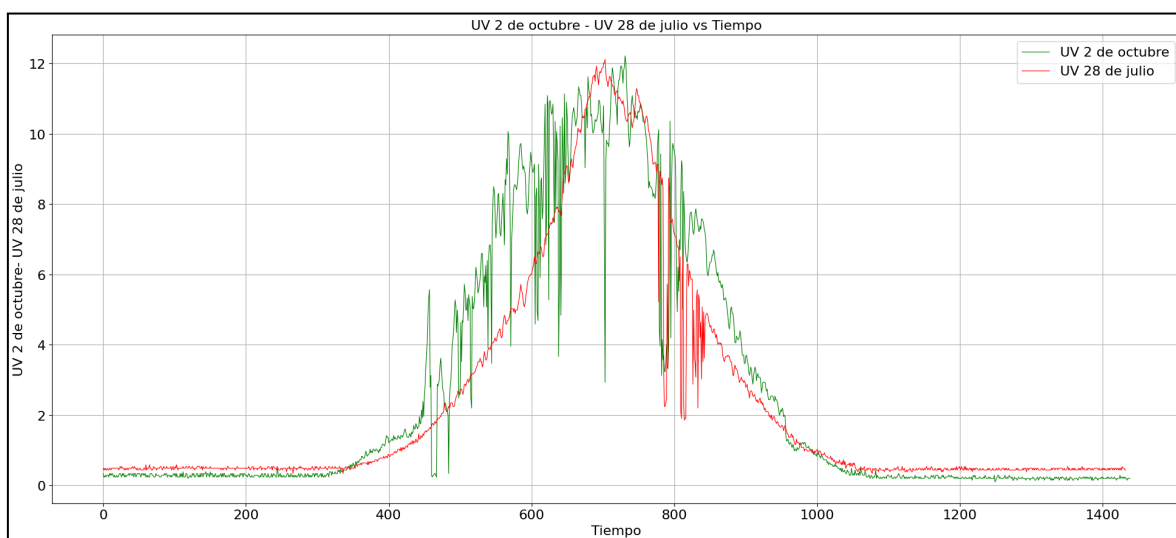
**Figura 16:** Irradiancia ultravioleta del 1 de septiembre.

La Figura 17 muestra los resultados comparativos obtenidos el 2 de octubre y 28 de julio del 2025 a lo largo del tiempo, allí se puede observar el efecto de pico que tienen los datos del 28 de julio comparados con los datos del 2 de octubre.



**Figura 17:** Irradiancia ultravioleta comparativa del 2 de octubre y 28 de julio.

La Figura 18 muestra los resultados superpuestos del 2 de octubre y 28 de julio del 2025 a lo largo del tiempo, allí se puede observar el efecto de pico que tienen los datos del 28 de julio, en color rojo, comparados con los datos del 2 de octubre, en color verde. Se puede observar claramente que el 28 de julio tiene valores mayores a  $10 \text{ mW/cm}^2$  (valores altos) por menor tiempo que los valores obtenidos el 2 de octubre. Se tiene el mismo comportamiento con los valores mayores a  $8 \text{ mW/cm}^2$  y mayores a  $6 \text{ mW/cm}^2$ .



**Figura 18:** Superposición de la irradiancia ultravioleta del 2 de octubre y 28 de julio.

#### 4.4. DISCUSIÓN

En la investigación de (Polo & Miranda, 2020) indican que los índices de radiación UV B en la ciudad de Tacna, en el periodo 2012 a 2014 donde se registraron niveles de radiación de 8, 10, 11 y 12, los cuales superan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos valores nos indican que los niveles de riesgo que van desde alto, muy alto hasta extremadamente alto, sobre todo en las horas desde 11:00 hasta 13:00 horas con unos niveles de riesgo muy altos. En la presente investigación se ha determinado niveles extremos de irradiancia UV entre las 11:00 y 12:00 horas con valores de 10, 11, 12 y 13; lo que indica la exposición de los habitantes de la ciudad de Puno a valores extremos.

Una investigación adicional ha diseñado e implementado un sistema de monitoreo basado en el Internet de las Cosas para medir la irradiancia ultravioleta. Las mediciones obtenidas provienen de sensores estáticos, y sería mejor obtenerlas de sensores móviles que siempre apuntan directamente al sol, los cuales obtendrían el valor máximo de irradiancia ultravioleta al momento de tomar la medición, por lo que estos datos podrían ser relevantes como fuente de información (Cruz et al., 2019). En la presente investigación se usa un sensor estático en un punto fijo en el distrito de Puno, y se usó en dos puntos de observación, es posible adicionar sensores móviles para mayores resultados y un análisis más avanzado. Es decir, se usa la misma metodología.

En el artículo de investigación antecedente se presentan, describen y analizan los resultados de una campaña de medición de la radiación solar UV, realizada con diferentes radiómetros de banda ancha y un espectrómetro de precisión, los parámetros medidos por los dispositivos considerados son relevantes para la evaluación de la exposición humana a la radiación solar UV (Bisegna et al., 2023). En la presente investigación se realiza se hace mediciones de la irradiancia ultravioleta, se trata de hacer mediciones en un punto determinado para analizar los efectos que tiene sobre los habitantes de la zona en general, se toman muestras en intervalos de 60 segundos y se

realizó durante 23 días en una primera observación y 110 días en una segunda observación; se usó un sensor electrónico para hacer las mediciones.

De esa forma también se estudió la exposición de residuos ante la radiación ultravioleta, donde pocos estudios han investigado los riesgos laborales de los trabajadores de residuos sólidos municipales, particularmente en los países en desarrollo, observaron que temperaturas medias de verano superiores a 33 °C en la mayoría de las áreas de gestión de residuos y los trabajadores se quejaron de dolores de cabeza, quemaduras solares, estrés por calor, sudoración excesiva, deshidratación y dificultades para concentrarse en las tareas asignadas (Ncube et al., 2017). Se puede determinar con los resultados de la presente investigación, que los altos valores de irradiancia ultravioleta también afectarían a trabajadores que se desenvuelven en labores de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Puno.

En otra investigación, una de las principales causas de degradación de los materiales expuestos a la intemperie es la luz ultravioleta, para estimar su tasa de degradación y determinar su longevidad, en el artículo, se proponen varios modelos neuronales para estimar tres componentes UV basados en la irradiancia horizontal global de banda ancha y diversos constituyentes atmosféricos (Zerari et al., 2023). La investigación actual hace mediciones en dos puntos determinados para analizar los valores obtenidos de irradiancia ultravioleta, estas mediciones también pueden aplicarse para prevenir la degradación de materiales como los materiales que se usan en viviendas de la zona.

Otra investigación en Indonesia apunta al desarrollo de plantas de energía renovable que alcancen el 23% en 2025, la planificación en este estudio se presenta en forma de resultados de medición reales de la irradiancia solar con datos basados en las condiciones ambientales circundantes, como la temperatura, la humedad relativa, la lluvia y la intensidad de los rayos UV, luego, los datos se procesan utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, el propósito de este estudio es obtener valores precisos de la irradiancia solar para que puedan utilizarse en la planificación de la optimización fotovoltaica (Prastiantono et al., 2019). Otro trabajo adicional investiga cómo el espectro

de irradiancia incidente en la parte trasera de los módulos solares afecta la degradación y el rendimiento de las láminas traseras (Ovatt et al., 2022). En la actual investigación también se han hecho las mediciones con el propósito de los beneficios que traen los altos niveles de irradiancia ultravioleta para la energía solar, es el caso de los sistemas fotovoltaicos que serían favorecidos para obtener mayores niveles de energía en la zona de estudio.

#### 4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Al llevar a cabo varias mediciones de irradiancia ultravioleta y tomar una muestra de algunos datos registrados, se ha determinado la siguiente tabla.

**Tabla 09:** Muestra con algunos datos registrados.

UV
6.45
8.60
6.89
0.44
0.54
1.96
1.71
0.59
0.15
9.38
0.05
2.10
2.05
1.66
8.21

Se compara una media muestral (la media de las muestras de la tabla anterior) con una media poblacional, si la media poblacional de la irradiancia ultravioleta es de 1.889339 según la Tabla 3.

¿Es razonable concluir que la media muestral es menor a 1.889339, con un nivel de significancia de 0.05?

La hipótesis nula ( $H_0$ ) indica que la irradiancia ultravioleta promedio es igual o mayor a 1.889339.

La hipótesis alternativa ( $H_1$ ) indica que la irradiancia ultravioleta promedio es menor a 1.889339.

Para esto se usa T-Student con la siguiente fórmula.

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

Dónde:

$\bar{x}$  es la media muestral con un valor de 3.385333.

$\mu$  es la media poblacional con un valor de 1.889339.

$s$  es la desviación estándar de la muestra con un valor de 3.4383.

$n$  es el número de muestras con un valor de 15.

En la tabla estadística de distribución de T-Student se necesita saber los grados de libertad, en nuestro caso es simplemente  $n - 1$ , que es 14; luego buscar el nivel de significancia que es 0.05. El valor encontrado en la tabla estadística de distribución de T-Student es 1.761 y el resultado de T-Student es 1.6851.

Al momento de construir la distribución se determina que es de una cola inferior porque se plantea que la media muestral es menor a 1.889339, la zona de rechazo de la hipótesis nula es la inferior o izquierda de la distribución y la zona de aceptación de la hipótesis nula está a la derecha, sabemos que el valor que separa las dos regiones es 1.761, pero el punto de corte o separación de las dos regiones se encuentra a la izquierda del cero, entonces el valor será negativo, -1.761.

Si el valor calculado por T-Student es mayor a -1.761, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Si el valor calculado por T-Student es menor o igual a  $-1.761$ , se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

El valor calculado por T-Student es  $1.6851$ , y es mayor a  $-1.761$ , por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. La hipótesis nula ( $H_0$ ) indica que la irradiancia ultravioleta promedio es igual o mayor a  $1.889339$ .

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** Los registros recopilados por el sistema de adquisición de datos se realizaron en dos puntos de observación en diferentes tiempos. En el primer punto de observación se tiene 32784 registros y en el segundo punto de observación 158912, cada registro se tomó cada 60 segundos, por lo tanto, en un día se obtienen 1440 registros y 32784 registros corresponden a 23 días y 158912 a 110 días. Las medias de irradiancia ultravioleta fueron de 1.89 mW/cm<sup>2</sup> y 2.299 mW/cm<sup>2</sup> correspondientemente porque se toman todos los datos de día y de noche, considerando que los valores máximos fueron de 11.68 mW/cm<sup>2</sup> y 15 mW/cm<sup>2</sup>. Las desviaciones estándar fueron de 2.48 y 3.29 correspondientemente, esto significa qué tan dispersos están los datos con respecto a su media o promedio.

