

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

## FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

#### AMBIENTAL Y SANITARIA



#### TESIS

**COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA  
(UV) EN LOS PERIODOS 2018 – 2019, EN LA CIUDAD DE HUANCABELICA**

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Recursos naturales renovables y no renovables

#### PRESENTADO POR:

Bach. Yaulilahua Huacho, Russbelt

#### PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental y Sanitario

**HUANCABELICA, PERÚ**

**2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los treinta días (30) del mes de abril del año 2021, siendo las quince horas (15:00 p.m.), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **M.Sc. Pedro Antonio PALOMINO PASTRANA (PRESIDENTE)**, **Mg. Cesar CASTAÑEDA CAMPOS (SECRETARIO)**, **Wilfredo SÁEZ HUAMÁN (ACCESITARIO)**, designados con Resolución de Decano N° 047-2021-FCI-UNH, de fecha 16 de marzo del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA (UV) EN LOS PERIODOS 2018-2019, EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA", presentado por el Bachiller **Russbelt YAULILAHUA HUACHO** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas...3:40 p.m....; se comunicó al sustentante y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

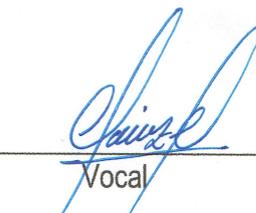
APROBADO  POR UNANIMIDAD.....

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano

## **Título**

**“COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR  
ULTRAVIOLETA (UV) EN LOS PERIODOS 2018 – 2019, EN  
LA CIUDAD DE HUANCVELICA”**

**Autor**

**BACH. YAULILAHUA HUACHO, RUSSBELT**

**Asesor**  
**Dr. CHÁVEZ ARAUJO, ELMER RENÉ**

## **Dedicatoria**

La presente tesis la dedico con mucho cariño y amor a mis padres y hermanos, Yaulilahua Huillcas, Félix y Huacho Lima, Teodora; Máximo Yaulilahua Huacho, Rafael Yaulilahua Huacho, Moisés Yaulilahua Huacho, Ángel Yaulilahua Huacho, Enrique Yaulilahua Huacho, Rosa Belinda y a mi pequeño Russbelt José Yaulilahua quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A la ingeniera Teresa Gonzales Huamán, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica y personas interesadas en temas referidos a la presente tesis.

Bach. Yaulilahua Huacho, Russbelt

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado unos padres, hermanos y una familia maravillosa, en especial agradezco a la ingeniera Teresa Gonzales Huamán, quienes mi brindaron el apoyo, fortaleza y conocimientos en los momentos más difíciles de mi vida, por formarme con valores e incentivar me a alcanzar mi objetivo, uno de ellos el lograr ser profesional.

Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación en mi profesión, de manera especial, a los jurados evaluadores M.Sc. Palomino Pastrana, Pedro, Mg. Castañeda Campos, César, Mg. Sáez Huamán, Wilfredo asesor de la presente tesis, Dr. Chávez Araujo, Elmer René, quien me ha tutelado en la realización de la tesis hasta lograr culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida profesional.

Muchas gracias a todos.

Bach. Yaulilahua Huacho, Russbelt

# Índice general

Título.....	iii
Autor.....	iv
Asesor.....	v
Dedicatoria .....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general .....	viii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de fotografías .....	xvii
Resumen.....	xviii
Abstrac.....	xix
Introducción.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problema específico.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivo específico.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Limitaciones.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	17
2.2.1 Teoría de radiación solar.....	17

2.2.2	Teoría corpuscular.....	17
2.2.3	Teorías electromagnéticas .....	17
2.2.4	Teoría ondulatoria .....	18
2.2.5	Teoría de los cuantos .....	18
2.3	Bases conceptuales .....	18
2.1.1	Sol.....	18
2.1.2	Características del Sol.....	19
2.1.3	Estructura del Sol.....	20
2.1.4	Radiación solar .....	21
2.1.5	Distribución espectral de la radiación solar .....	22
2.1.6	Radiación solar extraterrestre.....	24
2.1.7	Espectro solar.....	24
2.1.8	Tipos de radiación solar global .....	25
2.1.9	Radiación ultravioleta.....	26
2.1.10	Tipos de radiación (UV) y sus efectos en la salud.....	27
2.1.11	Factores que influyen en los niveles de radiación (UV) .....	28
2.1.12	Unidad de medida .....	31
2.1.13	Índice ultravioleta (IUV).....	32
2.1.14	(IUV) .....	32
2.1.15	Cálculo del índice ultravioleta (IUV).....	33
2.1.16	Estaciones del año .....	33
2.1.17	Cambio climático.....	34
2.4	Definición del término .....	36
2.5	Hipótesis .....	42
2.5.1	Hipótesis general.....	42
2.5.2	Hipótesis específicas .....	42
2.6	Variables .....	42
2.6.1	Variable independiente .....	42
2.7	Alcances y limitaciones .....	42
2.8	Operacionalización de variables .....	44
CAPÍTULO III.....		45
MARCO METODOLÓGICO.....		45
3.1	Tipo de investigación .....	45
3.2	Nivel de investigación .....	45

3.3	Método de investigación .....	45
3.4	Diseño de investigación .....	46
3.5	Población, Muestra, Muestreo .....	47
3.5.1	Población .....	47
3.5.2	Muestra .....	47
3.5.3	Muestreo .....	47
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
3.6.1	Técnica .....	47
3.6.2	Instrumento.....	47
3.7	Procesamiento de recolección de datos.....	47
3.8	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	48
3.8.1	Estadística descriptiva .....	48
3.8.2	Estadística inferencial .....	48
3.9	Ámbito de estudio.....	48
CAPÍTULO IV .....		49
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....		49
4.1	Presentación e interpretación de datos .....	49
4.2	Discusión de resultados .....	91
Conclusiones .....		93
Recomendaciones.....		94
Referencias bibliográficas .....		95

## Índice de tablas

Tabla 1 Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018 .....	64
Tabla 2 Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.....	65
Tabla 3 Prueba de T de Student.....	67
Tabla 4 Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.....	69
Tabla 5 Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.....	70
Tabla 6 Prueba de T de Student.....	71
Tabla 7 Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) estaciones del año 2018.....	77
Tabla 8 Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018 .....	78
Tabla 9 Prueba de T de Student.....	79
Tabla 10 Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) estaciones del año 2019 .....	84
Tabla 11 Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019.....	85
Tabla 12 Prueba de T de Student.....	86
Tabla 13 Matriz de consistencia.....	99
Tabla 14 índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses del año 2018 .....	101
Tabla 15 índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses del año 2019 .....	102
Tabla 16 Promedio de cada mes del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 – 2019 .....	
Tabla 17 Promedio de cada estación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones de los años 2018 – 2019 .....	
Tabla 18 T-Student para determinar grados de libertad .....	103
Tabla 19 Rangos de radiación (UV).....	110

# Índice de figuras

Figura 1. Imagen detallada de un conjunto de manchas solares observadas en el espectro de luz visible. La umbra y la penumbra son claramente discernibles, así como la granulación solar. ....	20
Figura 2. Espectro electromagnético de la radiación solar.....	22
Figura 3. Energía radiada por el Sol y la tierra.....	23
Figura 4 Irradiancia solar y número de manchas solares en el tiempo obtenido de datos satelitales. ....	24
Figura 5. Espectro de radiación solar extraterrestre en la superficie. ....	25
Figura 6. Radiación recibida sobre la superficie de la Tierra. ....	26
Figura 7. Reflexión por el suelo. ....	31
Figura 8. Conversiones útiles para radiación visible y ultravioleta ....	32
Figura 9. Las estaciones del año en el Planeta Tierra ....	33
Figura 10. Clasificación del estado de cielo realizada. ....	36
Figura 11. Ubicación y localización del área de estudio. ....	48
Figura 12. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de enero del 2018. ....	49
Figura 13. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de febrero del 2018.....	50
Figura 14. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de marzo del 2018.....	51
Figura 15. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de abril del 2018. ....	51
Figura 16. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de mayo del 2018. ....	52
Figura 17. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de junio del 2018.....	52
Figura 18. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de julio del 2018. ....	53
Figura 19. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de agosto del 2018.....	53
Figura 20. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de setiembre del 2018.....	54

Figura 21. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de octubre del 2018.....	55
Figura 22. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de noviembre del 2018.....	55
Figura 23. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de diciembre del 2018.....	56
Figura 24. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de enero del 2019.....	57
Figura 25. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de febrero del 2019.....	57
Figura 26. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de marzo del 2019.....	58
Figura 27. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de abril del 2019.....	59
Figura 28. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de mayo del 2019.....	59
Figura 29. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de junio del 2019.....	60
Figura 30. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de julio del 2019.....	60
Figura 31. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de agosto del 2019.....	61
Figura 32. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de setiembre del 2019.....	61
Figura 33. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de octubre del 2019.....	62
Figura 34. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de noviembre del 2019.....	63
Figura 35. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de diciembre del 2019.....	63
Figura 36. Promedio mensual del IUV del año 2018.....	64
Figura 37. Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.....	65

Figura 38. Comparación de la radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial del (OMS) en la ciudad de Huancavelica.....	66
Figura 39. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.....	67
Figura 40. Promedio mensual del IUV del año 2019.....	68
Figura 41. Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019. ....	69
Figura 42. Comparación de la radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial (IUV) del (OMS) en la ciudad de Huancavelica.....	70
Figura 43. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.....	72
Figura 44. Comportamiento del IUV de la ciudad de Huancavelica de los años 2018 - 2019.....	72
Figura 45. Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) entre los años 2018 – 2019.....	73
Figura 46. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de otoño del año 2018. ....	74
Figura 47. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de invierno del año 2018.....	74
Figura 48. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de primavera del año 2018. ....	75
Figura 49. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de verano del año 2018 de la ciudad de Huancavelica.....	76
Figura 50. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018.....	76
Figura 51. Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018. ....	77
Figura 52. Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018 con el índice solar mundial (UV) de (OMS).....	78
Figura 53. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018. ....	80
Figura 54. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación del otoño del año 2019. ....	81

Figura 55. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de invierno del año 2019.....	81
Figura 56. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de primavera del año 2019. ....	82
Figura 57. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de verano del año 2019. ....	83
Figura 58. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019. ....	83
Figura 59. Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019. ....	84
Figura 60. Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019 con el índice solar (UV) mundial de (OMS).....	85
Figura 61. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019. ....	87
Figura 62. Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones de los años 2018 – 2019.....	88

## Índice de anexos

Anexos 1 Matriz de consistencia.....	98
Anexos 2 Datos del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses de los años 2018 -2019 en la ciudad de Huancavelica .....	100
Anexos 3 Índice (UV) solar mundial Guía práctica del año 2003 .....	104
Anexos 4 Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar.....	111
Anexos 5 Resolución Ministerial N° 201 - 2019 - MINAM.....	113
Anexos 6 Resolución Jefatural N° 204-2016-J/INEN.....	115
Anexos 7 Resolución de Secretaria General N° 368 – 20176 MINEDU .....	117

## Índice de fotografías

Fotografías 1. Instalación de Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica.....	127
Fotografías 2. Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica.....	127
Fotografías 3. Procesamiento y recolección de datos registrados de Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.....	128
Fotografías 4. Procesamiento y recolección de base de datos a Excel de Estación Meteorológica Automática Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.....	128
Fotografías 5. Equipos de Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.....	129
Fotografías 6. Software Wetherlink 6.0.3 con sus comandos y reportes en laptop HP CORE i3.....	129
Fotografías 7. Variables para convertir en unidades dentro del software Vantage Pro2.....	130
Fotografías 8. Transferencia base de datos de Vantage pro2 al programa Excel.....	130

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad, evaluar el índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica, se utilizó los datos proporcionados por la Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria del Laboratorio Central de la Universidad Nacional de Huancavelica ubicados en 12°46'39.71" Latitud Sur; 74°57'37.54" Longitud Oeste, a 3713 msnm. El tipo de investigación fue, cuantitativa, nivel descriptivo explicativa, diseño no experimental, longitudinal. El muestreo estuvo conformado por 24 datos del índice de radiación solar ultravioleta UV, con la prueba no probabilística; esto debido a que el universo de los datos del índice de radiación UV ha sido registrado de manera continua 2018 - 2019. Se utilizó como instrumento fichas documentadas, previamente validada el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el procesamiento de los resultados fue mediante los programas SPSS Statistics V25.0. Los resultados fueron analizados mediante la estadística descriptiva e inferencial con un nivel de significancia de 95% de confiabilidad mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov, Shapiro Wilk, T - Student, lo cual indicó que fue muy confiable. Los resultados obtenidos dan un índice de radiación ultravioleta UV a nivel mensual y estacional en la ciudad de Huancavelica porque alcanzaron valores de 6 IUUV a 7 IUUV y 8 IUUV el cual es catalogada según OMS del riesgo de exposición alta y muy alta de enero 2018 a diciembre 2019. El incremento del año 2018 a 2019, es 0,09 IUUV. Se concluye, que en los años 2018 – 2019 el IUUV a nivel mensual y estacional alcanzaron valores de 6 IUUV a 7 IUUV y 8 IUUV lo cual están catalogados como alta y muy alta según OMS.

**Palabras clave:** Índice de radiación solar ultravioleta.

## Abstrac

The purpose of this research work is to evaluate the ultraviolet (UV) solar radiation index in the periods 2018 - 2019, in the city of Huancavelica, using the data provided by the Automatic Meteorological Station DAVIS brand model Vantage Pro2 of the National University of Huancavelica located at 12 ° 46'39.71 "South Latitude; 74 ° 57'37.54" West Longitude, at 3713 meters above sea level. The type of research was quantitative, descriptive explanatory level, non-experimental design, longitudinal. The sampling consisted of approximately 24 statistics from two years of the UV ultraviolet solar radiation index (IUV), with the non-probabilistic test, due to the fact it has been continuously recorded. Documented records were used, previously validated by the National Meteorology and Hydrology Service of Perú (SENAMHI), the results were analyzed with a significance level of 95% reliability with the program SPSS Version V25.0 which indicated very reliable. The results obtained give an IUV at different seasonal levels: autumn 7.57 IUV, winter 8.19 IUV, spring 8.26 IUV and summer 7.45 IUV in 2018 and autumn 7.74 IUV, winter 7.95 IUV, spring 8.10 IUV and summer 7.81 The IUV and the temperature °C in different months and seasons during the years 2018 and 2019 shows a direct proportional relationship.

**Keywords:** Ultraviolet solar radiation index.

## Introducción

El Sol es parte de nuestro sistema solar alrededor del cual giran los planetas así como la Tierra, donde la radiación emitida desde el Sol es necesaria para la vida en la Tierra, no toda esta radiación llega a la superficie, en su camino y al pasar por la atmósfera es atenuada, llegando lo necesario a nuestro planeta, generando condiciones óptimas para la vida (Gómez, 2017), (Chambi, 2018).

La radiación ultravioleta (UV), que proviene del Sol varía a lo largo del año, depende de la distancia Tierra - sol, el ángulo horario, el ozono y de los aerosoles presentes en la atmósfera (Alfaro, Llacza, & Sánchez, 2016); (Huillca, Taipe, & Saavedra, 2017). La radiación ultravioleta es uno de los factores naturales más importantes para la vida (Abril, Azogue, Chancusig, Suárez, & León, 2019). La radiación (UV) abarca el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nm y se divide en las tres bandas UVC (100 - 280)nm; UVB (280 - 315)nm; UVA (315 - 400)nm (Organización Mundial de la Salud, 2003); (Benavides, 2010). Esta radiación se clasifica como un agente cancerígeno (Huillca et al., 2017).

El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual sólo un 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV) (García, Rodríguez, Justo, & Calderón, 2013). La radiación (UVA) y especialmente la UVB penetran en la piel (EPA, 2001). Se relaciona con la aparición de melanomas, quemaduras, alteración de ADN genético y provocan cáncer de la piel que van en aumento en los últimos años (Huaraya, 2018); (EPA, 2001); (Vidaurre, Abugattas, Santos, Manrique, & Regalado, 2016); (Mayhua, 2019). no obstante, pequeñas cantidades de radiación (UV) son beneficiosas para el ser humano y esenciales para la producción de vitamina D (Sosa, 2019), (Cañarte, 2010). El sol es una fuente poderosa de energía y sin luz y calor la vida en nuestro planeta no sería posible (Barreto, 2017), aunque los rayos (UV) solares causan problemas cuando existe una exposición significativa como es el caso de los trabajadores al aire libre (Cáceres, 2019).

Estas radiaciones tienen bastante energía para producir daño y perjuicios en los sistemas terrestres a través de acciones en plantas y microorganismos (Dedios, 2016), la literatura muestra que algunas plantas tienen mayor tamaño en ausencia de la radiación (UV) y existen también estudios sobre los efectos de la radiación (UV) en ecosistemas acuáticos debido a que degrada, ya que degrada fotolíticamente el carbono orgánico para que puedan ser absorbidos por el plancton (Huillca et al., 2017).

La radiación ultravioleta depende de los factores que determinan la intensidad en superficie tales como: Altura del sol, latitud, nubosidad, altitud, el ozono, la reflexión por el suelo o

albedo, material particulado constituido por partículas en suspensión (aerosoles) y gases traza ( $SO_2, NO_2$ ) producto de la contaminación del aire (Miranda, 2018).

El índice (IUV) fue propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por otras entidades como la Organización Meteorológica Mundial (MMO), el Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP), y la Comisión Internacional de la Protección contra la Radiación No - ionizante (ICNIRP) (Sanclemente & Hernández, 2010); (Cendros & Durante, 2013). estas entidades con el afán de obtener un consenso mundial para reportar numéricamente la intensidad de radiación ultravioleta solar que alcanza la superficie terrestre. los se clasifican al (IUV) en las siguientes escalas Baja [0 a 2]; Moderada [3 a 5]; Alta [6 a 7]; Muy alta [8 a 10]; Extremadamente alta [11 a 20] (Organización Mundial de la Salud, 2003). La medida del índice de la radiación ultravioleta es sencilla (Dedios, 2016), (Alfaro et al., 2016).

El Perú es un país que tiene diversas altitudes (Zegarra, 2019) y se encuentra en uno de los primeros lugares a nivel mundial con la radiación más alta, por la cercanía del país a la línea ecuatorial, donde la radiación ultravioleta (UV) cae en forma perpendicular sobre la superficie (Sosa, 2019).

La Estación Meteorológica Automática de Laboratorio marca DAVIS modelo Vantage pro2 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica, registró de forma automática estos datos y fueron tomados desde el primer día del mes de enero del año 2018 a diciembre del año 2019. Para que el equipo tome datos con la frecuencia necesaria, fue indispensable verificar el adecuado funcionamiento del mismo, realizando el mantenimiento y la estandarización, obteniéndose registros meteorológicos variables, dependiendo de los días, meses, años y estaciones.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema.

La ciencia que estudia el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) es la ciencia de la radiación y radiología, desde comienzos de los años 70 se ha detectado en todo el mundo un pronunciado incremento de la incidencia de cáncer a la piel en la población; debido a la exposición excesiva a la radiación solar y su componente radiación ultravioleta (UV), por lo que es indispensable realizar capacitaciones a la población, dando a conocer los efectos nocivos de la radiación (UV), promoviendo cambios de los estilos de vida con la finalidad de disminuir los casos de cáncer de la piel y demás efectos adversos a la salud (OMS, 2003).

A lo largo del tiempo y debido al daño de la capa de ozono generado por la contaminación global y otros factores, se ha derivado un aumento considerable de la radiación ultravioleta que llega a la superficie causando efectos a la salud y medio ambiente. Esto a su vez provoca una mayor incidencia de radiación ultravioleta hacia los seres humanos, animales y plantas provocando daños importantes a la salud, generando enfermedades en piel, ojos, cáncer a la piel y cataratas (EPA, 2001).

El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra del cual solo un 7% corresponde a la radiación solar ultravioleta. Las plantas utilizan la luz solar para dirigir y regular procesos esenciales como la fotosíntesis. Los componentes del espectro electromagnético que participan en estos procesos abarcan la luz visible, parte de la radiación ultravioleta (UV) e infrarroja. A menor longitud de onda es mayor el grado de penetración a hacia la superficie, por tanto, mayor peligro para el ser humano, como es el caso de la radiación tipo B que presenta longitudes de onda que

van de entre 280nm - 315nm considerado el más peligroso, esto debido a que sólo una parte de la radiación (UV – B) es absorbida por la capa de ozono. Las altas intensidades de (UV – B), como las que se perciben durante el verano, generan efectos perjudiciales sobre los seres vivos, principalmente sobre las plantas, debido a su naturaleza débil, es por esto que las plantas han desarrollado múltiples mecanismos de tolerancia y adaptación a la radiación (UV – B). Por otro lado, la radiación (UV – A) alcanza la superficie terrestre casi en su totalidad y constituye una importante señal en las plantas (EPA, 2001), mientras que la radiación (UV – C) a pesar de considerarse potencialmente como la más peligrosa, éste es filtrada completamente por la atmósfera (Vidaurre, Abugattas, Santos, Manrique, & Regalado, 2016).

En los últimos años la radiación solar ultravioleta (UV) se ha venido acentuando con mayor intensidad, originado por diversos tipos de contaminación, que originan el calentamiento global del planeta que deteriora la capa de ozono, considerado como filtro protector del planeta ante la radiación solar. Pero es de conocimiento, que existe una marcada disminución de la capa de ozono y el aumento de la temperatura, a esto se suma la cercanía del Perú a la zona ecuatorial, por lo que nuestro país es considerado con mayor nivel de intensidad de la radiación solar ultravioleta (UV) en el mundo, (Vidaurre et al., 2016).

Según Ccora O (2016), especialista en radiación solar ultravioleta del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), señala que la capa de ozono se ha deteriorado más en la franja ecuatorial por efectos de la contaminación ambiental global, revelando que la concentración de ozono en la franja ecuatorial ha disminuido considerablemente, por lo cual los niveles de radiación solar en Ecuador, Colombia y Perú han aumentado de manera preocupante a diferencia de otros países. En el Perú se empezaron a realizar monitoreos de rayos ultravioletas (UV) a partir de los años noventa, sin embargo a pesar del corto tiempo los resultados han sido desalentadores ya que se ha superado el límite de radiación no peligrosa que indica la (OMS) (Alfaro, Llacza, & Sánchez, 2016).

A mayor altitud la atmósfera es más delgada por lo que absorbe mayor radiación solar ultravioleta, además, se considera que cada 1000 metros de incremento en la altitud, la intensidad de la radiación ultravioleta aumenta en un 10% a 12%. Según los reportes de (SENAMHI), desde el año 2007, el Perú viene recibiendo niveles de radiación solar ultravioleta cuyo índice supera el nivel extremadamente alto mayores a (11+) y es uno de los más altos a nivel mundial (OMS, 2003).

Huancavelica, es una de las regiones del Perú que, en los últimos años, específicamente el año 2014, ha alcanzado considerables índices de radiación solar ultravioleta (UV), alcanzando picos de hasta 14 (IUV) considerado nivel 'Extremadamente alta' según – (SENAMHI). La alerta fue hecha tras estimaciones del Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER), en base

a reportes del Módulo de Análisis y Monitoreo, motivo por el cual se hace necesario de realizar este trabajo de investigación y estudiar el comportamiento de la radiación solar ultravioleta (UV) en la ciudad de Huancavelica, pero en el periodo 2018 - 2019, con la finalidad de evaluar el comportamiento del índice (UV) en meses, años y diferentes estaciones del año.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica?

### **1.2.2 Problema específico**

¿Cómo es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica?

¿Cómo es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Determinar el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica.

### **1.3.2 Objetivo específico**

- Determinar el comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica.
- Determinar el comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica.

## **1.4 Justificación**

La Organización Mundial de la Salud refiere que las radiaciones (UV) ejercen un efecto negativo para la salud, principalmente como: tipos de cáncer de piel, envejecimiento prematuro de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares, conjuntamente con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (CNIRP) y otras organizaciones asociadas han elaborado y promovido un patrón o medida internacional llamada Índice de radiación ultravioleta solar mundial (IUV) (OMS, 2003).

Es especialmente importante proteger a los grupos de población más vulnerables de la exposición a la radiación ultravioleta que es el factor de riesgo principal debido al cáncer de piel

que ocupa el cuarto lugar en el mundo, 18 millones de personas han quedado ciegos a causa de catarata atribuibles directamente a la exposición de la radiación ultravioleta, según (OMS, 2003).

Se debe promover la realización de estudios de monitoreo del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en la región de Huancavelica, mediante la adquisición de equipos adecuados como la Estación Meteorológica Automática o convencional y con metodologías para cuantificar los índices de radiación (UV) para informar sobre el mayor riesgo de exposición prolongada de la radiación solar y su daño directo a la población.

Al no existir trabajos de investigación sobre el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en la ciudad de Huancavelica, se hace necesario realizar la presente investigación que permitirá informar adecuadamente sobre la incidencia de los niveles de radiación (UV), con la finalidad de mitigar los efectos adversos de la radiación solar ultravioleta (UV) y proteger la salud de la población, recomendando se establezca medidas de prevención, capacitaciones y programas de vigilancia, tareas de control y acciones de gestión ambiental en concordancia con los protocolos y leyes, normas, ordenanzas y otros instrumentos de gestión ambiental.

## **1.5 Limitaciones**

- La poca información sobre los antecedentes para la investigación referente al índice de radiación solar ultravioleta (UV).
- En la validación de datos del índice (IUV) por la institución competente (SENAMHI), el acceso para obtener la información fue complejo por la exigencia de los requisitos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

Cáceres (2019) realizó la investigación “Estudio sobre la Exposición a Radiación Ultravioleta de Origen Solar en Pescadores de Caletas, en la Región de Valparaíso”, investigación presentada para optar el título de ingeniera en prevención de riesgos laborales y ambientales en la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar “José Miguel Carrera”, en la República de Chile, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue estudiar la exposición a Radiación Ultravioleta de origen solar, en pescadores de caletas en la región de Valparaíso. Metodología: Se realizó una investigación de un análisis cuantitativo con diseño no experimental – transversal considerando un nivel de confianza 95% y margen de error del 5% con una muestra de 241 pescadores. Se aplicó como instrumento el cuestionario “Solar (UV) Radiation Risk Assessment for Outdoor Workers” validado por School of Occupational and Public Health”. Este instrumento de medición abordó tres categorías las cuales son: ambiente, operación y protección personal, el procesamiento de los resultados fue a través del programa STATS. Los resultados fueron 2: navegación propiamente tal y trabajos que desarrollan los pescadores, calificando los resultados en 3 niveles de riesgo: Baja, Media y Alta. También, se cruzaron variables demográficas, con el fin de obtener información de hábitos de alimentación, deporte, salud, consumo de alcohol y tabaco, así pudiendo reconocer y relacionar algún tipo de preexistencia de enfermedades que pueda

desencadenar el trabajador lo largo de su ocupación. Las 4 caletas presentaron un riesgo general alta en relación a los 3 factores que se analizaron, destacando una mayor exposición en tiempos (UV) en la posición “trabajo en pesca”, mostrando deficiencias en una protección personal adecuada por parte de los pescadores. Un gran porcentaje de la muestra mostró consumir frecuentemente tabaco, frutas, vegetales y carnes, mientras que un mínimo porcentaje realiza deporte en la misma frecuencia. Por otro lado, sólo un pescador respondió haber padecido con algún tipo de problemas en la piel, en este caso, alergias leves. Finalmente se formaron medidas de acción para mitigar los riesgos y mejorar las condiciones de trabajo, destacando la concientización acerca de la importancia del uso de protección personal, el autocuidado y riesgos de generar lesiones y enfermedades a través de una capacitación y charla, invertir en ropa y accesorios de protección (UV), cubrir zonas de trabajo en costa expuestas a los rayos del Sol y generar asesorías periódicas por parte de un experto en prevención de riesgos sobre riesgos y mejoras en los procesos del trabajo. Se realizó una evaluación de costos asociados a la implementación de controles para el bienestar y cuidado la salud de los pescadores, alrededor de 27.107 \$ que incluye: compra de ropa protectora (UV) (polera protectora (UV), protectores solares, lentes (UV), sombreros con solapa ancha, inversión anual de asesorías por un experto en prevención de riesgos, materiales y toldos para cubrir zonas de trabajo en las 3 caletas.

Abril, Azogue, Chancusig, Suárez, & León, (2019) realizaron la investigación “Obtención y comparación del índice de la radiación solar en el barrio “San Felipe” de la ciudad de Latacunga en el año 2019” investigación presentada en revista ciencias de la ingeniería y aplicada en la República del Ecuador, cuyos resultados a la que arribaron los investigadores fueron los siguientes. El objetivo principal fue obtener y comparar el índice de la radiación solar en el barrio “San Felipe” de la ciudad de Latacunga en el año 2019, el equipo fue diseñado para medir el índice de radiación solar del tipo (UV – B). Los resultados fueron efectuados mediante un sensor óptico y filtro (UV). El sensor informa la intensidad de la radiación (UV), por medio de la programación establecida se encenderá una luz indicadora de acuerdo a un código de colores de fácil interpretación para las personas que están establecidos por (OMS), el índice solar mundial (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación (UV) en la superficie terrestre donde el color violeta es el más peligroso mientras que el color verde indica que no hay ningún riesgo. Este equipo proporciona información necesaria y comprensible para una adecuada protección en lugares de exposición directa al Sol. En playas, estadios, piscinas entre otros. Con estas

informaciones es posible conocer el tiempo que se puede permanecer expuestos al Sol sin riesgo de quemadura. Dentro del diseño está incorporado una tarjeta de tipo – 10.4 GB en la cual se guardará datos que permitirán realizar y conocer comparaciones de la intensidad de la radiación solar en un periodo de tiempo determinado con otros equipos ya instalados, generando así también información como antecedente para futuros proyectos similares. Lo que se pretende principalmente es cuidar la salud de las personas a través de la información que ofrecerá el equipo.

Rojas & Rivas, (2017) realizaron la investigación “Índice Solar Ultravioleta y Espesor de la Capa de Ozono en Arica Norte de Chile” investigación presentada en la Asociación Interciencia Venezuela de la República de Chile, cuyos resultados a las que arribaron los investigadores fueron los siguientes. Se aplicó como instrumentos biómetro de banda ancha YES - UVB (Yankee Environmental System, 2005) y (TOMS, por sus siglas en inglés). Los resultados fueron la relación entre la sobre exposición al Sol y distintos tipos de enfermedades de la piel y vista, debido a los altos índices de radiación solar ultravioleta medidos a lo largo de todo el año, considerando el efecto acumulativo del tipo de piel. Se analizaron las mediciones experimentales del índice solar ultravioleta (UVI) realizadas en Arica, Chile, en el período de septiembre del año 2006 a marzo del año 2015, su relación con el espesor de la capa de ozono detectada por sensores satelitales y su distribución estacional. Donde los resultados revelan que el 16,6% de los valores de (UVI) medidos a mediodía solar durante la estación de verano corresponden a niveles altos y muy altos (UVI) que corresponde a 8 - 10, y un 83,1% a valores extremadamente alta (UVI) > 11 esto según la escala utilizada por (OMS) y debido principalmente a la baja nubosidad.

Cendros & Durante, (2013) realizaron la investigación “La Radiación Ultravioleta en Maracaibo – Venezuela” investigación presentada en la Universidad Privada Doctor. Rafael Belloso Chacín de la República de Venezuela, cuyos resultados a las que arribaron los investigadores fueron los siguientes. El objetivo principal fue analizar el comportamiento estadístico descriptivo de la radiación ultravioleta en la ciudad de Maracaibo durante el mes de septiembre de 2012. Metodología: Se realizó una investigación exploratoria, *ex post facto* con la data registrada en la estación meteorológica Meteo Urbe – 1, ubicada en la sede de la Universidad Rafael Belloso Chacín, el procesamiento de los resultados fue a través del programa SPSS V.15. Los resultados fueron realizados a través del Índice Ultravioleta (IUV). Se observaron, en horario comprendido entre 10:00 am y 3:00 pm, valores del (IUV) en rangos ubicados como alta y

muy alta según los parámetros establecidos por (OMS). Se recomiendan algunas medidas que deben tomar los ciudadanos para minimizar el efecto de esta radiación en los seres humanos, particularmente en adultos mayores y niños.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Prudencio (2019) realizó la investigación “Evaluación del índice de radiación ultravioleta y su relación con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH - 23 - Cerro de Pasco - 2018”, investigación presentada para optar el título de ingeniero ambiental en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue establecer la relación que existe entre el índice de radiación ultravioleta con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH - 203 - Cerro de Pasco - 2018. La metodología: se realizó una investigación descriptivo correlacional a través de un análisis cualitativo con un diseño de la investigación para relacionar los fenómenos causales como el índice de la radiación ultravioleta en la transferencia de energía solar, es de tipo no experimental transaccionales o transversal de tipo correlacional con una muestra de 39.07 aproximando a 40 eventos. Se aplicó como instrumento para la variable 1 - índice de radiación ultravioleta y para el variable 2 - transferencia de energía solar, el procesamiento de los resultados fue a través del programa Control Chart y estadística descriptiva con frecuencia y porcentajes. Los resultados fueron la muestra el módulo de transmisión de energía solar instalado en la zona de monitoreo aprovechando la alta radiación solar en la ciudad de Cerro de Pasco, sin embargo, la relación que se demuestra no es directamente lineal.

Sosa (2019) realizó la investigación “Prácticas de medidas preventivas contra los efectos de los rayos ultravioleta en los agricultores de la empresa Acelim del Perú - Piura febrero 2019”, investigación presentada para optar el título de licenciada en enfermería en la Universidad Nacional de Piura, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue describir las prácticas de medidas preventivas contra los efectos de los rayos ultravioleta en los trabajadores agricultores de la empresa Acelim del Perú - Piura, febrero 2019, la metodología se realizó una investigación descriptivo cuantitativa o cualitativo con diseño transversal con una muestra de 98 agricultores cuyas edades fluctuaban entre 18 a 61 años de edad los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. Se aplicó como instrumento un cuestionario, previamente validado por juicio de expertos y se determinó su confiabilidad con Alpha de Cronbach con valor 0.9407, lo que indicó que era muy confiable. El procesamiento de los resultados fue a través del programa

SPSS, Excel y estadística descriptiva con frecuencia y porcentajes. Los resultados fue que las medidas preventivas físicas que utilizaron fueron: sombrero o chavito 95.9%, camisa manga larga 94.9%, botas o zapatillas 90.8%; resaltando que en relación a anteojos o gafas 54.1% y guantes 75.5% no utilizan las medidas preventivas físicas. En cuanto a los resultados de medidas preventivas químicas no utilizaron el bloqueador solar en un 81.6% de agricultores. Las medidas preventivas físicas son las que más utilizaron, exceptuando las gafas o anteojos de sol y guantes de protección mientras que las medidas preventivas químicas utilizada es bloqueador solar.

Mayhua (2019) realizó la investigación “Estudio comparativo y modelación de la radiación global y ultravioleta en la Ciudad de Arequipa”, investigación presentada para obtener el título de profesional de licenciado en física, y cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue estudiar comparativamente la radiación solar global (RG) y la radiación ultravioleta (UV) en la ciudad de Arequipa. Metodología: Se realizó una investigación descriptiva comparativa a través de un análisis cuantitativo con una muestra de subconjunto de la población necesaria para realizar el estudio. Se aplicó como instrumentos de medición se denomina piranómetro CMP6 (ISO 9060:1990 Primera Clase), el procesamiento de los resultados fue a través del programa software OriginPro 7.5 mediante la técnica de análisis estadístico estadística descriptiva. Los resultados muestran valores de (UV) que superan altamente según el (OMS), se encontró valores altos de radiaciones (UV) en la estación de verano que alcanzan índices de 14 a 15, para el año 2013 extremadamente alta, en comparación a la estación de invierno donde se llega a valores máximos de índice 7, correspondiente a un nivel alta según la (OMS). Se estableció la correlación entre radiación ultravioleta y radiación solar global con datos registrados por (SENAMHI), donde se obtuvo la ecuación lineal empírica para el año 2012 de  $y = 0,00117 + 0,00021 x$ , con un coeficiente de correlación lineal de Pearson  $r = 0.95$ , y para el año 2013 de  $y = 0,00057 + 0,00023 x$ , verificándose en ambos casos una muy alta correlación lineal. Se encontró datos para los periodos 2012 - 2013 la ecuación empírica  $y = 0.00096 + 0,00021x$ , con coeficiente de correlación lineal de Pearson  $r = 0.95$ , indica la correlación positiva muy alta, que demuestra que este es un método puede ser aplicado para este tipo de estudios. Teniendo datos de radiación solar global, proporcionado por (SENAMHI), se logró aplicar el modelo matemático empírico de regresión lineal que cálculo la variable (UV), graficando la radiación (UV) para 1 y 2 de enero del año 2014; con valores medidos y calculados; se observa un comportamiento similar entre ambas curvas, validando de esta manera la

ecuación empírica. Así mismo se halla la radiación (UV) para el año 2011, donde en verano se obtuvo valores de radiación (UV) que varían entre 0,005 y 0,0065 MJ/m<sup>2</sup> y en invierno valores que varían entre 0,003 a 0,004 MJ/m<sup>2</sup>, lo que demuestra que este método de correlación lineal puede ser aplicado para hallar la radiación (UV) en lugares donde no se cuente con equipos que midan este tipo de radiación.

Zegarra (2019) realizó la investigación “Determinación del nivel de riesgo y medidas preventivas por exposición a radiación solar para gestores de ventas en ECOBESA – Arequipa 2018”, investigación presentada para obtener el título de ingeniero de seguridad industrial y minera en la Universidad Tecnológica del Perú, y cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue determinar el nivel de riesgo a la salud y las medidas preventivas por la exposición a la radiación solar de los gestores de ventas en la empresa ECOBESA – Arequipa 2018. Metodología: Se realizó una investigación sustantiva a través de un análisis cuantitativo con diseño experimental - transversal con una muestra de 29 personas para determinar las practicas preventivas sobre la radiación solar, el nivel de actitud frente a la radiación solar, el nivel de conocimientos sobre la radiación solar y datos sociodemográficos como su edad, su sexo, su grado de instrucción y el tiempo de exposición a los rayos del Sol. Se aplicó como instrumento un cuestionario de diseño propio, el cual fue validado mediante el programa estadístico informático SPSS V22, el procesamiento de los resultados fue a través del programa Microsoft Excel con frecuencia y porcentajes. Los resultados fueron la cantidad de hombres y mujeres que laboran como gestores de venta es muy similar a 48.3 % y 51.7% respectivamente. El nivel de instrucción educativa en su mayoría es de nivel secundario completa con un 37.9%. El tiempo de exposición a los rayos del Sol fue de 6 horas diarias en un 100% de los gestores de venta. Según el índice de radiación solar, brindado por (SENAMHI), la ciudad de Arequipa está entre muy alta y extremadamente alta. Se encontró un nivel de prácticas preventivas de nivel medio, un nivel de actitudes preventivas de nivel alto y un nivel de conocimientos frente a la radiación solar de nivel alto.

Chambi (2018) realizó la investigación “Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación (UV) en la Ciudad de Arequipa”, investigación presentada para obtener el grado académico de maestra en ciencias con mención en física en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, cuyo resultado a la que arribó la investigadora fue lo siguiente. El objetivo principal fue estudiar y analizar el ciclo de actividad solar, radiación solar y (UV) en Arequipa. Metodología: Se realizó una

investigación descriptiva - correlacional a través de un análisis cuantitativo con diseño no experimental con una muestra de 6051 datos de manchas solares. Se aplicó como instrumento los registrados de (SENAMHI), desde el año 2001 hasta el año 2015, el procesamiento de los resultados fue a través del programa software OriginPro 7.5, Excel 2013 con frecuencia y porcentajes. Los resultados indican que la actividad solar tiene influencia sobre la radiación ultravioleta, encontrando una ligera tendencia lineal con un  $R^2 = 0.52128$  sin embargo después de realizar un ajuste polinomial de grado 3 se obtiene un valor de  $R^2 = 0.8882$ , claramente se observa la influencia de la actividad solar sobre la radiación ultravioleta, y con el modelo matemático obtenido se podría conocer la radiación teniendo datos de manchas solares.

