

Aplicación de Dispositivos Móviles en la Medición de los Niveles de Radiación Ultravioleta y su Validación en el Distrito de Chulucanas Región Piura Perú

Ninell J. Dedios Mimbela

Presidenta

Centro para la Investigación Desarrollo y Defensa del Medio
Ambiente, CIDMA PERU
ndedios@cidmaperu.org

Judith Calle Jiménez
Estudiante Ingeniería Ambiental
Pasante CIDMA PERU.
judit_cj_95@hotmail.com

Lorena Rubio Rubio

Estudiante Ingeniería Ambiental
Pasante CIDMA PERU.
lorenarubior@outlook.com

Yudi Vásquez Domínguez
Estudiante Ingeniería Ambiental
Pasante CIDMA PERU.
yudimar_17@hotmail.es

(Tipo de Artículo: Investigación Científica y Tecnológica. Recibido el 18/01/2017. Aprobado el 21/02/2017)

Resumen. Se denomina App a una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles con la finalidad de facilitar al usuario la consecución de tareas, operaciones o gestiones del día a día. La presente investigación desarrolla un análisis sobre la eficiencia de las aplicaciones móviles en la medición de niveles de radiación ultravioleta en el distrito de Chulucanas, con el objetivo de verificar la confiabilidad de los datos obtenidos y fomentar una cultura de prevención a la sobreexposición solar en la población chulucanense para evitar enfermedades relacionadas a la radiación UV. La metodología empleada considera la información procedente de tres aplicaciones móviles previamente seleccionadas, World UV, Uv-Indeks y NoTeQuemes descargadas gratuitamente. La toma de datos es realizada en tres puntos georreferenciados del distrito de Chulucanas que son, ciudad de Chulucanas, caserío Chapica Campanas y caserío Papelillo, la medición se efectúa cinco veces al día cada dos horas, iniciándose a las 8:00 a.m y culminando a las 4:00 p.m, por un período de un mes. Los resultados obtenidos indican la influencia horaria y diaria sobre el desarrollo del nivel de radiación ultravioleta. En los sectores observados se determina que la hora de mayor impacto ocurre al medio día solar, en cuanto al tipo de aplicación móvil más adecuada se considera a UV Indeks por ser el de mejor respuesta de acuerdo a los resultados obtenidos en la bibliografía consultada.

Palabra Clave. Aplicaciones Móviles, Radiación Ultravioleta, monitoreo, prevención.

Application of mobile devices measuring ultraviolet radiation and its validation. Chulucanas, Piura, Perú

Abstract: App is a software application installed on mobile devices to facilitate achievement of tasks, operations or management to a daily user. This research develops an analysis of the efficiency of mobile applications in the measurement of ultraviolet radiations levels in Chulucanas district, in order to verify the reliability of the data obtained and foster a culture of prevention to sun overexposure in the chulucanense population and prevent UV radiation-related illnesses. The methodology employed considers the information coming from three free download applications mobile previously selected, World UV, Uv-indeks and NoTeQuemes. UV monitoring were carried out in the following three geographic areas, Chulucanas, Chapica Campanas, Papelillo town. The measurement was carried every two hours in total of five times every day starting 8 am ending at 4:00 in a period of a month. The results obtained indicate the hourly and daily influence on the development of the level of ultraviolet radiation. from observed sector, it is determined that the hour of greatest impact occurs at noon solar day, as regards the most suitable type of mobile application UV Indeks is considered to be the one with the best response according to the results obtained in the consulted bibliography.

Key Word. Ultraviolet Radiation, Monitoring, mobile application, Prevention.

1. Introducción

El sol es la fuente de energía más importante para el desarrollo de vida en el planeta, permite que se lleven a cabo los diferentes procesos en la tierra. Formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol en forma de radiación visible, infrarroja y ultravioleta, este último esencial en los procesos de formación/destrucción de ozono y en las variaciones termodinámicas que experimenta la atmósfera en sus distintas capas [1], se clasifica en UVA (315 nm a 400 nm), UVB (280 nm a 315 nm) y UVC (180 nm a 280 nm). Las distintas capas de la atmósfera solo permiten que llegue a la superficie del planeta radiaciones en el rango del UVA (90%) y UVB (10%) [2].