**SEGUNDA.** Se han capturado valores que son muy altos, entre 8 mW/cm<sup>2</sup> y 10 mW/cm<sup>2</sup>, y extremos de 11 mW/cm<sup>2</sup> o mayores. Lo que indica que los pobladores de la ciudad de Puno están expuestos a valores extremos de irradiancia ultravioleta en los horarios de aproximadamente entre 11 am y medio día. Dentro de todos los días de captura de datos, se puede notar la diferencia que en el transcurso la irradiancia ultravioleta no siempre llega al mismo pico, sino puede variar entre días, e incluso el comportamiento del incremento de los valores de irradiancia pueden variar en el mismo día.

**TERCERA.** Los datos de irradiancia ultravioleta obtenidos a lo largo del tiempo, mostraron valores extremos mayores a 10 mW/cm<sup>2</sup> y 11 mW/cm<sup>2</sup>. También se observaron valores muy cambiantes, que llegan a valores extremos como 11 mW/cm<sup>2</sup> y poco después cambia a 4 mW/cm<sup>2</sup>, esto puede deberse a la nubosidad que hace cambiar la irradiancia a un valor menor, se puede concluir que en presencia de nubosidad muy

variable o cambiante se tiende a obtener valores extremos de irradiancia ultravioleta. También se han obtenido valores altos cercanos a  $8 \text{ mW/cm}^2$ , se puede analizar que no existe mucha variación de la irradiancia ultravioleta a lo largo de esos días debido a la ausencia de nubosidad y los valores no han cambiado drásticamente. Adicionalmente se puede observar un comportamiento de efecto pico en que los valores altos y extremos de irradiancia se presentan por menos tiempo comparado con otros días.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** Para futuras investigaciones se especifica que es posible capturar datos de irradiancia ultravioleta por períodos más largos, esta investigación se trata de aproximadamente 23 días, pero el sistema de adquisición de datos puede hacer la captura de datos por meses e incluso años.

**SEGUNDA.** A los futuros proyectos y tesis se recomienda que se puede tener uno o varios sistemas de adquisición de datos para constantemente hacer el análisis estadístico para beneficio de la energía proveniente del sol, la salud y otras materias que implican la irradiancia ultravioleta. Se puede utilizar más puntos de muestra para investigaciones como la presente, en este caso solamente se tiene dos puntos de muestra, pero según la bibliografía, mientras más puntos de observación, mejores serán los resultados.

**TERCERA.** Para futuras investigaciones se pueden utilizar otras herramientas estadísticas como: R, Excel, SQL o Splunk. En esta investigación se utilizó la herramienta Python, pero con las otras herramientas mencionadas se obtienen los mismos resultados, ya que la parte importante es el grupo de datos de irradiancia ultravioleta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, S. I. (Ed.). (2017). *Ultraviolet Light in Human Health, Diseases and Environment*. Springer International Publishing.
- American Cancer Society. (2024). *¿Qué factores afectan al riesgo de los rayos UV?* American Cancer Society. Retrieved October 17, 2025, from <https://www.cancer.org/es/cancer/prevencion-del-riesgo/sol-y-uv/danos-ocasionados-por-el-sol.html>
- Arévalo, S. (2021). *Introducción a la estadística*. Editorial Independiente.
- Attwood, D., & Sakdinawat, A. (2016). *X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications*. Cambridge University Press.
- Bisegna, F., Burattini, C., Pompei, L., Rocca, M., Leccese, F., & Salvadori, G. (2023). *Broadband radiometers for the assessment of workers' exposure to UV radiation: comparison of measurement results obtained with different devices* (IEEE ed.). 2023 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2023 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Madrid,. 10.1109/EEEIC/ICPSEurope57605.2023.10194678
- Cabrera Morales, C. M., & López-Nevot, M. A. (2006). Efectos de la radiación ultravioleta (UV) en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de piel. *Oncología (Barcelona)*, 29(7), 579-586. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-48352006000700003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-48352006000700003)
- Cruz, J., Romero, C., Callohuanca, G., & Chalco, J. (2019). *Logarithmic Regression Model to Estimate the Maximum Values of Ultraviolet Irradiance Measurements in an Internet of Things Based Monitoring System*. 2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference (SCLA), Arequipa, Peru, 2019, pp. 1-5,. 1109/SCLA.2019.8905674
- D. Gaikwad, N. (2018). *Ultra Violet (U. V. ) Spectroscopy : Solved Problems*. Independently Published.

- Edward, T. L., Kirui, M. S.K., Ngumbu, R. G., & Odhiambo, P. M. (2014). Effect of Ultraviolet-A (UV-A) and Ultraviolet-C (UV-C) Light on Mechanical Properties of Oyster Mushrooms during Growth. *Journal of Biophysics*. 10.1155/2014/687028
- Google. (2025). Google Earth. <https://earth.google.com/earth/d/1SDPPvldPOazYh-TezUZ3AkWb3so-jEnw?usp=sharing>
- Hanson, K. M., Gratton, E., & Bardeen, C. J. (2006). Sunscreen enhancement of UV-induced reactive oxygen species in the skin. *Free Radic Biol Med.*, 41(8), 1205-1212. 10.1016/j.freeradbiomed.2006.06.011
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Education.
- HORIBA. (2021). *Vacuum Ultra Violet Spectroscopy*. HORIBA. Retrieved October 17, 2025, from <https://www.horiba.com/int/scientific/technologies/vacuum-ultra-violet-spectroscopy/vacuum-ultra-violet-spectroscopy/>
- Huillca, M. (2021). *Estimación del índice de radiación solar ultravioleta en la ciudad de Puno*. Repositorio Institucional UNA Puno. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20770>
- Minera, F. J., & Hinojosa Gutiérrez, Á. P. (2022). *El lenguaje de programación Python de principio a fin*. l'autor.
- Minera, F. J., & Hinojosa Gutiérrez, Á. P. (2022). *El lenguaje de programación Python de principio a fin*. l'autor.
- Monroy, S. (2022). *Estadística y Probabilidad*. BARKER & JULES, LLC.
- Ncube, F., Ncube, E., & Voyi, K. (2017). Bioaerosols, Noise, and Ultraviolet Radiation Exposures for Municipal Solid Waste Handlers. *Journal of Environmental and Public Health*, 2017(3081638). 10.1155/2017/3081638

- Ovaitt, S., Brown, M., Deline, C., & Kempe, M. (2022). Spectral rear irradiance testing and modeling for degradation and performance of solar fields. In *2022 IEEE 49th Photovoltaics Specialists Conference (PVSC)* (992-994.). IEEE. 10.1109/PVSC48317.2022.9938654
- Polo, C., & Miranda, G. (2020). Cuantificación y caracterización de la radiación ultravioleta-b en la ciudad de Tacna. *Tecnia*, 30(1), 43-52. 10.21754/tecnica.v30i1.854
- Prastiantono, A., Fadhil, M., Rahardjo, A., & Jufri, F. (2019). Design of Solar Irradiance Measurement Based On Analytical Data Using Microcontroller. In *2019 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)* (pp. 137-141). IEEE. 10.1109/CENCON47160.2019.8974695
- Romero, C., Cruz, J., & Apaza, E. (2024). Regression Ensemble Techniques Bagging, Gradient Boosting and XGBoost to Predict the Power of Photovoltaic Systems in the High Andean Area. *IEEE Xplore. IEEE Xplore.* 10.1109/INTERCON63140.2024.10833486
- Sánchez Fontalvo, I., González Monroy, L., & Esmeral Ariza, S. (2020). *Metodologías cualitativas en la investigación educativa*. Editorial Unimagdalena.
- SHOP UV. (2022). *UVC Guide*. <https://www.shop-uv.com/uvc-guide.html>
- Wang, M., Charareh, P., Lei, X., & Zhong, J. L. (2019). Autophagy: Multiple Mechanisms to Protect Skin from Ultraviolet Radiation-Driven Photoaging. *Oxid Med Cell Longev*. 10.1155/2019/8135985
- Yu, H., He, S., Zhang, W., Zhan, M., Zhuang, X., Wang, J., & Yu, W. (2021). Discoloration and Degradation of Bamboo under Ultraviolet Radiation. *International Journal of Polymer Science*. 10.1155/2021/6803100
- Zerari, N., Gueymard, C., Bouzgou, H., & Raymond, C. (2023). Machine Learning Approach to Estimate Ultraviolet Irradiance from Solar Radiation Data. In *2023 International Conference on Electrical Engineering and Advanced Technology (ICEEAT)*. IEEE. 10.1109/ICEEAT60471.2023.10426472

## ANEXOS

## Anexo 01: Sensor de Luz Ultravioleta para Arduino



### Especificaciones

Sensor ultravioleta para Arduino	
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	<b>3.3V - 5V</b>
<b>Tensión de salida</b>	<b>DC 0 - 1V</b>
<b>Precisión de medición</b>	<b>±1 índice UV</b>
<b>Longitud de onda</b>	<b>200 - 375 nm</b>
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	<b>-20° - 85°</b>
<b>Tamaño</b>	<b>19.8 x 15 mm</b>

**Anexo 02:** Ficha de datos de irradiancia ultravioleta Versión 1.1

**1.1. Nombre del proyecto:** ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y LA VARIACIÓN DE LA IRRADIANCIA ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO DE PUNO 2025

**1.2. Identificador del equipo**

**Nombre del sensor:** Sensor de Luz Ultravioleta para Arduino - Voltaje de Funcionamiento: 3.3-5VDC

**Nombre del equipo complementario:** Arduino UNO - Microcontrolador

**1.3. Datos del responsable**

**Nombres y Apellidos del Responsable de los Registros:** Nataly Xiomara Mendizabal Flores

**Teléfono:** 985638722

**Fecha de inicio de recolección de datos:** 9 de junio del 2025

**Fecha de término de recolección de datos:** 1 de julio del 2025

**Datos disponibles en:** [http://108.62.123.70/MULT/show\\_mult.php](http://108.62.123.70/MULT/show_mult.php)

UV	Client IP	Sensor ID	Date Time
7.72	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:39:31
7.82	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:38:31
8.11	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:37:31
8.36	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:36:31
8.46	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:35:31
8.36	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:34:31
8.41	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:33:30