Miranda (2018) realizó la investigación "Cuantificación y caracterización de la radiación ultravioleta – B en la Ciudad de Tacna, Periodo 2012 - 2014", investigación presentada para obtener el título académico de maestro en ciencias (magíster scientiae) con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible en la Universidad Nacional del Jorge Basadre Ghohmann de Tacna, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue cuantificar y caracterizar la radiación ultravioleta B en la ciudad de Tacna para el periodo 2012 - 2014. Metodología: Se realizó una investigación descriptiva - explicativo a través de un análisis cuantitativo con diseño no experimental - transversal - descriptivo con una muestra de registros por (SENAMHI). Se aplicó como instrumento un biómetro solar light modelo 501, el procesamiento de los resultados fue a través del programa Excel con frecuencia y porcentajes. Los resultados fueron los índices de radiación ultravioleta a nivel diaria, mensual y multianual alcanzaron máximos valores de 8 a 10 y 11 a más niveles de riesgo muy alta y extremadamente alta en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre con frecuencias de ocurrencia 67 % y 33 %, mientras que los índices mínimos registrados fueron de 3 a 5 con nivel de riesgo moderada en los horarios de 8:00 horas y 17:00 horas, con frecuencias del 40 % y 83 % durante los meses de junio y julio respectivamente. Los resultados obtenidos constituyen indicadores importantes de prevención para la población con la finalidad de tomar medidas de prevención frente a la exposición a la radiación ultravioleta (UV – B) y minimizar sus efectos dañinos.

Huaraya (2018) realizó la investigación "Caracterización y modelización de la radiación ultravioleta solar aplicado en Upina, Puno - 2014", investigación presentada para optar el título profesional de licenciado en ciencias físico matemáticas en la Universidad Nacional del Altiplano, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El

objetivo principal fue determinar el Índice ultravioleta solar a partir del modelo espectral de radiación ultravioleta solar aplicado en el centro poblado de Upina para cielos claros. Metodología: Se realizó una investigación descriptiva - explorativa a través de un análisis explicativo y descriptivo, con método experimental con una muestra de recopilación de datos de la estación meteorológica administrada por el (SENAMHI). Se aplicó como instrumento la estación meteorológica instalada por el (SENAMHI) en mayo del 2014 en el centro poblado de Upina, marca VAISALA, modelo MAWS – 300, el procesamiento de los resultados fue a través del programa Excel, software MATLAB y análisis estadístico descriptivo con frecuencia y porcentajes. Los resultados fueron el análisis de la radiación ultravioleta tipo A (UVA), dio por resultado que el promedio acumulado de intensidad mensual es  $22.04 \text{ W/m}^2$  registrada mensualmente presentando un nivel de dispersión 1.7 indicando que el promedio de radiación ultravioleta no varía con gran intensidad durante todo el año, pero en comparación de los valores máximos registrados cada mes se encontró un incremento del 64% en cuanto al primera valor máximo registrado el mes de Mayo, y al analizar la radiación ultravioleta tipo B, se observa un comportamiento similar a la radiación tipo A en cuanto al promedio acumulado de radiación , encontrándose un promedio de intensidad  $2.15 \text{ W/m}^2$  con un nivel de dispersión de 0.12 y pero en cuanto al análisis de valores máximos es muy diferente donde se observa un incremento de del 35.7 % respecto al valor máximo registrado en mayo. Para la formulación del modelo matemático se partió de simples ecuaciones que permiten calcular la incidencia de radiación ultravioleta en una superficie horizontal, para luego integrarlo desde los 280 nm hasta 315 nm, obteniéndose la radiación ultravioleta tipo B, la radiación ultravioleta tipo A, requiere mayores factores atmosféricos lo cual dificulta su cálculo matemático, la radiación tipo B es una de las más importantes por representar aproximadamente el 70% de su aporte al Índice Ultravioleta, después de obtener la radiación ultravioleta de tipo B, mediante las ecuaciones propuestas por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) se obtuvo el índice ultravioleta, evaluando los datos calculados por el modelo y los datos obtenidos por la estación meteorológica se obtuvo una correlación promedio de 0.96 considerando aceptable el modelo.

Acuña (2017) realizó la investigación “Radiación ultravioleta en Arequipa 2016 - 2017”, investigación presentada para obtener el título de segunda especialidad en contaminación y gestión ambiental en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue alertar y proteger a la mayoría de la población del valle de Arequipa de la

exposición a altas dosis de radiación (UV - A) y (UV - B). Metodología: Se realizó una investigación descriptiva a través de un análisis cualitativo con diseño no experimental. Se aplicó como instrumento de tipo bibliográfico, el análisis de los resultados fue a través del detector de (UV) y solmáforo. Los resultados fueron en Arequipa, el índice de radiación ultravioleta (IUV), fluctúa entre 11 y 14, valores propuestos por la (OMS). Pero se prevé que para este verano el índice llegue a 20 en Arequipa, convirtiendo a esta radiación en definitivamente cancerígena, ya que propicia la aparición de cáncer y melanomas en la piel. Prevenir a la población de este peligro e incentivar a las autoridades a que instalen medidores de radiación en lugares públicos y que se aconseje a las personas, que se ven obligadas a salir en horas de mayor insolación, a llevar dosímetros que les permitan conocer la cantidad de radiación recibida y en el caso de trabajadores que deben desempeñar su labor en el exterior, se obligue a sus empleadores a proporcionarles las medidas de protección adecuadas, o en su defecto, suspender operaciones en el exterior durante las horas de mayor insolación. Un aspecto desleal de la radiación ultravioleta, sus efectos no se aprecian inmediatamente, salvo la correspondiente insolación, sino a largo plazo, por lo que no hay una inmediata relación causa efecto.

Gómez (2017) realizó la investigación "Niveles de radiación ultravioleta (UV) en la ciudad de Ayacucho periodo 2006 - 2011 e incidencia de cáncer de piel en la población", investigación presentada para obtener el título profesional de ingeniera química en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyo resultado a la que arribó la investigadora fue lo siguiente. El objetivo principal fue conocer los niveles de radiación ultravioleta en la ciudad de Ayacucho en el periodo 2006 - 2011 y la incidencia de cáncer de piel en la población. Metodología: Se realizó una investigación descriptiva - retrospectivo - correlacional a través de un análisis cuantitativo con diseño no experimental - transversal con una muestra de 383 habitantes, tomados aleatoriamente. Se aplicó como instrumentos encuesta y registros de datos, el procesamiento de los resultados fue a través del programa SPSS, Excel y otros. y estadística descriptiva con frecuencia y porcentajes. Los resultados fueron los valores promedio anuales de las variables climatológicas, mostraron que la temperatura externa estuvo entre 19,4°C (2006) y 20,6°C (2010), sin embargo, el año 2011 disminuyó a 19,9°C, por lo que se infiere que hubo un menor vertido de gases de "efecto invernadero"; la temperatura máxima osciló de 20,2°C (2006) a 21°C (2010) y la temperatura mínima varió entre 18,7°C (2006) y 20,1°C (2010). Las temperaturas máximas y mínimas fueron de 21°C (2010) y 18,7°C (2006), respectivamente. La radiación solar fue de 592 W/m<sup>2</sup> (2006), decayendo a un valor

promedio de 499,8 W/m<sup>2</sup> (2011). En cuanto a la radiación solar máxima los valores estuvieron entre 778,9 W/m<sup>2</sup> (2006) y 582,2 W/m<sup>2</sup> (2011). La energía solar mostró valores de 50,9 W (2006) y 12,4 W (2009). La humedad externa (humedad relativa) fluctuó de 39,6% (2006) a 33,2% (2011). El índice (UV) estuvo entre valores de 8,3 (2006) y 5,3 (2011), la dosis (UV) varió entre 2,7 (2006) y 0,6 (2009), y en la máxima (UV) los valores estuvieron entre 10,3 (2006) y 6,1 (2011). Los índices de radiación ultravioleta fueron de 8,3 (2006) y 5,3 (2011), sin embargo, durante los meses de setiembre a mayo alcanzaron valores extremos (11+) y muchas veces valores picos de 14 y 15. Los valores promedios anuales máximos de índice (UV), dosis (UV) y máximo (UV) mostraron un decaimiento gradual del año 2006 al año 2011. Las correlaciones de Pearson se realizaron para variables climatológicas y analizadas entre: índice (UV) y máximo (UV), máxima radiación solar y máximo (UV), máxima radiación solar y dosis (UV), radiación solar y máximo (UV), máxima radiación solar e índice (UV), energía solar y dosis (UV), radiación solar y máximo (UV), y finalmente entre la radiación solar e índice (UV). En lo que concierne a la incidencia de cáncer de piel en la población de Ayacucho, entre 2006 y 2011, se conoció de 139 casos registrados por el (MINSA), de los cuales 107 fueron del tipo no melanoma y 32 de melanoma maligno; observándose que en el periodo 2009 al 2011 se diagnosticaron 43 casos de cáncer de piel en mujeres y 29 casos en varones. Las personas mayores de 60 años fueron las más afectadas, registrándose 60 casos entre 2006 y 2011. El (INEN), registró en el mismo periodo 58 casos de cáncer de piel epidermoide y basocelular, y 24 casos de melanoma de piel. Aproximadamente 6 personas de cada 100 000 habitantes en Ayacucho fueron diagnosticadas con cáncer de piel en los años 2008 y 2009, respectivamente. El año 2013 esta tasa de incidencia se duplicó y el 2014 descendió a 7,6. La variación del número de casos entre 2006 y 2011 no siguió una tendencia definida, debido probablemente a que el registro de casos depende del control voluntario de las personas en los centros de salud, de las campañas de prevención, concientización y chequeos que se realizan para diagnosticar cáncer de piel. Por otro lado, la población ayacuchana tiene poco conocimiento sobre aspectos y temas relacionadas sobre foto protección, debido a que los hábitos y actitudes frente a medidas de foto protección no son los adecuados; y desconocían los valores de índices de radiación ultravioleta, sin embargo sabían que exponerse por tiempo prolongado a la radiación solar entre las 10:00 am y 2:00 pm del día causará daños a la piel y a los ojos a largo plazo y que el cáncer de piel se puede desarrollar en todas las personas con diferentes foto tipos cutáneos.

Huillca, Taipe, & Saavedra (2017) realizaron la investigación "Índice ultravioleta en la ciudad de Puno para cielos claros" investigación presentada en la Universidad de Nacional del Altiplano Puno, y cuyos resultados a las que arribaron los investigadores fueron los siguientes. El objetivo principal fue búsqueda de un modelo espectral del (IUV). Metodología: Se realizó una investigación recopilada los datos del (IUV) cada 15 minutos. Se eligió arbitrariamente 6 días de cielo claros sin nubes, 26 de agosto, 7 de setiembre, 9 de octubre, 19 de noviembre, 15 de diciembre del 2015 y el 15 de enero del 2016. Los datos del espesor de la capa de ozono, con una muestra arbitrariamente 6 días de cielo claro sin nubes un día por cada mes desde agosto del año 2015. Se aplicó como instrumento TOMS, el procesamiento de los resultados fue a través del programa SPSS y utilizando para ello las pruebas y análisis estadístico como la regresión lineal, correlación. Los resultados del índice de radiación ultravioleta (IUV) sobre la escala internacional son superiores a los normales en determinadas estaciones del año y reflejan alto riesgo de eritema en las personas, alteraciones en el ecosistema terrestre y acuático. Se demostró una buena performance entre el modelo y las mediciones, siendo la correlación promedio 0.99. El modelo permite estimar el índice de la radiación ultravioleta tipo B (UV - B) que es aproximadamente un 76.4% y un 23.6 % corresponde al tipo A (UV - A), esto es cuando el Sol se encuentra en el punto más alto o cenit. las mediciones muestran un comportamiento elíptico notándose cierta estabilidad en el verano, los valores Índice máximo diario promedio fue de 14 desde octubre hasta febrero. La difusión de la información del (IUV) permitirá informar, alertar y sensibilizar a la población de los efectos nocivos para la salud de las personas.

Barreto (2017) realizó la investigación "Determinación de la irradiación solar, como potencia incidente por unidad de superficie, y los rayos ultravioletas (UV - A) y (UV - B) en Pucallpa Perú 2016", investigación presentada en la Universidad Nacional de Ucayali de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Unidad de Investigación, cuyo resultado a la que arribó el investigador fue lo siguiente. El objetivo principal fue determinar la irradiación solar, como potencia incidente por unidad de superficie en  $Wh/m^2$  y su equivalencia  $kW \cdot h/m^2/día$  y los rayos ultravioletas (UV), como potencia incidente por unidad de superficie, en la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Metodología: Se realizó una investigación descriptiva - correlacional a través de un análisis cuantitativo con diseño no experimental - transversal con una muestra de irradiación solar registrada desde las 7:00 hasta las 17:00 horas. Se uso como instrumento piranómetro modelo Kipp & Zonen SP Lite2, el procesamiento de los resultados fue a través del

programa Word, Excel. El resultado fue respecto a la radiación ultravioleta a partir de las 10 horas se registran índices que alcanzan valores de 8 a 10 el cual es considerado muy alta, y a partir de las 12 a 14 horas el este índice ultravioleta sube a más de 13 que en la escala es considerado un valor extremadamente alto y peligroso, por lo tanto, no exponerse desprotegidos más de 20 a 30 minutos.

Dedios (2016) realizó la investigación “Radiación ultravioleta. Análisis de su comportamiento estacional en diferentes sectores de la región Piura. Costa Norte del Perú”, y cuyo resultado a la que arribó la investigadora fue lo siguiente. El objetivo fue determinar radiación ultravioleta. Análisis de su comportamiento estacional en diferentes sectores de la región Piura. Costa Norte del Perú. Metodología: Se realizó una investigación aplicada cualitativo considerando la información procedente del sensor (IUV) biómetro modelo 501 - A (Solar Light), SN 10734 (respuesta espectral 250/380 nm), periodo 2008 - 2011 con una muestra fueron seleccionadas seis localidades para el registro latitudinal permanente de los datos ubicados. Se aplicó como instrumento TOMS, el procesamiento de los resultados fue a través del programa TOMS. Los resultados demuestran la variabilidad del índice de radiación ultravioleta en función de la estacionalidad, a su vez que Piura presenta niveles de radiación ultravioleta entre altos a extremos durante todo el año lo cual representa una alerta a fin de informar a la población sobre las formas de cómo evitar los problemas e impactos en la piel.

García, Alejandro, Tuñoque & Calderón (2013), realizaron la investigación “Variación del índice ultravioleta en Lambayeque periodo 2008 - 2013” investigación presentada en el departamento de física de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, cuyos resultados a las que arribaron los investigadores fueron los siguientes. El objetivo principal fue obtener las variaciones del índice ultravioleta en la Ciudad de Lambayeque durante el periodo 2008 – 2013, con una muestra registrada en la Estación Climatológica fundo “El Ciénago”, Lambayeque, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Se aplicó como instrumento la estación meteorológica automática marca DAVIS, modelo Vantage Pro2, el procesamiento de los resultados fue a través del programa exportados en un archivo formato texto, a partir del cual se ha generado una hoja de cálculo para el proceso correspondiente. Los resultados fueron encontrados los valores máximos que ocurren en la época de verano alcanzando hasta un índice (UV) de 16, lo cual está catalogado como extremadamente alta, según la escala de la (OMS) y valores medios menores a 4, lo cual corresponde a la categoría de moderada. En el comportamiento diurno se encontró que los valores máximos ocurren entre las 12 horas y 13 horas independientemente de la

época del año. Se concluye que los valores medios encontrados durante el periodo de estudio no superan la categoría de moderada, según la escala de la (OMS). Sin embargo, los valores máximos observados corresponden a la categoría de extremadamente alta y, por lo tanto, significan un potencial riesgo para la salud en las horas del mediodía, por ello se recomienda a la población tomar medidas de precaución entre las 11 horas a 14 horas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Teoría de radiación solar**

Heydon. C (1608), quien explicaba sobre la teoría de como cuantificar el acopio de calor en un día, sobre la superficie terrestre de algún lugar del planeta especializado por su latitud. Cuatro son los factores: la inclinación de la luz conforme a la diferente altura del Sol sobre el horizonte, la intensidad del rayo según su oblicuidad, las distintas distancias de la tierra al Sol en invierno y en verano y la duración de los días. . La primera, calculada por Kepler, el número de horas que está el Sol sobre el horizonte y según Heydon la diferencia de luz solar es cuestión de minutos y por tanto se mantiene en el doble esta relación (Ruiz, Pérez, & Tobarra, 2009).

### **2.2.2 Teoría corpuscular**

Newton I (1704), señaló que la luz consistía en un flujo de pequeñísimas partículas o corpúsculos sin masa, emitidos por las fuentes luminosas, que se mueve en la línea recta a gran rapidez. Los fotones son capaces de atravesar los cuerpos transparentes, lo permití ver a través de ello. En los cuerpos oscuros los corpúsculos rebotan, por el cual no podemos observar de lo que habría detrás de ello. Esta teoría explica la propagación rectilínea de la luz, la reflexión y la refracción, pero no los anillos de la difracción las interferencias. También, experiencias realizadas posteriormente demuestran que esta teoría no aclaraba en su totalidad sobre la naturaleza de la luz (López, Porro, Torrónategui, & García, 2004).

### **2.2.3 Teorías electromagnéticas**

James M (1860), explicó que la luz no es una onda mecánica sino una forma de onda electromagnética de alta frecuencia. Las ondas luminosas consisten en la propagación de un campo magnético y campo eléctrico, perpendiculares entre sí y a la dirección de la propagación. Al respecto, se señala que cada variación en el campo eléctrico causa un cambio en la proximidad del campo magnético o inversamente. Por lo tanto, la luz es una onda electromagnética transversal que se trasciende perpendicular entre sí. Estos hechos permitieron descartar que existía un medio de propagación

insustancial e invisible el éter, esta teoría deja sin explicación a fenómenos relacionados con el comportamiento de la luz en cuanto a la emisión el efecto fotoeléctrico, absorción y la emisión de luz por cuerpos incandescentes. (López et al., 2004).

#### **2.2.4 Teoría ondulatoria**

Huygens C (1690), explicaba que la luz consiste en la propagación de una perturbación ondulatoria del medio. Se trata de ondas longitudinales similares a las ondas sonoras. También según Fresnel quien explicaba de la polarización de la luz y la luz está formada por ondas transversales (López et al., 2004).

#### **2.2.5 Teoría de los cuantos**

Hertz H (1887) explicaba sobre el efecto fotoeléctrico que consiste en la emisión de electrones de cierta energía, al incidir la luz de una determinada frecuencia sobre una superficie metálica. Según los autores M. Planck y Albert Einstein mencionan que la luz está formada por un haz de pequeños corpúsculos o cuantos de energía también llamados fotones. En los fotones está concentrada la energía de la onda en lugar de estar distribuida de modo continuo por toda ella (López et al., 2004).

### **2.3 Bases conceptuales**

#### **2.1.1 Sol**

El Sol es la estrella del sistema planetario en el que se encuentra la Tierra; por tanto, es la más cercana a la Tierra y el astro con mayor brillo aparente, aunque comparada con las demás estrellas es pequeña y amarillenta. Su presencia o su ausencia en el cielo determinan, respectivamente, el día y la noche, es la principal fuente de energía de la vida (Acuña, 2018).

La constante solar es la cantidad de energía que el Sol deposita por unidad de superficie y que es directamente expuesta como luz solar. La constante solar es igual a aproximadamente  $1368 \text{ W/m}^2$  (vatios por metro cuadrado) a una distancia de una unidad astronómica (UA) del Sol. La luz del Sol en la superficie de la Tierra es atenuada por la atmósfera terrestre, de modo que, llega menos energía a la superficie cerca de  $1000 \text{ W/m}^2$  en condiciones claras cuando el Sol está cerca del cenit. La luz del Sol en la parte superior de la atmósfera terrestre está compuesta por energía total) de aproximadamente un 50% de luz infrarroja, un 40% por luz visible y un 10% de luz ultravioleta. La atmósfera terrestre filtra más del 70% de la radiación ultravioleta solar, especialmente en las longitudes de onda más cortas. La radiación ultravioleta solar ioniza la parte superior de

la atmósfera del lado diurno de la Tierra, haciendo a la ionosfera conductora de electricidad (Acuña, 2018).

El color del Sol es blanco con un índice de color - espacio cercano al 0.3 cuando se ve desde el espacio o desde lo alto en el cielo; en cambio, cuando se está desde una zona baja del cielo la dispersión atmosférica del Sol tiene un color amarillo, rojo, naranja y magenta. A pesar de su blancura típica, la mayoría de la gente se imagina mentalmente el Sol como amarillo; las razones de ello son objetos de debate. El Sol es una estrella que tiene la temperatura superficial de aproximadamente 5778 K, 5505°C y 9941°F como la mayoría de las estrellas, es una estrella enana de la secuencia principal (Acuña, 2018).

### **2.1.2 Características del Sol**

Algunas de sus características principales son:

- El Sol, es vital para generar y regenerar la vida, uno de los ejemplos más importantes es durante la fotosíntesis de las plantas, en donde el Sol actúa como un dador de energía para que este proceso pueda llevarse a cabo (Acuña, 2018, p. 19).
- El calor procedente del sol llega a la atmósfera terrestre y es atenuado por acción de ésta, favoreciendo una temperatura estable y óptima para el desarrollo de las diferentes formas de vida que pueblan el planeta (Acuña, 2018, p. 19).
- Emite luz y energía por los procesos nucleares que se forman en su interior (Acuña, 2018, p. 19).
- La atracción gravitatoria del Sol controla el movimiento de los nueve planetas y de los otros cuerpos celestes que giran a su alrededor (Acuña, 2018, p. 19).
- La luz solar viaja a una velocidad de 300.000 km por segundo y tarda ocho minutos en llegar a la Tierra (Acuña, 2018, p. 19).
- Contiene el 98% de la masa total del Sistema Solar. - El diámetro de esta estrella de mediano tamaño es de aproximadamente 1.400.000 kilómetros, es decir, 109 veces el de la Tierra (Acuña, 2018, p. 19).
- Se calcula que el Sol tiene unos 5.000 millones de años y se estima que aún le quedan otros 5.000 millones de años de vida como estrella (Acuña, 2018).
- Se compone principalmente de hidrógeno 71%, aunque también contiene helio 25% y otros elementos más pesados 4% (Acuña, 2018, p. 19).

### 2.1.3 Estructura del Sol

El Sol puede dividirse en capas concéntricas. De adentro hacia afuera son:



**Figura 1.** Imagen detallada de un conjunto de manchas solares observadas en el espectro de luz visible. La umbra y la penumbra son claramente discernibles, así como la granulación solar.

**Fuente:** Radiación Ultravioleta en Arequipa 2016 – 2017

Como toda estrella, el Sol posee una forma esférica, y a causa de su lento movimiento de rotación, tiene también un leve achatamiento polar. Como en cualquier cuerpo masivo, toda la materia que lo constituye es atraída hacia el centro del objeto por su propia fuerza gravitatoria. Sin embargo, el plasma que forma el Sol se encuentra en equilibrio, ya que la creciente presión en el interior solar compensa la atracción gravitatoria, lo que genera un equilibrio hidrostático. Estas enormes presiones se producen debido a la densidad del material en su núcleo y a las enormes temperaturas que se dan en él gracias a las reacciones termonucleares que allí acontecen. Existe, además de la contribución puramente térmica, una de origen fotónico. Se trata de la presión de radiación, nada despreciable, que es causada por el ingente flujo de fotones emitidos en el centro del Sol (Acuña, 2018).

- a) **Núcleo.** - Es la zona del Sol donde se produce la fusión nuclear debido a la alta temperatura, es decir, el generador de la energía del Sol. Su temperatura es de aproximadamente 16.000.000 °C (Acuña, 2018, p. 20).
- b) **Zona radiactiva.-** Las partículas que transportan la energía (fotones) intentan escapar al exterior en un viaje que puede durar unos 100.000 años debido a que estos fotones son absorbidos continuamente y reemitidos en otra dirección distinta a la que tenían (Acuña, 2018, p. 20).

- c) **Zona convectiva.**- En esta zona se produce el fenómeno de la convección, es decir, columnas de gas caliente ascienden hasta la superficie, se enfrían y vuelven a descender (Acuña, 2018, p. 21).
- d) **La fotosfera.** - Es la capa exterior visible del Sol. Mantiene una temperatura de 6,000°C (Acuña, 2018, p. 21).
- e) **La cromosfera.** - Está sobre la fotosfera. La energía solar pasa a través de esta región en su trayectoria de salida del Sol. Las Fáculas y destellos se levantan en la cromósfera (Acuña, 2018).
- f) **La corona.** - Es la parte exterior de la atmósfera del Sol. Es en esta región donde aparecen las protuberancias, que son inmensas nubes de gas resplandeciente que erupcionan desde la parte superior de la cromósfera. Las regiones externas de la corona se estiran hacia el espacio y consisten en partículas que viajan lentamente alejándose del Sol constituyendo el viento solar. La corona se puede ver sólo durante los eclipses totales de Sol (Acuña, 2018, p. 21).

#### 2.1.4 Radiación solar

Medir la radiación solar es importante para un amplio rango de aplicaciones, en el sector de la agricultura, ingeniería, entre otros, destacándose el monitoreo del crecimiento de plantas, análisis de la evaporación e irrigación, arquitectura y diseño de edificios, generación de electricidad, diseño y uso de sistemas de calentamiento solar, implicaciones en la salud (ej. cáncer de piel), modelos de predicción del tiempo y el clima, y muchas otras aplicaciones más (Benavides, 2010).

La radiación solar nos proporciona efectos fisiológicos positivos tales como: estimular la síntesis de vitamina D, que previene el raquitismo y la osteoporosis; favorecer la circulación sanguínea; actúa en el tratamiento de algunas dermatosis y en algunos casos estimula la síntesis de los neurotransmisores cerebrales responsables del estado anímico (Benavides, 2010, p. 3).

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrogeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar (Benavides, 2010, p. 3).

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las

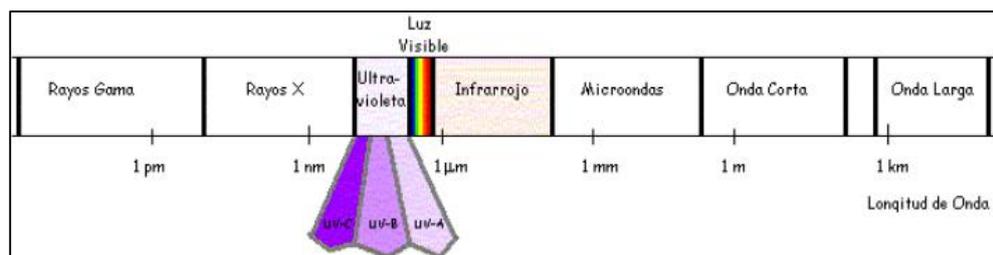
nubes y de absorción por las moléculas de gases como el ozono y el vapor de agua y por partículas en suspensión, la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera (Benavides, 2010).

### 2.1.5 Distribución espectral de la radiación solar

La energía solar llega en forma de radiación electromagnética o luz. La radiación electromagnética, son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse, por lo que estas ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la Tierra desde el Sol y las estrellas. La longitud de onda ( $\lambda$ ) y la frecuencia ( $\mu$ ) de las ondas electromagnéticas, relacionadas mediante la expresión  $\lambda\mu = C$  (donde C es la velocidad de la luz), son importantes para determinar su energía, su visibilidad, su poder de penetración y otras características. Independientemente de su frecuencia y longitud de onda, todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de  $C = 299.792 \text{ km/s}$ .

La longitud de onda de la luz es tan corta que suele expresarse en nanómetros (nm), que equivalen a una milmillonésima de metro, o una millonésima de milímetro o en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) que equivalen a una millonésima de metro.

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro en diferentes longitudes de onda, como se muestra en la figura 2, que se extiende desde longitudes de onda corta de billonésimas de metro (frecuencias muy altas), como los rayos gama, hasta longitudes de onda larga de muchos kilómetros (frecuencias muy bajas) como las ondas de radio. El espectro electromagnético no tiene definidos límites superior ni inferior y la energía de una fracción diminuta de radiación, llamada fotón, es inversamente proporcional a su longitud de onda, entonces a menor longitud de onda mayor contenido energético.

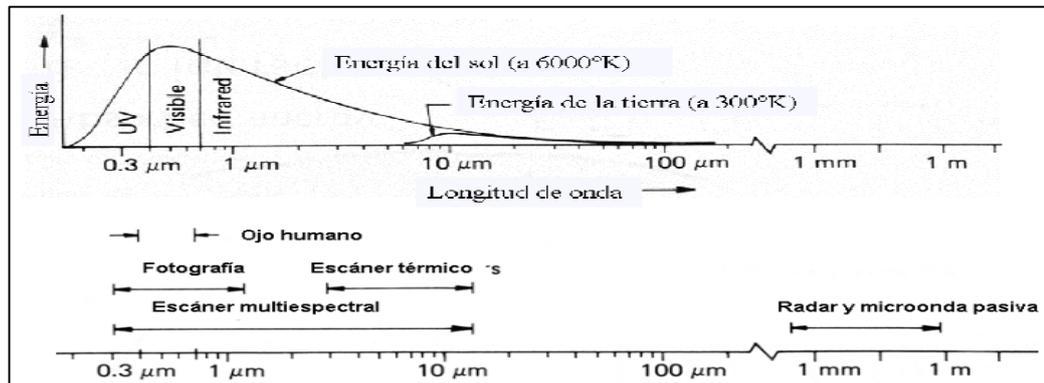


**Figura 2.** Espectro electromagnético de la radiación solar.

**Fuente:** IDEAM

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta, principalmente en la banda del ultravioleta, visible y cercano al infrarrojo, con longitudes de onda entre 0,2 y 3,0 micrómetros (200 nm a 3.000 nm). Aproximadamente un 99% de la radiación solar de onda corta que llega a la superficie de la Tierra está contenida en la región entre 0,2 y 3,0  $\mu\text{m}$  mientras que la mayor parte de la radiación terrestre de onda larga está contenida en la región entre 3,5 y 50  $\mu\text{m}$  (Benavides, 2010).

La región visible (entre  $400\text{ nm} < \lambda < 700\text{ nm}$ ) corresponde a la radiación que puede percibir la sensibilidad del ojo humano e incluye los colores: violeta (0,42  $\mu\text{m}$  o 420 nm), azul (0,48  $\mu\text{m}$ ), verde (0,52  $\mu\text{m}$ ), amarillo (0,57  $\mu\text{m}$ ), naranja (0,60  $\mu\text{m}$ ) y rojo (0,70  $\mu\text{m}$ ). La luz de color violeta es más energética que la luz de color rojo, porque tiene una longitud de onda más pequeña. La radiación con las longitudes de onda más corta que la correspondiente a la luz de color violeta es denominada radiación ultravioleta. Los distintos colores de luz tienen en común el ser radiaciones electromagnéticas que se desplazan con la misma velocidad. Se diferencian en su frecuencia y longitud de onda. Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y el mismo color (Benavides, 2010).



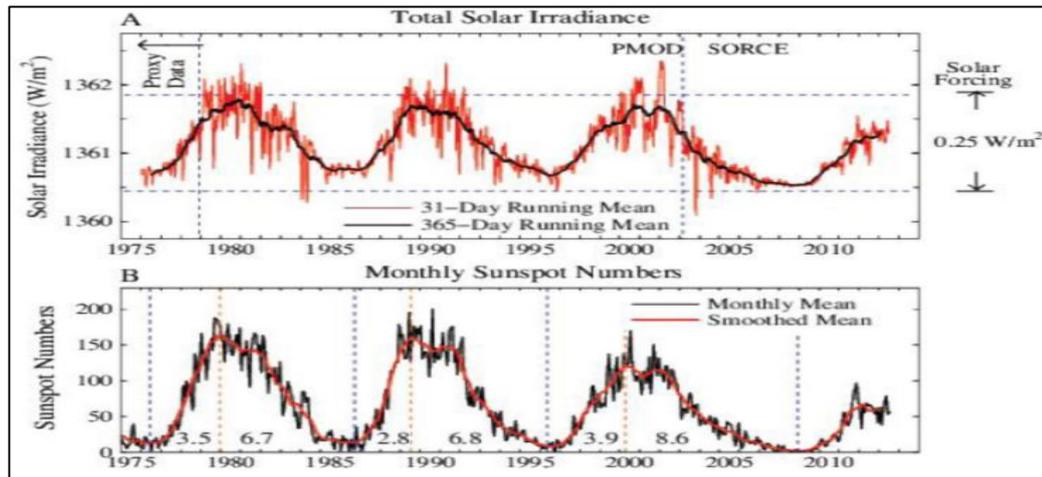
**Figura 3.** Energía radiada por el Sol y la tierra

**Fuente:** IDEAM

- La región del ultravioleta está entre los 100 y los 400 nanómetros.
- La región del infrarrojo cercano está entre los 700 y los 4000 nanómetros.
- A cada región le corresponde una fracción de la energía total incidente en la parte superior de la atmósfera distribuida así: 7% al ultravioleta; 47,3% al visible y 45,7% al infrarrojo (Benavides, 2010, p. 3).
- Las ondas en el intervalo de 0,25  $\mu\text{m}$  a 4,0  $\mu\text{m}$  se denominan espectro de onda corta, para muchos propósitos como en aplicaciones de celdas solares y en el proceso de la fotosíntesis (Benavides, 2010, p. 3).

## 2.1.6 Radiación solar extraterrestre

Llamado también irradiación solar total extraterrestre es la cantidad total de energía que proviene del Sol, por unidad de área, que está presente en todo momento por encima de la atmósfera terrestre en cual varía a lo largo del año, sin embargo, se le considera constante o constante solar de  $1367 \text{ W/m}^2$ . En la Figura 4 se muestra las gráficas de Irradiación total solar y manchas solares en el tiempo donde se puede observar una relación sencilla de estos (Chambi, 2018).



**Figura 4** Irradiancia solar y número de manchas solares en el tiempo obtenido de datos satelitales.

**Fuente:** Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa (2018)

## 2.1.7 Espectro solar

Esta energía conocida como radiación solar, se transfiere en forma de radiación electromagnética, alcanza la atmósfera terrestre como un conjunto de radiaciones o espectro electromagnético Figura 5 que llegan a la superficie con diferentes longitudes de onda frecuencia desde  $0.15 \mu\text{m}$  a  $4 \mu\text{m}$  aproximadamente (Chambi, 2018). Las bandas que comprenden prácticamente la totalidad de la radiación terrestre son: la radiación ultravioleta ( $100 \text{ nm}$  a  $400 \text{ nm}$ ), radiación visible ( $400 \text{ nm}$  a  $700 \text{ nm}$ ), detectado por el ojo humano), infrarrojo próximo ( $0.7 \text{ mm}$  a  $20 \text{ mm}$ ) infrarrojo lejano ( $20 \text{ mm}$  a  $1 \text{ mm}$ ) y microondas (de  $1 \text{ mm}$  en adelante), por tanto, se extiende desde longitudes de onda corta frecuencias altas, como los rayos gamma, hasta longitudes de onda larga frecuencias bajas como las ondas de radio. La energía es inversamente proporcional a la longitud de onda, esto implica que a menor longitud de onda se tiene mayor energía (Chambi, 2018).

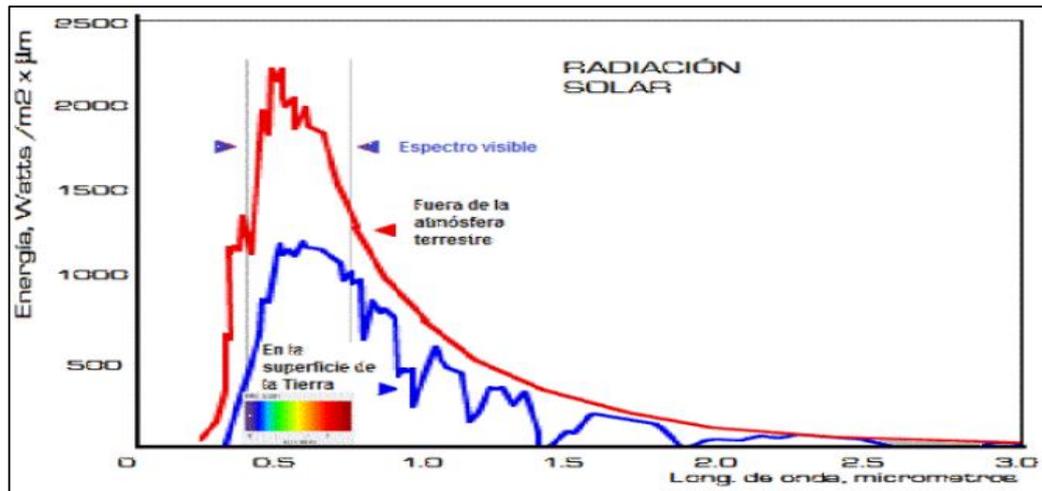


Figura 5. Espectro de radiación solar extraterrestre en la superficie.

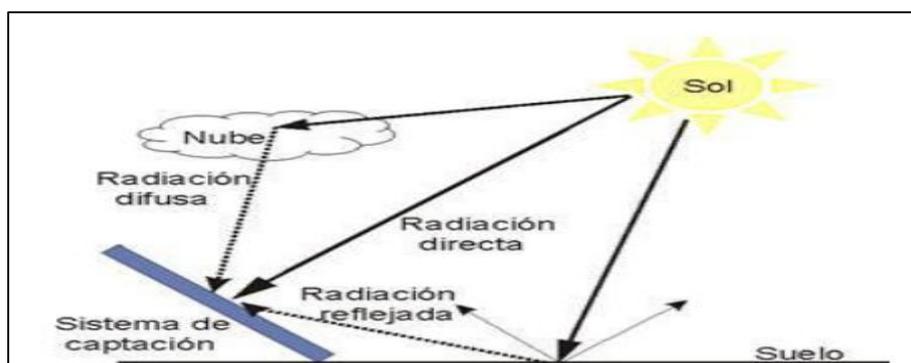
Fuente: [http://www.ecoefecto.com/tecnologia\\_fv.htm](http://www.ecoefecto.com/tecnologia_fv.htm)

### 2.1.8 Tipos de radiación solar global

Se pueden distinguir tres tipos de radiación sobre la superficie terrestre las cuales varían con el tiempo, siendo por tanto aleatorias, como la nubosidad, partículas de agua, polvo y otras, como pueden ser cambios estacionales también el día y la noche, producto de los movimientos de la Tierra rotación y translación como lo indica (Chambi, 2018, p. 41).

- a) **Radiación directa  $I_D$ .**- Es aquel tipo de radiación que llega directamente del Sol a la superficie de la Tierra sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación tiene la característica de proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan (Chambi, 2018, p. 41).
- b) **Radiación difusa  $I_S$ .**- Es una parte de la radiación solar que atraviesa la atmosfera, esta es reflejada o adsorbida por las nubes como resultado de esto va en todas las direcciones, también sufre reflexión y adsorción por efecto de las partículas de polvo atmosférico, montañas, arboles, edificios, suelo, etc. Este tipo de radiación tiene la característica de no producir sombra. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, en comparación a las superficies verticales (Chambi, 2018, p. 41).
- c) **Radiación reflejada  $R$ .**- Es aquella radiación que es reflejada por la superficie terrestre, llamado también albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben, Figura 6 (Chambi, 2018, p. 41).

Así mismo el porcentaje de radiación (UV – B) reflejada varía por el color y textura, el pasto o la tierra refleja menos del 5%, una zona nevada es mayor al 80%, el agua refleja un 20% aproximadamente, el suelo arenoso, el cemento entre el 7 y el 18%.



**Figura 6.** Radiación recibida sobre la superficie de la Tierra.

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos82/energia-solar-fotovoltaicay-sus-aplicaciones/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones2.shtml>

**d) Radiación global  $I_T$ .**- Es la radiación total que resulta de la suma de las tres tipos de radiaciones las que se muestran en la Figura 6, la radiación total se calcula según la ecuación 1 (Chambi, 2018, p. 42).

$$L_T = I_D + I_S + R$$

Donde:  $I_D$  es la radiación directa,  $I_S$  a la difusa y R a la reflejada.