La intensidad de la radiación solar depende de la altura del sol, la latitud, la nubosidad, la altitud, el ozono y la reflexión por el suelo. El ozono estratosférico absorbe gran cantidad de radiación ultravioleta procedente del sol, en particular la radiación ultravioleta de menor longitud de onda, que es la más nociva desde el punto de vista biológico.

En los últimos tiempos, el ozono estratosférico empezó a agotarse como consecuencia de actividades humanas, entre 1980 y 1990 las latitudes medias del hemisferio norte (como Europa) la concentración media de ozono descendió aproximadamente en 4% por década y en las regiones meridionales de Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Sudáfrica, la cifra se acercaba al 6-7% [3].

Pequeñas dosis de radiación UV son beneficiosas para el ser humano y esenciales para la producción de vitamina D. Una exposición prolongada a la radiación UV solar puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario [4].

El riesgo de efectos sobre la salud ocular y del sistema inmunitario relacionado con la radiación UV es independiente del tipo de piel [4]. En el Perú, según el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), se diagnostican entre 3,000 y 5000 casos de cáncer de piel por año, un gran porcentaje no detectado a tiempo, comprometiendo la vida de aquellos que la padecen [5].

En la ciudad de Piura las condiciones meteorológicas determinan que algunas localidades se afectan por el incremento de la radiación solar en la superficie [6]. En este aspecto, existe una influencia horaria en el comportamiento del índice de radiación ultravioleta, influencia directa de la altitud sobre los niveles de radiación ultravioleta y la estacionalidad como factor determinante en el comportamiento del IUV [7].

En cuanto a su medición, la radiación ultravioleta puede ser medida desde diferentes formas mediante el uso de sensores, radiómetros, observaciones de satélites, que muchas veces no son de acceso rápido a la población para que se puedan tomar medidas de

prevención. Es por ello, que en el presente estudio se emplea dispositivos móviles (APP) para generar un registro de la radiación ultravioleta. Un dispositivo móvil es un aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, alimentación autónoma, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, que pueden llevar a cabo otras funciones generales [1]. En ese sentido una aplicación (también llamada App) es un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea en un dispositivo informático [8].

El estudio pretende validar la eficiencia de las tres aplicaciones de dispositivos móviles en el registro de la radiación UV y la información analizada desde el satélite SCHIAMCHI.

2. Metodología

2.1 Ámbito de estudio

La Ciudad de Chulucanas, capital de la Provincia de Morropón, Departamento de Piura, se encuentra ubicada a 5° 5'36" de Latitud Sur y a 80° 09' 3" de Longitud Oeste, a una altura de 92 m.s.n.m. Con una población de 76205 habitantes y con una superficie de 871.19 Km² [9]. Los límites del distrito comprenden por el norte con el distrito de Frías (Ayabaca) y Tambogrande (Piura); por el Sur con el distrito de Santo Domingo y Morropón (Morropón); por el Este con el Distrito de Buenos Aires, la Matanza Y Salitral (Morropon); y por el oeste con el distrito de Piura, Catacaos y Castilla (Piura) [10].

2.2 Puntos de Monitoreo

Tres puntos de monitoreo fueron identificados para la medición de la radiación ultravioleta desde el uso de dispositivos móviles. Los puntos fueron definidos dentro del distrito de Chulucanas, en la zona urbana (Chulucanas) y en la zona rural (caseríos: Chapicas Campana y Papelillo), con una distancia mayor a 5 km entre cada punto (ver Tabla 1).

Tabla 1. Puntos de Monitoreo para la medición de la radiación ultravioleta. Fuente: elaboración propia

Puntos de Monitoreo	Latitud	Longitud	Altitud m.s.n.m
Ciudad Chulucanas	- 5.09680333	-80.15892333	112.40
Caserío Chapica Campanas	- 5.08344783	-80.12091128	125.70
Caserío Papelillo	- 5.07062133	-80.10218078	128.20

2.3 Selección de las aplicaciones móviles

Tres aplicaciones móviles fueron descargadas desde la tienda de aplicaciones móviles "Play Store". Se trata

de las aplicaciones: World UV, UV-INDEKS y NoTeQuemes, caracterizadas por:

- Ser de fácil acceso y utilidad para el usuario.
- Aplicable al territorio de interés, puesto a que algunas aplicaciones operan solo en determinadas áreas territoriales.
- Se encuentren libres en la tienda y que para su uso no requieran ningún costo.
- No ocupen mucho espacio en el dispositivo.