8.41	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:32:30
8.41	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:31:29
8.41	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:30:29
8.36	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:29:30
8.41	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:28:30
8.46	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:27:30
8.65	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:26:29
8.99	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:25:29
9.09	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:24:29
9.24	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:23:28
9.04	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:22:28
8.65	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:21:28
8.21	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:20:28
8.11	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:19:28
8.02	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:18:28
7.97	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:17:28
7.82	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:16:28

7.67	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:15:28
7.82	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:14:28
8.31	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:13:28
8.70	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:12:28
8.90	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:11:28
8.90	179.6.8.12 0	PUN-JG167-S1	2025-06-03 12:10:28

### Anexo 03: Código de Programación en Python Para Uso de Herramientas Estadísticas y Gráficos

```
#Herramienta de análisis y manipulación de datos
import pandas as pd
#Amplia variedad de operaciones matemáticas con matrices
import numpy as np
#Herramienta de ploteo
import matplotlib.pyplot as plt
#Integración con Google Drive
from google.colab import drive

#Montar Google Drive a Google Colab
drive.mount('/content/gdrive/')

Drive already mounted at /content/gdrive/; to attempt to forcibly remount, call
drive.mount("/content/gdrive/", force_remount=True).

#Verificar si el montaje es correcto
!ls -l gdrive/MyDrive/Colab\ Notebooks/UV/csv

total 1825
-rw----- 1 root root 1868738 Jul  2 01:07 UV-mult.txt

#Leer archivo de texto con datos CSV
data_mult = pd.read_csv("gdrive/MyDrive/Colab Notebooks/UV/csv/UV-mult.txt",
header = None)
#Cov = pd.read_csv("path/to/file.txt", sep='\t', header=None)
data_mult.columns = ["ID", "UV", "ClientIP", "SensorID", "DateTime"]

#Mostrar información a cerca del grupo de datos
data_mult.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 32784 entries, 0 to 32783
Data columns (total 5 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  -
0   ID           32784 non-null  int64
1   UV           32784 non-null  float64
2   ClientIP     32784 non-null  object
3   SensorID     32784 non-null  object
4   DateTime     32784 non-null  object
dtypes: float64(1), int64(1), object(3)
memory usage: 1.3+ MB

#Mostrar las primeras fila o registros del grupo datos
data_mult.head()

ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
0      411965 0.10    179.6.8.120   PUN-JG167-S1 2025-06-09 00:00:30
1      411966 0.10    179.6.8.120   PUN-JG167-S1 2025-06-09 00:01:30
2      411967 0.05    179.6.8.120   PUN-JG167-S1 2025-06-09 00:02:30
3      411968 0.10    179.6.8.120   PUN-JG167-S1 2025-06-09 00:03:30
4      411969 0.15    179.6.8.120   PUN-JG167-S1 2025-06-09 00:04:30

#Mostrar estadísticas del grupo de datos
```

```
data_mult.describe()
```

```

      ID      UV
count 32784.000000 32784.000000
mean  428356.500000 1.889339
std   9464.069949  2.478633
min   411965.000000 0.000000
25%   420160.750000 0.290000
50%   428356.500000 0.540000
75%   436552.250000 0.790000
max   444748.000000 11.680000

```

```
#Mostrar las últimas filas o registros del grupo de datos
```

```
data_mult.tail()
```

```

      ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
32779 444744 0.44  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 20:03:20
32780 444745 0.39  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 20:04:20
32781 444746 0.39  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 20:05:20
32782 444747 0.44  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 20:06:20
32783 444748 0.44  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 20:07:20

```

```
#Mostrar una muestra de 10 filas o registros del grupo de datos
```

```
data_mult.sample(10)
```

```

      ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
23097 435062 0.59  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-25 02:14:28
7101  419066 0.15  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-13 22:27:29
32266 444231 9.38  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-07-01 11:29:50
5721  417686 0.05  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-12 23:26:28
6664  418629 2.10  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-13 15:10:09
26734 438699 2.05  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-27 15:01:37
13875 425840 1.66  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-18 15:34:04
19441 431406 8.21  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-22 12:28:58
23014 434979 0.49  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-25 00:51:23
28259 440224 0.93  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-28 16:30:19

```

```
#Mostrar los valores más altos de UV (Extremos)
```

```
data_mult.loc[data_mult['UV'] > 10]
```

```

      ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
10749 422714 10.26  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:21:25
10750 422715 10.85  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:22:25
10761 422726 10.41  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:33:25
10762 422727 10.22  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:34:25
10764 422729 10.31  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:36:25
10765 422730 10.41  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:37:26
10766 422731 10.02  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:38:26
10771 422736 10.12  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:43:25
10772 422737 10.12  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:44:25
10777 422742 10.12  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 11:49:25
10798 422763 11.05  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 12:10:26
10799 422764 10.80  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 12:11:25
10810 422775 10.75  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 12:22:25
10811 422776 10.51  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 12:23:26
10812 422777 10.12  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16 12:24:25
13634 425599 10.07  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-18 11:30:47
13638 425603 10.41  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-18 11:34:47
13645 425610 10.17  179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-18 11:41:48

```

```

13647 425612 10.65 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-18 11:43:48
26530 438495 10.12 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 11:37:29
26544 438509 10.41 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 11:51:29
26557 438522 11.05 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:04:30
26559 438524 10.36 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:06:30
26562 438527 10.51 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:09:30
26570 438535 10.56 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:17:30
26574 438539 10.56 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:21:30
26576 438541 10.31 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:23:30
26579 438544 10.02 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-27 12:26:31
27924 439889 10.36 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 10:55:08
27925 439890 10.51 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 10:56:08
27926 439891 10.46 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 10:57:08
27942 439907 10.41 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:13:09
27951 439916 10.80 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:22:09
27954 439919 11.53 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:25:09
27955 439920 11.53 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:26:09
27956 439921 11.68 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:27:09
27965 439930 11.09 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:36:09
27968 439933 10.75 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:39:09
27976 439941 11.05 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:47:09
27977 439942 11.24 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:48:10
27978 439943 11.24 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 11:49:10
28006 439971 11.09 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-28 12:17:11
29408 441373 10.02 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-29 11:41:39
29411 441376 10.02 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-29 11:45:07
29417 441382 10.02 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-29 11:51:09
30845 442810 10.22 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-30 11:48:15
30846 442811 10.07 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-30 11:49:15
30868 442833 10.85 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-30 12:11:15
30873 442838 10.90 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-30 12:16:15
30875 442840 10.36 179.6.8.120 PUN-JG167-S1 2025-06-30 12:18:15

```

```

#Porcentaje de filas o registros únicos
data_mult.nunique() / len(data_mult)

```

```

0
ID      1.000000
UV      0.006924
ClientIP 0.000061
SensorID 0.000031
DateTime 1.000000

```

```
dtype: float64
```

```

#Porcentaje de filas o registros vacíos
data_mult.isna().sum() / len(data_mult)

```

```

0
ID      0.0
UV      0.0
ClientIP 0.0
SensorID 0.0
DateTime 0.0

```

```
dtype: float64
```

```

#Tipos de datos
data_mult.dtypes

```

```

    0
ID      int64
UV      float64
ClientIP  object
SensorID  object
DateTime  object

dtype: object

#Estadísticas de los datos
data_mult.describe()

           ID      UV
count  32784.000000  32784.000000
mean   428356.500000  1.889339
std    9464.069949   2.478633
min    411965.000000  0.000000
25%    420160.750000  0.290000
50%    428356.500000  0.540000
75%    436552.250000  0.790000
max    444748.000000  11.680000

#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x1 = np.arange(0, len(data_mult["ID"]), 1)
x1

array([    0,     1,     2, ..., 32781, 32782, 32783])

#Se asigna los datos de UV para el eje Y
y1 = data_mult[["UV"]]
print(y1)

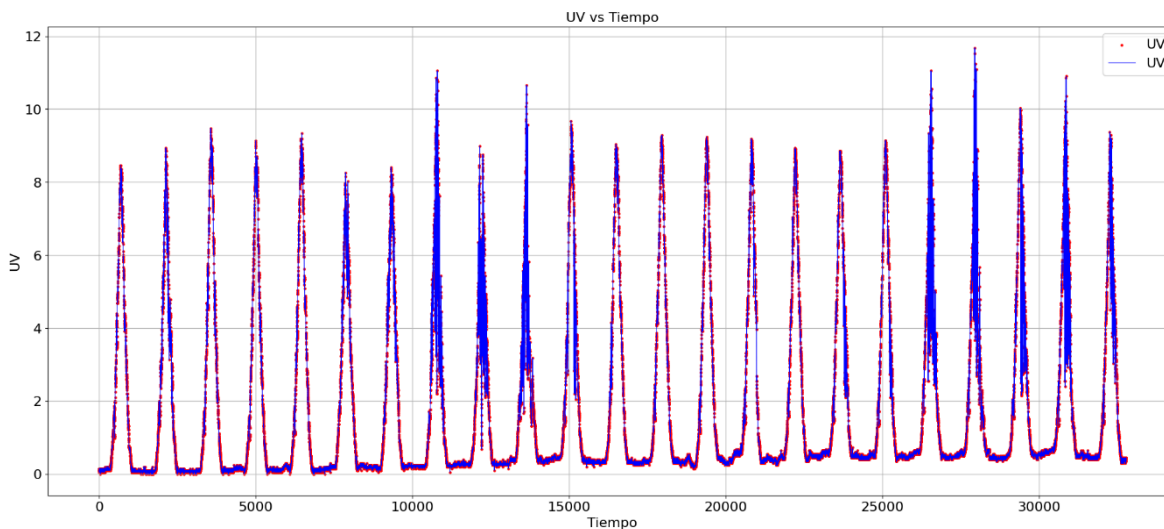
           UV
0         0.10
1         0.10
2         0.05
3         0.10
4         0.15
...      ...
32779    0.44
32780    0.39
32781    0.39
32782    0.44
32783    0.44

[32784 rows x 1 columns]

#UV vs Tiempo
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x1, y1, s=5, color="red", label="UV")
plt.plot(x1, y1, lw=0.8, color="blue", label="UV")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)

```

```
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Mostrar valores de UV de solamente un día (2025-07-01)
data_mult.loc[data_mult['DateTime'] > '2025-07-01 00:00:00']
```

ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime	
31577	443542	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 00:00:41
31578	443543	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 00:01:41
31579	443544	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 00:02:41
31580	443545	0.54	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 00:03:41
31581	443546	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 00:04:41
...	...	...	...	...	...
32779	444744	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 20:03:20
32780	444745	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 20:04:20
32781	444746	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 20:05:20
32782	444747	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 20:06:20
32783	444748	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-01 20:07:20