### 2.1.9 Radiación ultravioleta

A comienzo del siglo XIX, Johannes Ritter descubrió que el Sol, además de luz visible, emite una radiación "invisible" de longitud de onda más corta que el azul y el violeta. Esa banda recibió el nombre de "ultravioleta". El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual sólo entre un 6% a 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV). Esta radiación ultravioleta es una forma de energía radiante invisible que cubre el rango de longitudes de onda entre los 100 y los 400 nm y usualmente es clasificada en tres categorías, constituida por longitudes de onda ascendentes que van desde el (UV – C), (UV – B) y (UV – A) de acuerdo con la longitud de onda mientras más corta sea la longitud de onda de la radiación (UV), biológicamente es más dañina: (UV – A) entre 320 y 400 nm (UV – B) entre 280 y 320 nm (UV – C) entre 100 y 280 nm. La radiación solar viaja a través de la atmósfera terrestre antes de llegar a la superficie y en este recorrido toda la radiación (UV – C) y el 90% de la (UV – B) es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, mientras que, la radiación (UV – A) es débilmente absorbida (Benavides, 2010).

Debido a lo anterior, la radiación (UV) que alcanza la superficie de la tierra está compuesta en gran parte por la radiación (UV – A) (95%) y en menor grado por la (UV – B) (5%). La radiación (UV) que alcanza la troposfera es el motor de todos los procesos fotoquímicos en las capas bajas de la atmósfera de la Tierra (Benavides, 2010).

### **2.1.10 Tipos de radiación (UV) y sus efectos en la salud**

En el ser humano, una exposición prolongada a la radiación solar (UV) puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario. Las quemaduras solares son los efectos agudos más conocidos de la exposición excesiva a la radiación (UV); a largo plazo, este daño acumulativo produce cambios a nivel celular en cada una de las diferentes capas de la piel, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos, que se puede traducir más tarde en el envejecimiento prematuro de la piel o en el peor de los casos en un cáncer, que se manifiesta con tumores, manchas, úlceras, lunares o masas. La radiación (UV) puede producir también reacciones oculares de tipo inflamatorio, como la queratitis actínica. Los efectos biológicos por la sobre exposición a la radiación (UV), están asociados a graves daños en los sistemas vegetales por la alteración de las funciones clorofílicas y por ende disminución de las cosechas y el fitoplancton marino (Benavides, 2010).

Existe una relación entre la energía de fotón (UV) y las energías de ligadura de muchas moléculas químicas y biológicas, por ejemplo, la radiación (UV) de longitud de onda menor de 240 nm rompe el enlace de la molécula de oxígeno (O<sub>2</sub>) que posteriormente forma el ozono estratosférico; longitudes de onda cercanas a los 250 nm incrementan la absorción de (UV) por parte del ADN y otras moléculas intranucleares, es por esto que la radiación de 250 nm es usada como germicida (Benavides, 2010).

**a) Radiación (UV – A).** - La radiación (UV – A) es la forma menos dañina de la radiación ultravioleta y es la que llega a la Tierra en mayores cantidades, siendo la continuación de la radiación visible, pero presenta un menor peligro por ser menos energética y además es responsable del bronceado de la piel. Los rayos (UV – A) penetran en el tejido conectivo y son la causa fundamental de la inmunosupresión y causan lesiones crónicas inducidas por la luz, como el envejecimiento prematuro de la piel y su oscurecimiento. También son responsables de la formación de radicales libres y de reacciones tanto fototóxicas como fotoalérgicas tales como las alergias solares denominadas fotodermatitis poliforme. Los radicales libres son compuestos químicos con electrones libres, que poseen una reactividad elevada y pueden dañar las células

de la epidermis y la dermis. La radiación (UV – A) también puede dañar pinturas y plásticos que se encuentren a la intemperie.

**b) Radiación (UV – B).** - La Radiación (UV – B) llega a la Tierra muy atenuada por la capa de ozono y varía entre 280 y 320 nm. La radiación (UV – B), que llega a la superficie de la Tierra es potencialmente dañina, ya que reduce el crecimiento de las plantas y la exposición humana prolongada a este tipo de radiación puede causar daños a la salud.

**c) Radiación (UV – C).** - Los rayos (UV – C) son la forma más dañina de toda la gama de rayos ultravioleta porque es muy energética, pero esta radiación es absorbida por el oxígeno y el ozono en la estratosfera y nunca llega a la superficie terrestre. A pesar de todos los efectos negativos que produce la radiación (UV), cantidades pequeñas de radiación (UV) son beneficiosas para personas y esenciales en la síntesis dérmica de la vitamina D; la radiación (UV) también se utiliza, bajo supervisión médica, para tratar varias enfermedades como el raquitismo, la psoriasis y el eczema. Pequeños incrementos en las dosis absorbidas, provocan importantes daños en la piel y en los ojos de los animales, además de cambios en los procesos de producción de los vegetales, entre otros efectos.

### **2.1.11 Factores que influyen en los niveles de radiación (UV)**

Los niveles de radiación (UV) en la superficie dependen de varios factores como son: la posición del Sol, la altitud, la latitud, el cubrimiento de las nubes, la cantidad de ozono en la atmósfera y la reflexión terrestre (Benavides, 2010).

Los niveles de radiación (UV) varían durante el día y a lo largo del año, presentándose los mayores niveles en el día cuando el Sol se encuentra en su máxima elevación, esto es entre las 10 a.m. y las 2 p.m. Cerca del 60% de la radiación (UV) es recibida a estas horas, mientras que, cuando el ángulo del Sol está más cercano al horizonte llega menos radiación (UV) a la superficie de la Tierra debido a que atraviesa una distancia más larga en la atmósfera y encuentra más moléculas de ozono, dando lugar a una mayor absorción. En zonas diferentes a los trópicos los máximos niveles se presentan en los meses de verano alrededor del mediodía. En los trópicos, los mayores niveles de radiación se presentan, generalmente a principios de año, durante el perihelio que es cuando la Tierra está más cerca al Sol y los más bajos a mitad del año durante el afelio cuando la Tierra está más alejada del Sol (Benavides, 2010).

**a. Altura del Sol**

“Cuanto más alto esté el sol en el cielo, más intensa es la radiación (UV). Así la intensidad de la radiación (UV) varía según la hora del día y la época del año, fuera de las zonas tropicales, las mayores intensidades de la radiación (UV) se producen cuando el sol alcanza su máxima altura, alrededor del mediodía solar durante los meses de verano” (Organización Mundial de la Salud, 2003, p. 2).

**b. Ozono estratosférico**

“La capa de ozono absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta dañina, pero su espesor varía según la época del año y los cambios climáticos. La capa de ozono ha disminuido en ciertas zonas debido a la emisión de productos químicos que destruyen el ozono” (EPA, 2001, p. 5).

**c. Hora del día**

El sol está en su punto más alto en el cielo alrededor del mediodía. A esa hora, la distancia que recorren los rayos solares dentro de la atmósfera es más corta y los niveles de (UV – B) son los más altos. Temprano en la mañana y al final de la tarde, los rayos solares atraviesan la atmósfera de forma oblicua, lo cual reduce en gran medida la intensidad de los rayos (UV – B). Los niveles de radiación (UV – A) no dependen del ozono y varían a lo largo del día, de la misma manera que la luz solar visible (EPA, 2001, p. 5).

**d. Época del año**

“El ángulo de incidencia de la luz solar varía según las estaciones, con lo cual varía también la intensidad de los rayos ultravioleta. La intensidad de la radiación ultravioleta es más alta durante los meses de verano” (EPA, 2001, p. 5).

**e. Latitud**

“Cuanto más cerca del ecuador, más intensa es la radiación (UV)” (OMS, 2003, p. 2).

**f. Nubosidad**

“La intensidad de la radiación (UV) es máxima cuando no hay nubes, pero puede ser alta incluso con nubes. La dispersión puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, aumentando la intensidad total de la radiación (UV)” (OMS, 2003, p. 2).

**g. Altitud**

“La intensidad de la radiación ultravioleta aumenta con la altitud, ya que hay menos atmósfera para absorber los rayos dañinos del sol. A mayor altitud la atmósfera es más delgada y absorbe una menor proporción de radiación (UV). Con cada 1000 metros de

incremento de la altitud, la intensidad de la radiación (UV) aumenta en un 10% a 12%” (OMS, 2003, p. 2).

**h. Ozono**

“La capa de ozono absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta (UV) dañina, que podría alcanzar la superficie terrestre. La concentración de ozono varía a lo largo del año e incluso del día. La capa de ozono ha disminuido en ciertas zonas debido a la emisión de productos químicos que destruyen el ozono” (OMS, 2003, p. 2).

**i. condiciones climáticas. -**

“Las nubes reducen el nivel de radiación ultravioleta, pero no la eliminan completamente. Según el espesor de las nubes, es posible sufrir quemaduras en un día nublado aunque no haga mucho calor” (EPA, 2001, p. 5).

**j. Reflexión por el suelo**

“Diferentes tipos de superficies reflejan o dispersan la radiación (UV) en diversa medida, por ejemplo, la nieve reciente puede reflejar hasta un 80% de la radiación (UV), la arena seca de la playa, alrededor de un 15%, y la espuma del agua del mar, alrededor de un 25%” (OMS, 2003, p. 2).

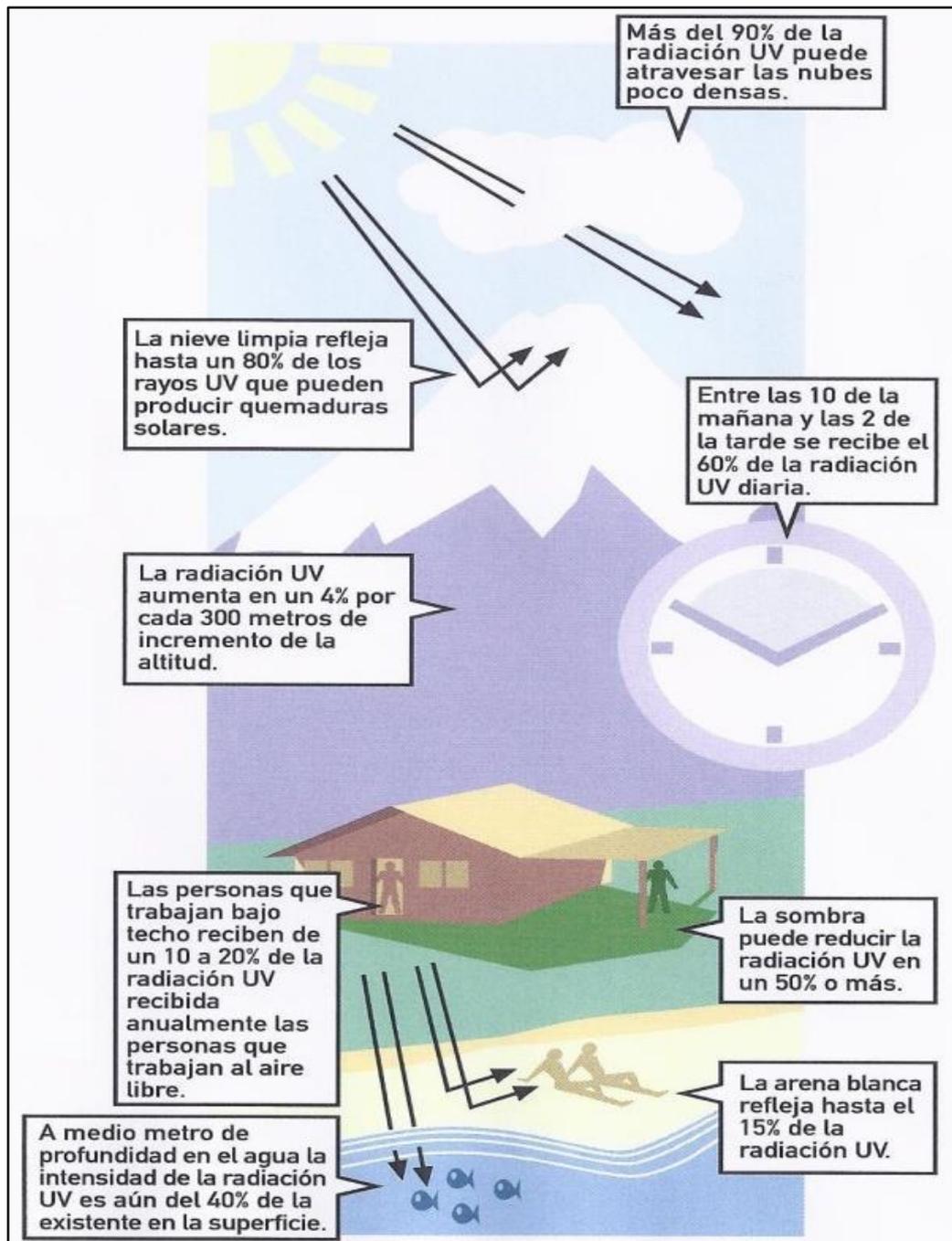


Figura 7. Reflexión por el suelo.

Fuente: índice (UV) solar Mundial guía práctica

### 2.1.12 Unidad de medida

Para algunas bandas espectrales, como la visible y la ultravioleta se utilizan las siguientes unidades, en particular:

- Radiación visible o radiación activa en fotosíntesis (PAR, por sus siglas en inglés): instantánea ( $\mu\text{E}/\text{cm}^2\text{seg}$ : donde E = Einsten) y la integrada ( $\mu\text{E}/\text{cm}^2$ ) (Benavides, 2010).

- Radiación ultravioleta: instantánea ( $W/cm^2 nm$ ) y la integrada ( $\mu Wh/cm^2 nm$ ), en cada longitud de onda medida (Benavides, 2010).

Unidad	Equivalencia
1 $\mu W/cm^2$	0,01 $W m^{-2}$
1 klux	18 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
1 $W m^{-2}$	4,6 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
1 klux	4 $W m^{-2}$
1 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$	1 $\mu E m^{-2} s^{-1}$
1 klux	18 $\mu E m^{-2} s^{-1}$
1 $W m^{-2}$	4,6 $\mu E m^{-2} s^{-1}$
1 $W \cdot h$	3,6 KJ

Figura 8. Conversiones útiles para radiación visible y ultravioleta

Fuente: IDEAM

### 2.1.13 Índice ultravioleta (IUV)

El índice (IUV) es usado como un indicador que asocia la intensidad de la radiación solar ultravioleta (UV - B) incidente sobre la superficie de la Tierra, con posibles daños en la piel humana. Este índice permite evitar los riesgos de afectación de las personas, según el tipo de piel, previa clasificación por un dermatólogo y es una medida de orientación dirigida a promover en la población una exposición saludable al Sol, ya que ésta es necesaria para diversos procesos biológicos del organismo humano. Este indicador alcanza los niveles más altos alrededor del mediodía y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares.

Los índices (UV) indican la intensidad de la radiación (UV – B) en una escala del 1 al 11+ (encontrándose valores particulares entre 18 a 20, generados especialmente en los trópicos, a grandes altitudes), con las categorías de exposición que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Categorías de Exposición a la Radiación Ultravioleta

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES (IUV)
Baja	< 2
Moderada	3 a 5
alta	6 a 7
Muy alta	8 a 10
Extremadamente alta	11 +

Fuente: OMS. 2003

### 2.1.14 (IUV)

La intensidad de la radiación (UV) y, en consecuencia, el valor del índice varía a lo largo del día. Al comunicar el (IUV), se pone el máximo énfasis en la intensidad máxima de la radiación (UV) en un día determinado, que se produce durante el periodo de cuatro

horas en torno al mediodía solar. Dependiendo de la ubicación geográfica y de si se aplica o no el horario de verano, el mediodía solar puede tener lugar entre las 12 del día y las 2 de la tarde. Habitualmente, los medios de comunicación ofrecen una predicción de la intensidad máxima de la radiación (UV) del día siguiente (OMS, 2003).

### 2.1.15 Cálculo del índice ultravioleta (IUV)

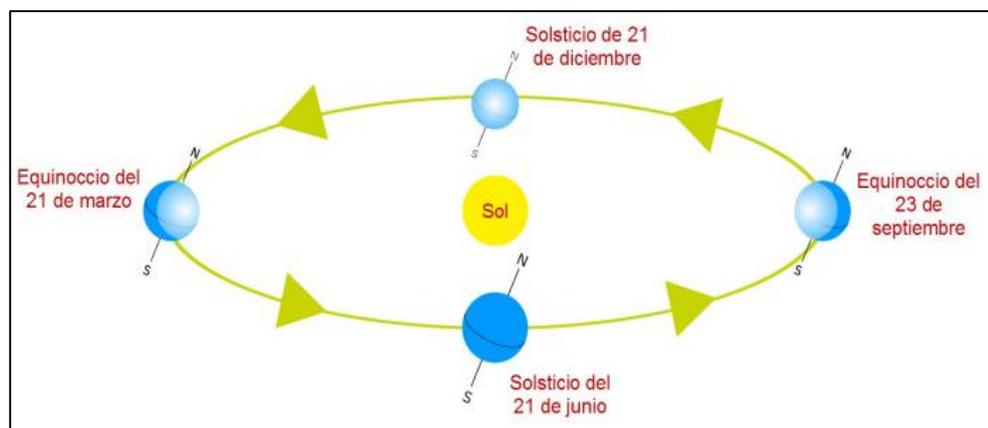
La formulación del índice (UV) solar mundial se basa en el espectro de acción de referencia de la Comisión Internacional sobre Iluminación (CIE) para el eritema inducido por la radiación (UV) en la piel humana (ISO 17166:1999/CIE S 007/E-1998). Dicho índice es una medida de la radiación (UV) aplicable a y definida para una superficie horizontal. El (IUV) es adimensional y se define mediante la siguiente fórmula:

$$(IUV) = k_{er} \times \int_{250nm}^{400nm} E\lambda \times S_{er}(\lambda)d\lambda$$

Dónde:  $E\lambda$  es la irradiancia espectral solar expresada en  $W/(m^2 \cdot nm)$  a la longitud de onda  $\lambda$  y  $d\lambda$  es la diferencia de longitud de onda utilizado en la integración.  $S_{er}(\lambda)$  es el espectro de acción de referencia para el eritema y  $k_{er}$  es una constante igual a  $40 m^2/W$  (OMS, 2003, p. 26).

### 2.1.16 Estaciones del año

Durante la órbita de la Tierra sobre su eje inclinado alrededor del Sol se producen cuatro posiciones principales que dan lugar a cuatro períodos distintos a lo largo del año: son los solsticios y los equinoccios. Estos períodos también son conocidos como las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno. Cada estación del año tiene unas características propias con respecto a la temperatura, las precipitaciones y la luz solar entre otras características (Martínez, 2011).



**Figura 9.** Las estaciones del año en el Planeta Tierra

**Fuente:** Estación del año

Como se puede observar en la tabla 1 siguiente las estaciones del año varían según el hemisferio del planeta Tierra donde te encuentres y son justo a la inversa en un hemisferio con respecto al otro, cuando es invierno en el hemisferio norte es verano en el hemisferio sur del planeta y viceversa, es decir, cuando es verano en el hemisferio norte es invierno en el hemisferio sur. Se puede observar además que las estaciones se inician en días determinados y tienen una duración aproximada de tres meses (Martínez, 2011).

**Tabla 1**

Las estaciones del año en el Planeta Tierra

Inicio	Hemisferio Norte del planeta	Hemisferio Sur del planeta	Duración del día
21 marzo	Primavera	Otoño	Aproximadamente 92,9 días
21 junio	Verano	Invierno	Aproximadamente 93,7 días
23 siembre	Otoño	Primavera	Aproximadamente 92,9 días
21 diciembre	Invierno	Verano	Aproximadamente 89,0 días

**Fuente:** Estación del año

“Las estaciones del año no son exactamente iguales en todos los lugares del planeta Tierra. Sin embargo, en nuestra localidad se disfruta de las cuatro estaciones con características propias que distinguen una estación de otra”

### **2.1.17 Cambio climático**

La radiación solar es la principal fuente de energía para el sistema Tierra atmósfera y directa o indirectamente es la responsable de todos los fenómenos que afectan a la meteorología y climatología de dicho sistema. En promedios largos de tiempo la superficie terrestre cede a la atmósfera una cantidad de energía igual a la que absorbe, así cualquier factor que altere la composición de la atmósfera o la energía emitida por el Sol, modifica el balance radiactivo neto del sistema tierra-atmósfera y por lo tanto afecta el clima (EPA, 2001).

El cambio climático es el principal problema ambiental de nuestro tiempo, y es provocado por determinados gases, cuyas concentraciones atmosféricas crecen con perfil exponencial. Sus consecuencias se dejaron sentir en toda la biósfera, desde los fenómenos meteorológicos al ser humano, creando un panorama incierto que exigirá una rápida adaptación de todas las especies (EPA, 2001).

En el tercer panel intergubernamental de Cambio climático, IPCC el 2001, se recogieron las principales consecuencias observadas de este desequilibrio como el incremento de la temperatura promedio global de la superficie en  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  y la razón promedio de elevación del mar en el rango de 1.0 a 2.0 mm/año a partir de la segunda

mitad del siglo XX. También se concluyó que el calentamiento global observado en el siglo XX tiene un importante componente de origen antrópico y la mejor manera de reducir el calentamiento global es, sin duda, reducir las emisiones antropogénicas que producen los gases invernaderos. Pero la economía mundial es adicta a la energía producida principalmente por fósiles (EPA, 2001).

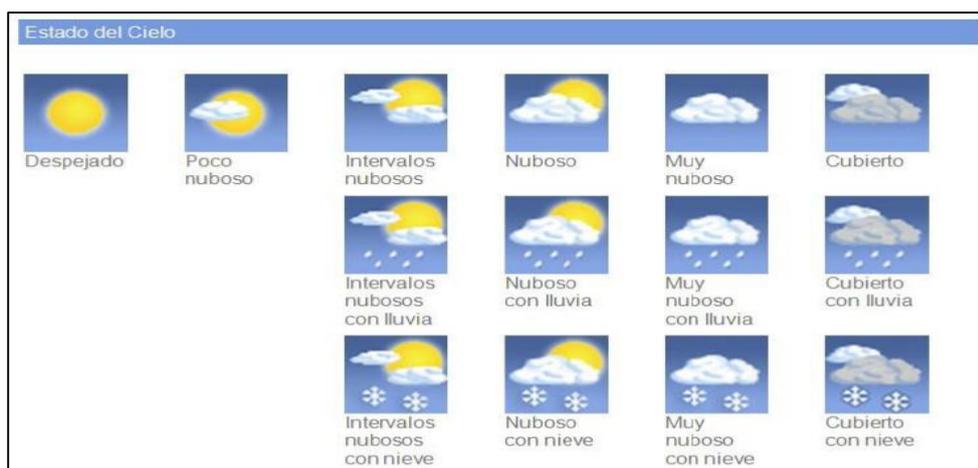
#### **a. Clima**

Conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan las condiciones habituales o más probables de un punto determinado de la superficie terrestre. La climatología es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo. Aunque utiliza los mismos parámetros de la meteorología, su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, pues estudia las características ambientales a largo plazo (EPA, 2001).

El estudio del clima requiere amplios intervalos y series temporales largos (frente a hechos meteorológicos puntuales), por lo que siempre se necesita tiempo para poder llegar a conclusiones con mayor rigor.

#### **b. Meteorología**

Es la ciencia que se encarga del estudio de los fenómenos, las leyes y el estado de la atmósfera en las capas bajas, donde se desarrolla la vida de las plantas y animales. Uno de sus objetivos es el conocimiento de dichos fenómenos orientados a su predicción. A pesar de que la radiación solar es una variable de suma importancia, como se ha comentado anteriormente, la meteorología ha prestado mayor importancia al estudio y predicción de otras variables meteorológicas, entre ellas la presión, la temperatura, la humedad y precipitación. De hecho, es común ver en las partes meteorológicas la cuantificación de dichas variables con magnitudes exactas y precisas. Sin embargo, en el caso de la radiación solar la variable con mayor relación directa y de la que históricamente se dan estimaciones es el nivel de nubosidad que establece únicamente seis valores discretos, realizada en las predicciones por AE Met (Alfaro et al., 2016).



**Figura 10.** Clasificación del estado de cielo realizada.

**Fuente:** Pronóstico con Cobertura Nacional del Índice de Radiación Solar Ultravioleta

Los resultados obtenidos por Liou (1976), indican que las nubes nimbo estratos y cúmulos nimbo reflejan 80 a 90% y absorben 10 a 20% de la radiación solar incidente sobre ellas. La reflexión y absorción de los cúmulos de espesor igual a 0,45 km varían de 68 a 85% y de 4 a 9% respectivamente. Una nube estrato fina de espesor 0,1 km, refleja cerca de 45 a 72% y absorbe cerca de 1 a 6% de flujo de radiación solar incidente. Una nube alto estrato de espesor 0,6 km tiene una reflexión variante entre 55 a 77% y una absorción de 30 a 40% (Alfaro et al., 2016).

## 2.4 Definición del término

- **Radiación.-** “Flujo de partículas o fotones con suficiente energía para producir ionizaciones en las moléculas que atraviesa” (Mayhua, 2019).
- **Radiación ultravioleta (UV).-** “Ondas electromagnéticas con longitudes de onda de 100 a 400nm” (Zegarra, 2019, p. 116).
- **Índice (IUV).-** Es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta proveniente del Sol en la superficie terrestre en una escala que comienza en 0 a +11 (OMS, 2003).
- **Irradiación.** - “Energía incidente por unidad de área en un tiempo definido” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Irradiancia solar.** - “Intensidad de radiación solar sobre una superficie” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Radiación solar directa.-** “La que llega a una superficie sin haber sufrido dispersión en su trayectoria a través de la atmósfera” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Radiación solar difusa.-** “La que llega a una superficie después de sufrir múltiples desviaciones” (Miranda, 2018, p. 23).

- **Radiación solar global.**- “Suma de la radiación directa y difusa” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Declinación solar.**- “Ángulo que forma la recta que une la Tierra y el Sol con el plano que contiene al Ecuador terrestre” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Capa de ozono.** - “Capa que nos protege de los rayos peligrosos del Sol” (Miranda, 2018, p. 23).
- **Albedo.**- “Irradiancia solar que es reflejada por la superficie”(Miranda, 2018, p. 24).
- **Fotoperíodo.**- “Período de iluminación solar comprendido desde la salida hasta la puesta del Sol” (Miranda, 2018, p. 24).
- **Heliofanía.**- “Es el tiempo, en horas, durante el cual el Sol tiene un brillo solar efectivo” (Miranda, 2018, p. 24).
- **Insolación.**- “Exposición prolongadamente a la acción de los rayos ultravioleta del Sol” (Miranda, 2018, p. 24).
- **Periodos de tiempo.** - Un período de tiempo es el tiempo necesario para que un ciclo completo de vibración pase en un punto dado. A medida que la frecuencia de una onda aumenta, el período de tiempo de la onda disminuye. La unidad para el período de tiempo es segunda.
- **Radiómetro (UV).** - Es un instrumento de medición de alta calidad (UV). Se utiliza para medir la energía ultravioleta de diferentes fuentes de Luz, es una herramienta importante para ayudar a determinar la cantidad de radiación (UV) necesaria para curar completamente el recubrimiento (UV).
- **Distancia Tierra Sol.** - Se mide de manera precisa la distancia entre el Sol y el planeta Tierra y equivale exactamente a 149.597.870.700 metros.
- **Oxígeno.** - Es un gas incoloro e inodoro que se encuentra en el aire, en el agua, en los seres vivos y en la mayor parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos; es esencial en la respiración y en la combustión.
- **Estratósfera.** - Es la capa de la atmósfera terrestre que se extiende entre los 10 y los 50 km de altitud aproximadamente; en ella reina un perfecto equilibrio dinámico y una temperatura casi constante.
- **Radiación no ionizante.** - Es aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas.
- **Nubes.** - Masa visible suspendida en la atmósfera, de color y densidad variables, formada por la acumulación de partículas diminutas de agua, o de agua y hielo, como consecuencia de la condensación del vapor de agua atmosférico.

- **Altitud.** - Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.
- **Latitud.** - Distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del ecuador; se mide en grados, minutos y segundos sobre los meridianos.
- **Longitud.** - Distancia angular de un punto de la superficie terrestre al meridiano de Greenwich, determinada por el arco del ecuador comprendido entre dicho meridiano y el punto terrestre considerado; se mide en grados, minutos y segundos hasta los 180°.
- **Estación del año.** - Es cada uno de los cuatro períodos en que se divide el año comprendido entre un equinoccio y un solsticio, o viceversa, y caracterizados por determinadas condiciones climáticas, por la longitud del día y otras características.
- **Meses.** - Cada una de las doce partes en que se divide un año; hay meses de 28, 29, 30 o 31 días.
- **Meteorológica.** - Es la ciencia interdisciplinaria, de la física de la atmósfera, que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos producidos y las leyes que lo rigen.
- **Años.** - Un año, año terrestre, año sidereal, sidéreo o año juliano se refiere al tiempo orbital del planeta Tierra, es decir, al tiempo que tarda dicho planeta en dar una vuelta completa alrededor del Sol.
- **Energía solar.** - La energía solar es aquella que se obtiene de la radiación solar que llega a la Tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioleta. Es un tipo de energía limpia y renovable, pues su fuente es Sol.
- **Sol.** - Es un astro que posee luz propia, centro de nuestro Sistema Solar y constituye el principal foco calorífico y energético de éste; es decir da luz y calor a todos los planetas, y sin él no hubiera sido posible la vida en la Tierra, todo el alimento y el combustible procede de las plantas que utilizan la energía de la luz solar para poder vivir.
- **Rayos.** - Cualquier tipo de energía radiante.
- **Tierra.** - Es un planeta de sistema solar, tercero en la proximidad al Sol, entre Venus y Marte, habitado por el hombre.
- **Periodo.** - Es un espacio de tiempo durante el cual se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.
- **Tiempo.** - Es el período con una duración indeterminada durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.
- **Ondas electromagnéticas.** - Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Incluyen entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y

telefonía. Todas se propagan en el vacío a una velocidad constante, muy alta (300 0000 km/s) pero no infinita.

- **Radiaciones solar extraterrestres.** - Es la energía que recibe, durante un periodo de tiempo, una superficie del plano tangencial al planeta Tierra en un punto situado al exterior de la atmósfera; plano que será también el plano horizontal de ese punto.
- **Ángulo de inclinación.** - Ángulo que forma con el eje x.
- **Energía.** - Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.
- **Energía renovable.** - Energía que utiliza los recursos inagotables de la naturaleza, como la biomasa, las radiaciones solares o el viento.
- **Seres vivos.** - Son todos los sistemas moleculares complejos que cumplen con funciones esenciales como la alimentación, el desarrollo, la reproducción y las interacciones con otros organismos, incluyendo el intercambio energético con el medio que los rodea.
- **Ganancia de calor.** - Es el aumento de la energía térmica de un espacio, objeto o estructura tras ser expuesta a la radiación solar incidente.
- **Biósfera.** - Capa constituida por agua, tierra y una masa delgada de aire, en la cual se desarrollan los seres vivos; comprende desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta los fondos oceánicos.
- **Superficie terrestre.** - Es una expresión utilizada habitualmente, incluso en contextos científicos, pero que presenta una cierta ambigüedad.
- **Dispersión.** - Acción de dispersar o dispersarse.
- **Absorción.** - Acción de absorber.
- **Fotosíntesis.** - Proceso químico que tiene lugar en las plantas con clorofila y que permite, gracias a la energía de la luz, transformar un sustrato inorgánico en materia orgánica rica en energía.
- **Temperatura.** - Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.
- **Transpiración.** - Salida de vapor de agua que se efectúa a través de las membranas de las células superficiales de las plantas, especialmente por las estomas.
- **Evaporación.** - Acción de evaporar o evaporarse.
- **Meteorología.** - Parte de la física que estudia los fenómenos de la atmósfera, la climatología, el viento, la lluvia, los rayos, etc.
- **Climatología.** - Conjunto de las condiciones atmosféricas propias de un determinado clima.

- **Plantas.** - Organismo vivo que crece sin poder moverse, en especial el que crece fijado al suelo y se nutre de las sales minerales y del anhídrido carbónico que absorbe por las raíces o por los poros de las hojas.
- **Cáncer de piel.** - Crecimiento anormal de células de la piel.
- **Salud.** - Estado en que un ser u organismo vivo no tiene ninguna lesión ni padece ninguna enfermedad y ejerce con normalidad todas sus funciones.
- **Piel.** - Capa de tejido resistente y flexible que cubre y protege el cuerpo del ser humano y de los animales.
- **Cataratas.** - Opacidad del cristalino del ojo o de su cápsula que impide el paso de la luz y es causa de la pérdida total o parcial de visión.
- **Espectro solar.** - El que resulta de la dispersión de las radiaciones de la luz blanca del sol al pasar a través de un prisma.
- **Atmósfera.** - Capa gaseosa que envuelve un astro; especialmente, la que rodea la Tierra.
- **Superficie.** - Extensión de una figura geométrica de la que solo se consideran dos dimensiones: la anchura y la altura.
- **Latitud sobre el nivel del mar.** - Es la distancia existente entre cualquier punto de nuestro planeta respecto al Ecuador se llama latitud y es una distancia angular. Mientras que la altitud es la distancia vertical existente entre un punto determinado con respecto al nivel del mar.
- **Época del año,** - primavera: entre el 2 y el 7 de febrero. Verano: entre el 4 y el 10 de mayo. Otoño: entre el 3 y el 10 de agosto. Invierno: entre el 5 y el 10 de noviembre. Cercanía a la línea ecuatorial.
- **Longitud de onda.** - Distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.
- **Perfil vertical del ozono.** - Como se sabe el ozono junto con el ángulo cenital son factores fundamentales para estimar la irradiancia en superficie. Respecto de su distribución vertical, indican que los modelos de simulación muestran que cuando se cambia de un perfil típico para latitudes medias a otro de latitudes tropicales el (UVI) se incrementa en 8% manteniendo el ozono total constante. Cabe agregar que el incremento (por contaminación) de ozono en superficie puede generar un decrecimiento de la (UVI) 3%.
- **Variabilidad espacial.** - La presentación mediante isolíneas implica la interpolación de la (UVI) pronosticado por cada punto de grilla. Se estima que esto genera un error de aproximadamente 3%.

- **Aerosoles.** - Líquido el acumulado a presión en un recipiente, puede lanzarse al exterior esparciéndolo en partículas muy pequeñas.
- **Biosfera.** - Capa constituida por agua, tierra y una masa delgada de aire, en la cual se desarrollan los seres vivos; comprende desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta los fondos oceánicos.
- **Radiaciones electromagnéticas.** - Es un tipo de campo electromagnético variable, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.
- **Fototipos.** - Es la capacidad de la piel para asimilar la radiación solar.
- **Melamina de piel.** - Es un pigmento derivado de la tirosina, un aminoácido necesario para que todo el organismo funcione de manera correcta.
- **Eritema.** - Enrojecimiento de la piel debido al aumento de la sangre contenida en los capilares.
- **Línea ecuatorial.** - También llamado ecuador terrestre, el ecuador o paralelo 0°, es el círculo máximo perpendicular al eje de rotación del planeta Tierra.
- **Radiómetro.** - Es un instrumento para detectar y medir la intensidad de la radiación (UV).
- **Radiología.** - Parte de la medicina que estudia las aplicaciones y los efectos de las radiaciones y las sustancias radiactivas, especialmente los rayos X y el radio, en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.
- **Cielo claro.** - Sin presencia de nubes.
- **Difusa.** - Vago, impreciso.
- **Electromagnética.** - Se dice de todo fenómeno en que los campos eléctricos y magnéticos están relacionados entre sí.
- **Envejecimiento.** - Acción y efecto de envejecer.
- **Exposición.** - Acción y efecto de exponer.
- **Irradiación solar difusa.** - Radiación que proviene de otras direcciones (distintas a las del disco solar) debido a la reflexión y dispersión que producen en la radiación solar, la atmósfera y las nubes.
- **Irradiación solar directa.** - Es la radiación que llega a la superficie de la tierra en forma de rayos provenientes del Sol sin cambios de dirección.
- **Irradiación solar extraterrestre.** - Radiación incidente sobre una superficie horizontal en el tope de la atmósfera, que viene a ser el límite superior de la exósfera (ausencia casi total de gases). La irradiación extraterrestre varía con la latitud y la fecha.

- **Irradiancia.** - Potencia solar incidente en una superficie por unidad de área sus unidades son  $W/m^2$ .
- **Opaco.** - Que impide el paso a la luz, a diferencia de diáfano.
- **Ozono.** - Es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno.
- **Piranómetro.**- También llamado solarímetro y actinómetro, es un instrumento meteorológico utilizado para medir de manera muy precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la tierra (Chambi, 2018).
- **Predicción.** - Acción y efecto de predecir.
- **Protección.** - Acción y efecto de proteger.
- **Quemadura.** - Descomposición de un tejido orgánico, producida por el contacto del fuego o de una sustancia cáustica o corrosiva.
- **Reflejar.** - Hacer retroceder, cambiando de dirección, la luz, el calor, el sonido al chocar con una superficie lisa de otro medio.

## 2.5 Hipótesis

### 2.5.1 Hipótesis general

- El comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, no superará el límite de la categoría de exposición ALTA de protocolo del índice mundial (IUV) del (OMS) en la ciudad de Huancavelica.

### 2.5.2 Hipótesis específicas

- El comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 – 2019, no superará el límite de la categoría de exposición ALTA de protocolo del índice mundial (IUV) de la (OMS) en la ciudad de Huancavelica.
- El comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 – 2019, no superará el límite de la categoría de exposición ALTA de protocolo del índice mundial (IUV) de la (OMS) en la ciudad de Huancavelica.

## 2.6 Variables

### 2.6.1 Variable independiente

- Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV)

## 2.7 Alcances y limitaciones

La investigación se ha realizado en la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH) ubicado en el distrito, provincia y departamento de Huancavelica, perteneciente a la sub cuenca del río Ichu.

Las limitaciones presentadas en la investigación fueron:

- La poca información sobre los antecedentes para la investigación referente al índice de radiación solar ultravioleta (UV).
- En la validación de datos del índice (IUV) por la institución competente (SENAMHI), puesto que el acceso a las informaciones es muy complejo y debe cumplir muchos requisitos.

## 2.8 Operacionalización de variables

Variables 1	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnica de instrumento de medición
Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV)	El índice (UV) es una medida de la intensidad de radiación ultravioleta (UV), proveniente del Sol, al nivel de la superficie terrestre. Sirve para orientarnos a la hora de evitar sobreexposiciones al Sol y posibles lesiones en la piel (OMS, 2003).	La medición del índice de radiación solar ultravioleta (UV) se realizó a través del Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage Pro2 y sensor (UV), por un periodo de 24 meses de los años 2018 - 2019, luego se clasificó por promedio; según los mensual, anual y estacional.	Meses	24 meses		
			Años	2018 y 2019		
				Otoño	Razón	Recopilación documentada y fichas
			Estaciones	Invierno		
				Primavera		
				Verano		

Fuente: propia

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada.

- **Aplicada:** Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad (Carrasco, 2005, p. 43).

#### 3.2 Nivel de investigación

El presente estudio de investigación considera los siguientes niveles:

- **Descriptivo:** Va más allá de la exploración, describiendo cualitativa y cuantitativamente las características fundamentales de fenómenos tal como se presentan en la realidad; con criterios sistemáticos para mostrar su estructura y comportamiento, centrándose en medir con mayor precisión (Cárdenas, 2010, p. 24).
- **Explicativo:** Responden a las causas de los acontecimientos físicos o sociales. Profundiza en los fenómenos o hechos al descomponerlos en sus partes, buscando sus contradicciones internas y externas, para explicar por qué dos o más variables se relacionan. Estas investigaciones son más estructuradas que las anteriores (Cárdenas, 2010, p. 24).

#### 3.3 Método de investigación

Es un proceso organizado, lógico y sistemático de investigación que representa el camino para llegar a un fin. Comprende el material y los procedimientos adoptados en la investigación de modo que se pueda responder a la cuestión central de la investigación. Incluye, entre otros, el tipo

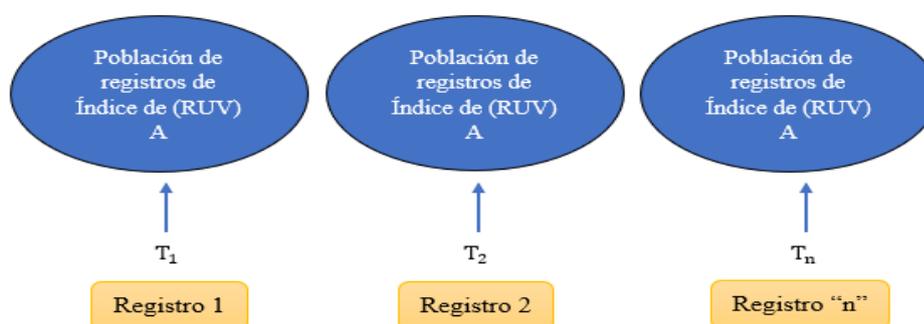
de diseño, la forma de selección de los sujetos de estudio para componer la muestra, la manera de recolectar y analizar los datos. Desde luego, los procedimientos con el paso del tiempo se han vuelto complejos y científicamente más válidos, lo que hace que esta sección pueda estar repleta de información especializada (Aceituno, Silva, & Cruz, 2020, p. 50).