World UV: Aplicación creada por la Asociación Británica de Dermatólogos (BAD), en colaboración con la Oficina Meteorológica del Reino Unido para proveer al público una herramienta para conocer la radiación ultravioleta (UV) del sol en un lugar determinado y un día particular [11]. Características:

- Pronósticos UV diario
- Durante la geo localización fija el punto de su ubicación y muestra el nivel de UV correspondiente en el día en la localidad
- Permite averiguar qué pasos se debe tomar para protegerse de la sobreexposición al sol y los riesgos de daño por insolación.
- Permite la búsqueda del nivel radiación UV en lugares en todo el mundo.
- Brinda información sobre los tipos de piel.
- Brinda consejos sobre la protección del sol, incluyendo ropa, sombra y lo que debe buscar en un filtro solar.

UV-INDEKS: Creada por la Junta Nacional de Salud y la Agencia de Protección Ambiental de Dinamarca, herramienta para informar al usuario sobre el índice UV -incluso si está nublado. La aplicación puede encontrar más de 1 millón de ubicaciones en todo el mundo mediante el GPS del teléfono [12].

NoTeQuemes: Aplicación creada en España bajo el Proyecto ChisApps. Esta aplicación fue publicada en julio del 2016 [13]. Nace con el objeto de ayudar en la prevención de enfermedades y lesiones de la piel causadas por la exposición a la radiación ultravioleta. Mediante geo localización, reconoce tu fototipo mediante la realización del Test del Dr. Thomas FitzPatrick [14].

2.4 Medición de la Radiación Ultravioleta

Las aplicaciones: World UV, UV-INDEKS, No Te Quemes, fueron puestas a prueba durante un mes a fin de establecer su correcto funcionamiento. Las mediciones son realizadas a una frecuencia de cinco veces al día (cada 2 horas, desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm). El primer registro es realizado el día 22 de agosto hasta el 22 de septiembre del 2016. Fueron considerados los siguientes aspectos:

- Hora programada (los tres dispositivos utilizados sincronizados)
- GPS del dispositivo activado
- Ubicarse en una zona libre de barreras o a una distancia significativa, para que no puedan influir en la medición (edificios, arboles, etc.)
- Tomar en cuenta la nubosidad al momento de la toma de datos.

2.5 Registro de Datos y Nivel de Riesgo Solar:

Una tabla en Excel con datos geo referenciados en coordenadas UTM sistema WGS84 zona 17S, para los tres sectores en observación (Chulucanas, Papelillo y Campana), fueron empleados a fin de registrar los niveles de radiación ultravioleta durante cuatro semanas de observación diaria y considerando la frecuencia de cinco observaciones al día, tal como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores considerados en el tiempo de observación

Coordenadas: UTM/WGS 84											
DÍA	APP	UV/HORA/NUBOSIDAD									
		08:00 a.m.	Nubosidad	10:00 a.m.	Nubosidad	12:00 a.m.	Nubosidad	02:00 p.m.	Nubosidad	04:00 p.m.	Nubosidad
	uv-Indeks										
	WORLD UV										
	NoTeQuemes										

Para determinar el nivel de riesgo solar es considerada, la escala de colores internacional vinculado con el efecto negativo frecuente en la piel humana como la quemadura o eritema solar, según la Tabla 1, tomadas de las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), [15]. Tabla 3.

Tabla 3. Nivel de Riesgo Solar (O.M.S, O.M.M) en IUUV y en escala de colores

Índice UV	Riesgo Solar	Color
<3	Bajo	Verde
3-5	Moderado	Amarillo
6-7	Alto	Naranja
8-10	Muy alto	Rojo
>10	Extremo	Purpura

3. Resultados

3.1 Nivel de Radiación Máximo Medio

La radiación ultravioleta máxima media para Chulucanas se presenta con un incremento temporal, que alcanza categorías desde “muy alta” a “extrema”. De la serie observada, el período de máximas más bajas ocurre el día 27 de agosto, en contraposición con el período de radiación media máximo que registra los valores más altos los días 1, 9, 22 y 23 de septiembre (nivel extremo), (Figura 1).