1207 rows x 5 columns

```
#Mostrar valores de UV solamente del día 2025-06-28
data_mult_2 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-06-28 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-06-29 00:00:00')]
```

```
data_mult_2
```

ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime	
27270	439235	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 00:00:04
27271	439236	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 00:01:04
27272	439237	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 00:02:04
27273	439238	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 00:03:05
27274	439239	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 00:04:05
...	...	...	...	...	...
28703	440668	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 23:55:06
28704	440669	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 23:56:06
28705	440670	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 23:57:06
28706	440671	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 23:58:06
28707	440672	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-28 23:59:06

1438 rows x 5 columns

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x2 = np.arange(0, len(data_mult_2["ID"]), 1)
x2

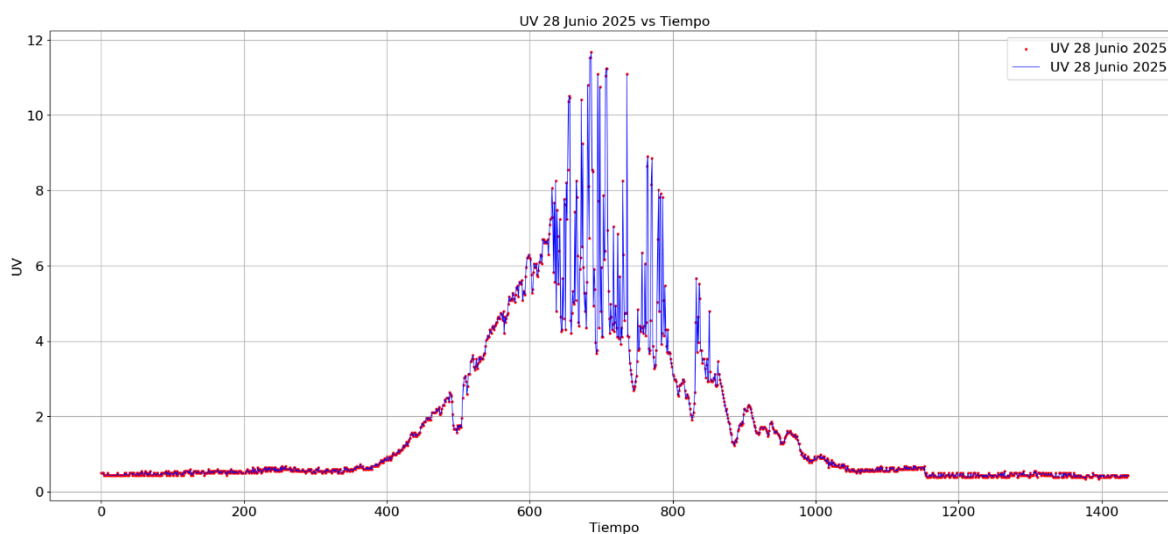
array([ 0, 1, 2, ..., 1435, 1436, 1437])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
y2 = data_mult_2[["UV"]]
print(y2)
```

```
      UV
27270 0.49
27271 0.49
27272 0.49
27273 0.49
27274 0.44
...    ...
28703 0.44
28704 0.44
28705 0.39
28706 0.44
28707 0.44
```

```
[1438 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Tiempo
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 28 Junio 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x2, y2, s=5, color="red", label="UV 28 Junio 2025")
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="blue", label="UV 28 Junio 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-06-14
data_mult_3 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-06-14 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-06-15 00:00:00')]
```

data\_mult\_3

ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
7194	419159	0.10	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 00:00:32
7195	419160	0.10	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 00:01:32
7196	419161	0.10	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 00:02:32
7197	419162	0.10	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 00:03:33
7198	419163	0.15	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 00:04:33
...	...	...	...	...
8626	420591	0.15	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 23:55:05
8627	420592	0.24	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 23:56:05
8628	420593	0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 23:57:05
8629	420594	0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 23:58:05
8630	420595	0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1 2025-06-14 23:59:05

1437 rows x 5 columns

#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x3 = np.arange(0, len(data_mult_3["ID"]), 1)
x3
```

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1434, 1435, 1436])
```

#Aisgnar los valores de UV al eje Y

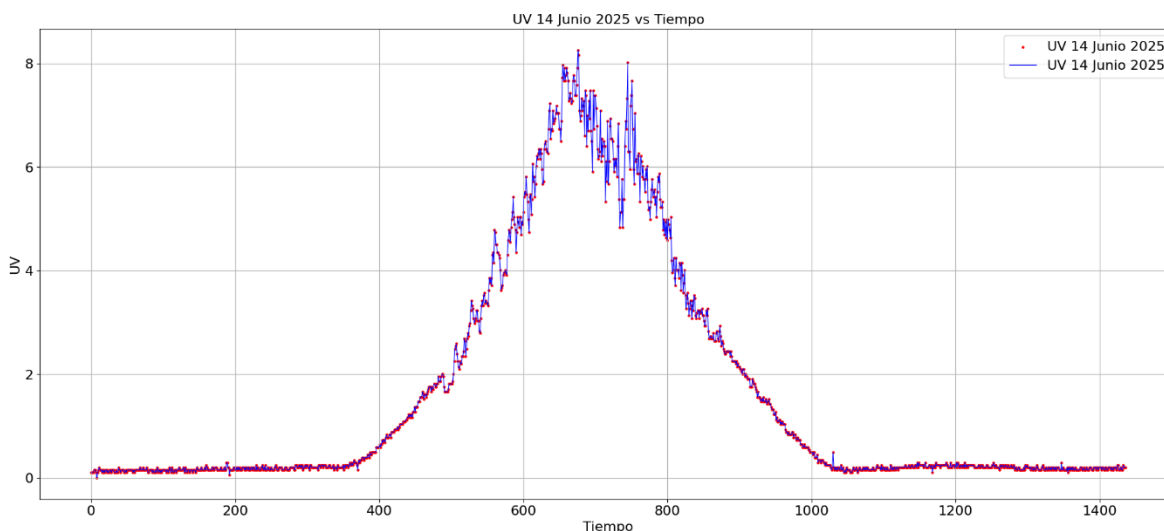
```
y3 = data_mult_3[["UV"]]
print(y3)
```

	UV
7194	0.10
7195	0.10
7196	0.10
7197	0.10
7198	0.15
...	...
8626	0.15
8627	0.24
8628	0.20
8629	0.20
8630	0.20

[1437 rows x 1 columns]

#UV vs Time

```
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 14 Junio 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x3, y3, s=5, color="red", label="UV 14 Junio 2025")
plt.plot(x3, y3, lw=0.8, color="blue", label="UV 14 Junio 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-06-27
data_mult_4 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-06-27 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-06-28 00:00:00')]
```

```
data_mult_4
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
	25834	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 00:00:56
	25835	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 00:01:56
	25836	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 00:02:56
	25837	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 00:03:56
	25838	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 00:04:56
	...	...	...	...	...
	27265	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 23:55:04
	27266	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 23:56:04
	27267	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 23:57:04
	27268	0.49	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 23:58:04
	27269	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-27 23:59:04

1436 rows x 5 columns

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x4 = np.arange(0, len(data_mult_4["ID"]), 1)
x4
```

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1433, 1434, 1435])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

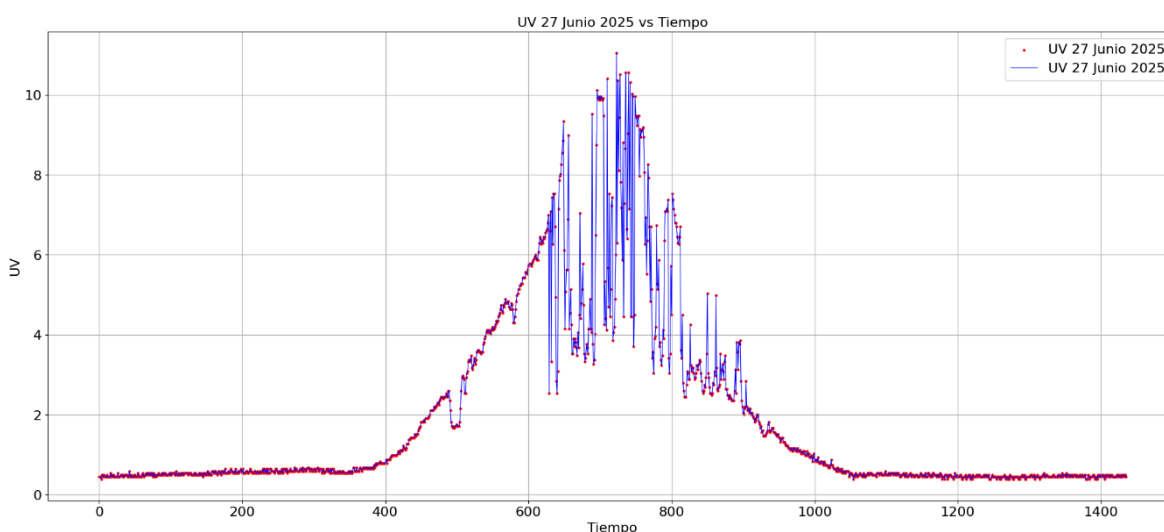
```
y4 = data_mult_4[["UV"]]
print(y4)
```

	UV
25834	0.44
25835	0.44
25836	0.44
25837	0.39
25838	0.49
...	...
27265	0.49
27266	0.49
27267	0.44

```
27268 0.49
27269 0.44
```

```
[1436 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 27 Junio 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x4, y4, s=5, color="red", label="UV 27 Junio 2025")
plt.plot(x4, y4, lw=0.8, color="blue", label="UV 27 Junio 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-06-15
data_mult_5 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-06-15 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-06-16 00:00:00')]
```

```
data_mult_5
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
	8631	420596 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 00:00:05
	8632	420597 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 00:01:05
	8633	420598 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 00:02:05
	8634	420599 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 00:03:05
	8635	420600 0.15	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 00:04:06
	...	...	...	...	...
	10064	422029 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 23:55:06
	10065	422030 0.24	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 23:56:06
	10066	422031 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 23:57:06
	10067	422032 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 23:58:06
	10068	422033 0.20	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-06-15 23:59:06

```
1438 rows x 5 columns
```

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x5 = np.arange(0, len(data_mult_5["ID"]), 1)
```

x5

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1435, 1436, 1437])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