- a) Recopilación de datos de la Estación Meteorológica Automática administrada por la Escuela Profesional de ingeniería Ambiental y Sanitaria, de la ciudad de Huancavelica.
- b) Clasificación de los datos agrupando por horas, días, meses, estacional y por año registradas en base de datos del instrumento mencionado.
- c) Realizar un análisis estadístico descriptivo en la misma hoja de cálculo para cada tipo de objetivos específicos del índice de radiación solar ultravioleta.

La Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria validada por (SENAMHI) me facilita sus registros de datos del índice de radiación ultravioleta (UV) de los años 2018 a 2019.

### 3.4 Diseño de investigación

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación. La investigación es, No experimental y Longitudinal.



Leyenda:

T = tiempo

A = La misma población

- **No experimental:** según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.
- **Longitudinal:** según (Carrasco, 2005, p. 73), son aquellos que el investigador emplea para conocer los hechos y fenómenos de la realidad, ya sea en su esencia individual o en su relación a través del tiempo, pudiendo ser dos, tres más años.

## **3.5 Población, Muestra, Muestreo**

### **3.5.1 Población**

La población en la investigación fue 9490 datos por cada hora del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 y 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.

### **3.5.2 Muestra**

La muestra de la investigación fue 730 datos del promedio de cada día del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 - 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.

### **3.5.3 Muestreo**

El muestreo de la investigación fue 24 datos del promedio de cada mes del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 - 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.

También se puede decir que el muestreo es no probabilístico; porque debido que el universo de los datos del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) ha sido registrado de manera continua en relación a las horas, días, meses y años; por lo que se eligió por conveniencia en función a los siguientes criterios: Se incluye como muestra de estudio los datos registrados de la misma hora, día y los meses en forma completa, del variable del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) en la Estación Meteorológica Automática.

## **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.6.1 Técnica**

La técnica es recopilación documental y fichas de acuerdo de los datos registrados del índice de radiación solar ultravioleta (UV).

### **3.6.2 Instrumento**

El instrumento es fichas del registro del índice de radiación solar ultravioleta (UV).

## **3.7 Procesamiento de recolección de datos**

La información recopilada por Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage pro2, es en (UV) a nivel de cada hora, esta información es procesada automáticamente por el instrumento, y posteriormente validada por (SENAMHI).

A continuación, se procede a la tabulación a nivel diario y mensual de los dos años con ayuda de la hoja de cálculos del software Excel debido a que es una de las más importantes herramientas que cuenta con amplias capacidades gráficas, se mostrará los resultados en tablas

y figuras. Las figuras utilizadas para esta representación de datos son figura en barras, histogramas, y lineales ya que se pueden representar los datos recopilados con mayor facilidad para su análisis e interpretación.

## 3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

### 3.8.1 Estadística descriptiva

Se realizaron el análisis estadístico descriptivo de los datos, para ello se usaron el software y Excel, en el cual se ordenará los datos y su procesamiento para su respectivo análisis.

### 3.8.2 Estadística inferencial

Para la contrastación de la hipótesis se trabajaron con la estadística inferencial, a un nivel de significación del 95% de confiabilidad y 0.05% de margen de error. Para esta parte se usaron también el software SPS y Excel.

## 3.9 Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la sede central de (UNH), la cual está ubicado en el distrito de la provincia y región de Huancavelica, en la ciudad universitaria de Paturpampa a 3,713 msnm con una latitud Sur:  $12^{\circ}46'39.71''$  y con una Longitud Oeste:  $74^{\circ}57'37.54''$ . El clima del lugar es templado frío con abundantes precipitaciones en la época de verano y heladas en la temporada seca correspondiente a la estación de invierno, la mayor actividad en la universidad se da los semestres académicos regulares y una menor en los periodos de vacaciones entre enero a marzo sin embargo funcionan ciclos de nivelación y adelanto en estos meses. La actividad administrativa se desarrolla durante todo el año.



Figura 11. Ubicación y localización del área de estudio.

Fuente: Google Earth (2019).

# CAPÍTULO IV

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Presentación e interpretación de datos

El presente capítulo nos permite conocer los resultados obtenidos en base a la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio con el objetivo de facilitar su análisis e interpretación, los resultados son presentados en tablas distribuidas de la siguiente manera:

#### 4.1.1. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los diferentes meses del año 2018.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

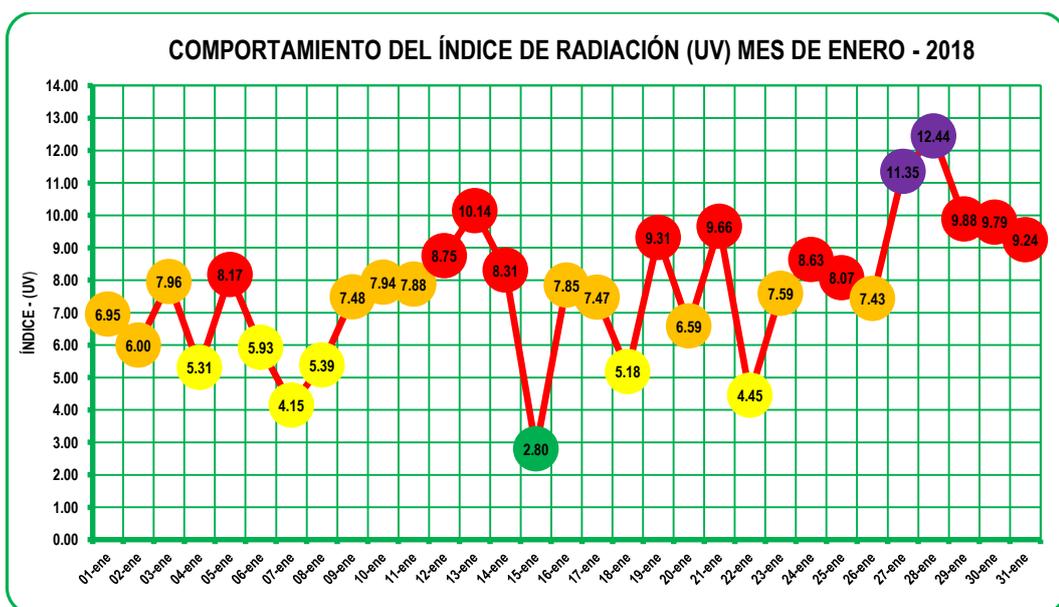


Figura 12. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de enero del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 12 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de enero del año 2018. Los valores fluctúan entre 2,80 (IUV) **baja** a 12,44 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11+</b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

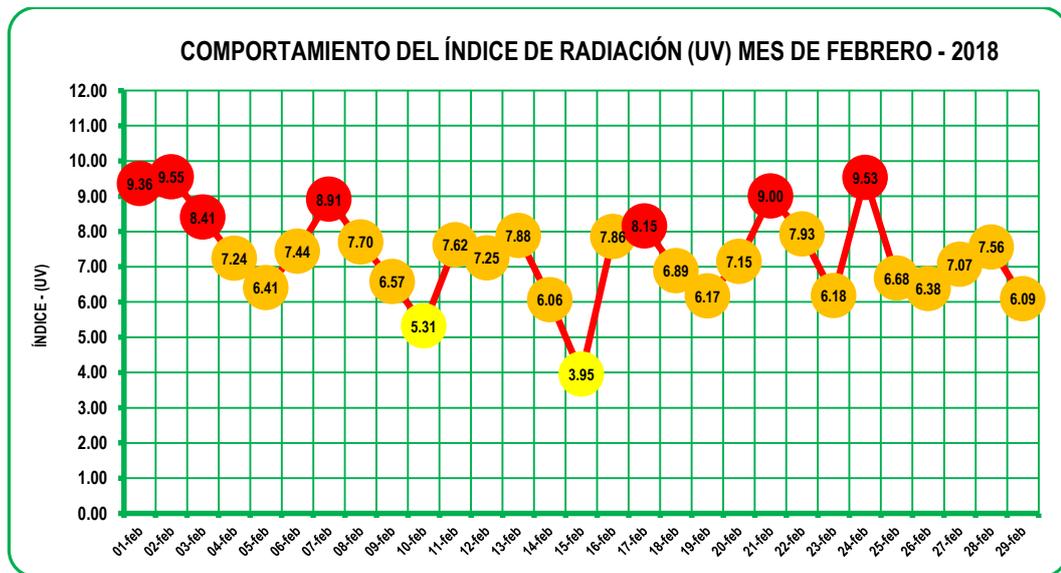


Figura 13. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de febrero del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 13 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de febrero del año 2018. Los valores fluctúan entre 3,95 (IUV) **moderada** a 5,55 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

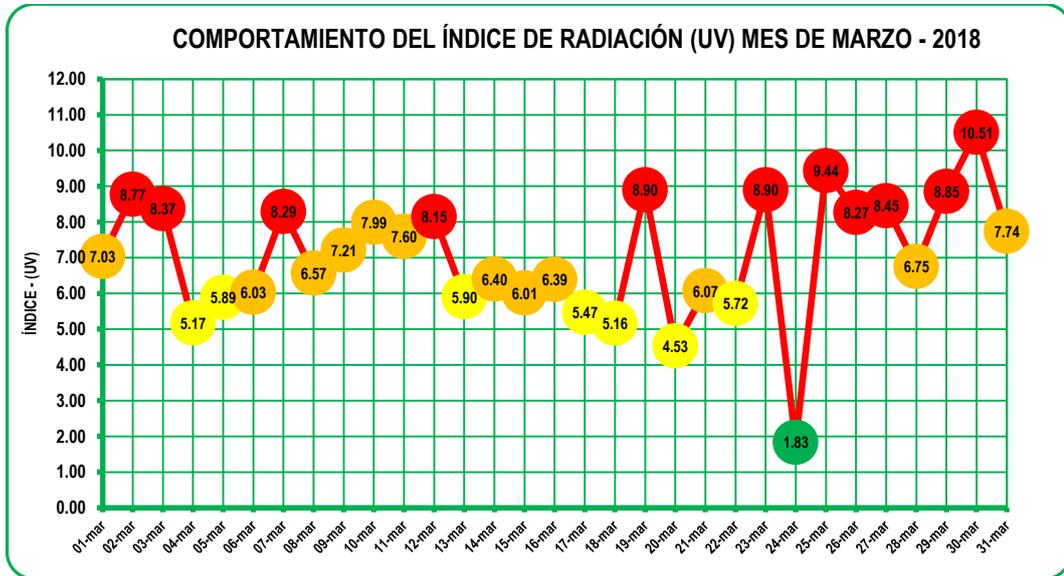


Figura 14. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de marzo del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 14 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de marzo del año 2018. Los valores fluctúan entre 1,83 (IUV) **baja** a 10,51 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

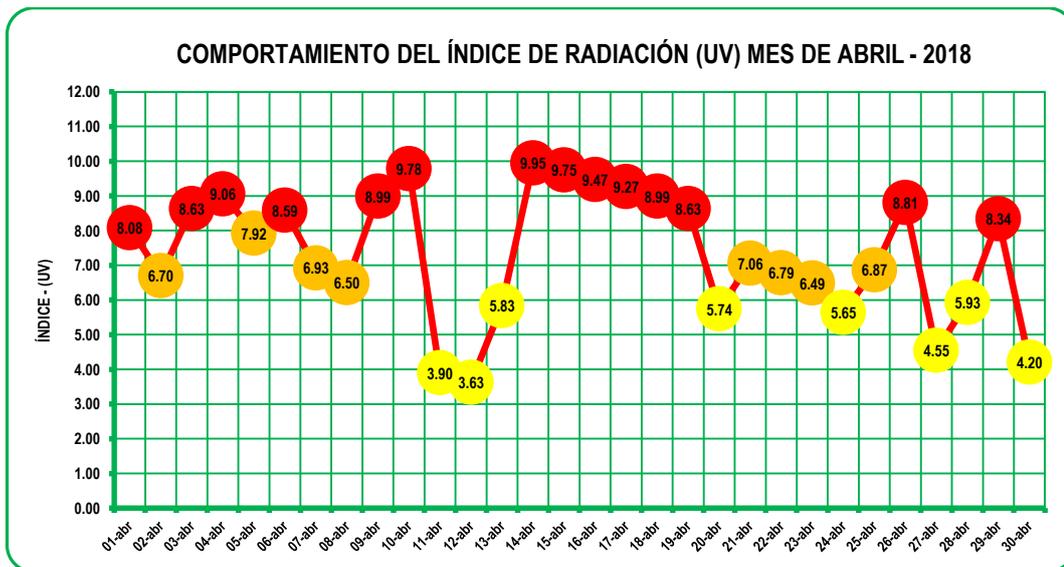


Figura 15. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de abril del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 15 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de abril del año 2018. Los valores fluctúan entre 3,63 (IUV) **moderada** a 9,95 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

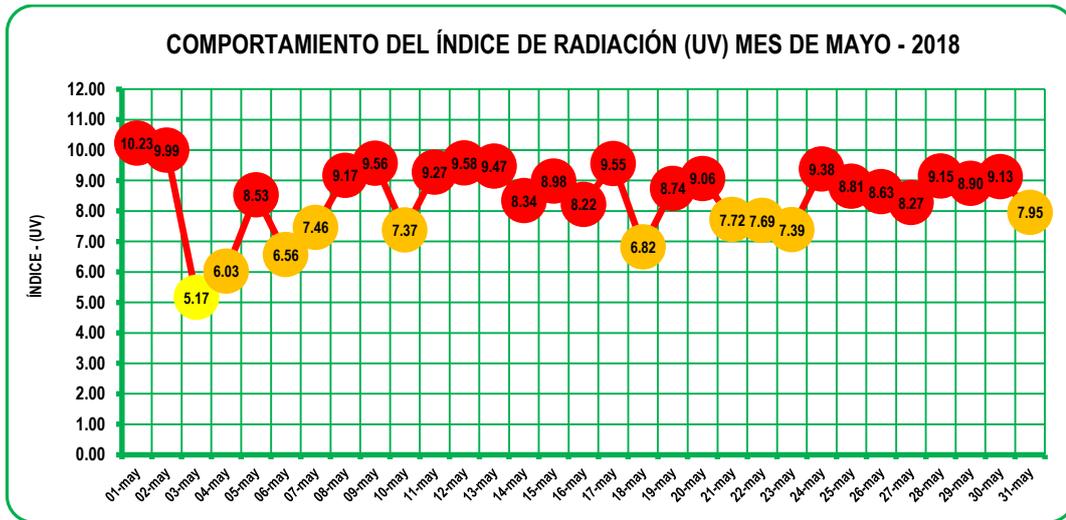


Figura 16. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de mayo del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 16 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de mayo del año 2018. Los valores fluctúan entre 5,17 (IUV) **moderada** a 10,23 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

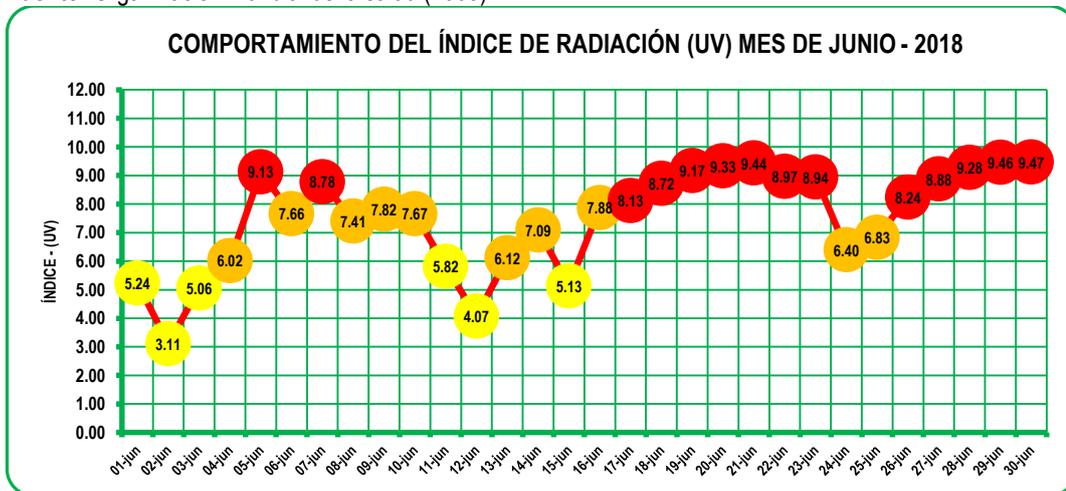


Figura 17. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de junio del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 17 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de junio del año 2018. El valor fluctúa entre 3,11 (IUV) **moderada** a 9,47 (IUV) **muy alta** comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

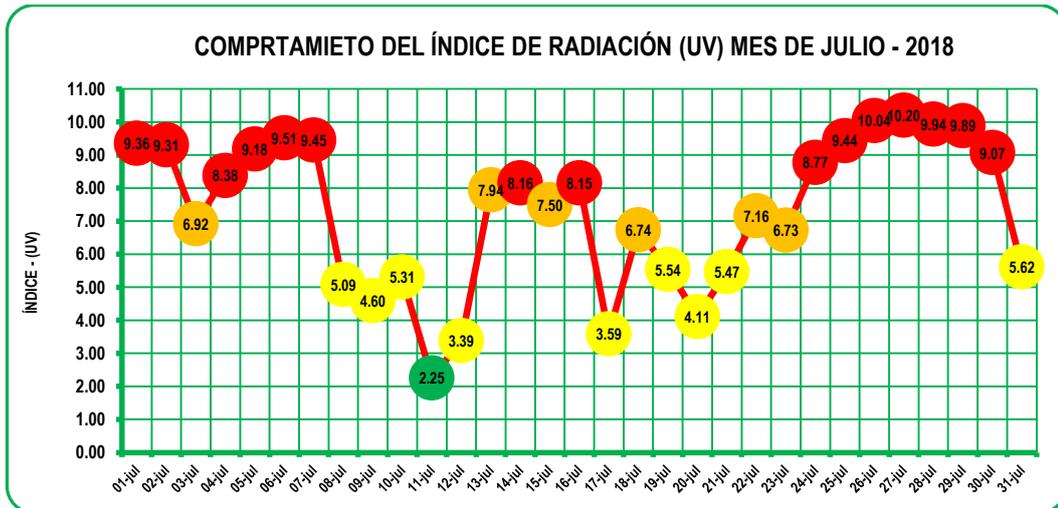


Figura 18. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de julio del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 18 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de julio del año 2018. Los valores fluctúan entre 2,25 (IUV) **baja** a 10,20 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

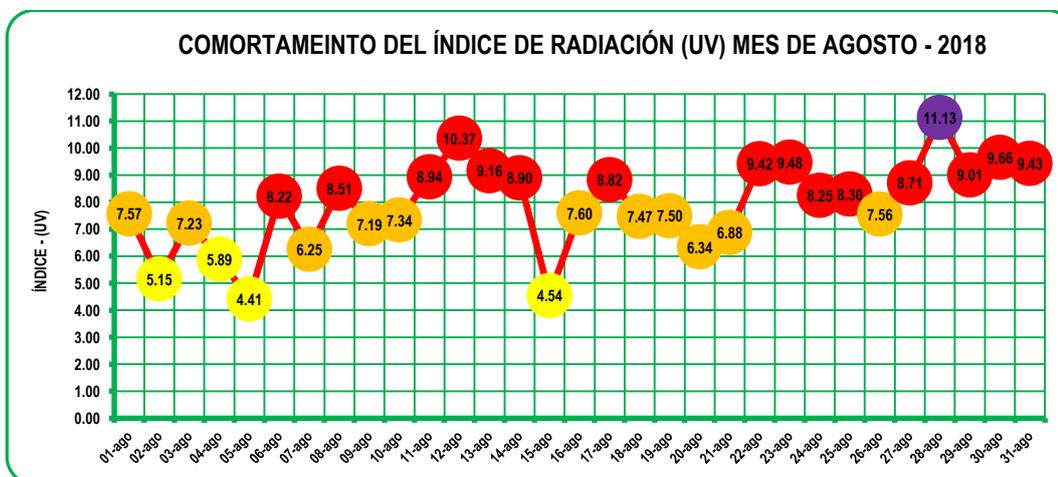


Figura 19. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de agosto del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 19 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de agosto del año 2018. Los valores fluctúan entre 4,41 (IUV) **moderada** a 11, 13 (IUV) **extremadamente alta**, con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

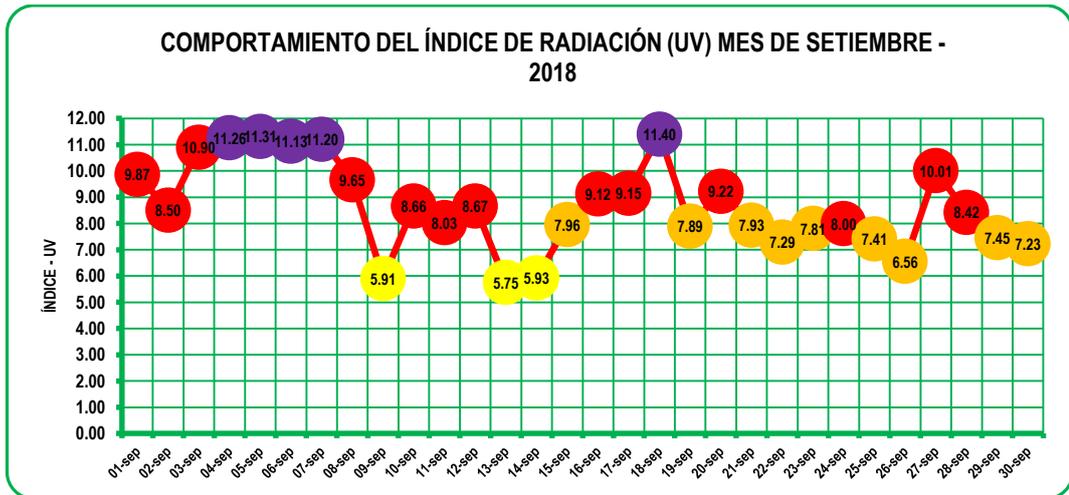


Figura 20. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de setiembre del 2018.

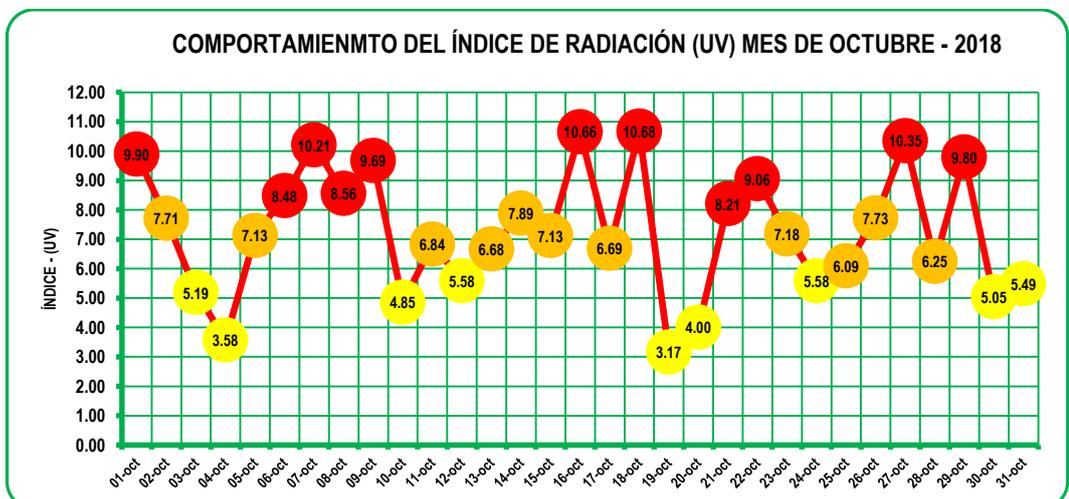
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 20 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de setiembre del año 2018. Los valores fluctúan entre 5,75 (IUV) **moderada** a 11, 40 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



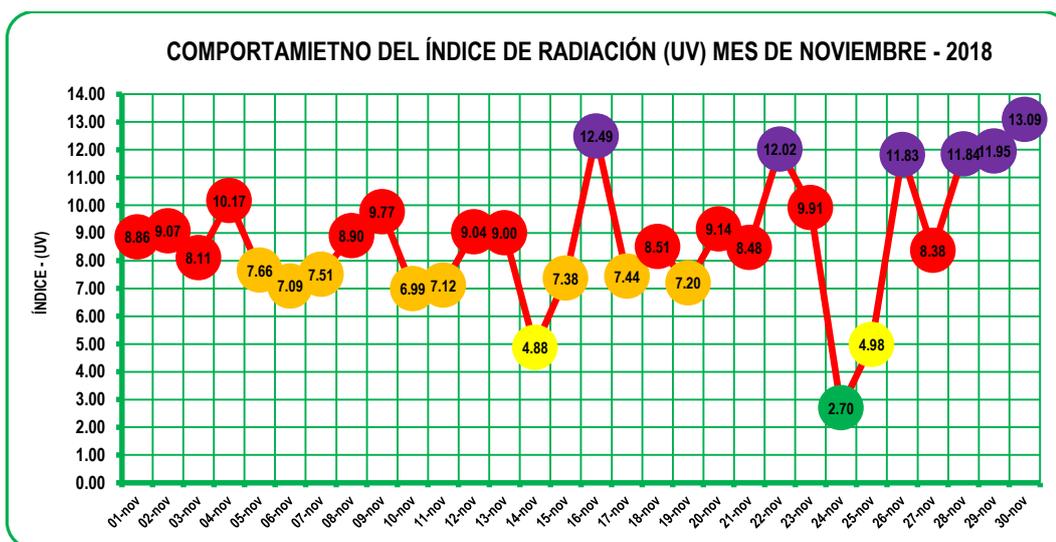
**Figura 21.** Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de octubre del 2018.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 21 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de octubre del año 2018. Los valores fluctúan entre 3,17 (IUV) **moderada** a 10,68 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

**Fuente:** Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 22.** Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de noviembre del 2018.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 22 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de noviembre del año 2018. Los valores fluctúan entre 2,70 (IUV) **baja** a 13,09 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

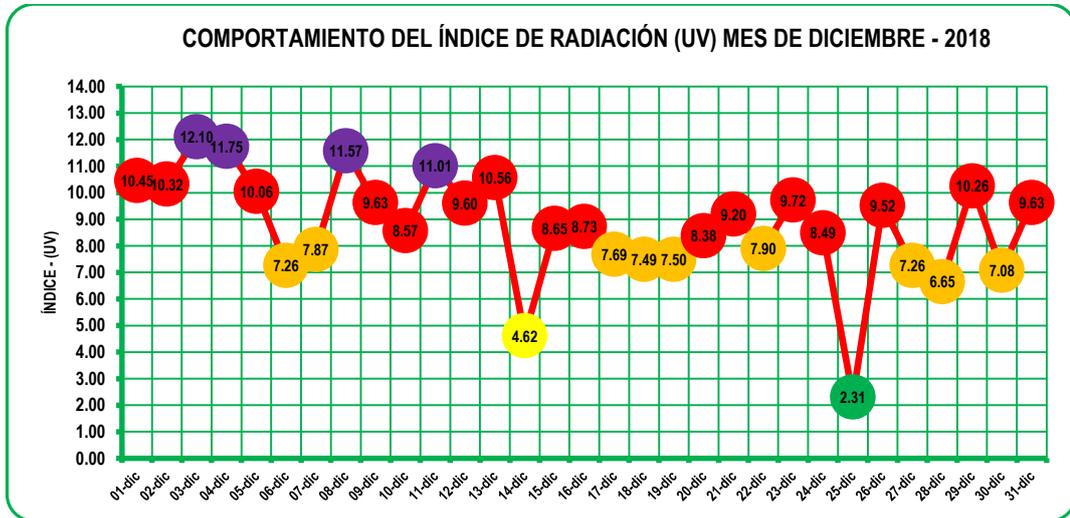


Figura 23. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de diciembre del 2018.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 23 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de diciembre del año 2018. Los valores fluctúan entre 2,31 (IUV) **baja** a 12,10 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.1.2. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los diferentes meses del año 2019.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

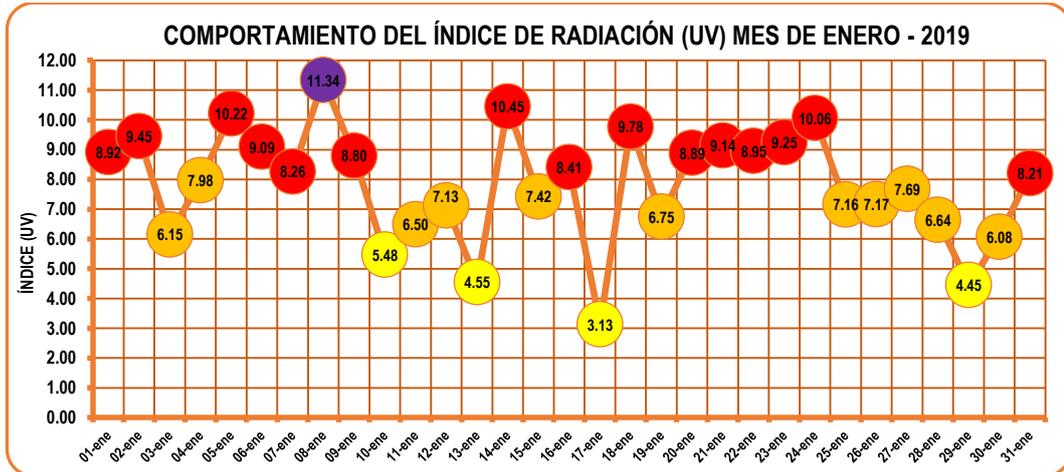


Figura 24. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de enero del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 24 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de enero del año 2019. Los valores fluctúan entre 3,13 (IUV) **baja** a 11,34 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

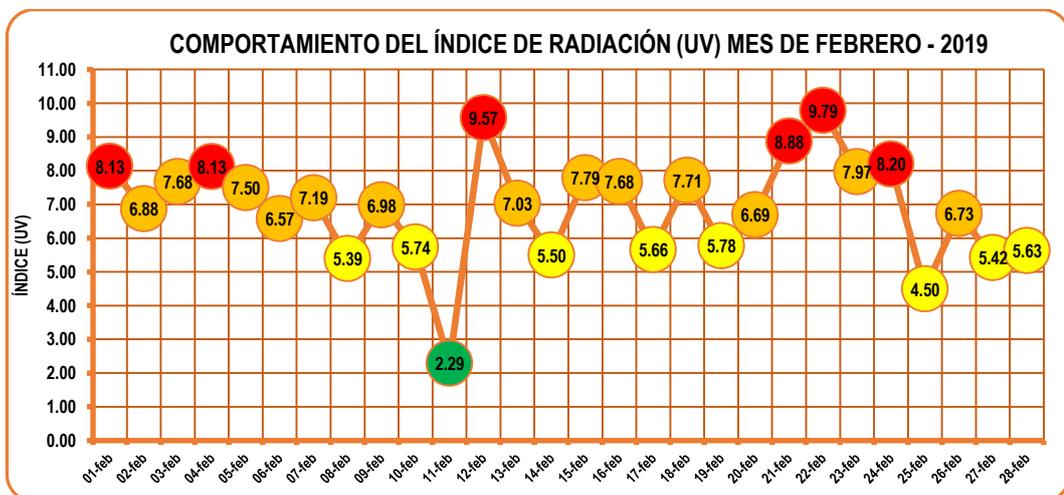


Figura 25. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de febrero del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 25 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de febrero del año 2019. Los valores fluctúan entre 2,29 (IUV) **baja** a 9,79 (IUV) **muy alta**, por otro lado, los registros fueron comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

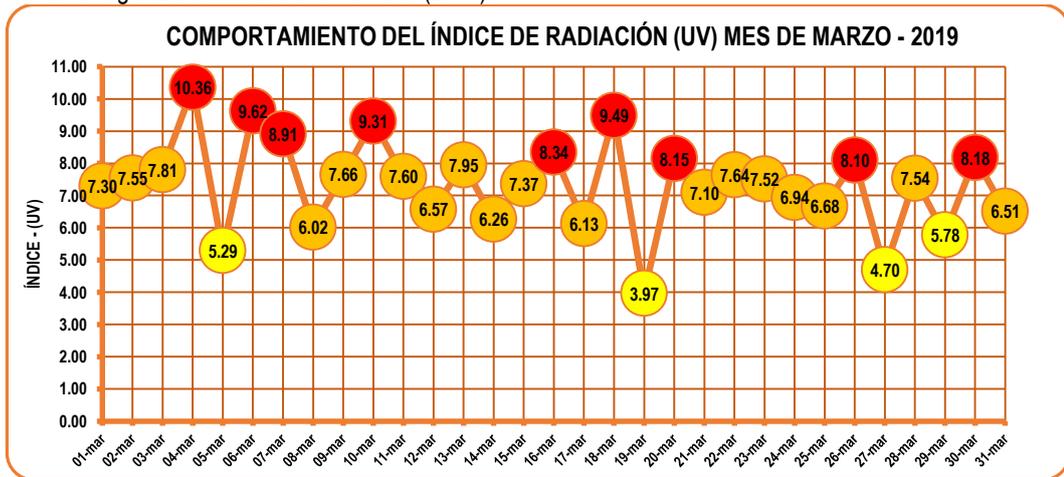


Figura 26. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de marzo del 2019.

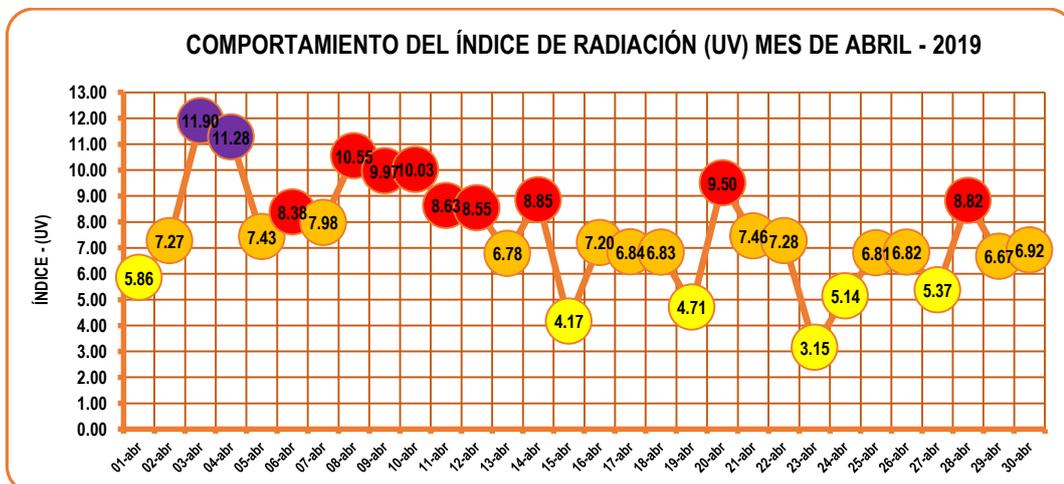
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 26 En la figura N° 15 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de marzo del año 2019. Los valores fluctúan entre 3,97 (IUV) **moderada** a 10,36 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 27.** Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de abril del 2019.