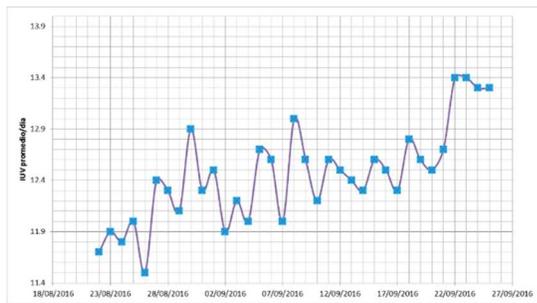


Figura 1. Distribución del nivel de radiación máximo medio. Fuente. Elaboración propia.

3.2 Distribución Horaria de la Radiación Ultravioleta

Debido a la configuración del territorio local, se evidencia la influencia horaria sobre la distribución de los niveles de radiación ultravioleta. De forma progresiva, los valores obtenidos del IUUV se incrementan desde el inicio de las observaciones (8:00 a.m.), donde se produce un mínimo incremento de irradiancia (entre 0 a 2 IUUV) en las tres aplicaciones móviles empleadas, y donde ocurre una mínima agresividad sobre la piel. La distribución horaria, recibida en los sectores; Chulucanas, Chapicas Campana y Papelillo, obedecen a un comportamiento de tipo modal, donde la intensidad horaria de más alta irradiancia IUUV se registra entre las

10:00 a.m. y 14:00 p.m. horas usando la aplicación móvil UV Indeks y que se corresponde con las horas de mayor impacto sobre la piel. Estos resultados indican que una exposición a la radiación solar sin protección, en horas de la mañana y hasta el mediodía solar sería más nociva que la exposición en horas de la tarde.

En Chulucanas con la aplicación No Te Quemes, ocho días de septiembre registraron niveles entre 8 a 11 IUUV a las 14 horas. En este sector, los niveles máximos encontrados (12.9 IUUV ocurrieron el día 23 de septiembre del año 2016) durante las 12:00 horas en contraposición con los menores valores ocurridos entre las 8:00 a 9:00 horas y 16:00 p.m. (niveles de radiación >2 IUUV). Ver Figuras 2a, 2b y 2c.

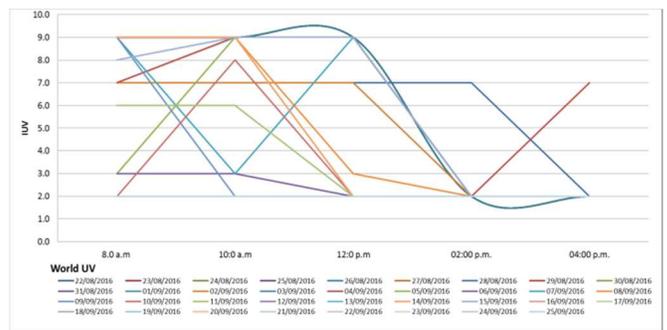


Figura 2a. Distribución horaria de la radiación IUUV en Chulucanas App World UV

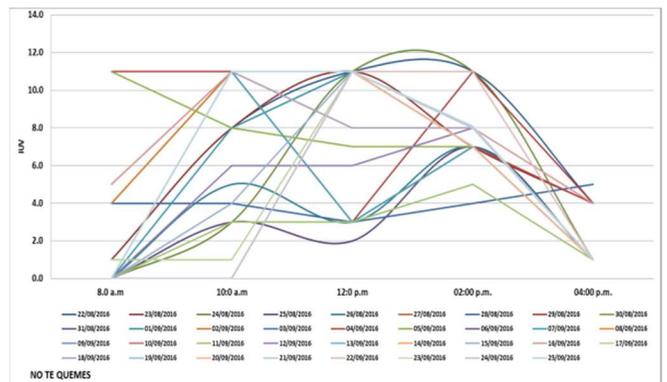


Figura 2b. Distribución horaria de la radiación IUUV en “Chulucanas” desde la App No Te Quemes