```
y5 = data_mult_5[["UV"]]
```

```
print(y5)
```

```

      UV
8631  0.20
8632  0.20
8633  0.20
8634  0.20
8635  0.15
...    ...
10064 0.20
10065 0.24
10066 0.20
10067 0.20
10068 0.20

```

```
[1438 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
```

```
plt.figure(figsize=(24,10))
```

```
plt.title("UV 15 Junio 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
```

```
plt.scatter(x5, y5, s=5, color="red", label="UV 15 Junio 2025")
```

```
plt.plot(x5, y5, lw=0.8, color="blue", label="UV 15 Junio 2025")
```

```
plt.xticks(fontsize = 16)
```

```
plt.yticks(fontsize = 16)
```

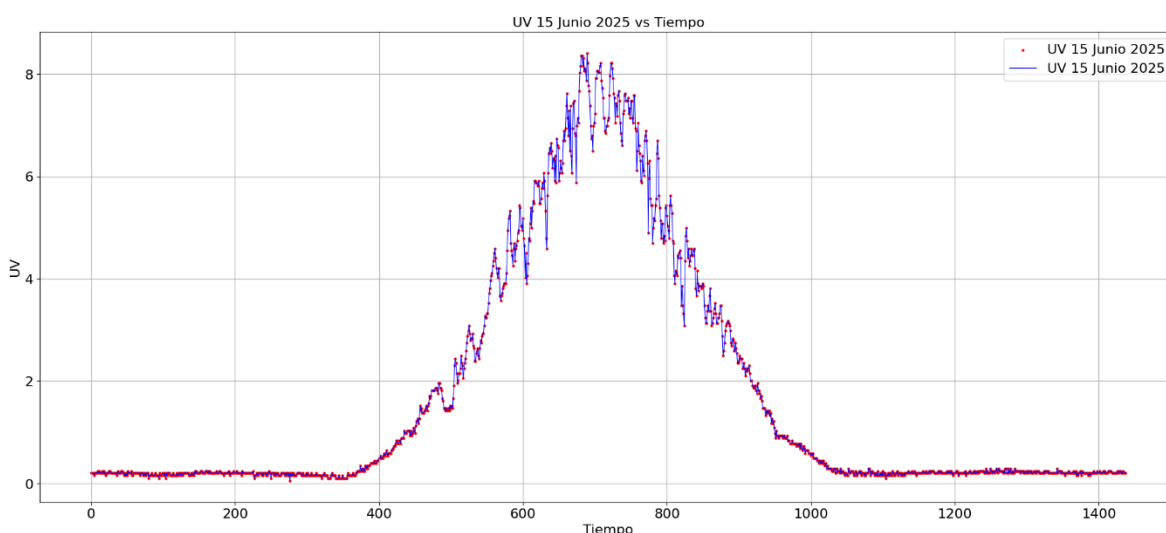
```
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
```

```
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
```

```
plt.legend(fontsize = 16)
```

```
plt.grid()
```

```
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-06-16
```

```
data_mult_6 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-06-16 00:00:00') &  
(data_mult['DateTime'] < '2025-06-17 00:00:00')]
```

```
data_mult_6
```

```
ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
10069  422034  0.20    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  00:00:06
10070  422035  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  00:01:06
10071  422036  0.20    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  00:02:06
10072  422037  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  00:03:06
10073  422038  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  00:04:06
...     ...     ...     ...     ...     ...
11501  423466  0.29    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  23:55:20
11502  423467  0.29    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  23:56:20
11503  423468  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  23:57:21
11504  423469  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  23:58:21
11505  423470  0.24    179.6.8.120  PUN-JG167-S1  2025-06-16  23:59:21
1437 rows x 5 columns
```

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x6 = np.arange(0, len(data_mult_6["ID"]), 1)
x6

array([ 0, 1, 2, ..., 1434, 1435, 1436])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

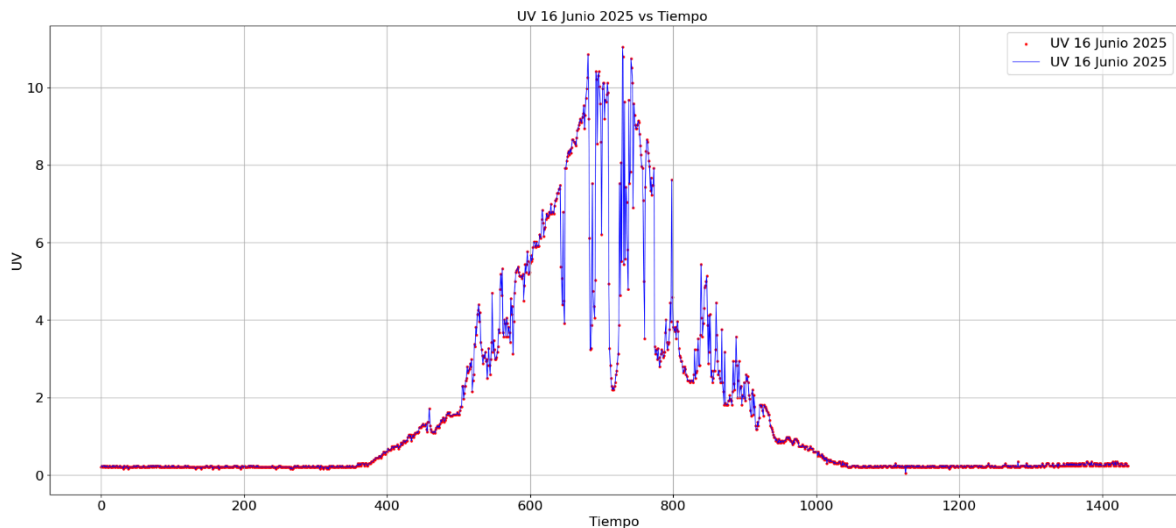
```
y6 = data_mult_6[["UV"]]
print(y6)
```

```
      UV
10069  0.20
10070  0.24
10071  0.20
10072  0.24
10073  0.24
...     ...
11501  0.29
11502  0.29
11503  0.24
11504  0.24
11505  0.24
```

```
[1437 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
```

```
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 16 Junio 2025 vs Tiempo ", fontsize = 16)
plt.scatter(x6, y6, s=5, color="red", label="UV 16 Junio 2025")
plt.plot(x6, y6, lw=0.8, color="blue", label="UV 16 Junio 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Comparar dos figuras
fig = plt.figure(figsize=(20, 10))
plt.title("UV 14 de Junio - UV 28 de Junio vs Tiempo", fontsize = 16)

#Establecer filas y columnas
rows = 2
columns = 1

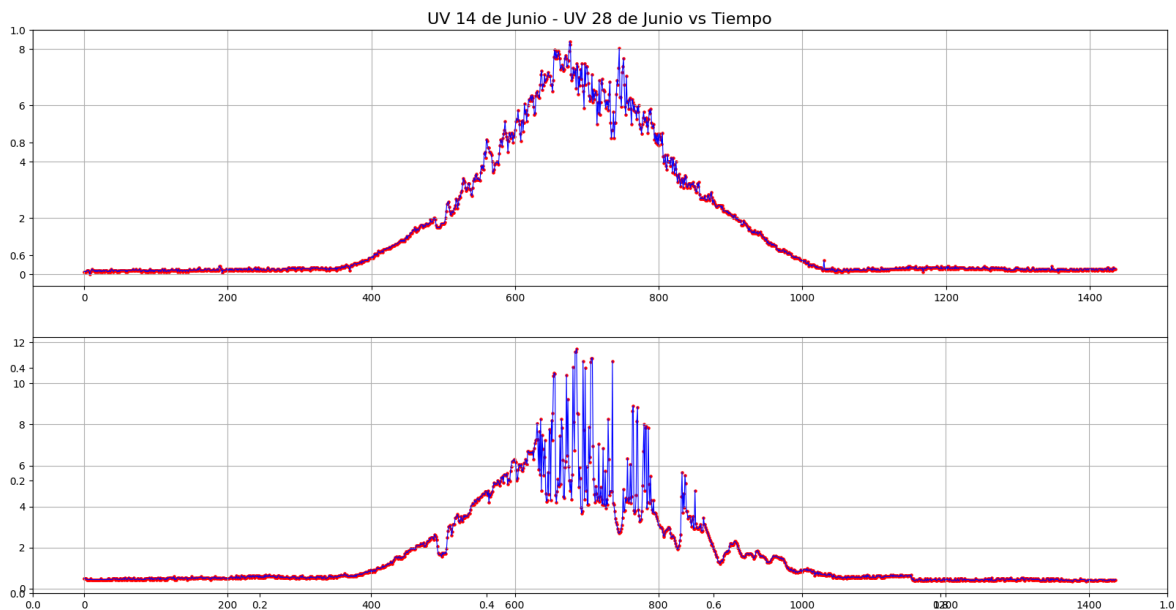
#Agrega subplot en la primera posición
fig.add_subplot(rows, columns, 1)

#Mostrar imagen
#UV vs Tiempo
plt.scatter(x3, y3, s=5, color="red", label="UV 14 de Junio")
plt.plot(x3, y3, lw=0.8, color="blue", label="UV 14 de Junio")
plt.grid()

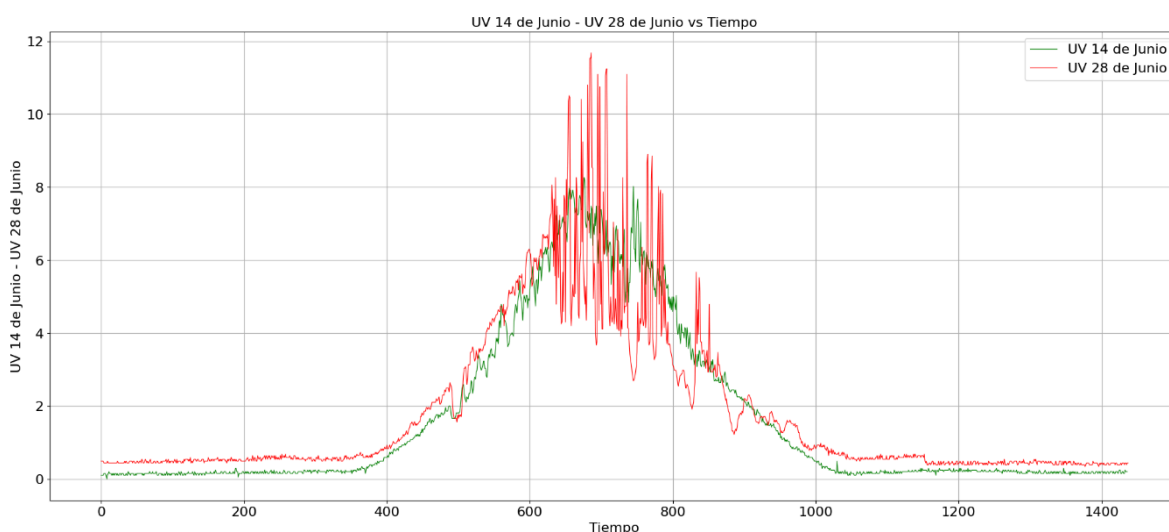
#Agrega subplot en la segunda posición
fig.add_subplot(rows, columns, 2)