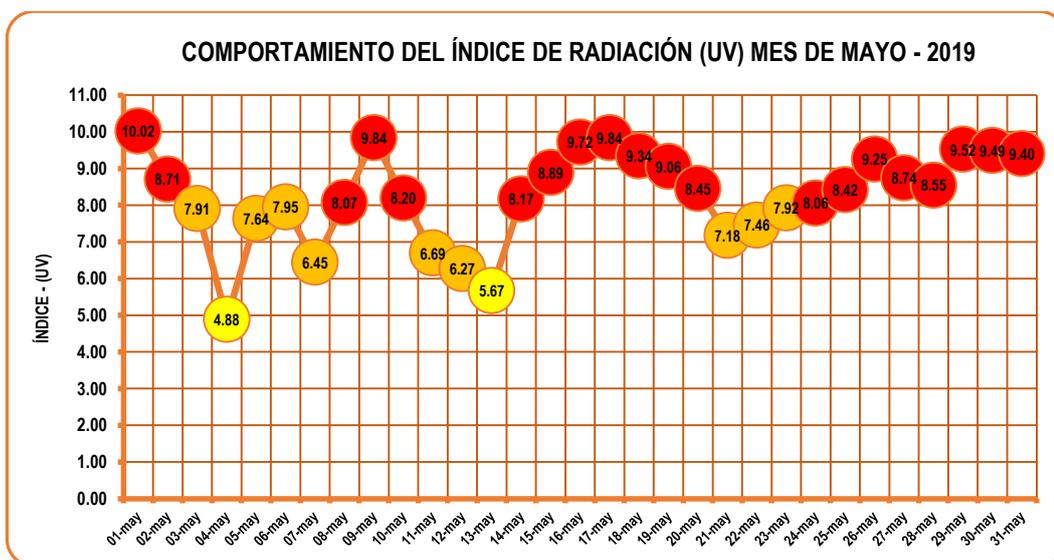
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 27 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de abril del año 2019. Los valores fluctúan entre 3,15 (IUV) **moderada** a 11,90 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

**Fuente:** Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 28.** Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de mayo del 2019.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 28 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de mayo del año 2019. Los valores fluctúan entre 4,88 (IUV) **moderada** a 10,02 (IUV) **muy alta**, por otro lado, se registró diferentes categorías de exposición del índice (IUV) como; día 4, 13 **moderada**, día 3, 5, 6, 7 11, 12, 21, 22, 23 **alta** y día 1, 2, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 **muy alta**, los registros fueron comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

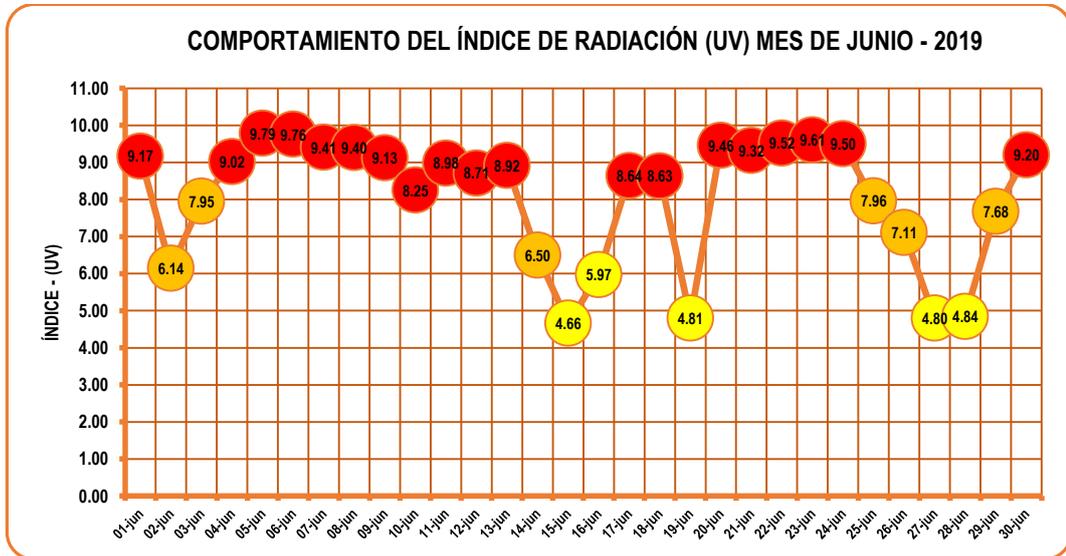


Figura 29. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de junio del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 29 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de junio del año 2019. Los valores fluctúan entre 4,66 (IUV) **moderada** a 9,79 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

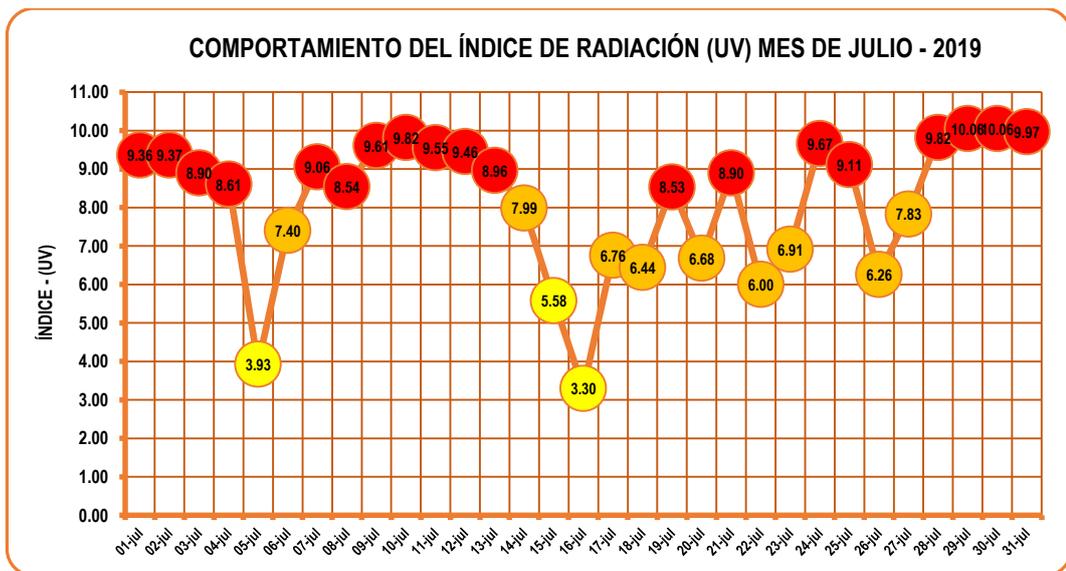


Figura 30. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de julio del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 30 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de julio del año 2019. Los valores fluctúan entre 3,30 (IUV) **moderada** a 10,06 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

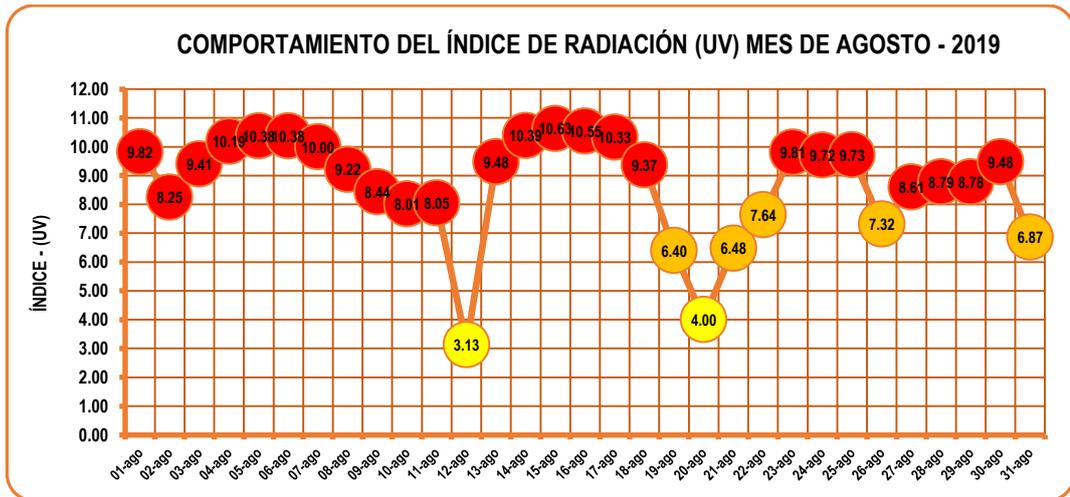


Figura 31. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de agosto del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 31 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de agosto del año 2019. Los valores fluctúan entre 3,13 (IUV) **moderada** a 10,63 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

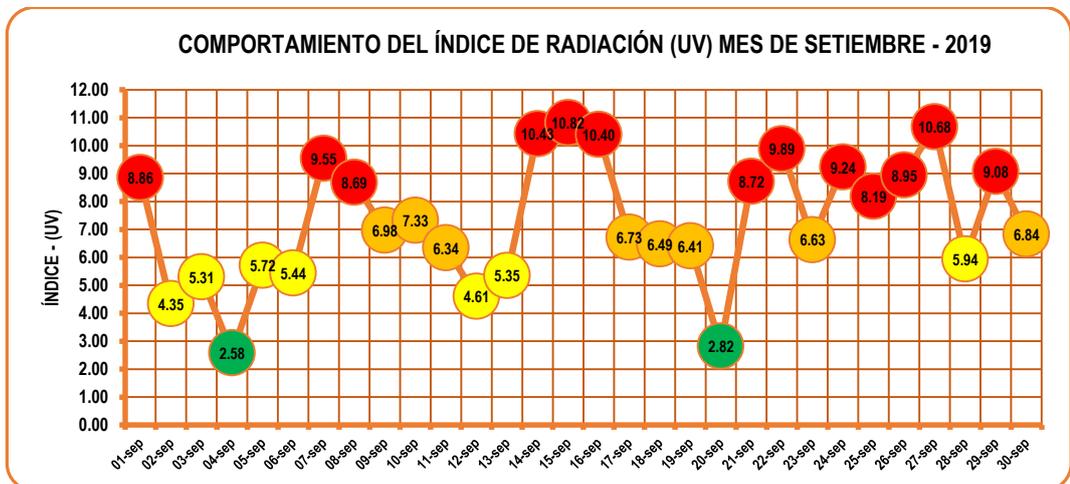


Figura 32. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de setiembre del 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 32 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de setiembre del año 2019. Los valores fluctúan entre 2,58 (IUV) **baja** a 10,82 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

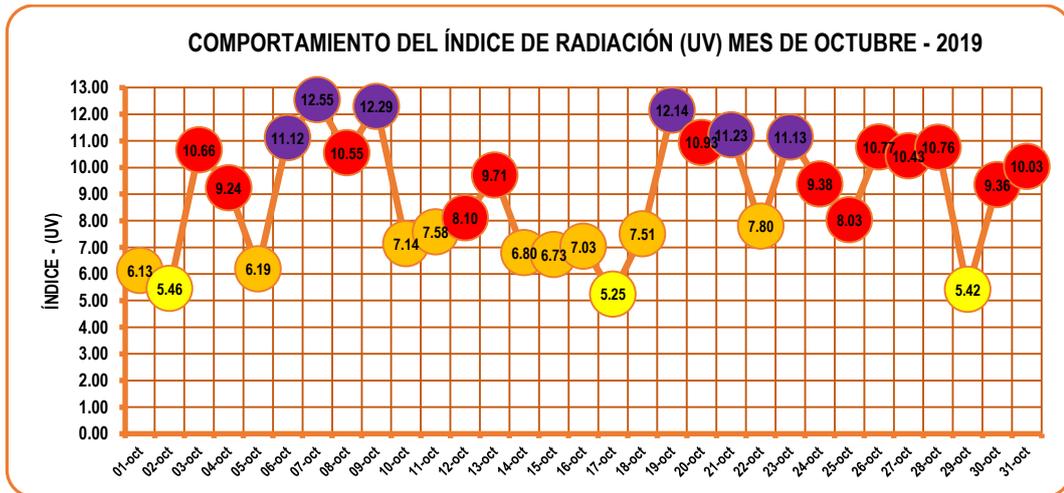


Figura 33. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de octubre del 2019.

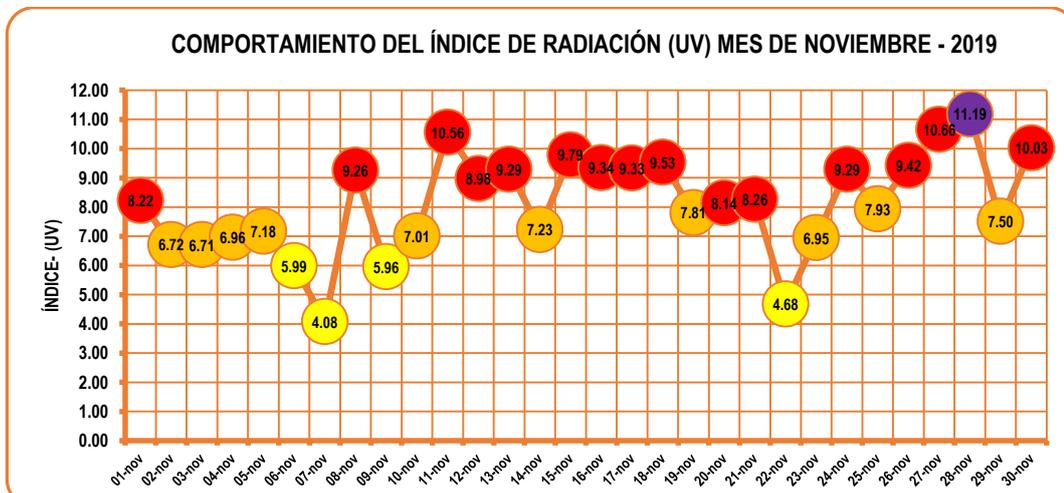
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 33 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de octubre del año 2019. Los valores fluctúan entre 5,25 (IUV) **moderada** a 12,55 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



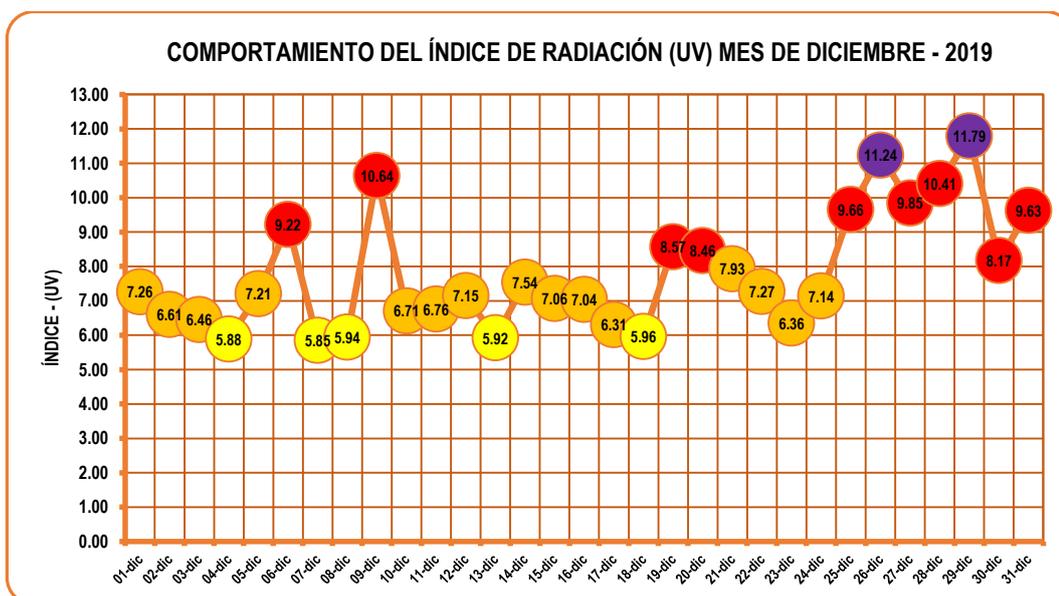
**Figura 34.** Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de noviembre del 2019.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 34 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de noviembre del año 2019. Los valores fluctúan entre 4,08 (IUV) **moderada** a 11,19 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11+</b>

**Fuente:** Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 35.** Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) mes de diciembre del 2019.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 35 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de cada día del mes de diciembre del año 2019. Los valores fluctúan entre 5,85 (IUV) **moderada** a 11,79 (IUV) **extremadamente alta**, comparados con el protocolo del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.2.1. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

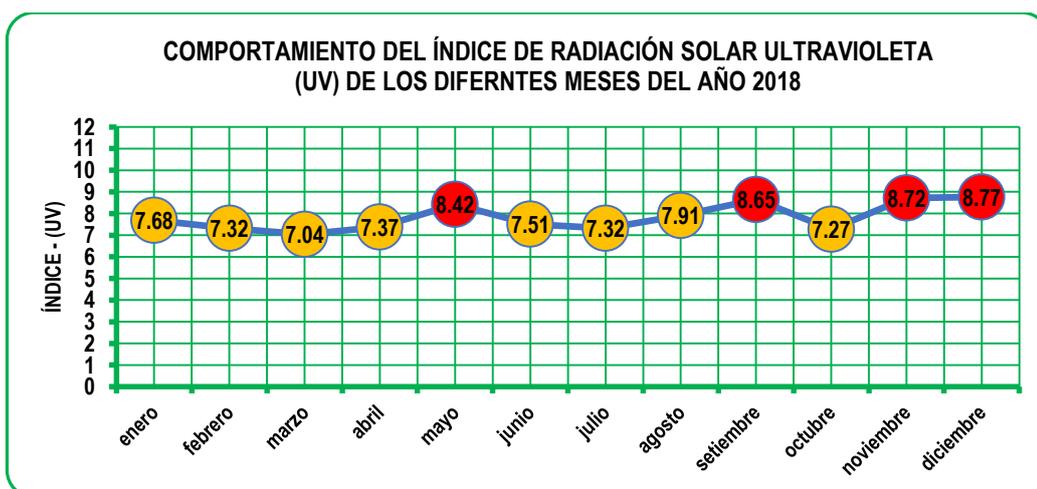


Figura 36. Promedio mensual del IUV del año 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 36 muestra los valores estadísticos (IUV) de los diferentes meses del año 2018, los valores fluctúan entre 7,04 (IUV) a 8,77 (IUV) comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es **alta** y **muy alta** respectivamente.

Tabla 2

Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Radiación (UV)						
2018	0,19	12	0,20*	0,86	12	0,055

#### **criterio para determinar normalidad:**

P – Valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

P – Valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

Normalidad		
P – Valor = 0,055	$\geq$	$\alpha = 0,05$

### Interpretación

De la tabla N° 1 se obtuvo un P - valor 0,055 es mayor que 0,05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018, por tanto, aceptamos la hipótesis nula  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).

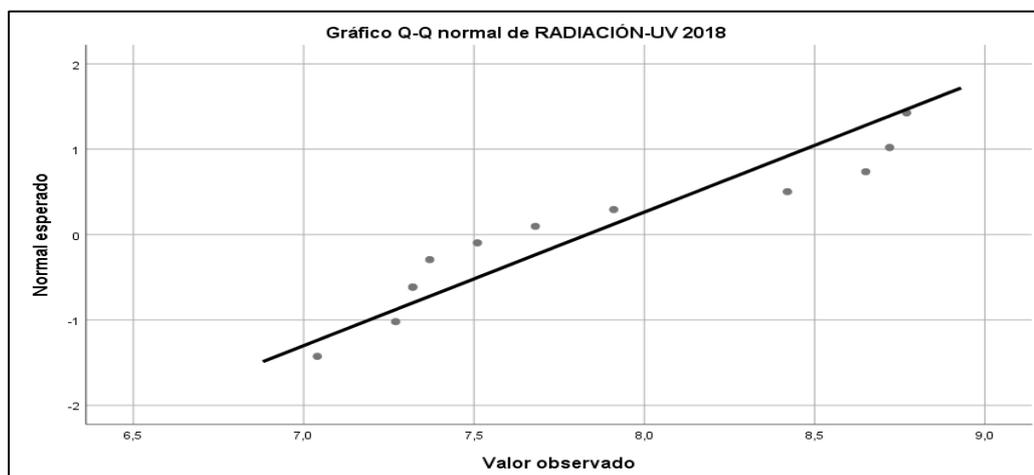


Figura 37. Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

De la figura N° 37 se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable de índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

Tabla 3

Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018

Parámetro	Unidad	Fi	Media	mediana	D.E.	Varianza	Cuantil Max.	Cuantil Min.	Coef. Var.
Radiación (UV) 2018	IUV	12	7,83	0,59	0,64	0,40	0,77	0,04	8,16

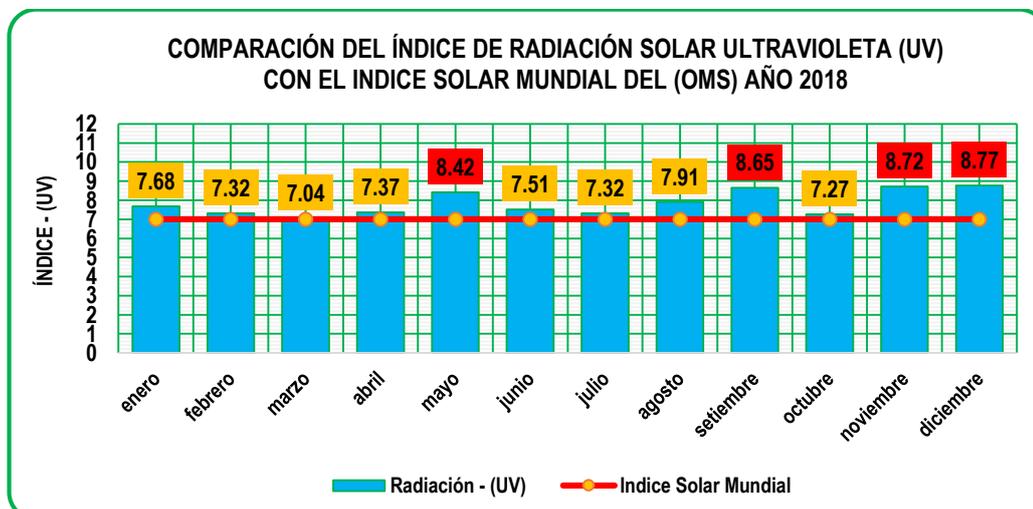
### Interpretación

De la tabla N° 3, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 12 observaciones del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018, teniendo en los rangos de 7,04 (IUV) **alta** a 8,77 (IUV) **muy alta**, con una media de 7,83 (IUV), una desviación estándar de 0,64 (IUV), varianza de 0,40 (IUV) y un coeficiente de variación de 8,16 (IUV), el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto a la media.

### Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 38.** Comparación de la radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial del (OMS) en la ciudad de Huancavelica.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 38 muestra la comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial de la (OMS) del año 2018, donde los índices de radiación (UV) en la ciudad de Huancavelica se encuentran mayores a 7 (IUV) que significa **alta** y **muy alta** en todos los meses, los registros fueron comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.2.1.1. Prueba de hipótesis

##### a) Planteamiento de la hipótesis

**Ha:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### b) Nivel de significación.

Nivel de significación  $\alpha = 0.05 \%$

**Ha:**  $\mu < 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:**  $\mu \geq 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**c) Estadística de prueba**

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un P – valor:

**Tabla 4**  
*Prueba de T de Student*  
**T de una muestra**

Prueba de  $\mu = 7$  vs.  $< 7$

N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	Tc	P - valor
12	7,83	0,63	0,18	8,16	4,51	1,00

**Utilizamos el valor P:**

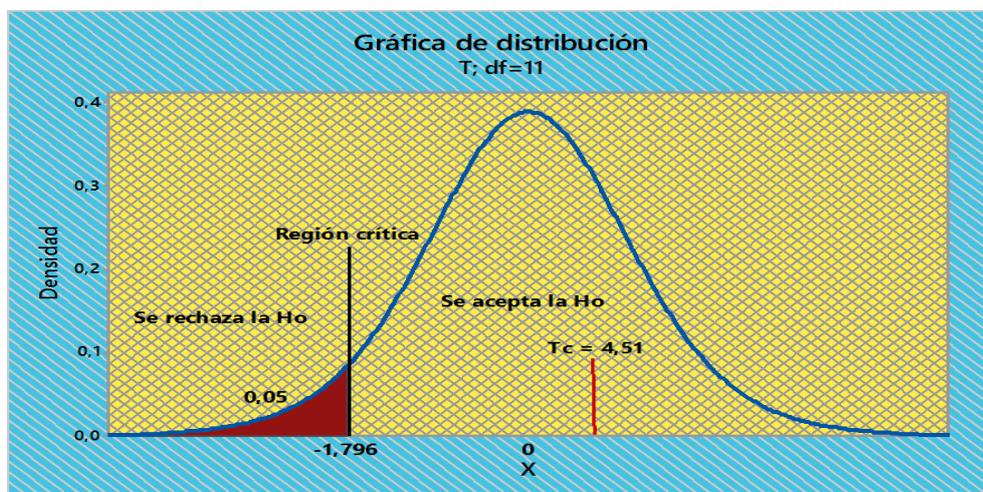
Si, P – valor  $> \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$** .

Si, P – valor  $< \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$** .

**d) Regla de decisión**

Prueba de T de Student		
P – Valor = 1,00	>	$\alpha = 0,05$

Como el P – valor es mayor que el nivel de significancia 0,05 ( $1,00 > 0,05$ ), aceptamos la hipótesis nula  $H_0$  y rechazamos la hipótesis alterna  $H_1$ , con el nivel de significancia del 0,05; el índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar ultravioleta mundial (IUV) de la (OMS).



**Figura 39.** Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2018.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Toma de decisión

El valor de  $T_c = 4,51$  cae fuera de la región crítica

( $RC = < -\infty, t_{(0,05,12-1)} > = < -\infty, -1,796 >$ ) Por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la hipótesis nula  $H_0$**  la media del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2018 **si supera** al límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS), por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

### 4.2.2. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

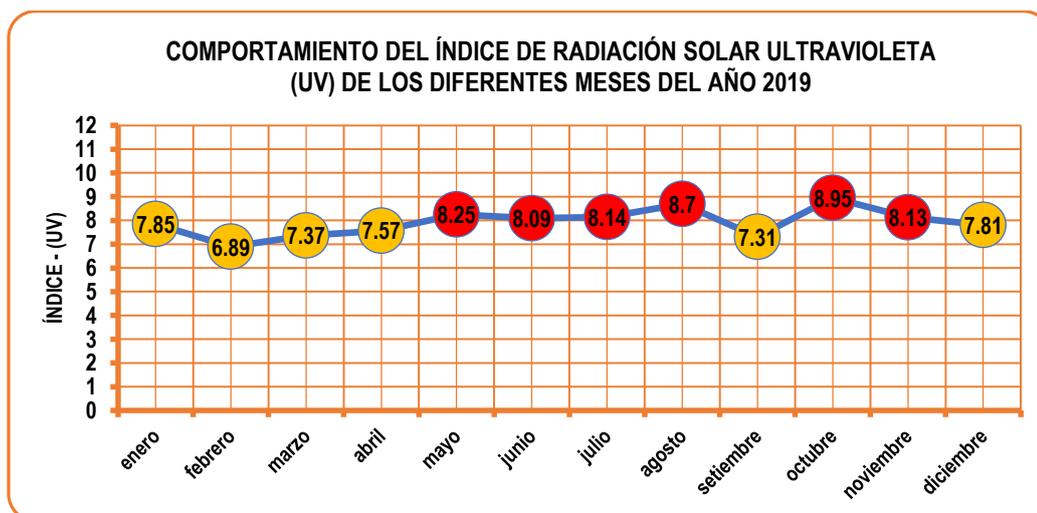


Figura 40. Promedio mensual del IUV del año 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 40 muestra los valores estadísticos (IUV) de los diferentes meses del año 2019, los valores fluctúan entre 6,89 (IUV) a 8,95 (IUV) comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es **alta** y **muy alta** respectivamente.

**Tabla 5**

Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Radiación (UV) 2019	0,12	12	0,20*	0,98	12	0,98

**criterio para determinar Normalidad:**

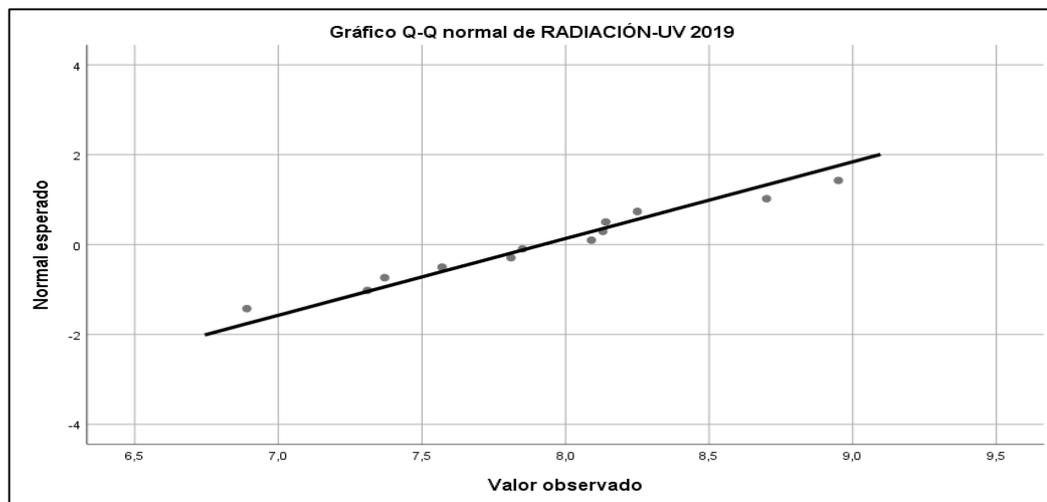
P – valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

P – valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

Normalidad		
P – valor = 0,98	$\geq$	$\alpha = 0,05$

**Interpretación**

De la tabla N° 5 se obtuvo el P - valor 0,98 es mayor que 0,05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019, por tanto, aceptamos  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).



**Figura 41.** Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación**

De la figura N° 41 se puede observar que existe una relación lineal positiva de la variable del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

**Tabla 6**

*Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019*

Parámetro	Unidad	Fi	media	mediana	D.E.	Varianza	Cuantil	Cuantil	Coef.
							Max	Min	Var.
Radiación (UV) 2018	IUV	12	7,92	7,97	0,58	0,34	8,95	6,89	7,39

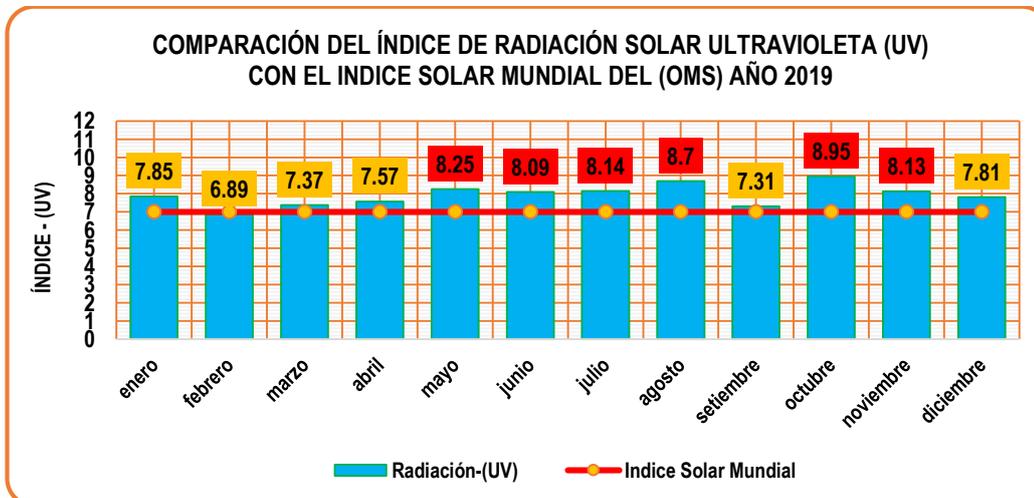
**Interpretación**

De la tabla N° 6, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 12 observaciones de concentración del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019, con una media de 7,92 (IUV), una desviación estándar de 0,58 (IUV), varianza de 0, 34 (IUV) y un coeficiente de variación de 7,39 (IUV), el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media.

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 42.** Comparación de la radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial (IUV) del (OMS) en la ciudad de Huancavelica.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 42 muestra la comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial de la (OMS) del año 2019, donde los índices de radiación (UV) en la ciudad de Huancavelica se encuentran mayores a 7 (IUV) que significa **alta** y **muy alta** en todos los meses, los registros fueron comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.2.2.1. Prueba de Hipótesis

##### a) Planteamiento de la hipótesis

**Ha:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### b) Nivel de significancia

Nivel de significación  $\alpha = 0.05 \%$

**Ha:**  $\mu < 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar ultravioleta mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:**  $\mu \geq 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar ultravioleta mundial (IUV) de la (OMS).

##### c) Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

**Tabla 7**  
*Prueba de T de Student*

##### **T de una muestra**

Prueba de  $\mu = 7$  vs.  $< 7$

N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	Tc	P valor
12	7,92	0,58	0,16	8,22	5,45	1,00

##### **Utilizamos el valor P:**

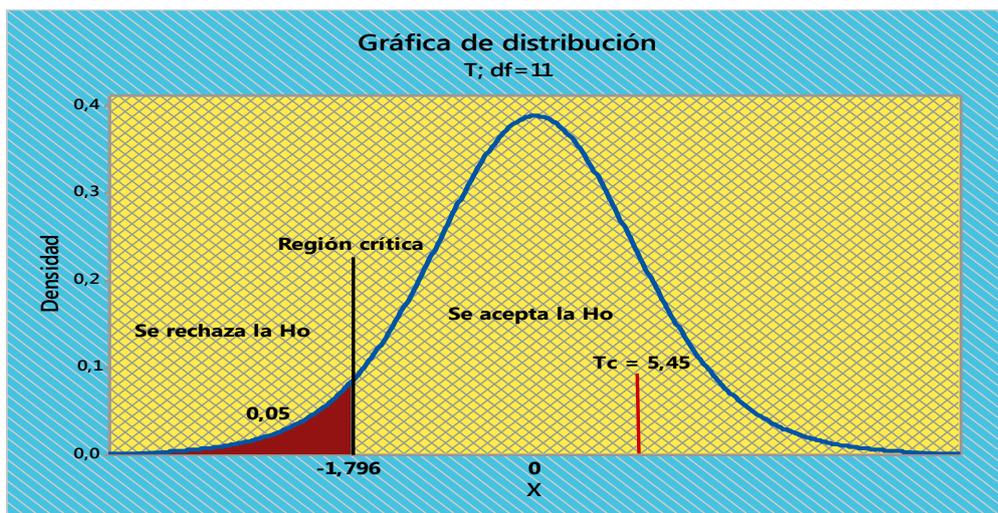
Si,  $P - \text{valor} > \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$** .

Si,  $P - \text{valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$** .

##### d) Regla de decisión

Prueba de T de Student		
$P - \text{valor} = 1,00$	$>$	$\alpha = 0,05$

Como el  $P - \text{valor}$  es mayor que el nivel de significancia 0,05 ( $1,00 > 0,05$ ), aceptamos la hipótesis nula  $H_0$  y rechazamos la hipótesis alterna  $H_1$ , con el nivel de significancia del 0,05; el índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).



**Figura 43.** Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) del año 2019.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Toma de decisión

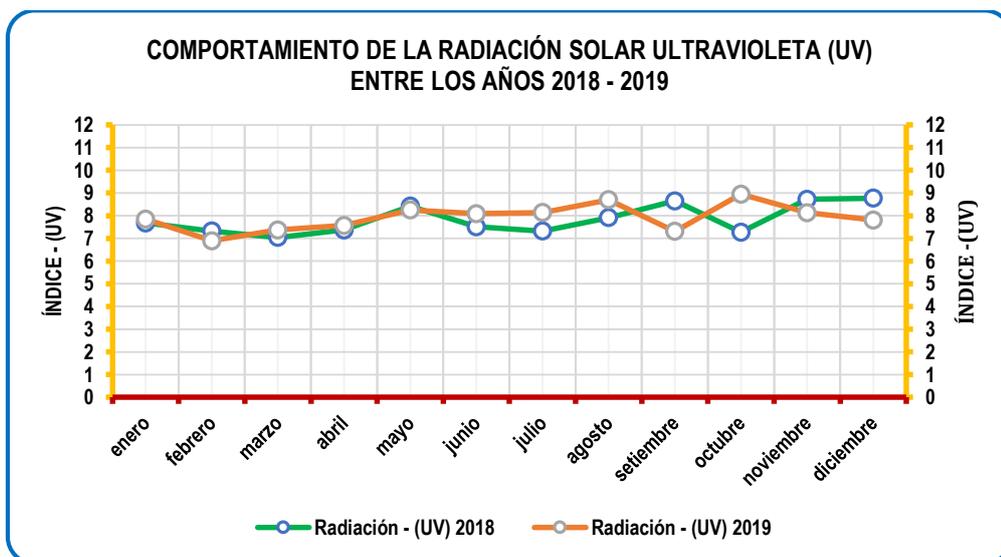
El valor de  $T_C = 5,45$  cae fuera de la región crítica

( $RC = < \infty, t_{(0.05,12-1)} \geq -\infty, -1,796 >$ ), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna  $H_1$  y acepto la hipótesis nula  $H_0$  la media del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en el año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS), por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

### Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+

**Fuente:** Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 44.** Comportamiento del IUV de la ciudad de Huancavelica de los años 2018 - 2019.

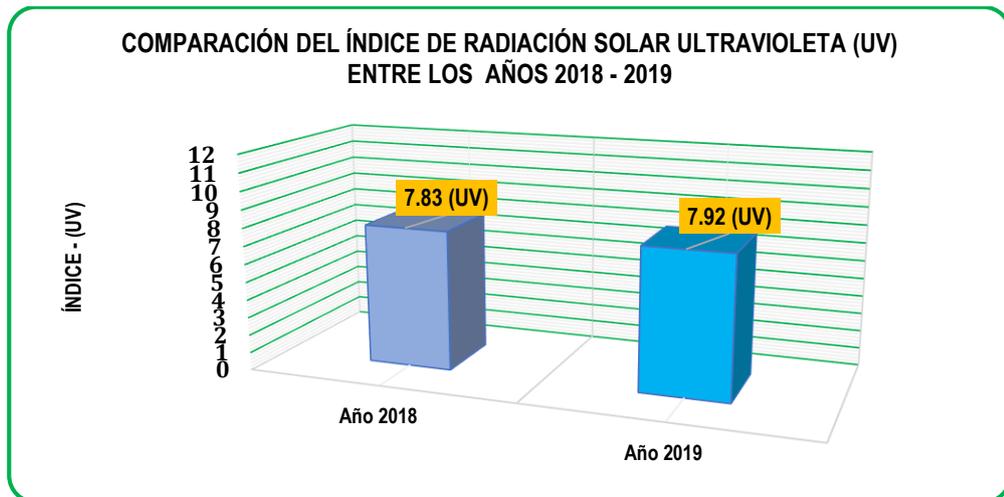
**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura N° 44 muestra el comportamiento (IUV) entre el año 2018 - 2019. Se observa el incremento ligero (IUV) en el año 2019 con respecto al año 2018, encontrándose en rangos **alta** y **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS, 2003).

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 45.** Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) entre los años 2018 – 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 45 muestra la comparación del índice IUV entre el año 2018 y 2019. En el cual se observa que existe un incremento ligero de 0,09 IUV.

### 4.3.1. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en las diferentes estaciones del año 2018.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

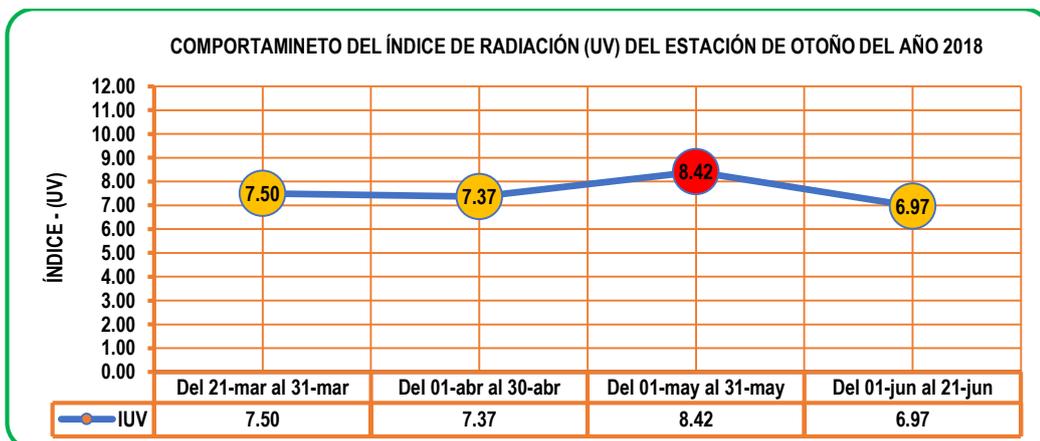


Figura 46. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de otoño del año 2018.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 46 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de otoño del año 2018. Los valores fluctúan entre 6,97 (IUV) **alta** a 8,42 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

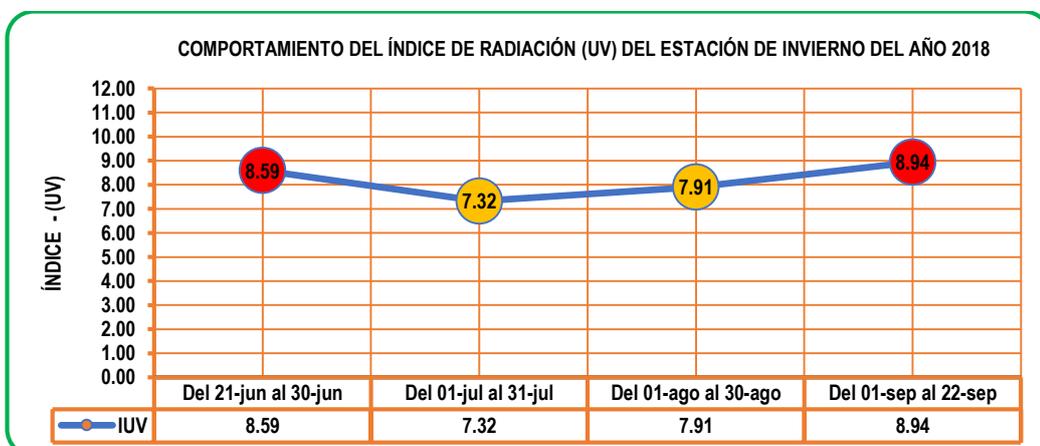


Figura 47. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de invierno del año 2018.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 47 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de invierno del año 2018. Los valores fluctúan entre 7,32 (IUV) **alta** a 8,94 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

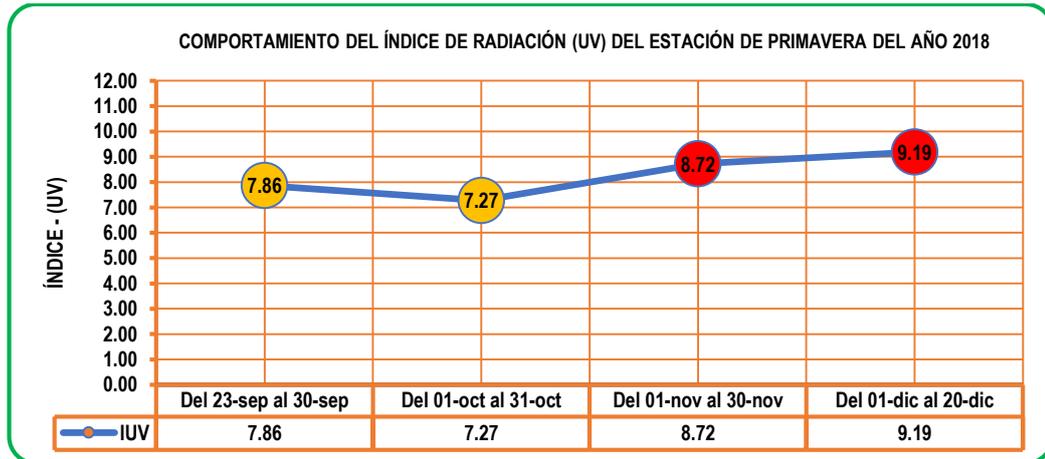


Figura 48. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de primavera del año 2018.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 48 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de primavera del año 2018. Los valores fluctúan entre 7,27 (IUV) **alta** a 9,19 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

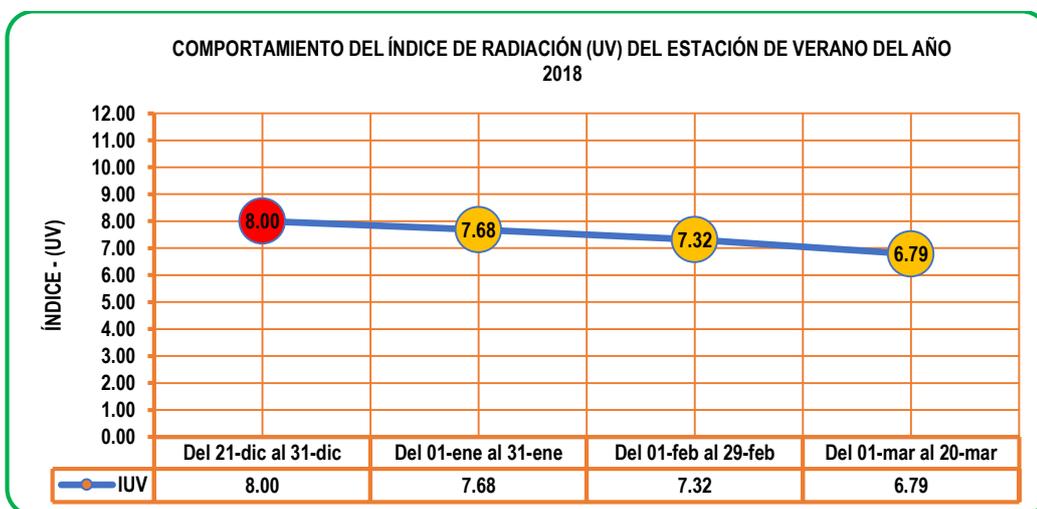


Figura 49. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de verano del año 2018 de la ciudad de Huancavelica.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 49 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de verano del año 2018. Los valores fluctúan entre 6,79 (IUV) **alta** a 8.00 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

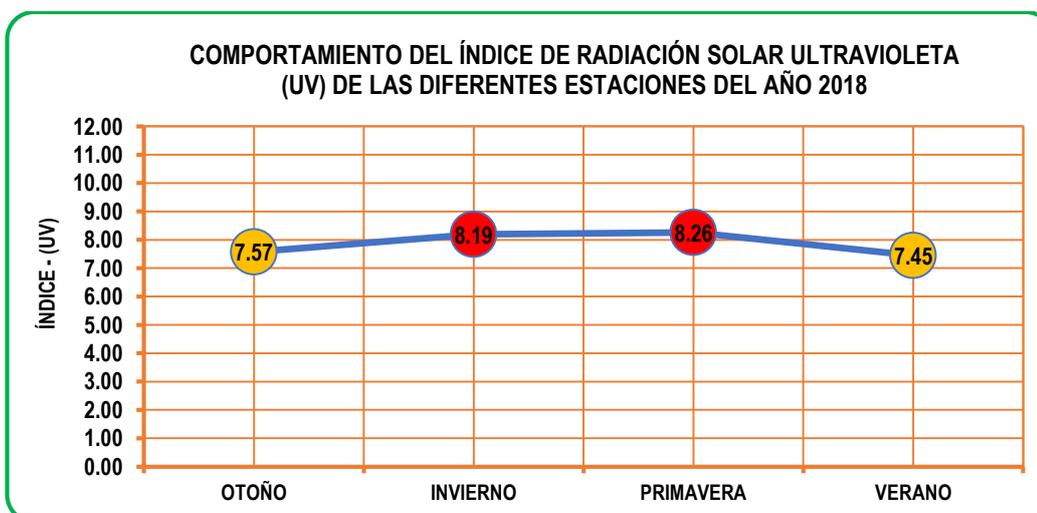


Figura 50. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 50 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes estaciones del año 2018. Los valores fluctúan entre 7,45 (IUV) **alta** a 8,26 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Tabla 8**

*Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) estaciones del año 2018*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estaciones del año 2018	0,28	4	-	0,83	4	0,18

**Criterio para determinar Normalidad:**

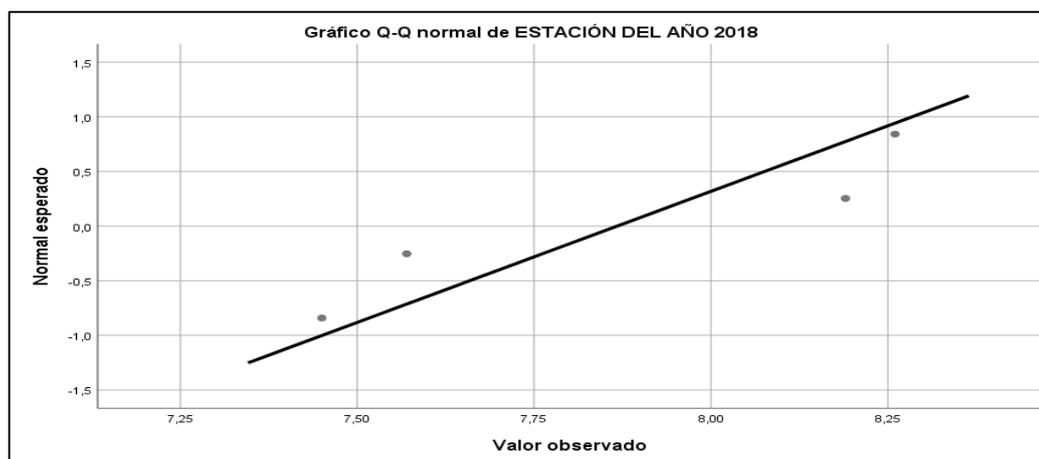
P – valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

P – valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos **No** provienen de una distribución **Normal**)

Normalidad		
P – valor = 0,18	$\geq$	$\alpha = 0,05$

**Interpretación**

Se obtuvo el P - valor 0,18 es mayor que 0,05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018, por el cual, aceptamos hipótesis nula  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).