#Mostrar imagen
#UV vs Tiempo
plt.scatter(x2, y2, s=5, color="red", label="UV 28 de Junio")
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="blue", label="UV 28 de Junio")
plt.grid()

#Mostrar imagen final
plt.show()
```



```
#Superponer dos figuras
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 14 de Junio - UV 28 de Junio vs Tiempo", fontsize = 16)
#plt.scatter(x1, y1, s=5, color="red", label="Temp In")
plt.plot(x3, y3, lw=0.8, color="green", label="UV 14 de Junio")
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="red", label="UV 28 de Junio")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV 14 de Junio - UV 28 de Junio', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Leer archivo de texto con datos CSV
data_mult = pd.read_csv("gdrive/MyDrive/Colab
Notebooks/UV/csv/UV-mult_xio_2.txt", header = None)
#Cov = pd.read_csv("path/to/file.txt", sep='\t', header=None)
data_mult.columns = ["ID", "UV", "ClientIP", "SensorID", "DateTime"]
```

```
#Mostrar información a cerca del grupo de datos
```

```
data_mult.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 158912 entries, 0 to 158911
Data columns (total 5 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  -
0   ID           158912 non-null int64
1   UV           158912 non-null float64
2   ClientIP    158912 non-null object
3   SensorID    158912 non-null object
4   DateTime    158912 non-null object
dtypes: float64(1), int64(1), object(3)
memory usage: 6.1+ MB
```

```
#Mostrar las primeras fila o registros del grupo datos
```

```
data_mult.head()
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
0	444982	0.39	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-02 00:00:35
1	444983	0.34	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-02 00:01:35
2	444984	0.44	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-02 00:02:35
3	444985	0.34	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-02 00:03:35
4	444986	0.34	179.6.8.120	PUN-JG167-S1	2025-07-02 00:04:35

```
#Mostrar estadísticas del grupo de datos
```

```
data_mult.describe()
```

	ID	UV
count	158912.000000	158912.000000
mean	524437.500000	2.298672
std	45874.087326	3.286222
min	444982.000000	0.000000
25%	484709.750000	0.290000
50%	524437.500000	0.490000
75%	564165.250000	0.313000
max	603893.000000	26.100000

```
#Mostrar las últimas filas o registros del grupo de datos
```

```
data_mult.tail()
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
158907	603889	10.07	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-11-05 12:47:53
158908	603890	10.02	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-11-05 12:48:54
158909	603891	9.82	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-11-05 12:49:54
158910	603892	9.78	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-11-05 12:50:54
158911	603893	9.53	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-11-05 12:51:54

```
#Mostrar una muestra de 10 filas o registros del grupo de datos
```

```
data_mult.sample(10)
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
99632	544614	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-25 01:05:35
16624	461606	0.44	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-07-13 21:39:50
34288	479270	0.49	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-07-26 05:33:28
136815	581797	0.10	179.6.8.130	PUN-JG167-S1	2025-10-21 01:22:27
37808	482790	1.17	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-07-28 16:20:47
86071	531053	0.39	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-08 04:51:24
84360	529342	0.39	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-06 23:19:31

```
118014 562996 0.10 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-10-07 20:56:39
100920 545902 0.34 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-09-25 22:34:43
29694 474676 0.49 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-23 00:41:31
```

#Mostrar los valores más altos de UV (Extremos)

```
data_mult.loc[data_mult['UV'] > 10]
```

```

      ID  UV  ClientIP  SensorID  DateTime
11707 456689 10.02 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-10 11:25:48
11708 456690 10.17 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-10 11:26:49
11709 456691 10.12 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-10 11:27:49
11710 456692 10.12 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-10 11:28:49
11713 456695 10.12 179.6.8.142 PUN-JG167-S1 2025-07-10 11:31:49
...    ...    ...    ...    ...
158881 603863 10.61 179.6.8.130 PUN-JG167-S1 2025-11-05 12:21:50
158882 603864 10.51 179.6.8.130 PUN-JG167-S1 2025-11-05 12:22:50
158883 603865 10.07 179.6.8.130 PUN-JG167-S1 2025-11-05 12:23:50
158907 603889 10.07 179.6.8.130 PUN-JG167-S1 2025-11-05 12:47:53
158908 603890 10.02 179.6.8.130 PUN-JG167-S1 2025-11-05 12:48:54
7827 rows x 5 columns
```

#Porcentaje de filas o registros únicos

```
data_mult.nunique() / len(data_mult)
```

```

0
ID      1.000000
UV      0.002196
ClientIP 0.000031
SensorID 0.000006
DateTime 1.000000
```

dtype: float64

#Porcentaje de filas o registros vacíos

```
data_mult.isna().sum() / len(data_mult)
```

```

0
ID      0.0
UV      0.0
ClientIP 0.0
SensorID 0.0
DateTime 0.0
```

dtype: float64

#Tipos de datos

```
data_mult.dtypes
```

```

0
ID      int64
UV      float64
ClientIP object
SensorID object
DateTime object
```

dtype: object

#Estadísticas de los datos

```
data_mult.describe()
```

```

count    ID      UV
mean    524437.500000 2.298672
std     45874.087326 3.286222
min     444982.000000 0.000000
25%    484709.750000 0.290000
50%    524437.500000 0.490000
75%    564165.250000 0.130000
max     603893.000000 26.100000

```

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
```

```
x1 = np.arange(0, len(data_mult["ID"]), 1)
```

```
x1
```

```
array([    0,     1,     2, ..., 158909, 158910, 158911])
```

```
#Se asigna los datos de UV para el eje Y
```

```
y1 = data_mult[["UV"]]
```

```
print(y1)
```

```

          UV
0         0.39
1         0.34
2         0.44
3         0.34
4         0.34
...      ...
158907   10.07
158908   10.02
158909    9.82
158910    9.78
158911    9.53

```

```
[158912 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Tiempo
```

```
plt.figure(figsize=(24,10))
```

```
plt.title("UV vs Tiempo", fontsize = 16)
```

```
plt.scatter(x1, y1, s=5, color="red", label="UV")
```

```
plt.plot(x1, y1, lw=0.8, color="blue", label="UV")
```

```
plt.xticks(fontsize = 16)
```

```
plt.yticks(fontsize = 16)
```

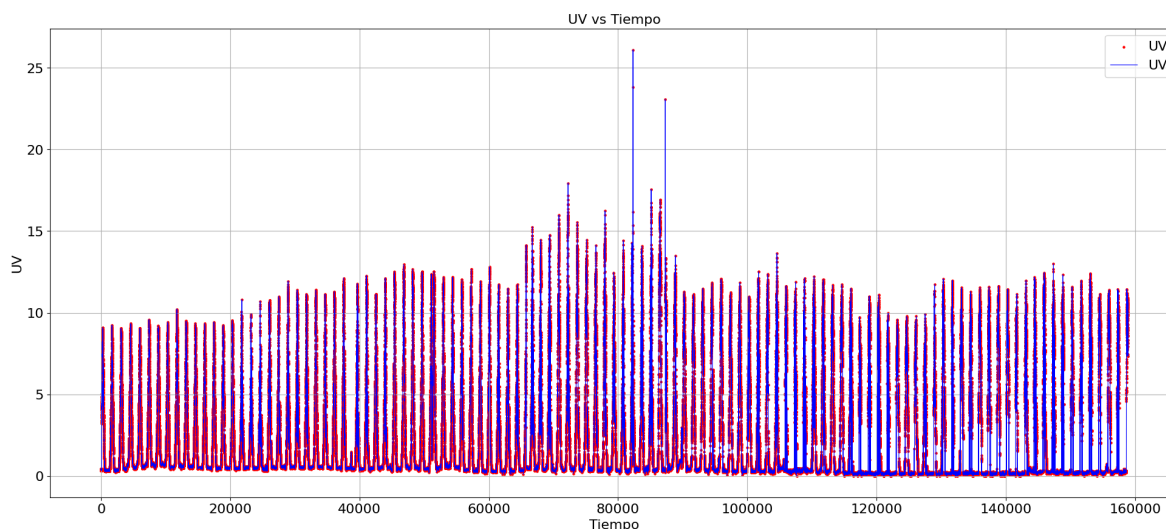
```
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
```

```
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
```

```
plt.legend(fontsize = 16)
```

```
plt.grid()
```

```
plt.show()
```



```
#Mostrar valores de UV solamente del día 2025-10-02
data_mult_2 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-10-02 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-10-03 00:00:00')]
```

```
data_mult_2
```

ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime	
109606	554588	0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 00:01:00
109607	554589	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 00:02:00
109608	554590	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 00:03:00
109609	554591	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 00:04:00
109610	554592	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 00:05:00
...	...	...	...	...	...
111040	556022	0.15	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 23:55:56
111041	556023	0.20	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 23:56:56
111042	556024	0.20	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 23:57:56
111043	556025	0.20	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 23:58:57
111044	556026	0.20	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-10-02 23:59:57

1439 rows x 5 columns

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x2 = np.arange(0, len(data_mult_2["ID"]), 1)
x2
```

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1436, 1437, 1438])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

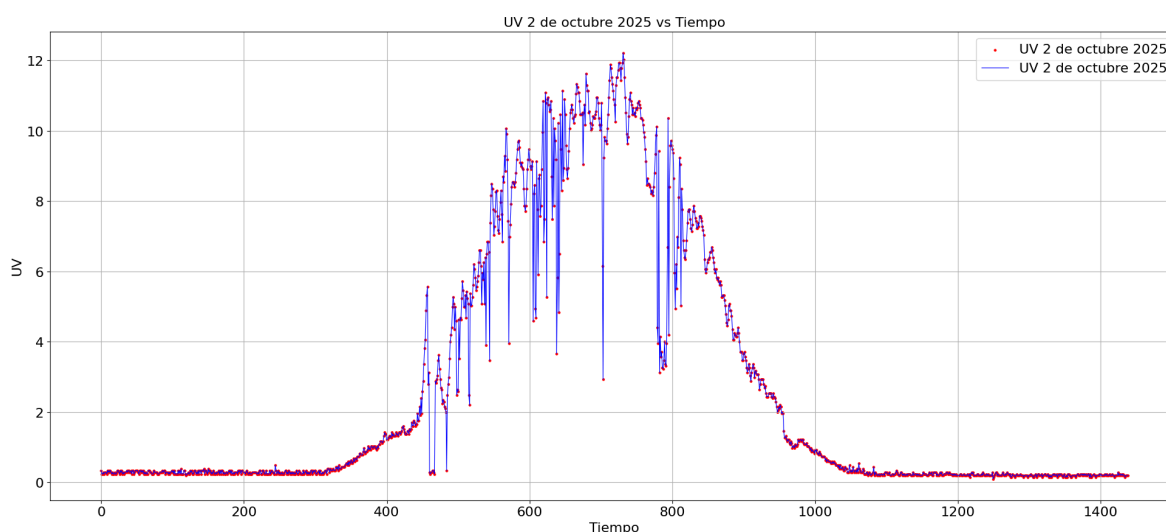
```
y2 = data_mult_2[["UV"]]
print(y2)
```

ID	UV
109606	0.34
109607	0.24
109608	0.24
109609	0.29
109610	0.24
...	...
111040	0.15
111041	0.20
111042	0.20

```
111043 0.20
111044 0.20
```

```
[1439 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Tiempo
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 2 de octubre 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x2, y2, s=5, color="red", label="UV 2 de octubre 2025")
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="blue", label="UV 2 de octubre 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-08-15
data_mult_3 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-08-15 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-08-16 00:00:00')]
```

```
data_mult_3
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime	
	60794	505776	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 00:00:41
	60795	505777	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 00:01:41
	60796	505778	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 00:02:41
	60797	505779	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 00:03:41
	60798	505780	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 00:04:41
	...	...	...	...	...	...
	62223	507205	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 23:55:08
	62224	507206	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 23:56:09
	62225	507207	0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 23:57:09
	62226	507208	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 23:58:09
	62227	507209	0.24	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-08-15 23:59:09

```
1434 rows x 5 columns
```

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x3 = np.arange(0, len(data_mult_3["ID"]), 1)
```

x3

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1431, 1432, 1433])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

```
y3 = data_mult_3[["UV"]]
```

```
print(y3)
```

```

      UV
60794 0.29
60795 0.29
60796 0.29
60797 0.29
60798 0.29
...    ...
62223 0.29
62224 0.24
62225 0.29
62226 0.24
62227 0.24

```

```
[1434 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
```

```
plt.figure(figsize=(24,10))
```

```
plt.title("UV 15 de agosto 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
```

```
plt.scatter(x3, y3, s=5, color="red", label="UV 15 de agosto 2025")
```

```
plt.plot(x3, y3, lw=0.8, color="blue", label="UV 15 de agosto 2025")
```

```
plt.xticks(fontsize = 16)
```

```
plt.yticks(fontsize = 16)
```

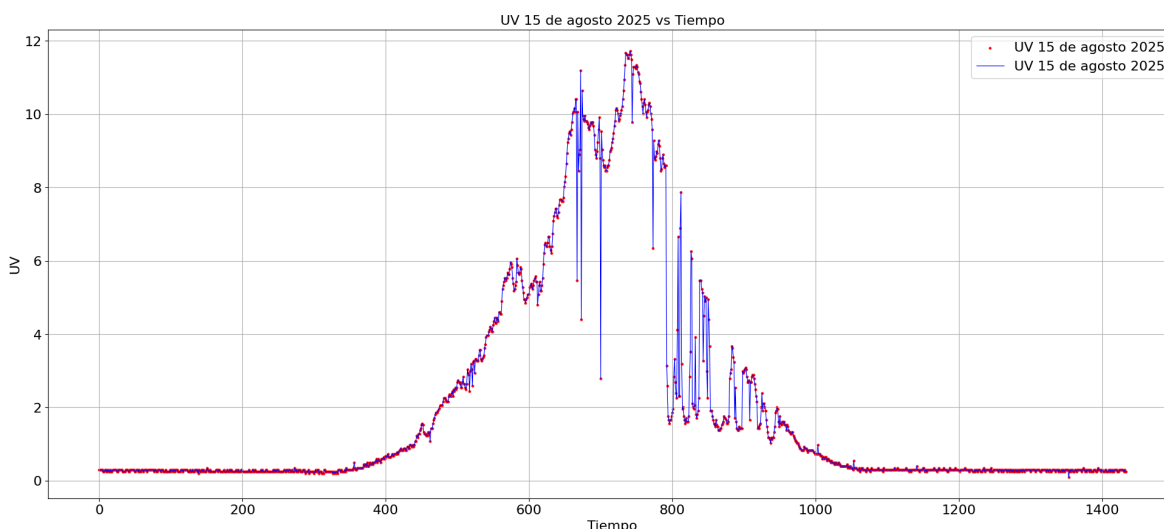
```
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
```

```
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
```

```
plt.legend(fontsize = 16)
```

```
plt.grid()
```

```
plt.show()
```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-07-28
```

```
data_mult_4 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-07-28 00:00:00') &  
(data_mult['DateTime'] < '2025-07-29 00:00:00')]
```

```
data_mult_4
```

```

      ID      UV      ClientIP      SensorID      DateTime
36831 481813 0.44      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 00:00:53
36832 481814 0.49      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 00:01:53
36833 481815 0.44      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 00:02:53
36834 481816 0.49      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 00:03:53
36835 481817 0.44      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 00:04:53
...    ...    ...    ...    ...
38259 483241 0.49      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 23:55:14
38260 483242 0.49      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 23:56:14
38261 483243 0.49      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 23:57:14
38262 483244 0.44      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 23:58:14
38263 483245 0.44      179.6.8.142  PUN-JG167-S1 2025-07-28 23:59:14
1433 rows x 5 columns

```

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x4 = np.arange(0, len(data_mult_4["ID"]), 1)
x4

array([ 0, 1, 2, ..., 1430, 1431, 1432])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

```
y4 = data_mult_4[["UV"]]
print(y4)
```

```

      UV
36831 0.44
36832 0.49
36833 0.44
36834 0.49
36835 0.44
...    ...
38259 0.49
38260 0.49
38261 0.49
38262 0.44
38263 0.44

```

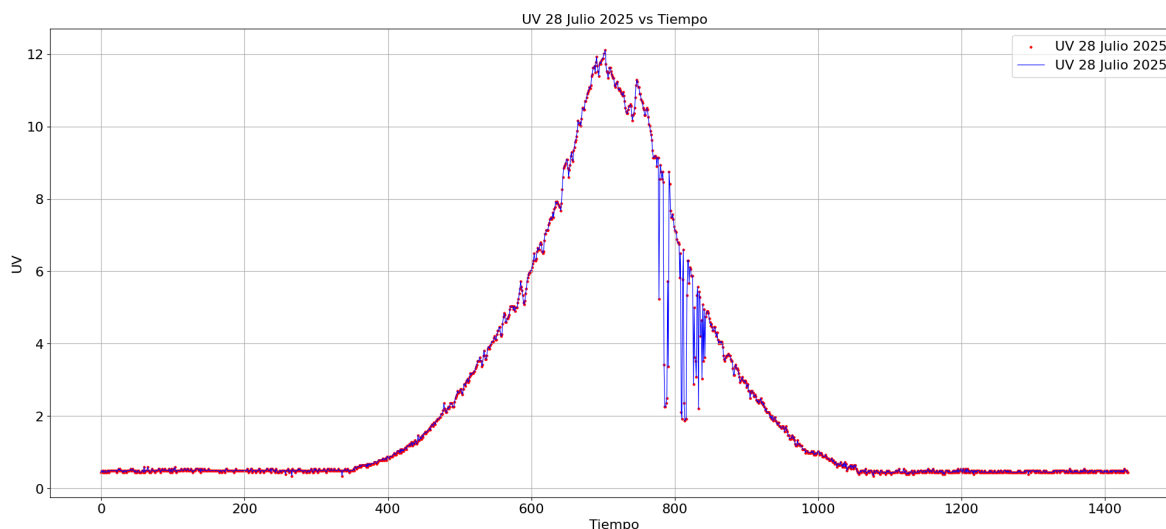
```
[1433 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
```

```

plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 28 Julio 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x4, y4, s=5, color="red", label="UV 28 Julio 2025")
plt.plot(x4, y4, lw=0.8, color="blue", label="UV 28 Julio 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()

```



```
#Mostrar los datos de UV de solamente el día 2025-09-01
data_mult_5 = data_mult.loc[(data_mult['DateTime'] > '2025-09-01 00:00:00') &
(data_mult['DateTime'] < '2025-09-02 00:00:00')]
```

```
data_mult_5
```

	ID	UV	ClientIP	SensorID	DateTime
	75829	520811 0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 00:00:28
	75830	520812 0.39	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 00:01:28
	75831	520813 0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 00:02:28
	75832	520814 0.39	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 00:03:28
	75833	520815 0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 00:04:28
	...	...	...	...	...
	77260	522242 0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 23:55:45
	77261	522243 0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 23:56:45
	77262	522244 0.34	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 23:57:45
	77263	522245 0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 23:58:45
	77264	522246 0.29	179.6.8.142	PUN-JG167-S1	2025-09-01 23:59:45

1436 rows x 5 columns

```
#Crear una matriz para representar el eje X de un gráfico
```

```
#x1 = np.arange(0, len(y), 1)
x5 = np.arange(0, len(data_mult_5["ID"]), 1)
x5
```