**Figura 51.** Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018.

**Fuente:** Elaboración propia

## Interpretación

De la figura N° 51 se observar que existe una relacion lineal positiva del variable del indice de radiacion solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018, entre sus varianzas por tanto se encuentra homogeneidad, por el cual todos tienen la misma varianza.

**Tabla 9**

*Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018*

Parámetro	Unidad	Fi	media	mediana	D.E.	Varianza	Cuantil Max	Cuantil Min	Coef. Var.
Estación del año 2018	IUV	4	7,86	7,88	0,42	0,17	8,26	7,45	5,30

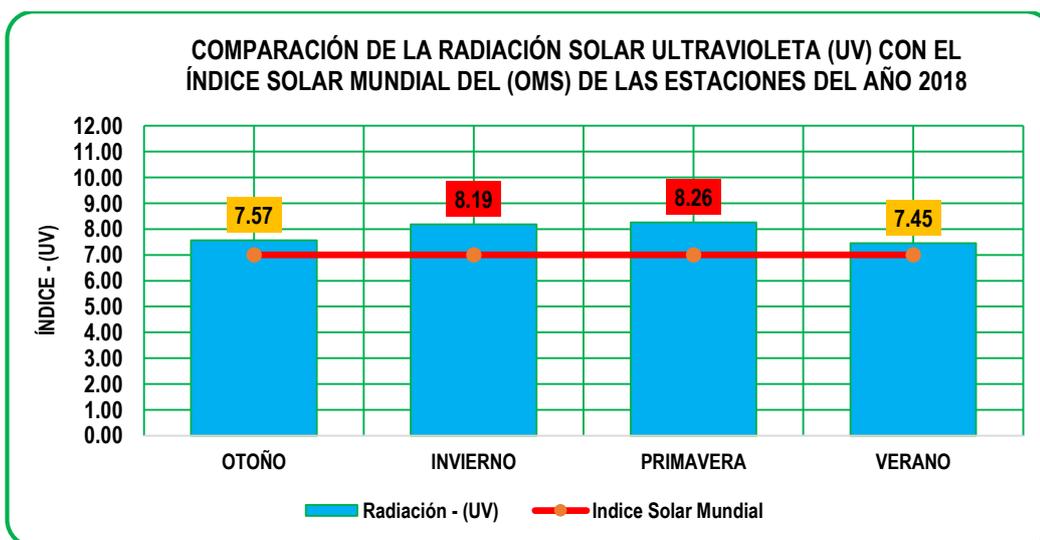
## Interpretación

De la tabla N° 9, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 4 observaciones de concentración del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018, teniendo, con una media de 7,86 (IUV), una desviación estándar de 0,42 (IUV), varianza de 0,17 (IUV) y un coeficiente de variación de 5,30 (IUV), el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto la media.

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 52.** Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2018 con el índice solar mundial (UV) de (OMS).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 52 muestra la comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial de la (OMS) de las estaciones del año 2018, donde los índices de radiación (UV) en la ciudad de Huancavelica se encuentran mayores a 7 (IUV) que significa **alta** y **muy alta** en todas las estaciones del año, los registros fueron comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.3.1.1. Prueba de Hipótesis

##### a) Planteamiento de la hipótesis

**Ha:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### b) Nivel de significancia

Nivel de significación  $\alpha = 0.05 \%$

**Ha:  $\mu < 7$**  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:  $\mu \geq 7$**  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### c) Estadística de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

**Tabla 10**  
*Prueba de T de Student*

##### **T de una muestra**

Prueba de  $\mu = 7$  vs.  $< 7$

N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	Tc	P valor
4	7,86	0,41	0,20	8,35	4,16	0,98

##### **Utilizamos el valor P:**

Si,  $P - \text{valor} > \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$** .

Si,  $P - \text{valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$** .

#### d) Regla de decisión

PRUEBA DE T DE STUDENT		
P – valor = 0,98	>	$\alpha = 0,05$

Como el P – valor es mayor que el nivel de significancia 0,05 ( $0,98 > 0,05$ ), aceptamos la hipótesis nula  $H_0$  y rechazamos la hipótesis alterna  $H_1$ , luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; por el cual el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

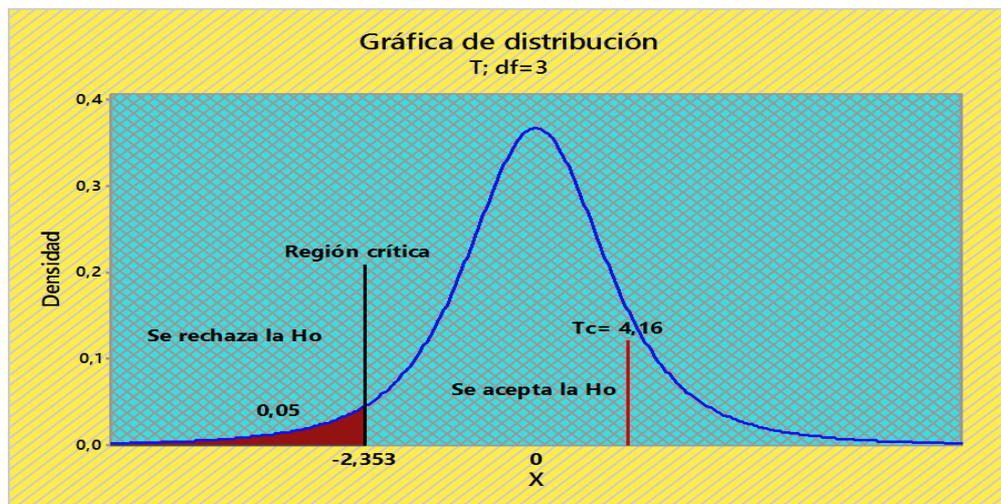


Figura 53. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018.

#### Toma de decisión

El valor de  $T_c = 4,16$  cae fuera de la región crítica

( $RC = < -\infty, t_{(0,05,4-1)} > = -\infty, -2,353 >$ ), por tanto, se **rechaza** la Hipótesis alterna  $H_1$  y **acepto** la Hipótesis nula  $H_0$  la media del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2018 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS), por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

### 4.3.2. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 en la ciudad de Huancavelica.

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

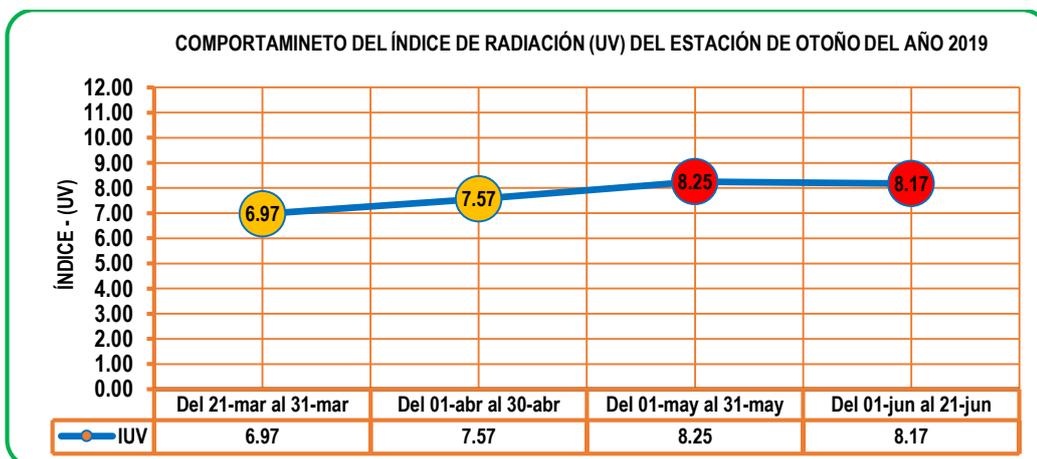


Figura 54. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación del otoño del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 54 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de otoño del año 2019. Los valores fluctúan entre 6,97 (IUV) **alta** a 8.25 (IUV) **muy alta** comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

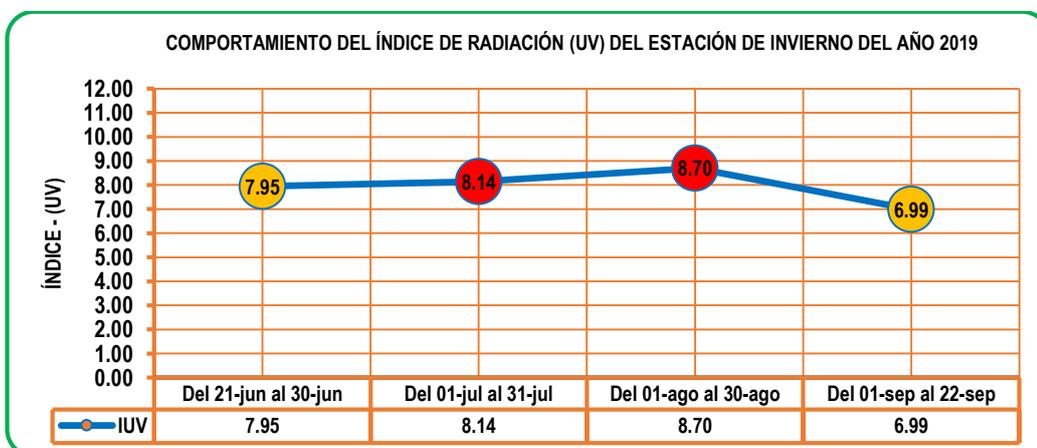


Figura 55. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de invierno del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 55 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de invierno del año 2019. Los valores fluctúan entre 6,99 (IUV) **alta** a 8.70 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

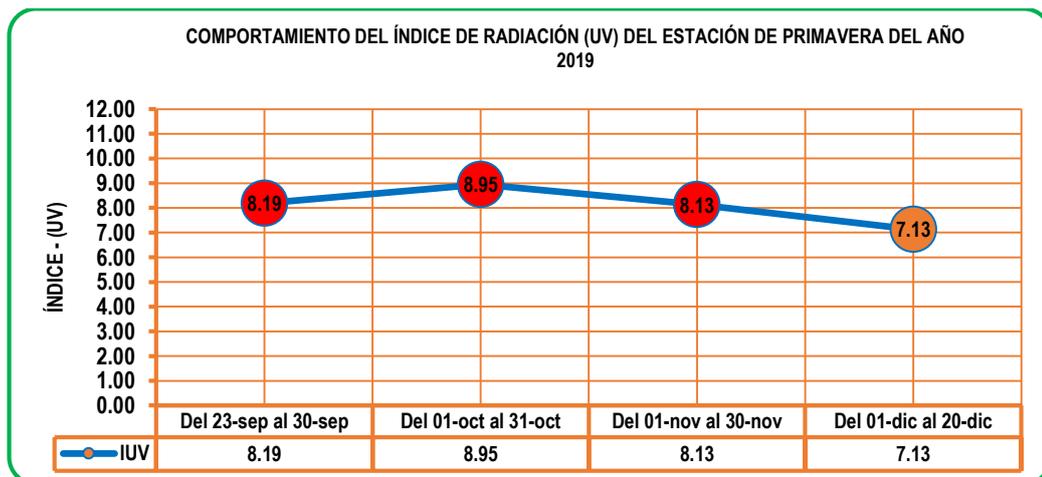


Figura 56. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de primavera del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 56 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de primavera del año 2019. Los valores fluctúan entre 7,13 (IUV) **alta** a 8.95 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

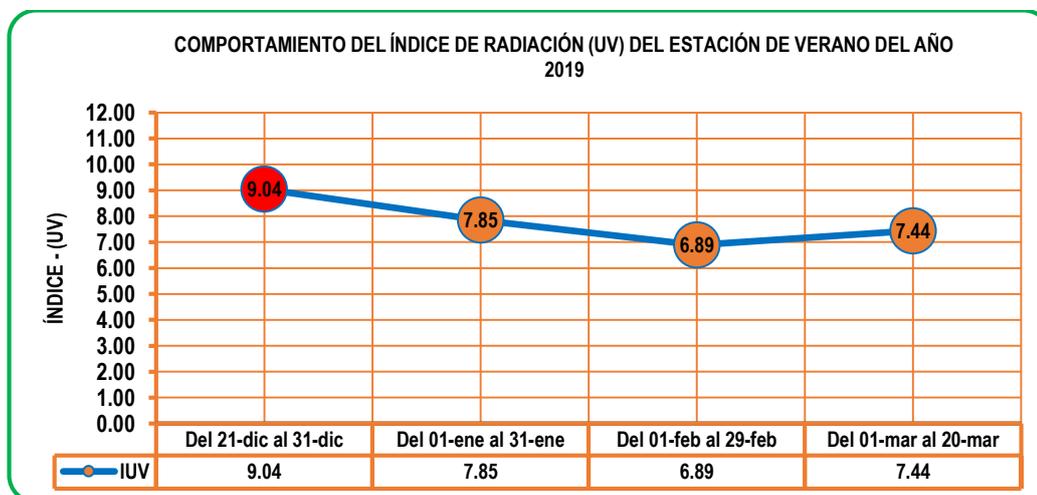


Figura 57. Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de la estación de verano del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 57 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes meses de la estación de verano del año 2019. Los valores fluctúan entre 6,89 (IUV) **alta** a 9,04 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

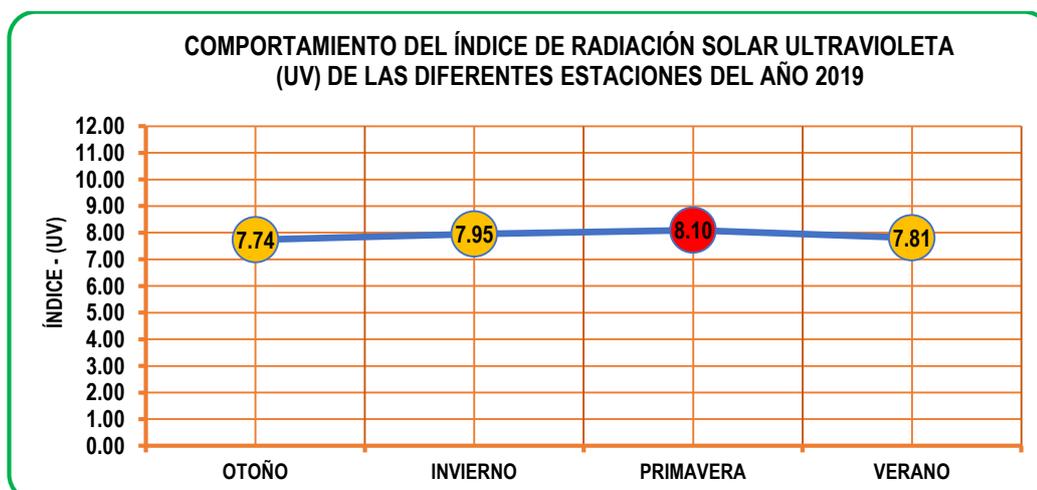


Figura 58. Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 58 muestra los valores estadísticos del índice (IUV) de diferentes estaciones del año 2019. Los valores fluctúan entre 7,74 (IUV) **alta** a 8,10 (IUV) **muy alta**, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Tabla 11**

*Normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) estaciones del año 2019*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov - Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estaciones del año 2019	0,21	4	-	0,96	4	0,78

**Criterio para determinar Normalidad:**

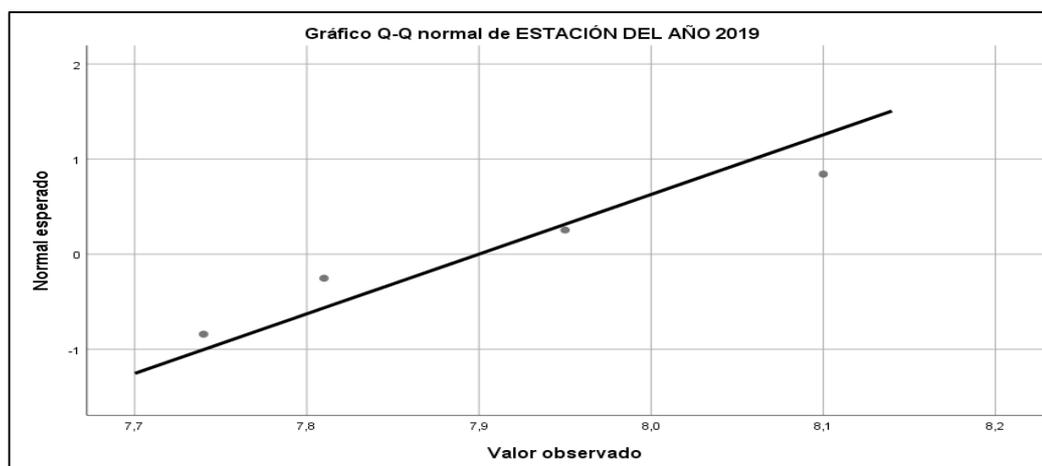
P – valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**)

P – valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  (Los datos no provienen de una distribución **Normal**)

Normalidad		
P – valor = 0,78	$\geq$	$\alpha = 0,05$

**Interpretación**

Se obtuvo un P- valor 0,78 es mayor que 0,05 por tanto aceptamos la homogeneidad de varianzas para los valores del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019, por el cual, aceptamos la hipótesis nula  $H_0$  (Los datos provienen de una distribución **Normal**).



**Figura 59.** Prueba de normalidad para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019.

**Fuente:** Elaboración propia

## Interpretación

De la figura N° 59 se observa que existe una relación lineal positiva de la variable del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019, entre sus varianzas se encuentra homogeneidad y todos tienen la misma varianza.

**Tabla 12**

*Medidas de tendencia central y dispersión para el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019*

Parámetro	Unidad	Fi	media	mediana	D.E.	Varianza	Cuantil. Max	Cuantil. Min	Coef. Var.
Estación del año 2019	IUV	4	7,90	7,88	0,15	0,02	8,10	7,74	2,02

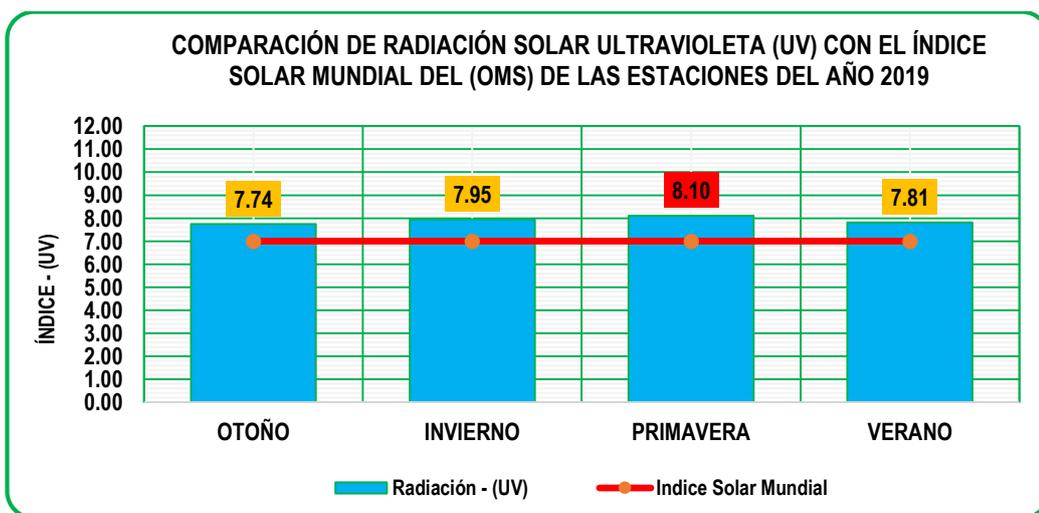
## Interpretación

De la tabla N° 12, se observa los resultados del procesamiento de datos correspondiente a 4 observaciones de concentración del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019, con una media de 7,90 (IUV), una desviación estándar de 0,15 (IUV), varianza de 0,02 (IUV) y un coeficiente de variación de 2,02 (IUV) baja, el cual nos indica que nuestros datos presentan una homogeneidad respecto a la media.

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
ÍNDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 60.** Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las estaciones del año 2019 con el índice solar (UV) mundial de (OMS).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 60 muestra la comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) con el índice solar mundial de la (OMS) de las estaciones del año 2019, donde los índices de radiación (UV) en la ciudad de Huancavelica se encuentran mayores a 7 (IUV) que significa **alta y muy alta** en todas las estaciones del año, los registros fueron comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

#### 4.3.2.1. Prueba de hipótesis

##### a) Planteamiento de la hipótesis

**Ha:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:** El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### b) Nivel de significación.

Nivel de significación  $\alpha = 0.05 \%$

**Ha:**  $\mu < 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **no supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

**Ho:**  $\mu \geq 7$  El índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

##### c) Estadística de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un P – valor:

**Tabla 13**  
*Prueba de T de Student*

##### T de una muestra

Prueba de  $= 7$  vs.  $\mu < 7$

N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	Tc	P valor
4	7,90	0,15	0,07	8,08	11,29	0,99

##### Utilizamos el valor P:

Si, P – valor  $> \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$** .

Si, P – valor  $< \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_a$** .

#### d) Regla de decisión

Prueba de T de Student		
P – valor = 0,99	>	$\alpha = 0,05$

#### Interpretación

P – valor es mayor que el nivel de significancia 0,05 ( $0,999 > 0,05$ ), **aceptamos** la hipótesis nula  $H_0$  y rechazamos la hipótesis alterna  $H_1$ , luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; el índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS).

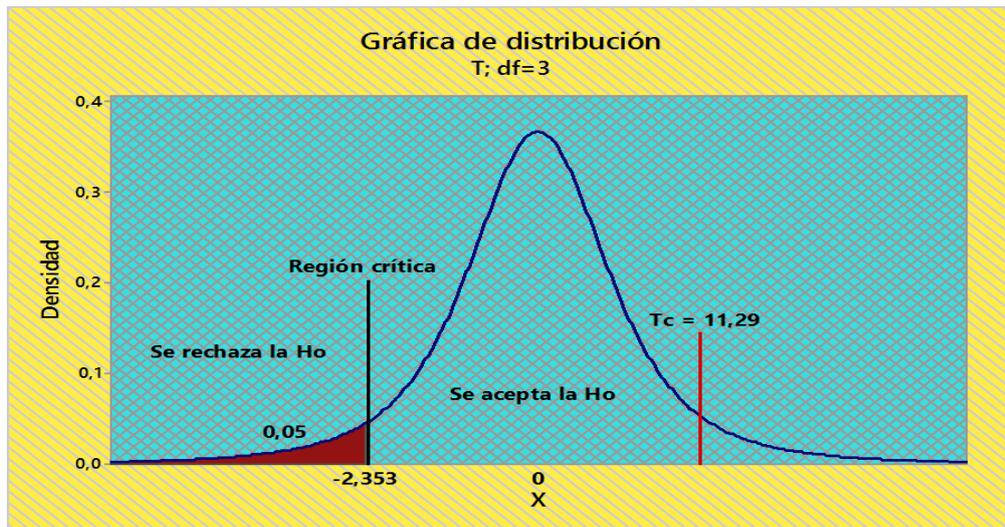


Figura 61. Campana de Gauss para la prueba de hipótesis del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019.

Fuente: Elaboración propia

#### Toma de decisión

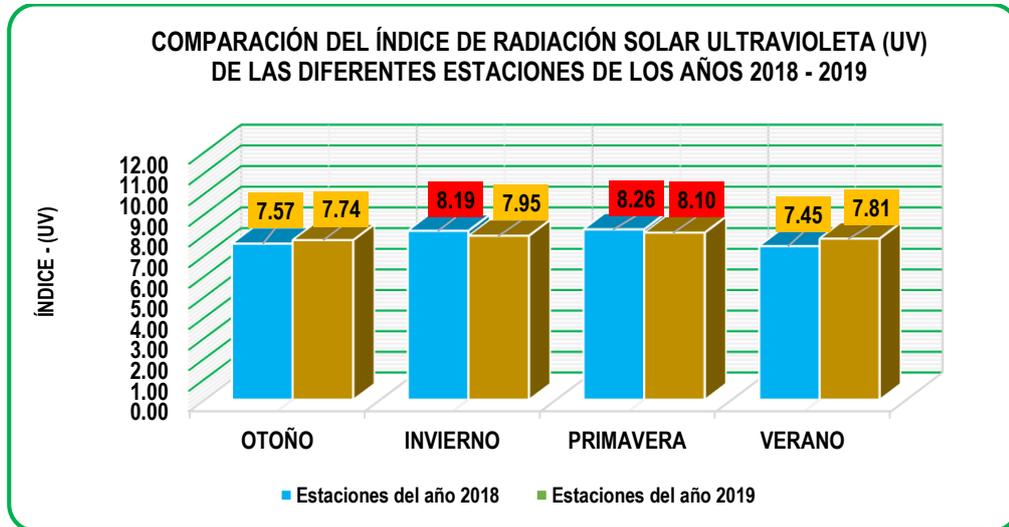
El valor de  $T_c = 11,29$  cae fuera de la región crítica

( $RC = < -\infty, t_{(0,05,4-1)} > = < -\infty, -2,353 >$ ), por tanto, se **rechaza** la Hipótesis alterna  $H_1$  y **acepto** la hipótesis nula  $H_0$  la media del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones del año 2019 **si supera** el límite de la categoría de exposición ALTA del índice solar mundial (IUV) de la (OMS), por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

### Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 <sup>+</sup>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).



**Figura 62.** Comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones de los años 2018 – 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 62 muestra la comparación del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de las diferentes estaciones de los años 2018 – 2019, Donde en la estación de otoño se registró 7,57 (IUV) en el año 2018, 7,74 (IUV) en el año 2019 en ambas estaciones **alta**, invierno 8,19 (IUV) en el año 2018 **muy alta**, 7,95 (IUV) en el año 2019 **alta**, primavera 8,26 (IUV) en el año 2018, 8,10 (IUV) en el año 2019 en ambas estaciones **muy alta**, verano 7,45 (IUV) en el año 2018, 7,81 (IUV) en el año 2019 en ambas estaciones **alta**, los registros fueron comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del (IUV) de la (OMS).

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

**Tabla 14.** Promedio del índice de radiación solar UV y temperatura °C de cada mes de los años 2018 – 2019.

<b>COMPARACIÓN DE PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA UV CON LA TEMPERATURA °C DE 24 MESES DE LOS AÑOS 2018 - 2019</b>					
<b>AÑO 2018</b>			<b>AÑO 2019</b>		
<b>MESES</b>	<b>Índice – IUV</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>MESES</b>	<b>Índice – IUV</b>	<b>Temperatura °C</b>
enero	7.68	10.60	enero	7.85	11.52
febrero	7.32	11.36	febrero	6.89	10.69
marzo	7.04	10.95	marzo	7.37	10.60
abril	7.37	10.89	abril	7.57	11.26
mayo	8.42	10.91	mayo	8.25	11.27
junio	7.51	9.91	junio	8.09	10.78
julio	7.32	9.94	julio	8.14	11.71
agosto	7.91	9.97	agosto	8.70	12.64
setiembre	8.65	11.67	setiembre	7.31	12.90
octubre	7.27	11.38	octubre	8.95	13.57
noviembre	8.72	13.59	noviembre	8.13	13.50
diciembre	8.77	12.71	diciembre	7.81	13.16
<b>PROMEDIO</b>	<b>8.83</b>	<b>11.15</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>7.92</b>	<b>11.96</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>8.77</b>	<b>13.59</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>8.95</b>	<b>13.57</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>7.04</b>	<b>9.91</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>6.89</b>	<b>10.60</b>

El índice de radiación solar UV en el año 2018 se obtuvo como mínimo 7.04 IUV; (9.91 T°), máxima 8.77 IUV; (13.59 T°) y promedio 8.83 IUV (11.15 T°), mientras en el año 2019 se obtuvo como mínimo 6.89 IUV (10.60 T°), máximo 8.95 IUV (13.57 T°) y promedio 7.92 IUV (11.96 T°) con respecto a la temperatura existe una relación directa como se observa en la tabla 1.

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (IUV)**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

**Tabla 15.** Promedio del índice de radiación solar UV y temperatura °C por cada estación de los años 2018 – 2019.

<b>COMPARACIÓN DE PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA UV CON LA TEMPERATURA °C EN LAS ESTACIONES DEL AÑO 2018 - 2019</b>					
<b>AÑO 2018</b>			<b>AÑO 2019</b>		
<b>OTOÑO</b>			<b>OTOÑO</b>		
<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>	<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>
Del 21 - marzo al 31-marzo	7.50	11.33	Del 21 - marzo al 31 - marzo	6.97	10.64
Del 01 - abril al 30 - abril	7.37	8.44	Del 01 - abril al 30 - abril	7.57	11.26
Del 01 - mayo al 31 - mayo	8.42	10.91	Del 01 - mayo al 31 - mayo	8.25	11.27
Del 01 - junio al 21 - junio	6.97	9.67	Del 01 - junio al 21 - junio	8.17	10.65
<b>INVIERNO</b>			<b>INVIERNO</b>		
<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>	<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>
Del 21-junio al 30 - junio	8.59	10.44	Del 21 - junio al 30 - junio	7.95	11.10
Del 01-julio al 31 - julio	7.32	9.94	Del 01 - julio al 31 - julio	8.14	11.71
Del 01-agosto al 30 - agosto	7.91	9.97	Del 01 - agosto al 30 - agosto	8.70	12.64
Del 01-septiembre al 22 -septiembre	8.94	11.97	Del 01 - septiembre al 22 - septiembre	6.99	12.54
<b>PRIMAVERA</b>			<b>PRIMAVERA</b>		
<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>	<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>
Del 23 - septiembre al 30 - septiembre	7.86	10.87	Del 23 - septiembre al 30 - septiembre	8.19	13.88
Del 01 - octubre al 31 - octubre	7.27	11.38	Del 01 - octubre al 31 - octubre	8.95	13.57
Del 01 - noviembre al 30 - noviembre	8.72	13.59	Del 01 - noviembre al 30 - noviembre	8.13	13.50
Del 01 - diciembre al 20 - diciembre	9.19	13.09	Del 01 - diciembre al 20 - diciembre	7.13	12.85
<b>VERANO</b>			<b>VERANO</b>		
<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>	<b>DÍAS</b>	<b>IUV</b>	<b>°C</b>
Del 21 - diciembre al 31 - diciembre	8.00	12.01	Del 21 - diciembre al 31 - diciembre	9.04	13.71
Del 01 - enero al 31 - enero	7.68	10.63	Del 01 - enero al 31 - enero	7.85	11.52
Del 01 - febrero al 29 - febrero	7.32	11.36	Del 01 - febrero al 29 - febrero	6.89	10.69
Del 01 - marzo al 20 - marzo	6.79	10.74	Del 01 - marzo al 20 - marzo	7.44	10.58

El índice de radiación solar UV en las diferentes estaciones de los años 2018 y 2019, se obtuvo de 7 IUV a 8 IUV en ambos años, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es alta y muy alta respectivamente, con respecto a la temperatura existe una relación directa tal como se observa en la tabla 2.

## 4.2 Discusión de resultados

A partir de los resultados encontrados, en la investigación realizada se demostró que existe IUV que fluctúan entre 7,04 IUV a 8,77 IUV en el año 2018, mientras 6,89 IUV a 8,95 IUV en el año 2019 lo cual es catalogado como alta y muy alta según OMS, teniendo encuesta las estaciones del año los valores fluctúan entre 7,45 IUV a 8,26 IUV en el estación del año 2018 y 7,74 IUV a 8,10 IUV en la estaciones del año 2019, lo cual de la misma manera los índices de radiación solar UV según OMS en años y estaciones se encuentran entre alta y muy alta; por otro lado, el promedio del IUV en el año 2018 fue 7,83 IUV y 7,92 IUV en el año 2019 con lo cual se muestra un incremento del índice de radiación de 0,09 IUV en la ciudad de Huancavelica. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Mayhua (2019) que demuestra valores de UV que superan altamente según la OMS en la estación de verano encontrándose índices de 14 a 15, para el año 2013 en invierno valores de 7. Los resultados encontrados en este trabajo de investigación guarda relación con lo que sostiene Miranda (2018) donde el resultado del índice de radiación UV a nivel diaria, mensual y multianual alcanzaron valores máximos de 8 a 10 y 11 a más, niveles de riesgo muy alta y extremadamente alta en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre con frecuencias de ocurrencia 67 % y 33 %, mientras que los índices mínimos registrados fueron de 3 a 5 con nivel de riesgo moderado en los horarios de 8:00 horas y 17:00 horas, con frecuencias del 40 % y 83 % durante los meses de junio y julio respectivamente, lo cual concede con nuestros resultados obtenidos, los valores obtenidos del índice de radiación solar ultravioleta UV fue de 6 IUV a 7 IUV y 8 IUV son menores a los resultados que obtiene Acuña (2018) donde los valores fluctúan entre 11 y 14 y según la OMS son extremadamente altos. Según Huilca et al. (2017), muestra los valores del índice máximo diario promedio de 14 desde octubre hasta febrero que guarda relación con lo que sostiene Barreto (2017) en donde muestra que la radiación UV a partir de las 10 horas se registra índices que alcanza valores de 8 a 10 y a partir de las 12 a 14 horas el índice sube a más de 13 los cuales son extremadamente altos en relación a los índices obtenidos en el presente trabajo de 6 IUV a 7 IUV y 8 IUV. También guarda relación con lo que sostiene Gómez (2017), donde el índices de radiación UV fueron de 8,3 (2006) y 5,3 (2011), sin embargo, durante los meses de setiembre a mayo alcanzaron valores extremadamente alto (11+) y muchas veces valores picos de 14 y 15. Según nuestros resultados la variabilidad del índice de radiación solar UV en función a la estacionalidad no varía mucho lo cual contradice a lo que sostiene Dedios (2016) que muestra la variabilidad del índice de radiación ultravioleta en función de la estacionalidad, a su vez que Piura presenta niveles de radiación ultravioleta entre altos a extremadamente altas durante todo el año lo cual representa una alerta a fin de informar a la

población sobre las formas de cómo evitar los problemas e impactos en la piel. De mismo modo guarda relación con lo que sostiene Cendros & Durante (2013) quienes reportan valores de IUV altos y muy altos según los parámetros establecidos por OMS. Por ultimo no guarda relación con lo que sostiene Cáceres (2019), quien reporta los resultados en 3 niveles de riesgo: Baja, Media y Alta.

## Conclusiones

- El índice de radiación solar ultravioleta UV en el año 2018, se encuentran en intervalos 7,04 IUV - 8,77 IUV, los cuales comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están entre altos y muy altos.
- El índice de radiación solar ultravioleta UV en el año 2019, se encuentra en intervalos 6,89 IUV - 8,95 IUV, los cuales comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están entre altos y muy altos.
- El índice de radiación solar UV del año 2018 a 2019, demuestra un incremento de 0,09 IUV.
- La radiación solar ultravioleta UV anual del año 2018 (7.83) IUV y la radiación del año 2019 (7.92) IUV, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están catalogados altos.
- El índice de radiación solar ultravioleta UV en diferentes estaciones de los años 2018 y 2019 se encuentran en intervalos, otoño 7,57 IUV, invierno 8,19 IUV, primavera 8,26 IUV y verano IUV 7,45 (2018) y otoño 7,74 IUV, invierno 7,95 IUV, primavera 8,10 IUV y verano 7,81 IUV (2019) con lo cual se demuestra según el protocolo de categoría de exposición de la OMS muy poca variación.
- El índice de radiación solar ultravioleta UV y la temperatura °C en diferentes meses y estaciones de los años 2018 y 2019 muestra una relación proporcionalmente directa.