```
array([ 0, 1, 2, ..., 1433, 1434, 1435])
```

```
#Asignar los valores de UV al eje Y
```

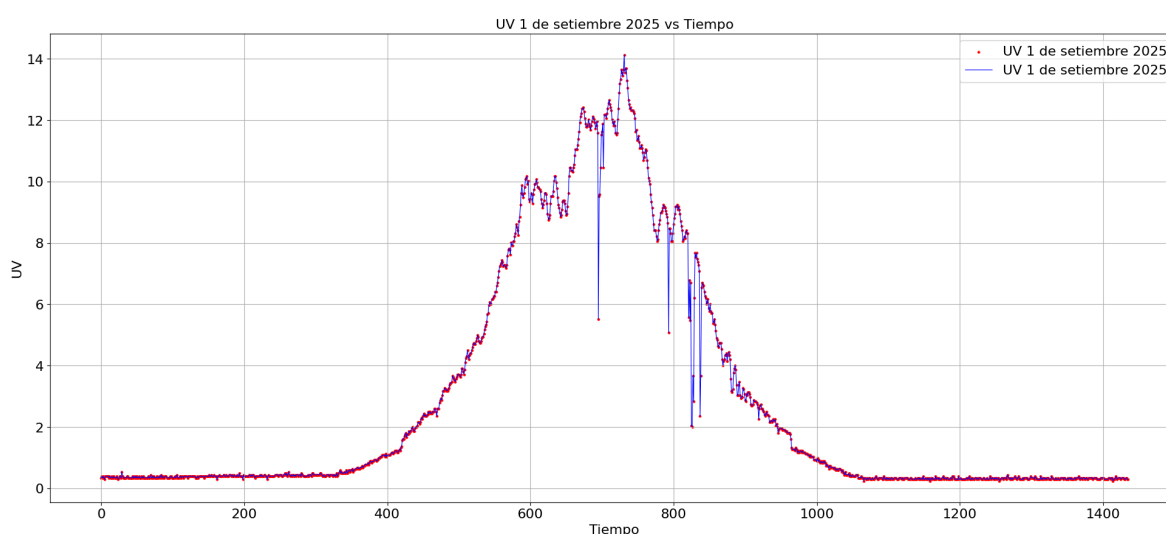
```
y5 = data_mult_5[["UV"]]
print(y5)
```

	UV
75829	0.34
75830	0.39
75831	0.34
75832	0.39
75833	0.34
...	...
77260	0.29
77261	0.34
77262	0.34

```
77263 0.29
77264 0.29
```

```
[1436 rows x 1 columns]
```

```
#UV vs Time
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 1 de setiembre 2025 vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x5, y5, s=5, color="red", label="UV 1 de setiembre 2025")
plt.plot(x5, y5, lw=0.8, color="blue", label="UV 1 de setiembre 2025")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('UV', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.show()
```



```
#Comparar dos figuras
fig = plt.figure(figsize=(20, 10))
plt.title("UV 2 de octubre - UV 28 de julio vs Tiempo", fontsize = 16)

#Establecer filas y columnas
rows = 2
columns = 1

# reading images
#Image1 = cv2.imread('Image1.jpg')
#Image2 = cv2.imread('Image2.jpg')
#Image3 = cv2.imread('Image3.jpg')
#Image4 = cv2.imread('Image4.jpg')

#Agrega subplot en la primera posición
fig.add_subplot(rows, columns, 1)

#Mostrar imagen
#UV vs Tiempo
plt.scatter(x2, y2, s=5, color="red", label="UV 2 de octubre")
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="blue", label="UV 2 de octubre")
plt.xticks(fontsize = 16)
```

```

plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('Voltaje Panel', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()
plt.imshow(Image1)
plt.axis('off')
plt.title("First")

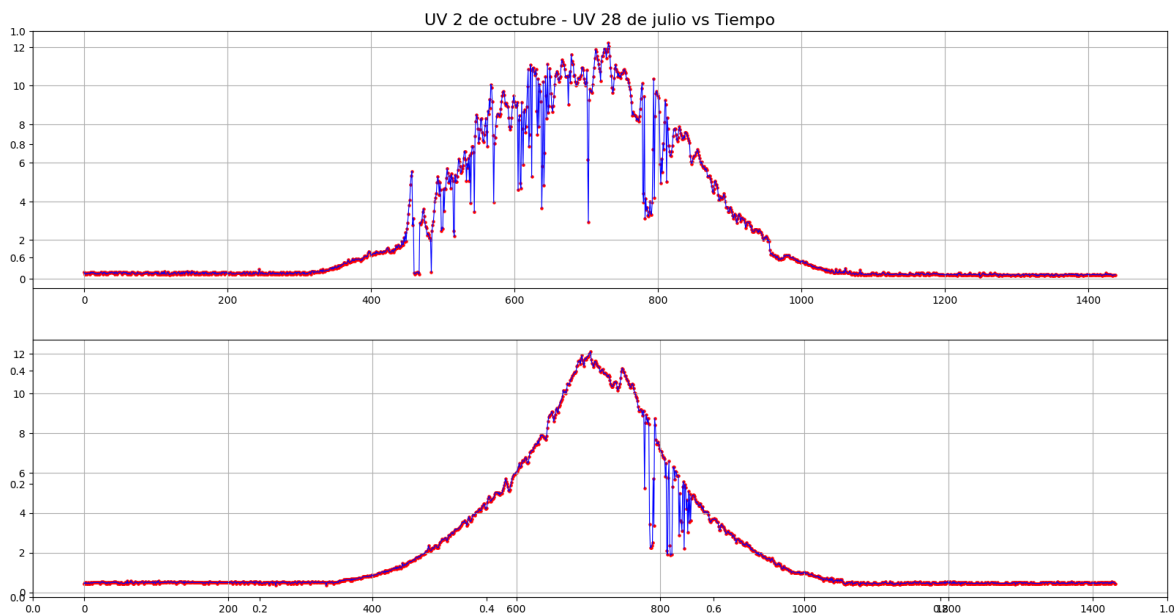
#Agrega subplot en la segunda posición
fig.add_subplot(rows, columns, 2)

#Mostrar imagen
#UV vs Tiempo
plt.scatter(x4, y4, s=5, color="red", label="UV 28 de julio")
plt.plot(x4, y4, lw=0.8, color="blue", label="UV 28 de julio")
plt.xticks(fontsize = 16)
plt.yticks(fontsize = 16)
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)
plt.ylabel('Voltaje Batería', fontsize = 16)
plt.legend(fontsize = 16)
plt.grid()

plt.imshow(Image2)
plt.axis('off')
plt.title("Second")

#Mostrar imagen final
plt.imshow(Image4)
plt.axis('off')
plt.title("Fourth")
plt.grid()
plt.show()

```

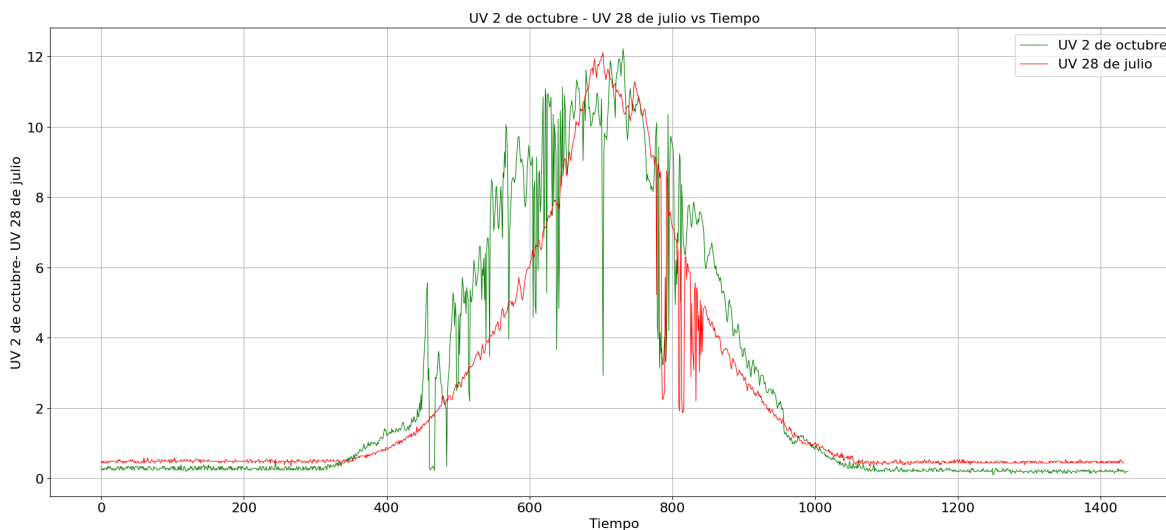


```

#Superponer dos figuras
plt.figure(figsize=(24,10))
plt.title("UV 2 de octubre - UV 28 de julio vs Tiempo", fontsize = 16)
plt.scatter(x1, y1, s=5, color="red", label="Temp In")

```

```
plt.plot(x2, y2, lw=0.8, color="green", label="UV 2 de octubre")  
plt.plot(x4, y4, lw=0.8, color="red", label="UV 28 de julio")  
plt.xticks(fontsize = 16)  
plt.yticks(fontsize = 16)  
plt.xlabel('Tiempo', fontsize = 16)  
plt.ylabel('UV 2 de octubre- UV 28 de julio', fontsize = 16)  
plt.legend(fontsize = 16)  
plt.grid()  
plt.show()
```



#### Anexo 04: Módulo de adquisición de datos



Anexo 05: Matriz

TÍTULO: ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y LA VARIACIÓN DE LA IRRADIANCIA ULTRAVIOLETA EN EL DISTRITO DE PUNO 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES DIMENSIONES INDICADORES INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cuáles son los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en la ciudad de Puno?	Analizar los niveles de la irradiancia ultravioleta y su variación en el distrito de Puno.	El análisis de la irradiancia ultravioleta permite conocer sus niveles y su variación en el distrito de Puno.	<p><b>Variable Independiente:</b> Tiempo y Ubicación Geográfica</p> <p><b>Dimensión:</b> Horas, minutos, segundos y latitud, longitud, altitud</p> <p><b>Indicador:</b> Hora del día y coordenadas geográficas</p> <p><b>Instrumento:</b> Módulos de medición con sensores electrónicos</p>	<p><b>Tipo de estudio</b> Descriptivo propositivo</p> <p><b>Diseño</b> No experimental</p> <p><b>Nivel</b> Exploratorio</p> <p><b>Área de estudio</b> Ingeniería Ambiental</p> <p><b>Población</b> Del punto de adquisición de datos en el distrito de Puno</p> <p><b>Muestra</b> De los datos adquiridos por los instrumentos usados desde el punto de adquisición</p> <p><b>Valoración estadística</b> Resultados de los instrumentos de investigación</p> <p><b>Esquema del proyecto</b> Guiado por los reglamentos de grados y títulos</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuáles son los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno?</p> <p>¿Cuáles son las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Realizar mediciones de los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.</p> <p>Determinar las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>Es posible conocer los niveles de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.</p> <p>Se puede determinar las variaciones de la irradiancia ultravioleta en el distrito de Puno.</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b> Irradiancia Ultravioleta (niveles y variación)</p> <p><b>Dimensión:</b> mW/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Indicador:</b> Índice ultravioleta</p> <p><b>Instrumento:</b> Módulo de medición con sensor electrónico</p>	