## Recomendaciones

Al término de la investigación se recomienda:

- Considerando que se ha realizado el comportamiento del índices de radiación ultravioleta (UV) registrados en campus universitario de la Universidad Nacional de Huancavelica durante el periodo 2018 - 2019 con niveles de riesgo alta, muy alta y extremadamente alta, se recomienda a las autoridades implementar un plan de protección y prevención y la instalación de la masiva arborización en parques y avenidas que no permitan el paso de los rayos ultravioleta (UV) y se tengan lugares sombreados, esto con la finalidad de mitigar los efectos adversos de la radiación ultravioleta (UV) y proteger la salud de la población.
- Siendo necesario una permanente vigilancia y una adecuada evaluación de los riesgos a los que están expuestos la población de la ciudad de Huancavelica y a fin de generar información de radiación ultravioleta (UV) se recomienda a la institución oficial (SENAMHI) instale una red regional de estaciones de medición de radiación (UV) que permitirá monitorear el comportamiento del índice de radiación ultravioleta (UV).
- Se recomienda realizar un registro de datos de manera continuada bajo las condiciones científicas exigidas por (SENAMHI), con el objetivo de realizar estudios acerca de los diversos factores que influyen sobre la radiación solar (UV).
- Se recomienda a la población en general minimizar la exposición al Sol en horas de máxima radiación entre las 09:00 horas a 16:00 horas durante todo el año, utilizar sombreros de ala ancha, sombrillas, lentes de Sol cuyos cristales absorban la Radiación (UV) y el uso de protectores solares.
- Realizar campañas de información y capacitación sobre la real situación de la radiación ultravioleta solar (UV) en la ciudad Huancavelica y la aplicación adecuada de medidas de fotoprotección.
- Igualmente se recomienda a los futuros investigadores, realizar estudios de investigación científica espectrales de la radiación ultravioleta (UV) a efectos de cuantificar en porcentaje el tipo de radiación solar (UV) incidente, en la ciudad de Huancavelica.

## Referencias bibliográficas

- Abril, L. M., Azogue, F. G., Chancusig, K. G., Suárez, R. E., & León, M. Á. (2019). Obtención y comparación del índice de la radiación solar en el barrio "San Felipe" de la ciudad de Latacunga en el año 2019. *Revista Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas*, 3(1), 1–10. Retrieved from <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/252/188>
- Aceituno, C., Silva, R., & Cruz, R. (2020). *Mitos y realidades de la investigación científica* (Carlos Ace; C. A. Huacani, Ed.). Retrieved from [http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2179/1/aceituno\\_hc\\_2020.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2179/1/aceituno_hc_2020.pdf)
- Acuña, S. (2018). *Radiación Ultravioleta en Arequipa 2016 - 2017* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5778>
- Alfaro, L., Llacza, A., & Sánchez, O. (2016). *Pronóstico con Cobertura Nacional del Índice de Radiación Solar Ultravioleta*. Retrieved from [https://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/meteo\\_2016\\_pro\\_cob\\_nac\\_ind\\_rad\\_sol\\_ult.pdf](https://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/meteo_2016_pro_cob_nac_ind_rad_sol_ult.pdf)
- Barreto, O. (2017). Determinación de la irradiación solar, como potencia incidente por unidad de superficie, y los rayos ultravioletas UV - A y UV - B en Pucallpa Perú 2016. *Unidad de Investigación*, 1–21.
- Cáceres, M. P. (2019). *Estudio sobre la Exposición a Radiación Ultravioleta de Origen Solar en Pescadores de Caletas, en la Región de Valparaíso* (Universidad Técnica Federico Santa María). Retrieved from <https://hdl.handle.net/11673/48318>
- Cárdenas, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Sexta). [https://doi.org/10.1016/S0190-9801\(10\)00000-0](https://doi.org/10.1016/S0190-9801(10)00000-0) - ISBN 978-92-75-32913-9
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*.
- Cendros, J., & Durante, C. (2013). La Radiación Ultravioleta en Maracaibo - Venezuela. *Revista Electrónica Facultad de Ingeniería UVM*, 7(1), 860–871. Retrieved from <http://revistav.uvm.edu.ve/articulos/a8l4sk3.articulo3vol7num2.pdf>
- Chambi, V. (2018). *Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7602>

- Dedios, N. J. (2016). Radiación Ultravioleta. Análisis de su Comportamiento Estacional en Diferentes Sectores de la Región Piura. Costa Norte del Perú. *Ingenierías USBMed*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.21500/20275846.2020>
- EPA. (2001). El Sol, la Radiación Ultravioleta y Usted. Guía SunWise para la Exposición al Sol. Retrieved from Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos website: [https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/sunuvu\\_spanish.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/sunuvu_spanish.pdf)
- Gómez, S. (2017). *Niveles de Radiación Ultravioleta (UV) en la ciudad de Ayacucho periodo 2006 - 2011 e Incidencia de Cáncer de Piel en la Población* (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Retrieved from [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3430/TESIS\\_Q499\\_Gom.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3430/TESIS_Q499_Gom.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. In *Journal of Petrology* (Sexta edic, Vol. 369). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Huaraya, F. (2018). *Caracterización y Modelización de la Radiación Ultravioleta Solar Aplicado en Upina, Puno - 2014*. (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7841/Huaraya\\_Gutierrez\\_Faustino.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7841/Huaraya_Gutierrez_Faustino.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huillca, M., Taípe, C., & Saavedra, M. (2017). *Índice Ultravioleta en la Ciudad de Puno para Cielos Claros*. 19, 1–8. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.280>
- López, L., Porro, J. M., Torrónategui, E., & García, M. (2004). Cuántica y Relatividad TOE 's (Teorías del todo). In *UPV/EHU, Leioa*. Retrieved from [http://www.ehu.eus/zorrilla/juanma/Cuantica\\_Relatividad.pdf](http://www.ehu.eus/zorrilla/juanma/Cuantica_Relatividad.pdf)
- Mayhua, F. (2019). *Estudio comparativo y modelación de la radiación global y ultravioleta en la Ciudad de Arequipa* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9109>
- Miranda, G. (2018). *Cuantificación y Caracterización de la Radiación Ultravioleta - b en la Ciudad de Tacna, Periodo:2012- 2014* (Universidad Nacional Jorge Basadre Ghohmann - Tacna). <https://doi.org/10.1192/bjp.112.483.211-a>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Índice UV Solar Mundial* (Vol. 29). Retrieved from

<https://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>

Prudencio, E. (2019). *Evaluación del índice de radiación ultravioleta y su relación con la transferencia de energía solar en el punto de monitoreo CH- 23 - Cerro de Pasco – 2018.*

Rojas, E., & Rivas, M. (2017). Índice Solar Ultravioleta y Espesor de la Capa de Ozono en Arica Norte de Chile. *Interciencia*, 42, 1–5. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/339/33949912007.pdf>

Ruiz, J., Pérez, C., & Tobarra, P. De. (2009). *Teoría de Christopher Heydon sobre la Radiación solar.* 1–4. Retrieved from <https://www.divulgameteo.es/uploads/Teoría-Christopher-Heydon.pdf>

Sosa, A. (2019). *Prácticas de Medidas Preventivas Contra los Efectos de los Rayos Ultravioleta en los Agricultores de la Empresa Acelim del Perú – Piura febrero 2019.* 1–106. Retrieved from <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1710/CSS-SOS-ARA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vidaurre, T., Abugattas, J., Santos, C., Manrique, J., & Regalado, R. (2016). *Documento tecnico: Manual de Prevención de Cáncer de Piel Inducido por la Exposición Prolongada a la Radiación Ultravioleta (RUV).* Antofagasta.

Zegarra, A. I. (2019). *Determinación del nivel de riesgo y medidas preventivas por exposición a radiación solar para gestores de ventas en Ecobesa – Arequipa 2018* (Universidad Tecnológica del Perú). Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/1941>

# **Apéndice 1**

Matriz de consistencia

**Tabla 16**

*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 - 2019 en la ciudad de Huancavelica?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Como es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 - 2019, en la ciudad de Huancavelica?</p> <p>¿Como es el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 - 2019, en la ciudad de Huancavelica?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 - 2019 en la ciudad de Huancavelica.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar el comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 - 2019, en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>Determinar el comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 - 2019, en la ciudad de Huancavelica.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 - 2019, no superan el límite de la categoría de exposición ALTA del índice mundial en la ciudad (IUV) de Huancavelica.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>El comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) mensual en los periodos 2018 - 2019, no superará el límite de la categoría de exposición ALTA de protocolo del índice mundial (IUV) de la (OMS) en la ciudad de Huancavelica.</p> <p>El comportamiento del índice de la radiación solar ultravioleta (UV) estacional en los periodos 2018 - 2019, no superará el límite de la categoría de exposición ALTA de protocolo del índice mundial (IUV) de la (OMS) en la ciudad de Huancavelica.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV)</p>	<p>Meses</p> <p>Años</p> <p>Estaciones</p>	<p>24 meses</p> <p>2018 y 2019</p> <p>Otoño Invierno Primavera Verano</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Básico, aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación</b></p> <p>Descriptivo; explicativo</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental y longitudinal</p> <p>Leyenda: T = tiempo A = La misma población</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población en la investigación fue 9490 datos por cada hora de índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 y 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra de la investigación fue 730 datos del promedio de cada día del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 - 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.</p> <p><b>Muestreo</b></p> <p>El muestreo de la investigación fue 24 datos del promedio de cada mes del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los años 2018 - 2019 de la localidad de Paturpampa Huancavelica.</p>

**Fuente:** Elaboración propio

## **Apéndice 2**

Datos del índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses de los años  
2018 -2019 en la ciudad de Huancavelica

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV).**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

**Tabla 17**

*índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses del año 2018*

ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA (UV) DEL PROMEDIO DE CADA DÍA DE LOS 12 MESES DEL AÑO 2018												
DÍAS DEL MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV
1	6.95	9.36	7.03	8.08	10.23	5.24	9.36	7.57	9.87	9.90	8.86	10.45
2	6.00	9.55	8.77	6.70	9.99	3.11	9.31	5.15	8.50	7.71	9.07	10.32
3	7.96	8.41	8.37	8.63	5.17	5.06	6.92	7.23	10.90	5.19	8.11	12.10
4	5.31	7.24	5.17	9.06	6.03	6.02	8.38	5.89	11.26	3.58	10.17	11.75
5	8.17	6.41	5.89	7.92	8.53	9.13	9.18	4.41	11.31	7.13	7.66	10.06
6	5.93	7.44	6.03	8.59	6.56	7.66	9.51	8.22	11.13	8.48	7.09	7.26
7	4.15	8.91	8.29	6.93	7.46	8.78	9.45	6.25	11.20	10.21	7.51	7.87
8	5.39	7.70	6.57	6.50	9.17	7.41	5.09	8.51	9.65	8.56	8.90	11.57
9	7.48	6.57	7.21	8.99	9.56	7.82	4.60	7.19	5.91	9.69	9.77	9.63
10	7.94	5.31	7.99	9.78	7.37	7.67	5.31	7.34	8.66	4.85	6.99	8.57
11	7.88	7.62	7.60	3.90	9.27	5.82	2.25	8.94	8.03	6.84	7.12	11.01
12	8.75	7.25	8.15	3.63	9.58	4.07	3.39	10.37	8.67	5.58	9.04	9.60
13	10.14	7.88	5.90	5.83	9.47	6.12	7.94	9.16	5.75	6.68	9.00	10.56
14	8.31	6.06	6.40	9.95	8.34	7.09	8.16	8.90	5.93	7.89	4.88	4.62
15	2.80	3.95	6.01	9.75	8.98	5.13	7.50	4.54	7.96	7.13	7.38	8.65
16	7.85	7.86	6.39	9.47	8.22	7.88	8.15	7.60	9.12	10.66	12.49	8.73
17	7.47	8.15	5.47	9.27	9.55	8.13	3.59	8.82	9.15	6.69	7.44	7.69
18	5.18	6.89	5.16	8.99	6.82	8.72	6.74	7.47	11.40	10.68	8.51	7.49
19	9.31	6.17	8.90	8.63	8.74	9.17	5.54	7.50	7.89	3.17	7.20	7.50
20	6.59	7.15	4.53	5.74	9.06	9.33	4.11	6.34	9.22	4.00	9.14	8.38
21	9.66	9.00	6.07	7.06	7.72	9.44	5.47	6.88	7.93	8.21	8.48	9.20
22	4.45	7.93	5.72	6.79	7.69	8.97	7.16	9.42	7.29	9.06	12.02	7.90
23	7.59	6.18	8.90	6.49	7.39	8.94	6.73	9.48	7.81	7.18	9.91	9.72
24	8.63	9.53	1.83	5.65	9.38	6.40	8.77	8.25	8.00	5.58	2.70	8.49
25	8.07	6.68	9.44	6.87	8.81	6.83	9.44	8.30	7.41	6.09	4.98	2.31
26	7.43	6.38	8.27	8.81	8.63	8.24	10.04	7.56	6.56	7.73	11.83	9.52
27	11.35	7.07	8.45	4.55	8.27	8.88	10.20	8.71	10.01	10.35	8.38	7.26
28	12.44	7.56	6.75	5.93	9.15	9.28	9.94	11.13	8.42	6.25	11.84	6.65
29	9.88	6.09	8.85	8.34	8.90	9.46	9.89	9.01	7.45	9.80	11.95	10.26
30	9.79		10.51	4.20	9.13	9.47	9.07	9.66	7.23	5.05	13.09	7.08
31	9.24		7.74		7.95		5.62	9.43		5.49		9.63

Fuente: Elaboración propia.

**Escala de colores y categoría internacional de exposición (UV).**

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
INDICE IUV										
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11<sup>+</sup></b>

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

**Tabla 18**

*Índice de radiación solar ultravioleta (UV) de los diferentes meses del año 2019*

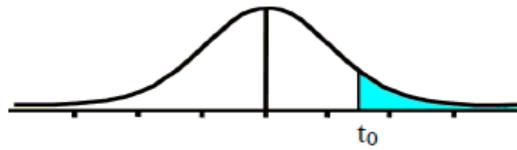
ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA (UV) DEL PROMEDIO DE CADA DÍA DE LOS 12 MESES DEL AÑO 2019												
DÍAS DEL MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV	IUV
1	8.92	8.13	7.30	5.86	10.02	9.17	9.36	9.82	8.86	6.13	8.22	7.26
2	9.45	6.88	7.55	7.27	8.71	6.14	9.37	8.25	4.35	5.46	6.72	6.61
3	6.15	7.68	7.81	11.90	7.91	7.95	8.90	9.41	5.31	10.66	6.71	6.46
4	7.98	8.13	10.36	11.28	4.88	9.02	8.61	10.19	2.58	9.24	6.96	5.88
5	10.22	7.50	5.29	7.43	7.64	9.79	3.93	10.38	5.72	6.19	7.18	7.21
6	9.09	6.57	9.62	8.38	7.95	9.76	7.40	10.38	5.44	11.12	5.99	9.22
7	8.26	7.19	8.91	7.98	6.45	9.41	9.06	10.00	9.55	12.55	4.08	5.85
8	11.34	5.39	6.02	10.55	8.07	9.40	8.54	9.22	8.69	10.55	9.26	5.94
9	8.80	6.98	7.66	9.97	9.84	9.13	9.61	8.44	6.98	12.29	5.96	10.64
10	5.48	5.74	9.31	10.03	8.20	8.25	9.82	8.01	7.33	7.14	7.01	6.71
11	6.50	2.29	7.60	8.63	6.69	8.98	9.55	8.05	6.34	7.58	10.56	6.76
12	7.13	9.57	6.57	8.55	6.27	8.71	9.46	3.13	4.61	8.10	8.98	7.15
13	4.55	7.03	7.95	6.78	5.67	8.92	8.96	9.48	5.35	9.71	9.29	5.92
14	10.45	5.50	6.26	8.85	8.17	6.50	7.99	10.39	10.43	6.80	7.23	7.54
15	7.42	7.79	7.37	4.17	8.89	4.66	5.58	10.63	10.82	6.73	9.79	7.06
16	8.41	7.68	8.34	7.20	9.72	5.97	3.30	10.55	10.40	7.03	9.34	7.04
17	3.13	5.66	6.13	6.84	9.84	8.64	6.76	10.33	6.73	5.25	9.33	6.31
18	9.78	7.71	9.49	6.83	9.34	8.63	6.44	9.37	6.49	7.51	9.53	5.96
19	6.75	5.78	3.97	4.71	9.06	4.81	8.53	6.40	6.41	12.14	7.81	8.57
20	8.89	6.69	8.15	9.50	8.45	9.46	6.68	4.00	2.82	10.93	8.14	8.46
21	9.14	8.88	7.10	7.46	7.18	9.32	8.90	6.48	8.72	11.23	8.26	7.93
22	8.95	9.79	7.64	7.28	7.46	9.52	6.00	7.64	9.89	7.80	4.68	7.27
23	9.25	7.97	7.52	3.15	7.92	9.61	6.91	9.81	6.63	11.13	6.95	6.36
24	10.06	8.20	6.94	5.14	8.06	9.50	9.67	9.72	9.24	9.38	9.29	7.14
25	7.16	4.50	6.68	6.81	8.42	7.96	9.11	9.73	8.19	8.03	7.93	9.66
26	7.17	6.73	8.10	6.82	9.25	7.11	6.26	7.32	8.95	10.77	9.42	11.24
27	7.69	5.42	4.70	5.37	8.74	4.80	7.83	8.61	10.68	10.43	10.66	9.85
28	6.64	5.63	7.54	8.82	8.55	4.84	9.82	8.79	5.94	10.76	11.19	10.41
29	4.45		5.78	6.67	9.52	7.68	10.06	8.78	9.08	5.42	7.50	11.79
30	6.08		8.18	6.92	9.49	9.20	10.06	9.48	6.84	9.36	10.03	8.17
31	8.21		6.51		9.40		9.97	6.87		10.03		9.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

T- Student para determinar grados de libertad

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
$\infty$	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

## Apéndice 3

Índice (UV) solar mundial Guía práctica del año 2003

WHO/SDE/OEH/02.2

# ÍNDICE UV

# SOLAR MUNDIAL

*Guía práctica*

*Recomendación conjunta de:*

Organización Mundial de la Salud



Organización Meteorológica Mundial



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante



# Comunicación del índice UV

## SISTEMA BÁSICO

### COMUNICACIÓN DE LOS VALORES DEL IUV

El IUV es una medida de la intensidad de la radiación UV sobre la superficie terrestre que tiene relación con los efectos sobre la piel humana.

- La información sobre el IUV debe proporcionar al menos el valor máximo diario. En la predicción o comunicación de un máximo diario debe utilizarse el valor medio de 30 minutos. Si se dispone de observaciones continuas, es útil manejar valores medios de periodos de 5 a 10 minutos para mostrar los cambios a corto plazo.
- El IUV debe presentarse como un valor único redondeado al número entero más próximo.

- Sin embargo, cuando la nubosidad es variable el IUV debe notificarse mediante un intervalo de valores. Las predicciones del IUV deben tener en cuenta los efectos de las nubes sobre la transmisión de la radiación UV a través de la atmósfera. Los programas que no tengan en cuenta los efectos de las nubes en sus predicciones deberán especificar que se trata de un IUV “con cielo despejado” o “sin nubes”.

Los valores del IUV se dividen en categorías de exposición (Tabla 1). Los servicios de información meteorológica de un país o de un medio de comunicación pueden informar sobre la categoría de exposición, el valor o intervalo de valores del IUV, o ambos.

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Tabla 1: Categorías de exposición a la radiación UV

### NO SE RECOMIENDA INFORMAR DE LOS TIEMPOS DE EXPOSICIÓN SIN RIESGO DE QUEMADURA

En numerosos países se ha utilizado el concepto de “tiempo de exposición sin riesgo de quemadura”, ya que este concepto sencillo puede traducirse directamente en acciones. Sin embargo, la población tiende a interpretar que la existencia de un “tiempo de exposición sin riesgo de quemadura” significa que existe un nivel seguro de exposición al sol sin protección. En consecuencia, cuando se relacionan los valores del IUV con “tiempos de exposición sin

riesgo de quemarse” o con “tiempos de bronceado seguro” se transmite un mensaje equivocado a la población. El IUV no debe dar a entender que puede prolongarse la exposición. Aunque el objetivo prioritario de la prevención primaria del cáncer de piel es evitar las quemaduras solares, la exposición acumulada a la radiación UV desempeña un papel primordial en el desarrollo de los cánceres de piel y acentúa los daños oculares y del sistema inmunológico.

## RECOMENDACIONES BÁSICAS SOBRE FOTOPROTECCIÓN

- **Reduzca la exposición durante las horas centrales del día.**
- **Busque la sombra.**
- **Utilice prendas de protección.**
- **Póngase un sombrero de ala ancha para proteger los ojos, la cara y el cuello.**
- **Protéjase los ojos con gafas de sol con diseño envolvente o con paneles laterales.**
- **Utilice crema de protección solar de amplio espectro, con un factor de protección solar (FPS) 15+, en abundancia y cuantas veces la necesite.**
- **Evite las camas solares.**
- **Es particularmente importante proteger a los bebés y niños de corta edad.**

La sombra, la ropa y los sombreros son la mejor forma de protección; aplíquese crema de protección solar en las partes expuestas del cuerpo, como la cara y las manos. Nunca debe utilizarse la crema de protección solar para prolongar la duración de la exposición al sol.

Se han propuesto dos conceptos diferentes de protección solar: en el primero, que admite sólo

dos opciones, se define un umbral del IUV a partir del cual se recomienda la protección solar; el otro admite una respuesta gradual: conforme aumenta el valor del IUV se recomiendan diferentes medidas de protección contra el sol. No existen muchos datos científicos en favor del segundo concepto: si es necesario protegerse del sol, deben utilizarse todos los medios de protección, es decir, prendas protectoras, gafas de sol, sombra y crema protectora (Figura 1). No obstante, el enfoque gradual también es adecuado, ya que cuando la intensidad de la radiación UV es más alta es necesaria una mayor fotoprotección.

Incluso para las personas de piel clara, muy sensibles, el riesgo de daños a corto o largo plazo debidos a la exposición a niveles de radiación UV debajo de un IUV de 3 es escaso y, en condiciones normales, no se necesitan medidas de protección. Por encima del umbral de 3, es necesario protegerse y esta recomendación debe reforzarse con valores del IUV de 8 y superiores.



Figura 2: Sistema de protección solar recomendado, con mensajes sencillos y fáciles de recordar.

### PRESENTACIÓN GRÁFICA DEL IUV

La presentación gráfica normalizada del IUV fomenta la coherencia en la información sobre el IUV en las noticias y los reportes del tiempo y sirve para mejorar la comprensión del concepto del IUV por parte de la población. La existencia de materiales elaborados previamente para informar sobre el IUV facilita la adopción de este índice por los medios de comunicación y se proporciona más de una opción para permitir solventar las limitaciones técnicas de

los diferentes medios. El conjunto de pictogramas (véase el Anexo D) puede descargarse del sitio de Internet (<http://www.who.int/uv/>) del Proyecto Internacional de la OMS sobre Radiación UV, Intersun, donde se encuentran el logotipo del IUV, los pictogramas de información sobre el IUV, los pictogramas de protección solar y los códigos de colores para los diferentes valores del IUV.

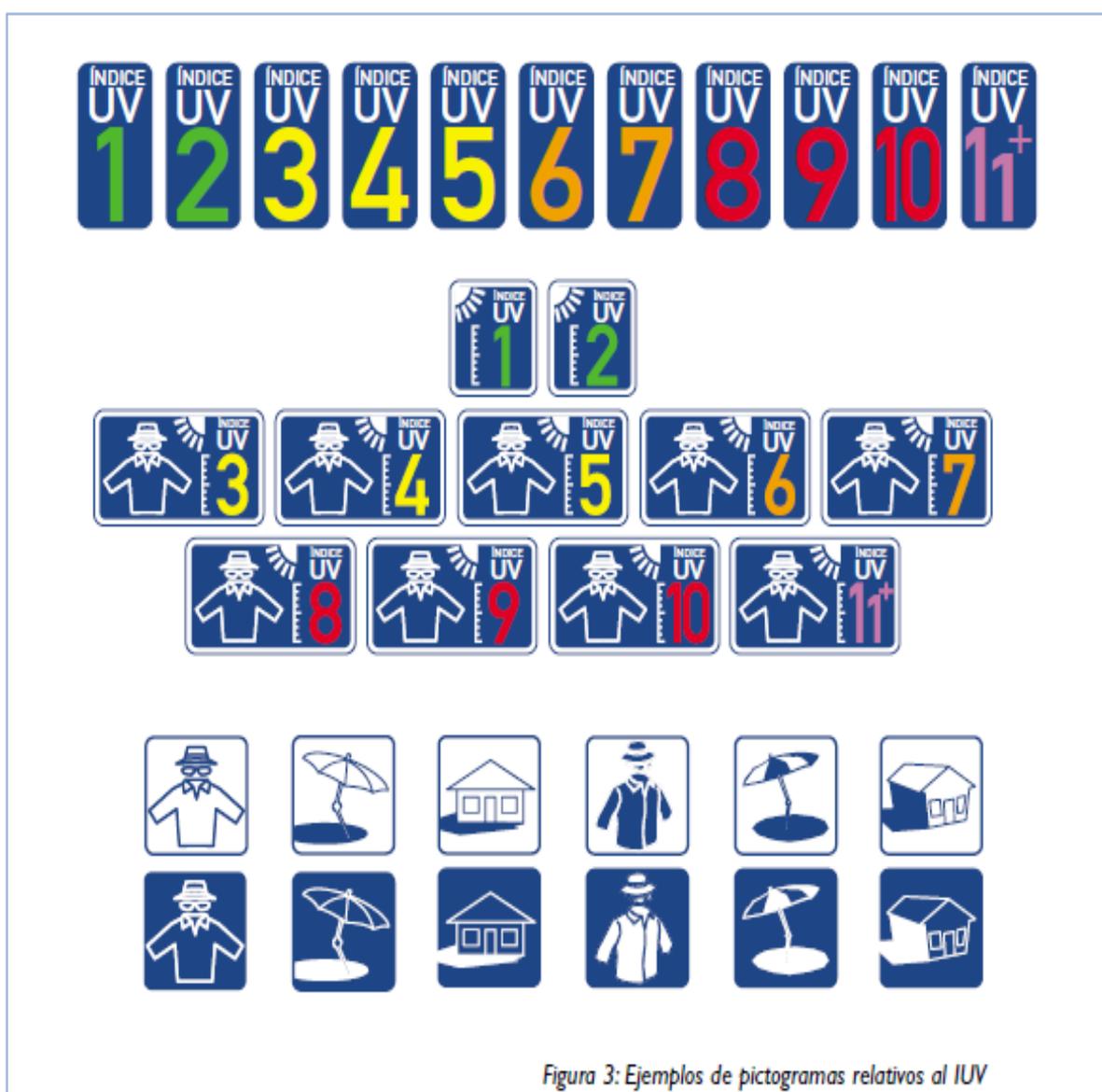


Figura 3: Ejemplos de pictogramas relativos al IUV

## USO DE COLORES PARA AUMENTAR LA VARIABILIDAD

Para informar sobre el IUV solar deben usarse colores específicos, los cuales no tienen una base científica, sino que constituyen un medio para hacer más atractiva la información sobre el IUV.

El código de colores facilita la variación entre zonas geográficas con niveles altos y bajos de radiación UV y define un color básico para cada categoría (Tabla 4; véase también el Anexo D).

Bajo		Moderado			Alto		Muy alto		Extremadamente alto	
(1,2)		(3,4,5)			(6,7)		(8,9,10)		(11+)	
Verde PMS 375		Amarillo PMS 102			Naranja PMS 151		Rojo PMS 032		Morado PMS 265	

Tabla 4: Comunicación del IUV: código internacional de colores<sup>1</sup>

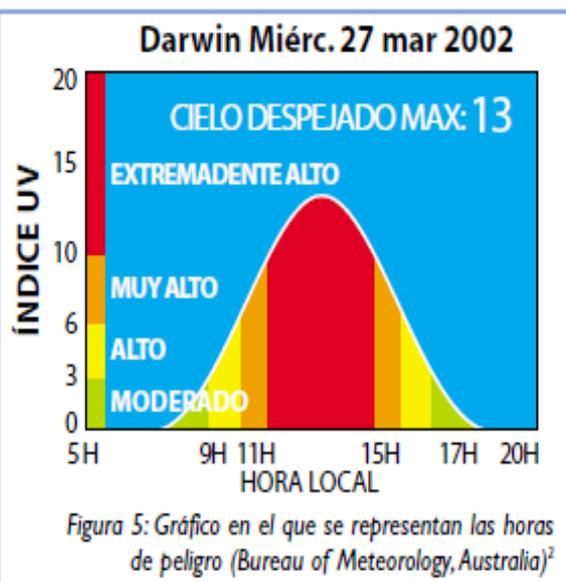
Los colores de cada categoría pueden tener diferentes matices para permitir variaciones de color en los países en los que los valores corresponden con frecuencia a una única categoría durante todos los meses de verano (véase el Anexo D).

No todos los medios de comunicación podrán incorporar la variación de colores en su información. En televisión se utilizan generalmente mapas normalizados y es posible que no se puedan cambiar los colores debido a limitaciones técnicas. La prensa en blanco y negro tampoco podrá utilizar el sistema de colores recomendado.

### ENFASIS EN LAS HORAS DE PELIGRO

En países en los que los niveles de radiación UV son altos y en los que la mayoría de la población está informada sobre la radiación UV y la protección solar, puede introducirse un nuevo concepto para aumentar la variabilidad. Así se hizo en Australia en el año 2000.

Este enfoque se centra en las horas del día durante las cuales el IUV es superior a un determinado valor umbral (Figura 5). Un día el IUV puede alcanzar un valor superior a 3 durante no más de 30 minutos, mientras que otro día puede permanecer por encima de 3 durante varias horas. En este caso, las recomendaciones a la población subrayan la necesidad de adoptar medidas de fotoprotección durante estas horas.



**Tabla 20**

*Rangos de radiación (UV)*

<b>Radiación (UV)</b>	<b>Rango de longitud de onda en nm</b>	<b>Características</b>
<b>UVA</b>	<b>315 - 400 nm</b>	El extremo superior del rango corresponde al límite con la luz visible, es la que produce el bronceado. Este rango del espectro es muy poco absorbido por la atmósfera. Es causante del bronceado, dado que no tiene tanta energía, es menos peligrosa que el resto de (UV). Esta radiación provoca el envejecimiento prematuro de la piel.
<b>UVB</b>	<b>280 - 315 nm</b>	En este rango del espectro el ozono atmosférico absorbe casi el 90% de esta radiación. Esta radiación provoca daños en los ojos y en la piel, eritemas solares (enrojecimientos de la piel). La sobreexposición puede provocar cáncer de la piel.  Dado que la cantidad de radiación UV - B que llega a la superficie está fuertemente relacionada con la capa de ozono, una reducción en esta capa implicará un aumento en la radiación que llega a la superficie terrestre.
<b>UVC</b>	<b>100 - 280 nm</b>	El rango inferior de la banda (100 nm) corresponde al límite con los rayos X. En este rango del espectro, el ozono atmosférico absorbe completamente toda la radiación UV - C. La UV - C (muy energética) se obtiene de fuentes artificiales, tales como lámparas germicidas (lámparas UV - C), usadas para matar bacterias y virus.

**Fuente:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

## Apéndice 4

Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar.

### PODER LEGISLATIVO

### CONGRESO DE LA REPUBLICA

#### LEY N° 30102

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República  
Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

### LEY QUE DISPONE MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA LOS EFECTOS NOCIVOS PARA LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR

#### Artículo 1. Objeto de la Ley

La presente Ley tiene el objeto de establecer medidas de prevención, que las instituciones y entidades públicas y privadas tienen que adoptar, para reducir los efectos nocivos para la salud ocasionados por la exposición a la radiación solar.

El Ministerio de Salud es el órgano rector que dicta la política pública a nivel nacional.

#### Artículo 2. Obligaciones de los titulares de las instituciones y entidades públicas y privadas

Los titulares de las instituciones y entidades públicas y privadas, a fin de reducir los efectos nocivos ocasionados por la exposición a la radiación solar, tienen las siguientes obligaciones:

- a) Desarrollar actividades destinadas a informar y sensibilizar al personal a su cargo acerca de los

riesgos por la exposición a la radiación solar y la manera de prevenir los daños que esta pueda causar.

- b) Disponer que las actividades deportivas, religiosas, institucionales, cívicas, protocolares o de cualquier otra índole que no se realicen en ambientes protegidos de la radiación solar se efectúen preferentemente entre las 8:00 y las 10:00 horas o a partir de las 16:00 horas.
- c) Proveer el uso de instrumentos, aditamentos o accesorios de protección solar cuando resulte inevitable la exposición a la radiación solar, como sombreros, gorros, anteojos y bloqueadores solares, entre otros.
- d) Disponer la colocación de carteles, avisos o anuncios en lugares expuestos a la radiación solar en su jurisdicción, donde se incluya lo siguiente: "La exposición prolongada a la radiación solar produce daño a la salud".
- e) Promover acciones de arborización que permitan la generación de sombra natural en su jurisdicción.

#### Artículo 3. Obligaciones específicas de los directores de las instituciones educativas

Los directores de las instituciones educativas públicas y privadas, al inicio del período de clases o del período académico, informan a los estudiantes sobre los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar, recomendándoles hacer uso de los elementos de protección idóneos.

Los centros educativos deben contar con zonas protegidas para actividades al aire libre, las mismas que son fiscalizadas por el Ministerio de Educación.

#### Artículo 4. Obligaciones específicas de los empleadores

- 4.1 Los empleadores, independientemente del régimen laboral al que pertenezcan sus trabajadores, tienen la obligación de adoptar medidas de protección cuando, por la naturaleza del trabajo que realizan sus trabajadores, estén expuestos de manera prolongada a la radiación solar.
- 4.2 Al inicio de la relación laboral, el empleador debe informar a los trabajadores sobre los efectos

nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar, haciéndoles entrega de los elementos de protección idóneos con la debida capacitación para su adecuado uso.

**Artículo 5. Medidas de prevención en las actividades educativas y laborales**

- 5.1 Promuévase la realización de actividades educativas y laborales sin exposición prolongada a la radiación solar y con la protección adecuada, debiendo tomarse las medidas de protección complementarias en los casos en que se consideren necesarias.
- 5.2 El reglamento establece las sanciones y multas en caso de incumplimiento de la presente Ley.

**Artículo 6. Fiscalización**

- 6.1 Los ministerios de Salud, de Educación y de Trabajo y Promoción del Empleo, así como los gobiernos regionales y gobiernos locales, a través de sus organismos correspondientes, son los responsables de fiscalizar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ley.
- 6.2 Los titulares de los sectores ministeriales mencionados, así como los representantes de las personas jurídicas que agrupan a los titulares de los gobiernos regionales y gobiernos locales, remiten un informe, durante el mes de marzo de cada año, a la Comisión de Salud y Población del Congreso de la República sobre los resultados de las acciones de fiscalización.
- 6.3 El Reglamento establece las infracciones y sanciones por el incumplimiento de la presente Ley.

**Artículo 7. Difusión de los niveles de radiación solar**

El Poder Ejecutivo, a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), debe difundir diariamente los niveles de radiación ultravioleta en el país, así como sus efectos nocivos para la salud.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

**PRIMERA. Autorización para modificación presupuestal**

La aplicación de la presente norma se financia con cargo a los presupuestos institucionales de los pliegos involucrados según corresponda y sin demandar recursos adicionales al tesoro público.

**SEGUNDA. Reglamentación**

El Poder Ejecutivo aprueba el reglamento de la presente Ley en el plazo de sesenta días calendario, contado a partir de su vigencia.

Comuníquese al señor Presidente Constitucional de la República para su promulgación.

En Lima, a los quince días del mes de octubre de dos mil trece.

FREDY OTÁROLA PEÑARANDA  
Presidente del Congreso de la República

MARÍA DEL CARMEN OMONTE DURAND  
Primera Vicepresidenta del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL  
DE LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los cinco días del mes de noviembre del año dos mil trece.

OLLANTA HUMALA TASSO  
Presidente Constitucional de la República

CESAR VILLANUEVA AREVALO  
Presidente del Consejo de Ministros

1010103-1

**PODER EJECUTIVO**

**AGRICULTURA  
Y RIEGO**

**Designan representantes titular y  
alterno del Servicio Nacional Forestal  
y de Fauna Silvestre ante la Comisión  
Multisectorial de Gestión Ambiental  
del Medio Marino - Costero**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 0428-2013-MINAGRI**

Lima, 30 de octubre de 2013

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante el artículo 1 del Decreto Supremo N° 096-2013-PCM, se crea la Comisión Multisectorial de Gestión Ambiental del Medio Marino-Costero, de naturaleza permanente, adscrita al Ministerio del Ambiente, que tiene como objeto la coordinación, articulación y monitoreo de la gestión ambiental en el medio marino-costero;

Que, el numeral 11 del artículo 4 y el artículo 7 del referido Decreto Supremo, disponen que la citada Comisión Multisectorial estará conformada por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, debiendo designar a un representante titular y alterno mediante Resolución del Titular de la Entidad;

De conformidad con la Lcy N° 29158, Lcy Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 27594, Ley que regula la participación del Poder Ejecutivo en el nombramiento y designación de funcionarios públicos; el Decreto Legislativo N° 997, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura, modificado por la Ley N° 30048, su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 031-2008-AG; y el Decreto Supremo N° 096-2013-PCM;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Designar como representantes del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, ante la Comisión Multisectorial de Gestión Ambiental del Medio Marino-Costero, de naturaleza permanente, creada mediante Decreto Supremo N° 096-2013-PCM, a los siguientes:

**Titular:**

- Director(a) General de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego.

**Alterno:**

- Director(a) de la Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego.

**Artículo 2°.-** Notificar la presente Resolución a la Secretaría Técnica de la Comisión Multisectorial y a los representantes designados, para los fines pertinentes.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MILTON VON HESSE LA SERNA  
Ministro de Agricultura y Riego

1008925-1

# Apéndice 5

Resolución Ministerial N° 201 - 2019 - MINAM



## Resolución Ministerial

N° 201-2019-MINAM

Lima, 02 JUL 2019

Visto, el Informe N° 00049-2019-MINAM/VMGA/DGCA, de la Dirección General de Calidad Ambiental, el Memorando N° 00602-2019-MINAM/VMGA, del Viceministerio de Gestión Ambiental, y el Memorando N° 00295-2019-MINAM/SG/OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica, y;

### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Suprema N° 053-2016-PCM, publicada el 12 de marzo de 2016, se creó la Comisión Multisectorial encargada de elaborar y proponer el Reglamento de la Ley N° 30102, Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar;

Que, conforme con lo establecido en el artículo 4 de la mencionada Resolución Suprema, la Comisión Multisectorial está conformada por un (1) representante del Ministerio de Salud, quien la preside, un (1) representante del Ministerio de Educación, un (1) representante del Ministerio del Ambiente y un (1) representante del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo; asimismo, las mencionadas entidades que forman parte de la Comisión Multisectorial cuentan con un representante alterno, a efecto de facilitar el funcionamiento de la misma;

Que, además, el artículo 6 de la Resolución Suprema N° 053-2016-PCM, establece que los representantes titulares y alternos de la Comisión Multisectorial son designados mediante Resolución Ministerial, por lo que la Presidencia de dicha Comisión solicita al Ministerio del Ambiente la designación de los representantes del Sector mediante Oficio N° 005-2019/CMRRS;

Que, el literal a) del artículo 69 del Reglamento de Organizaciones y Funciones del Ministerio del Ambiente, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM, establece como parte de las funciones de la Dirección General de Calidad Ambiental, el dirigir la elaboración, aplicación y seguimiento de los instrumentos de planificación y prevención, relacionados con el manejo y reúso de efluentes líquidos, la calidad del aire, ruido, suelo y radiaciones no ionizantes, en coordinación con los órganos y las autoridades competentes, según corresponda, por lo que dicha Dirección General debe ser considerada en la designación de los representantes del Ministerio del Ambiente ante la referida Comisión Multisectorial;

Con el visado del Viceministerio de Gestión Ambiental, la Dirección General de Calidad Ambiental y la Oficina General de Asesoría Jurídica,

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y la Resolución Suprema N° 053-2016-PCM;



**SE RESUELVE:**



**Artículo 1.-** Designar a los representantes titular y alterno del Ministerio del Ambiente ante la Comisión Multisectorial creada mediante Resolución Suprema N° 053-2018-PCM encargada de elaborar y proponer el Reglamento de la Ley N° 30102, Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar, según el detalle siguiente:



Señor José Oscar Marín Abanto, especialista en radiaciones no ionizantes de la Dirección de Calidad Ambiental y Ecoeficiencia de la Dirección General de Calidad Ambiental, como representante titular.

Señor Ricardo Ernesto Traverso Patiño, especialista en evaluación de la calidad del aire de la Dirección de Calidad Ambiental y Ecoeficiencia de la Dirección General de Calidad Ambiental, como representante alterno.



**Artículo 2.-** Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial en el Portal Institucional del Ministerio del Ambiente ([www.gob.pe/minam](http://www.gob.pe/minam)).

**Regístrese y comuníquese.**

**Lucia Delfina Ruiz Ostolc**  
Ministra del Ambiente

# Apéndice 6

Resolución Jefatural N° 204-2016-J/INEN

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

N° 204-2016-J/INEN

REPUBLICA DEL PERU



## RESOLUCIÓN JEFATURAL

Lima, 10 de Mayo 2016



**VISTOS:** El Memorando N° 071-2016-DPPC-DICON/INEN de fecha 07 de abril de 2016, emitido por el Director Ejecutivo del Departamento de Promoción de la Salud, Prevención y Control Nacional del Cáncer y el Informe N° 072-2016-DNCC-DICON/INEN de fecha 08 de abril de 2016, emitido por la Directora Ejecutiva del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos; y,

### CONSIDERANDO:

Que, el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), tiene como misión proteger, promover, prevenir y garantizar la atención integral del paciente oncológico, dando prioridad a las personas de escasos recursos económicos; así como controlar, técnica y administrativamente, a nivel nacional, los servicios de salud de las enfermedades neoplásicas y realizar las actividades de investigación y docencia propias del Instituto;

Que, en concordancia con su misión, el **Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas-INEN (ROF-INEN)**, aprobado mediante **Decreto Supremo N° 001-2007-SA**, establece en su artículo 6° -literal c- que: "Es función general del INEN: Normar, organizar, conducir y evaluar la promoción de la salud en la población nacional para inducir hábitos saludables, con propósito de evitar y/o controlar los factores cancerígenos y reducir los riesgos y daños oncológicos"; asimismo con mayor precisión en el literal g) se establece la función de: "Innovar, emitir y difundir, a nivel nacional, las normas, guías, métodos, técnicas, indicadores y estándares de los procesos de promoción de la salud, prevención de enfermedades neoplásicas, recuperación de la salud, rehabilitación y otros procesos relacionados específicamente con el campo oncológico";

Que, por su parte, en el artículo 25° -numeral a)- del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas-INEN (ROF-INEN), se precisa que es función del Departamento de Promoción de la Salud, Prevención y Control Nacional del Cáncer: "Proponer y establecer los lineamientos, directivas, políticas y normas para la prevención y control del cáncer en el Perú, enfatizando la prevención primaria";

Que, de acuerdo a los documentos de vistos, tanto el **Director Ejecutivo del Departamento de Promoción de la Salud, Prevención y Control Nacional del Cáncer**, como la **Directora Ejecutiva del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos**, solicitan a la Jefatura Institucional la aprobación del documento técnico normativo denominado: "Manual Prevención del Cáncer de Piel Inducido por la Exposición Prolongada a la Radiación Ultravioleta (RUV)";



Que, el documento técnico normativo de la referencia, resulta ser un valioso aporte de necesidad y utilidad para la prevención del cáncer de piel, pues tiene como principales objetivos: a) Brindar información científica y especializada sobre la exposición prolongada a la RUV y el riesgo a desarrollar cáncer de piel; b) Establecer recomendaciones específicas (uso de ropa protectora, sombrero de ala ancha, etc.) sobre protección a la RUV, cuando se realicen actividades laborales y/o deportivas en horarios no recomendados; c) Fomentar la generación de programas de enseñanza interdisciplinaria que se desarrolle en los colegios y/o instituciones públicas y privadas, donde se impartan conocimientos acerca de la radicación UV y sus riesgos en la salud y d) Velar por el cumplimiento de la normativa vigente relacionada a la prevención de la exposición prolongada a la URV;



Que, el documento técnico normativo denominado: "Manual Prevención del Cáncer de Piel Inducido por la Exposición Prolongada a la Radiación Ultravioleta (RUV)", se ajusta además a los criterios normativos previstos tanto en la Ley N° 30102 (Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar), como en la Ley N° 29783 (Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo) y su Reglamento;



Contando con el visto bueno de la Sub Jefatura Institucional, de la Secretaría General, de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, de la Oficina General de Administración, de la Dirección General de Control del Cáncer, del Departamento de Promoción de la Salud, Prevención y Control Nacional del Cáncer, del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos y de la Oficina de Asesoría Jurídica;



De conformidad con las atribuciones establecidas en la Resolución Suprema N° 008-2012-SA y el literal x) del artículo 9° del Reglamento de Organización y Funciones del INEN, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2007-SA, concordante con el literal g) del Artículo 6° del mismo cuerpo normativo;

**SE RESUELVE:**



**ARTÍCULO PRIMERO: APROBAR** el documento técnico normativo denominado: "Manual Prevención del Cáncer de Piel Inducido por la Exposición Prolongada a la Radiación Ultravioleta (RUV)", que como anexo forma parte de la presente resolución.

**ARTICULO SEGUNDO: DISPONER** que la Oficina de Comunicaciones de la Secretaría General del INEN, publique el presente documento técnico normativo, debidamente aprobado, en el Portal Web institucional.



**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.**



*Tatiana Vidaurre*  
 Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas  
 MC. Tatiana Vidaurre Rojas  
 Jefe Institucional

# Apéndice 7

Resolución de Secretaría General N° 368 – 2017 MINEDU



## Resolución de Secretaría General N° 368 - 2017 - MINEDU

Lima, 19 DIC 2017



**VISTOS**, el Expediente N° 0063299-2016, los Informes N° 111-2016-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA, N° 213-2016-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA y N° 182-2017-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA de la Dirección General de Educación Básica Regular; el Informe N° 1149-2017-MINEDU/SG-OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica, y;

### CONSIDERANDO:



Que, conforme a lo dispuesto por el literal g) del artículo 8 de la Ley N° 28044, Ley General de Educación, la educación peruana se sustenta, entre otros, en el principio de la conciencia ambiental, el cual motiva el respeto, cuidado y conservación del entorno natural como garantía para el desenvolvimiento de la vida;

Que, el artículo 1 del Decreto Supremo N° 017-2012-ED aprueba la Política Nacional de Educación Ambiental, como instrumento para desarrollar la educación, cultura y ciudadanía ambiental nacional orientada a la formación de una sociedad peruana sostenible, competitiva, inclusiva y con identidad;



Que, de acuerdo a lo señalado por los literales a) y b) del artículo 2 de la Ley N° 30102, los titulares de las instituciones y entidades públicas y privadas, a fin de reducir los efectos nocivos ocasionados por la exposición a la radiación solar, tienen entre otras obligaciones, el deber de desarrollar actividades destinadas a informar y sensibilizar al personal a su cargo acerca de los riesgos por la exposición a la radiación solar y la manera de prevenir los daños que esta pueda causar; así como disponer que las actividades deportivas, religiosas, institucionales, cívicas, protocolares o de cualquier otra índole que no se realicen en ambientes protegidos de la radiación solar se efectúen preferentemente entre las 8:00 y las 10:00 horas o a partir de las 16:00 horas;



Que, mediante el artículo 1 de la Resolución Ministerial N° 177-2015 MINEDU, se conforma la Unidad de Educación Ambiental, como unidad funcional no orgánica en la Dirección General de Educación Básica Regular, a cargo de la promoción y orientación de la implementación de la Política Nacional de Educación Ambiental, cuyas facultades son promover y orientar la implementación de la Política Nacional de Educación Ambiental en el sistema educativo nacional; coordinar y orientar la aplicación del enfoque ambiental en los recursos educativo-pedagógicos, y en los contenidos y modalidades de formación docente en servicio; y promover y articular el desarrollo e implementación de las estrategias y metodologías de la educación con enfoque ambiental para la formación integral de los estudiantes y la conservación de los recursos naturales;



Que, con Oficio N° 1755-2016-MINEDU/VMGP-DIGEBR, la Dirección General de Educación Básica Regular remite al Despacho Viceministerial de Gestión Pedagógica, el Informe N° 111-2016-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA, el mismo que fue complementado con los Informes N° 213-2016-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA y N° 182-2017-MINEDU/VMGP-DIGEBR-UEA, a través de los cuales se sustenta la necesidad de emitir un nuevo marco normativo para establecer disposiciones para la implementación de acciones educativas





(actividades institucionales y pedagógicas) orientadas a la prevención de los efectos nocivos para la salud por efecto de la exposición prolongada a la radiación solar, de estudiantes, docentes, directivos y demás miembros de la comunidad educativa, en instituciones educativas públicas y privadas de la educación básica; educación técnico-productiva; educación superior tecnológica, pedagógica y artística, a nivel nacional y de manera descentralizada;



Que, de acuerdo al literal f) del artículo 2 de la Resolución Ministerial N° 002-2017-MINEDU, modificado por el artículo 3 de la Resolución Ministerial N° 568-2017-MINEDU, se delega en la Secretaría General del Ministerio de Educación, entre otras facultades y atribuciones, la de emitir los actos resolutivos que aprueban, modifican o dejan sin efecto los Documentos Normativos en el ámbito de competencia del Despacho Ministerial;



Con el visado del Despacho Viceministerial de Gestión Pedagógica; del Despacho Viceministerial de Gestión Institucional; de la Dirección General de Educación Básica Regular; de la Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y de Servicios Educativos en el Ámbito Rural; de la Dirección General de Servicios Educativos Especializados; de la Dirección General de Desarrollo Docente; de la Dirección General de Educación Técnico-Productiva y Superior Tecnológica y Artística; de la Dirección General de Gestión Descentralizada; de la Dirección General de Calidad de la Gestión Escolar; y de la Jefa de la Oficina General de Asesoría Jurídica;



De conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley N° 25762, Ley Orgánica del Ministerio de Educación, modificado por la Ley N° 26510; el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Educación aprobado por Decreto Supremo N° 001-2015-MINEDU; y en virtud a las facultades delegadas mediante Resolución Ministerial N° 002-2017-MINEDU y sus modificatorias;



**SE RESUELVE:**



**Artículo 1.-** Aprobar la Norma Técnica denominada "Disposiciones para la adopción de medidas preventivas frente a los efectos nocivos a la salud por la exposición prolongada a la radiación solar en instituciones educativas públicas y privadas de Educación Básica; Educación Técnico-Productiva; Educación Superior Tecnológica, Pedagógica y Artística", la misma que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución.



**Artículo 2.-** Disponer la publicación de la presente resolución y su Anexo, en el Sistema de Información Jurídica de Educación – SIJE, ubicado en el Portal Institucional del Ministerio de Educación ([www.minedu.gob.pe](http://www.minedu.gob.pe)), el mismo día de la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial "El Peruano".

Regístrese, comuníquese y publíquese.



ANA G. REATEGUI NAPURI  
Secretaria General  
Ministerio de Educación



**DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA**

**I. FINALIDAD**

Establecer disposiciones para la implementación de acciones educativas (actividades institucionales y pedagógicas) orientadas a la prevención de los efectos nocivos para la salud por efecto de la exposición prolongada a la radiación solar, de estudiantes, docentes, directivos y demás miembros de la comunidad educativa, en instituciones educativas públicas y privadas de la educación básica; educación técnico-productiva; educación superior tecnológica, pedagógica y artística, a nivel nacional y de manera descentralizada.

**II. OBJETIVOS**

**2.1. Objetivo General**

Promover en los estudiantes, así como en los demás miembros de la comunidad educativa, una conciencia reflexiva acerca de las consecuencias negativas en la salud como resultado de la exposición prolongada a la radiación solar, implementando acciones durante toda época del año, que permita prevenirlas, modificando hábitos y adoptando comportamientos saludables.

**2.2. Objetivo Específico**

2.2.1. Informar y sensibilizar acerca de la importancia de adoptar medidas preventivas que eviten la afectación de la salud por exposiciones prolongadas a la radiación solar al personal directivo, personal docente y demás miembros de la comunidad educativa de las instituciones educativas públicas y privadas de la educación básica; educación técnico-productiva; educación superior tecnológica, pedagógica y artística; y al personal de las Unidades de Gestión Educativa Local y de las Direcciones Regionales de Educación.

2.2.2. Promover la adopción y/o modificación de hábitos y comportamientos orientados a la salud preventiva en los estudiantes, así como en los demás miembros de la comunidad educativa de las instituciones educativas públicas y privadas de la educación básica; educación técnico-productiva; y educación superior tecnológica, pedagógica y artística.

**III. ALCANCE**

- 3.1. Ministerio de Educación
- 3.2. Direcciones Regionales de Educación o las que hagan sus veces.
- 3.3. Unidades de Gestión Educativa Local.
- 3.4. Instituciones Educativas públicas y privadas de Educación Básica; Educación Técnico-Productiva; Educación Superior Tecnológica, Pedagógica y Artística.

**IV. BASE NORMATIVA**

- 4.1. Ley N° 28044, Ley General de Educación y sus modificatorias.
- 4.2. Ley N° 30102, Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar.



DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA

- 4.3. Decreto Supremo N° 011-2012-ED, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 28044, Ley General de Educación y sus modificatorias.
- 4.4. Decreto Supremo N° 017-2012-ED, que aprueba la Política Nacional de Educación Ambiental.
- 4.5. Decreto Supremo N° 016-2016-MINEDU, que aprueba el Plan Nacional de Educación Ambiental 2017-2022 (PLANEA).
- 4.6. Resolución Ministerial N° 321-2017-MINEDU.

## V. SIGLAS Y TÉRMINOS

Para efectos de la presente Norma Técnica se entiende por:

- 5.1. DIFOID: Dirección de Formación Inicial Docente
- 5.2. DIGEBR: Dirección General de Educación Básica Regular.
- 5.3. DIGESE: Dirección General de Servicios Educativos Especializados
- 5.4. DIGESUTPA: Dirección General de Educación Técnico-Productiva y Superior Tecnológica y Artística.
- 5.5. DIRESA: Dirección Regional de Salud.
- 5.6. DISA: Dirección de Salud.
- 5.7. DRE: Dirección Regional de Educación.
- 5.8. IE: Institución Educativa.
- 5.9. II.EE.: Instituciones educativas, comprenden la Educación Básica, la Educación Técnico Productiva y las Instituciones de Educación Superior.
- 5.10. IGED: Instancias de Gestión Educativa Descentralizada dependientes del Gobierno Regional
- 5.11. Minedu: Ministerio de Educación.
- 5.12. SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
- 5.13. UGEL: Unidad de Gestión Educativa Local.

## VI. DISPOSICIONES GENERALES

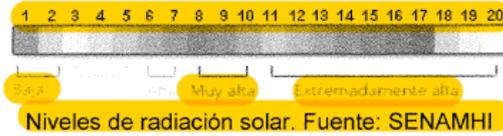
Corresponde a las II.EE. públicas y privadas de la educación básica; de la educación técnico-productiva; de la educación superior tecnológica, pedagógica y artística; implementar las medidas preventivas, frente a los efectos nocivos a la salud por exposición prolongada a la radiación solar. La priorización de dichas medidas, se efectuará teniendo en cuenta la ubicación geográfica de cada IE.

Para tal efecto, las referidas II.EE. deberán tener presente entre otras acciones las siguientes:

- 6.1. Implementar de manera permanente, acciones educativas para informar y sensibilizar a los miembros de la comunidad educativa sobre los riesgos por la exposición a la radiación solar.
- 6.2. Promover el uso de los elementos que brinden protección contra la radiación solar tales como: sombrero de ala ancha que cubra orejas, cuello; sombrilla, camisas o blusas y polos de manga larga y colores claros, bloqueador solar de factor de protección mayor a 30, lentes con filtro UV, entre otros.
- 6.3. Limitar como máximo a quince (15) minutos y una (01) vez a la semana, la formación o concentración de los estudiantes en lugares abiertos.
- 6.4. Suspender la formación o concentración en lugares abiertos, de los estudiantes, cualquiera sea su objetivo (actuación, informativa, asambleas, etc.), en épocas del año donde por efectos del clima, los niveles de radiación solar son "muy alta" o "extremadamente alta" según el reporte del SENAMHI, para lo cual deberá revisar la web: [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA



- 6.5. Disponer que el desarrollo de las actividades pedagógicas, deportivas y otras, que se realizan al aire libre, se efectúen preferentemente hasta las 10:00 horas o a partir de las 16:00 horas, de lo contrario, procurar realizarlas en espacios techados, o provistos de sombra natural.
- 6.6. Gestionar con apoyo de la Comisión Ambiental y de Gestión de Riesgos, acuerdos, convenios o alianzas interinstitucionales con el Ministerio de Salud, u otra institución de la sociedad civil o sector privado presente en la localidad, con la finalidad de implementar acciones de sensibilización y capacitación a docentes, estudiantes y familias, así como otras acciones que contribuyan a minimizar los efectos nocivos que ocasiona la radiación solar.
- 6.7. Promover la arborización en la IE, con especies que provean sombra natural, para lo cual en coordinación con el gobierno local, se incentivará la realización de dicha actividad.
- 6.8. Gestionar la adquisición y colocación de mallas en tejido raschel en las áreas abiertas de la IE donde se desarrollan acciones educativas (actividades pedagógicas e institucionales) a través de sus recursos propios o a partir de alianzas con organizaciones civiles, instituciones públicas o privadas.
- 6.9. Gestionar la disposición de bebederos o puntos de agua segura en los espacios educativos (aulas, laboratorios, patios, etc.), para el consumo directo a fin de evitar la deshidratación de los estudiantes que practican actividad física o de otra índole, a través de sus recursos propios o a partir de alianzas con organizaciones civiles, instituciones públicas o privadas.
- 6.10. Promover la celebración del "Día de la Capa de Ozono y la Protección de la Radiación Ultravioleta", el día 16 de setiembre, realizando actividades pedagógicas, que fomenten la adopción de medidas que ayuden a prevenir los problemas originados por la exposición a la radiación solar bajo la consigna de, "La exposición prolongada a la radiación solar produce daño a la salud", enfatizando sus causas y la importancia de la adopción de buenas prácticas de ecoeficiencia que promuevan las 3 R: reducir, reusar y reciclar, como acción para contrarrestar el Cambio Climático.
- 6.11. Promover que los estudiantes realicen campañas de concientización en la comunidad, sobre los efectos nocivos de la exposición prolongada a la radiación solar.



DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA

## VII. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

### 7.1. Del Ministerio de Educación

- 7.1.1 Brindar asistencia técnica a través de los especialistas de educación ambiental asignados a las IGED para la adecuada implementación de la presente norma técnica.
- 7.1.2 Promover la inclusión de las disposiciones de la presente norma, en los documentos de gestión institucional y en las disposiciones que elaboren y emita la DRE.
- 7.1.3 El Minedu a través de la DIGEBR, es la responsable de la supervisión y evaluación del cumplimiento de la presente norma técnica a nivel nacional, la cual de manera conjunta articulará con la DIGESE para el caso de los colegios de alto rendimiento y con la DIGESUTPA para la implementación de la misma en la educación técnico-productiva y superior tecnológica y artística; y, con la DIFOID para su implementación en la educación superior pedagógica.

### 7.2. De las Direcciones Regionales de Educación (DRE) o quien haga sus veces

- 7.2.1 Promover la inclusión de las disposiciones de la presente norma, en los documentos de gestión institucional y en las disposiciones que elaboren y emita la UGEL de su jurisdicción.
- 7.2.2 Incluir en sus documentos de gestión institucional, la obligatoriedad de la implementación de la presente norma.
- 7.2.3 Elaborar normativa regional que disponga, en base a la realidad territorial, acciones orientadas a prevenir los efectos nocivos en la salud debido a la exposición prolongada a la radiación solar.
- 7.2.4 Brindar asistencia técnica a las UGEL de su jurisdicción para la implementación de la presente norma técnica, así como de la normativa regional que en relación al tema se haya emitido.
- 7.2.5 Supervisar y evaluar el cumplimiento de las funciones de las UGEL con relación a lo dispuesto en la presente norma técnica, y reportar al Minedu anualmente el cumplimiento de la presente norma.
- 7.2.6 Coordinar con la DIRESA, DISA, Dirección Regional de Trabajo, Dirección Regional del Senamhi (donde hubiese), las Gerencias de Recursos Naturales y Gestión Ambiental y afines, así como sociedad civil u otras de la jurisdicción, la programación e implementación de acciones para la prevención, promoción, sensibilización y asistencia técnica a las UGEL, con énfasis en aquellas con mayores niveles de radiación solar.
- 7.2.7 Adoptar medidas para proteger las áreas abiertas de las DRE o quien haga sus veces, priorizando aquellas zonas donde el público permanece y/o se atiende, colocando preferentemente mallas en tejido raschel, para evitar el ingreso de los rayos ultravioleta.
- 7.2.8 Promover entre el personal de la DRE, el uso de implementos de protección como sombreros de ala ancha, bloqueador solar, lentes con filtro UV, entre otros.

### 7.3. De las Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL)

- 7.3.1 Promover la inclusión de las disposiciones de la presente norma, en los documentos de gestión que elaboren las II.EE. de su jurisdicción.
- 7.3.2 Incluir en sus documentos de gestión institucional, la obligatoriedad de la implementación de la presente norma, así como de las disposiciones normativas que emita la DRE a la que pertenece.
- 7.3.3 Brindar asistencia técnica a las II.EE. públicas y privadas de la educación básica; la educación técnico-productiva; y educación superior



DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA

tecnológica, pedagógica y artística; para que incluyan en sus documentos de gestión, lo dispuesto en la presente norma técnica, así como las disposiciones normativas que la DRE emita en relación al tema.

- 7.3.4** Supervisar y reportar a la DRE, semestralmente, sobre el cumplimiento de lo dispuesto en la presente norma técnica, precisando aquellas II.EE públicas y privadas que incumplan lo indicado en cuanto al tiempo para la formación y/o el desarrollo de actividades deportivas, religiosas, cívicas o de cualquier índole, en períodos de alta temperatura y/o alta radiación solar a pesar de no contar con medidas de protección necesarias.
- 7.3.5** Verificar que las II.EE. de su jurisdicción cuenten con las condiciones de infraestructura para la práctica de la actividad física en el horario de las 10:00 a las 16:00 horas, consideradas de mayor radiación solar.
- 7.3.6** Fortalecer la articulación con la Sub Dirección Regional de Salud, Redes, Microrredes de Salud, Gobiernos Locales y la sociedad civil y sector privado; a fin de organizar las acciones orientadas a la prevención, sensibilización, asistencia técnica en las II.EE. de su jurisdicción en temas relacionados a los daños producidos por la exposición a la radiación solar, cambio climático y salud.
- 7.3.7** Supervisar y evaluar que las II.EE. públicas y privadas, cumplan con lo dispuesto en la presente norma técnica.
- 7.3.8** Adoptar medidas para la protección de las áreas abiertas de la UGEL priorizando aquellas zonas donde el público permanece y/o se atiende, colocando preferentemente mallas en tejido raschel, para evitar el ingreso de los rayos ultravioleta.
- 7.3.9** Promover entre el personal de la UGEL el uso de los implementos de protección como sombrero de ala ancha, protector solar, lentes con filtro UV, entre otros.

**7.4. De las instituciones educativas**

- 7.4.1.** Las II.EE. públicas y privadas de la educación básica; de la educación técnico-productiva; de la educación superior tecnológica, pedagógica y artística, deben asegurar la implementación de la presente norma técnica, en cumplimiento de la normativa vigente.
- 7.4.2.** Incorporar acciones educativas para informar y sensibilizar a la comunidad educativa sobre los riesgos por la exposición prolongada a la radiación solar, en los documentos que se vinculen al trabajo de la Comisión Ambiental y de Gestión de Riesgos y otros que la IE considere pertinentes.
- 7.4.3.** Implementar proyectos de aprendizaje, actividades, así como proyectos educativos ambientales integrados, en la programación de la IE que aborden las consecuencias e importancia de la adopción de medidas para el cuidado de la salud por la exposición prolongada a la radiación solar y la promoción de hábitos y estilos de vida saludables y sostenibles con proyección a la comunidad, con la finalidad de movilizar competencias y capacidades enmarcados en el Currículo Nacional de la Educación Básica y/o los diseños curriculares vigentes para la educación básica (en donde no se implemente el Currículo Nacional de la Educación Básica), en los currículos que correspondan a la educación técnico productiva, educación superior tecnológica, pedagógica y artística.
- 7.4.4.** Corresponde a los docentes, sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la protección como acción de prevención para el cuidado de su salud frente a los efectos de la radiación solar, especialmente en las horas de riesgo, así como sensibilizar e informar de manera permanente, a las familias, y como comunidad educativa en general, sobre los efectos nocivos en la salud por la exposición prolongada a la radiación solar.



DISPOSICIONES PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A LOS EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN SOLAR EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE EDUCACIÓN BÁSICA; EDUCACIÓN TÉCNICO-PRODUCTIVA; EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y ARTÍSTICA

- 7.4.5.** Orientar a las familias y a los estudiantes de educación superior, acerca de la importancia de una alimentación saludable y en especial en los que les permita mantener hidratados a los estudiantes, lo cual complementa la actividad pedagógica.
- 7.4.6.** Disponer que el desarrollo de las actividades pedagógicas, deportivas y otras, que se realizan al aire libre, se efectúen preferentemente hasta las 10:00 horas o a partir de las 16:00 horas, de lo contrario, procurar realizarlas en espacios techados, o provistos de sombra natural. En el caso de la práctica de las actividades de educación física, se propone:
- Organizar los horarios en bloques: dos (02) bloques de una (01) hora cada uno; o dos (02) bloques, de una (01) hora y el otro bloque de dos (02) horas, ello según el número de horas asignadas para esta práctica y según sea el contexto climatológico de la región. (Ver numeral 6.4)
  - Priorizar la práctica de la educación física entre las 08:00 horas a 10:00 horas; así como a partir de las 16:00 horas a 18:00 horas, para los estudiantes de los ciclos I, II y III, en la medida de que las condiciones de espacio e infraestructura lo permitan. En caso no se reúnan estas condiciones, se podrá desarrollar la actividad entre las 10:00 horas y las 16:00 horas, asegurando que los estudiantes estén provistos de los implementos de protección señalados en el numeral 6.2, aplicando los horarios por bloques. Esta disposición también rige para los estudiantes de los ciclos IV, V, VI y VII, así como para las diferentes modalidades y forma de educación.
  - Para la práctica de las actividades de educación física en el caso de las carreras o programas de estudios en la Educación Superior Pedagógica, se deberá tomar en cuenta lo dispuesto en los numerales 6.2 y 6.4 de la presente norma técnica.
- 7.4.6** Adoptar medidas para la protección de las áreas abiertas de la institución priorizando aquellas zonas donde se desarrollan actividades al aire libre, colocando preferentemente mallas en tejido raschel, para evitar el ingreso de los rayos ultravioleta.
- 7.4.7** Promover la arborización en la IE, con especies que provean sombra natural, para lo cual se coordinará con el gobierno local la realización de la actividad.
- 7.4.8** Promover con la colaboración de la Comisión Ambiental y de Gestión de Riesgos, la participación estudiantil en los concursos educativos nacionales que promueve el Minedu u otro sector u otra organización, así como otros concursos locales, provinciales, regionales, relacionados a la temática de la presente norma.

### VIII. DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA

- 8.1** Entiéndase que las menciones hechas en las presentes disposiciones referidas a estudiantes y docentes no hacen discriminación alguna entre hombres y mujeres, en concordancia con lo establecido en el numeral 3 del artículo 4 de la ley 28983, Ley de Igualdad de Oportunidad entre Mujeres y Hombres.
- 8.2** La implementación de la presente norma, se hará de manera progresiva a partir de su aprobación; siendo obligatoria en toda su extensión, a partir del año 2019.



## Glosario de términos

- **IUV.** - Es la abreviatura de radiación ultravioleta.
- **UV.** - Ultravioleta.
- **RUV.** - Radiación ultravioleta
- **UV - A.** - radiación Ultravioleta de tipo A.
- **UV - B.** - radiación Ultravioleta de tipo B.
- **UV - C.** - radiación Ultravioleta de tipo C.
- **W/m<sup>2</sup>.** - Es la unidad de medida de Watts por metro cuadrado.
- **Km/s.** - Es la unidad de medida de kilómetros por segundo.
- **J/m<sup>2</sup>.** - Joule por metro cuadrado.
- **msnm.** - Metros sobre el nivel del mar.
- **NASA.** - National Aeronautics and Space Administration.
- **nm.** - Unidad de nanómetros que equivale a una milmillonésima de metro.
- **µm.** - Unidad de medida micrómetro.
- **mm.** - Unidad de milímetro.
- **E<sub>λ</sub>.** - Unidad de medida de irradiancia espectral solar expresada en W/m<sup>2</sup>nm.
- **λ.** - Unidad de longitud de onda.
- **S<sub>er</sub>(λ).** - Es el espectro de acción de referencia para el eritema.
- **K<sub>err</sub>.** - es una constante igual a 40 m<sup>2</sup>/W.
- **OMS - WHO.** - Organización Mundial de la Salud - World Health Organization.
- **UTM.** - Universal Transverse Mercator - Coordenadas (Universal Transversal de Mercator).
- **INEN.** - Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.
- **MINSA.** - Ministerio de Salud.
- **DIRESA.** - Dirección Regional de Salud.
- **UNH.** - Universidad Nacional de Huancavelica.
- **CIE.** - Comisión internacional de iluminación.
- **OMS.** - Organización Mundial de la Salud.
- **OMM.** - Organización Meteorológica Mundial.
- **UNEP.** - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- **CNIRP.** - Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes.
- **COER.** - Centro de operación de emergencia regional.

- **eV.** - Es la unidad de energía (Electrón voltio).
- **Rc.** - Región crítica de la campaña de Gauss
- **Tc.** - T calculada.
- **df.** - Grados de libertad.
- **$\alpha$ .** - Alfa
- **EPA.** - Agencia de protección ambiental.
- **UA.** - Unidad astronómica
- **Incoloro.** - Que no tiene color.
- **Inodoro.** - Que no tiene olor.
- **SENAMHI.** - Es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agrometeorología y asuntos ambientales.

## Panel fotografías



**Fotografías 1.** Instalación de Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica.



**Fotografías 2.** Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica.



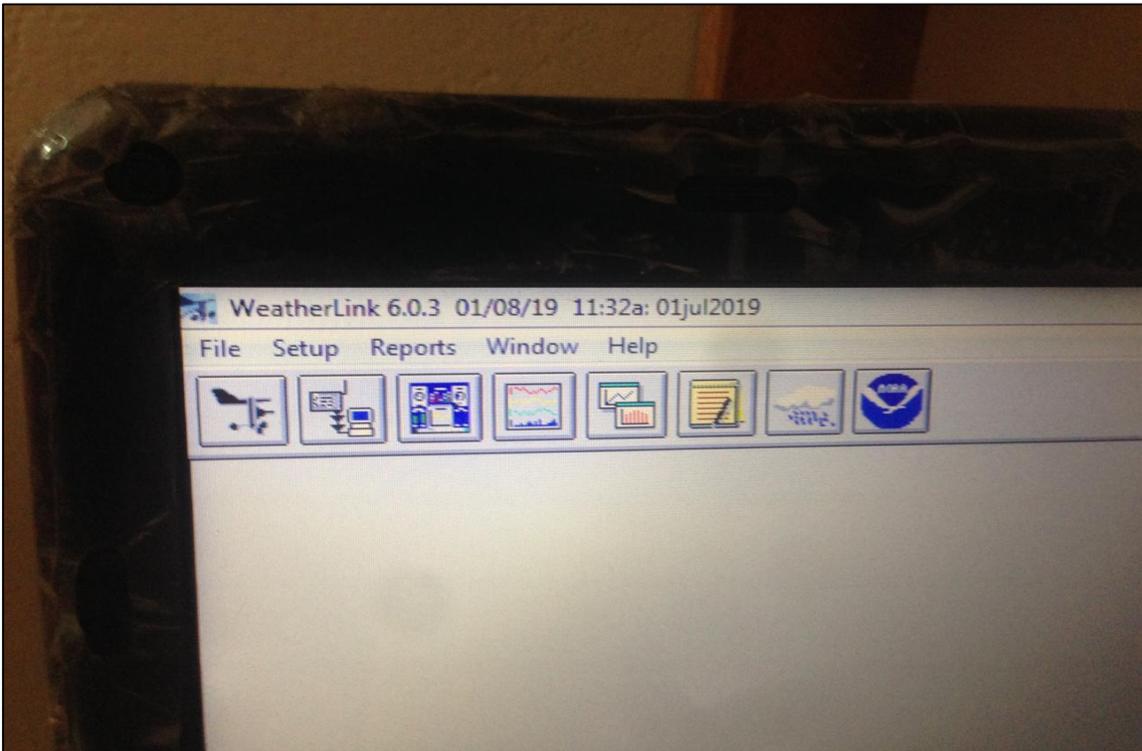
**Fotografías 3.** Procesamiento y recolección de datos registrados de Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.



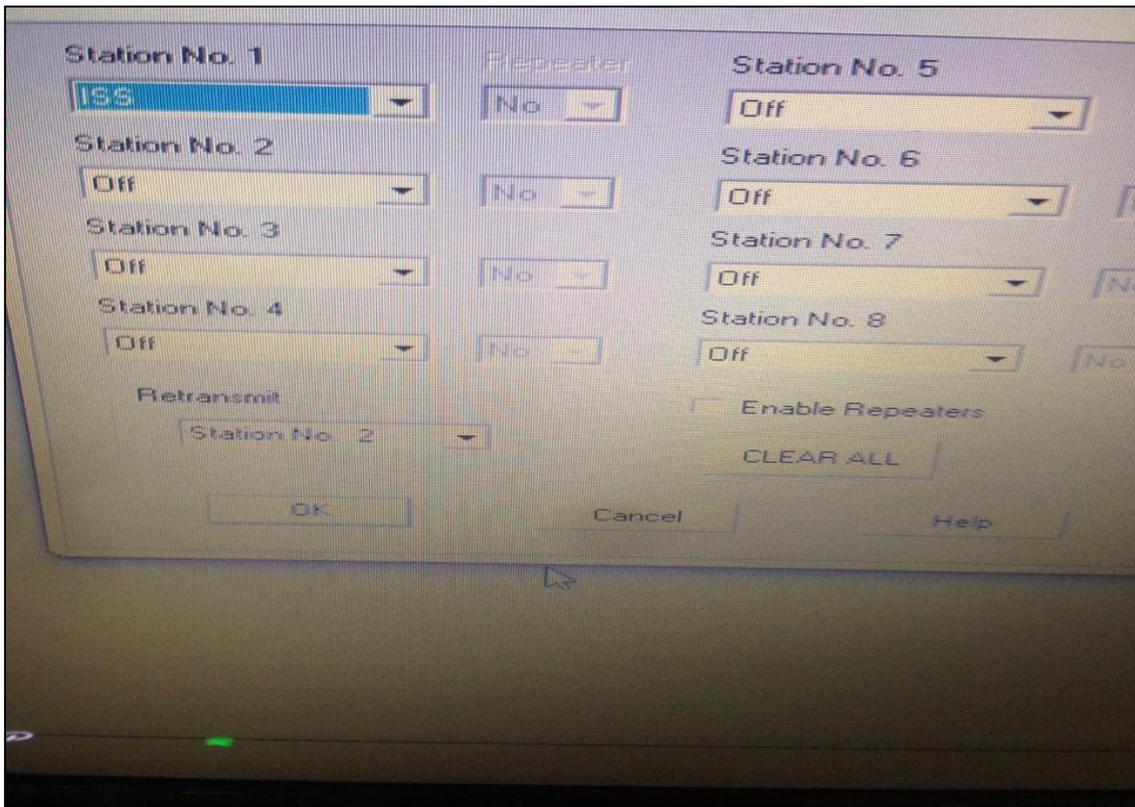
**Fotografías 4.** Procesamiento y recolección de base de datos a Excel de Estación Meteorológica Automática Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.



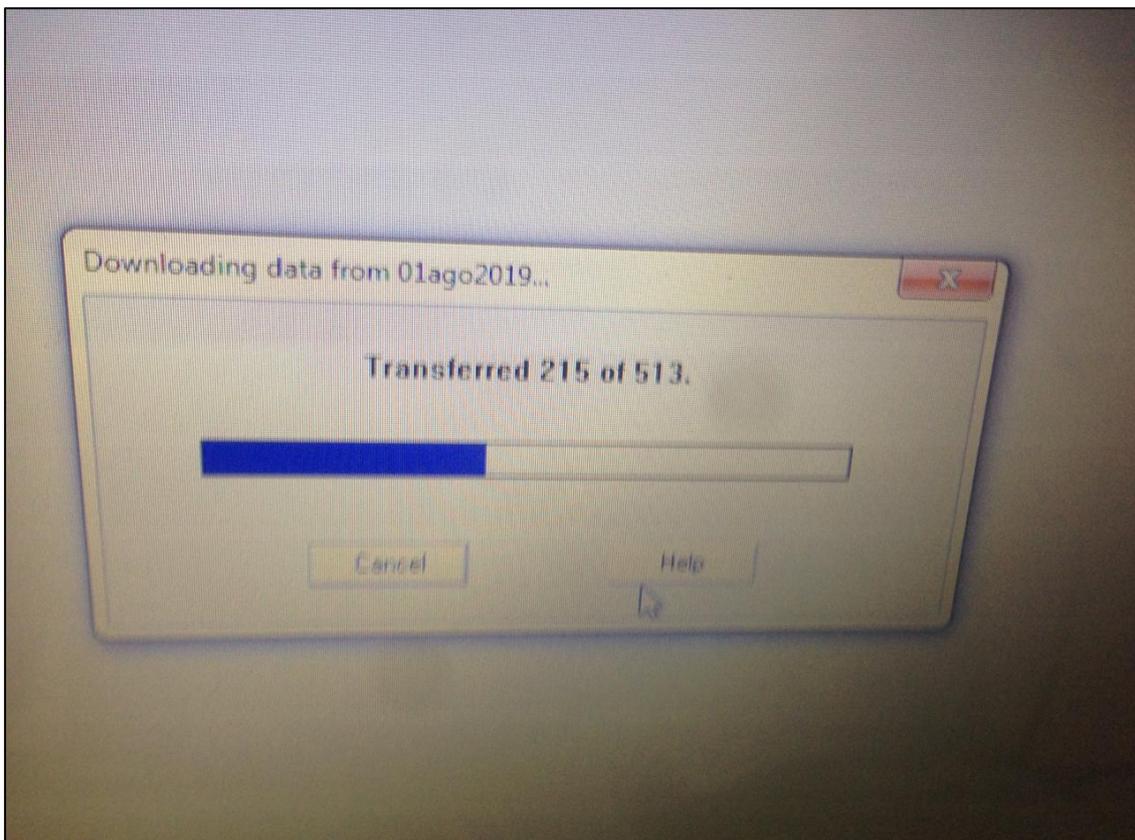
**Fotografías 5.** Equipos de Estación Meteorológica Automática DAVIS modelo Vantage Pro2 de Universidad Nacional de Huancavelica.



**Fotografías 6.** Software Wetherlink 6.0.3 con sus comandos y reportes en laptop HP CORE i3.



Fotografias 7. Variables para convertir en unidades dentro del software Vantage Pro2.



Fotografias 8. Transferencia base de datos de Vantage pro2 al programa Excel.