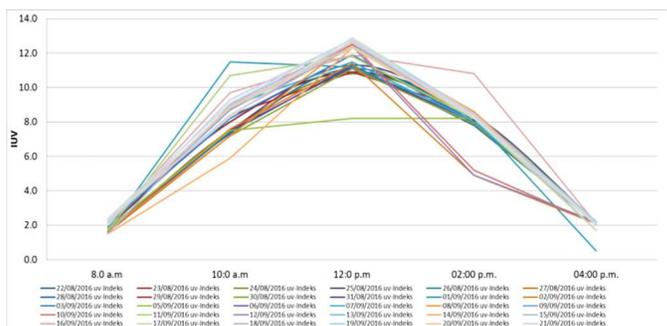


Figura 2c. Distribución horaria de la radiación IUUV en “Chulucanas” desde la App UV INDEKS

En el caserío, “Chapica Campanas” (Figura 3a), con la aplicación móvil World UV, se observa una

variabilidad en el registro con incrementos entre las 10:00 y 12:00 horas donde se registran niveles entre 9 a 10 IUUV. Estos resultados difieren de los obtenidos por la aplicación “No Te Quemes” que obtiene niveles de máxima irradiancia entre 10 a 12 IUUV (Figura 3b). Con la aplicación UV Indeks se produce una tendencia horaria durante todo el periodo de observación de tipo modal con un nivel de irradiancia máximo registrado al medio día solar (Figura 3c).

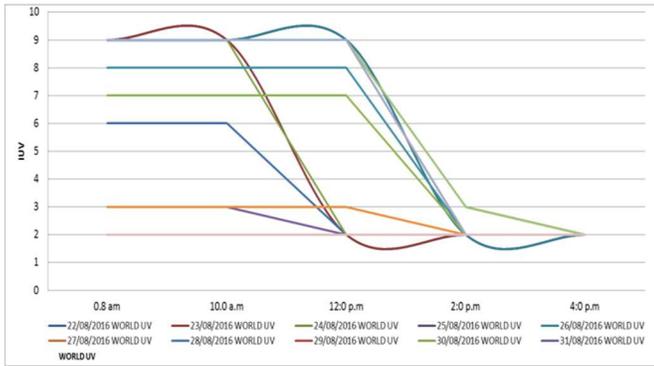


Figura 3a. Distribución horaria de la radiación IUUV en “Chapica Campanas”, App World UV

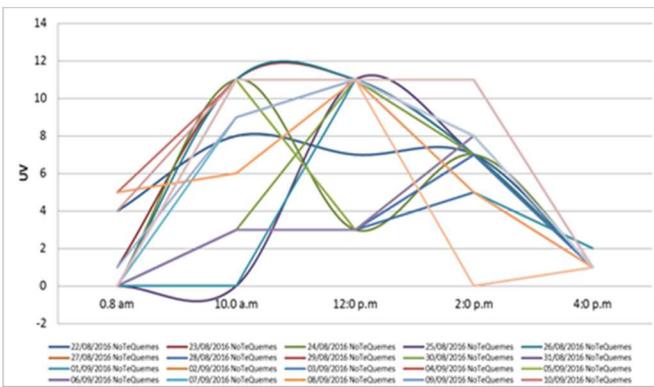


Figura 3b. Distribución horaria de la radiación IUUV en “Chapica Campanas” desde la App No Te Quemes

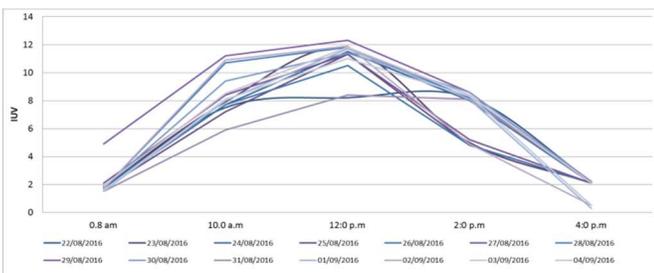


Figura 3c. Distribución horaria de la radiación IUUV “Chapica Campanas” desde la App UV INDEKS

En el caserío Papelillo (Figura 4a, 4b y 4c), la hora de mayor irradiancia ocurre al medio día solar donde se alcanzan niveles entre 9 IUUV a 12 IUUV (nivel muy alto a extremo) con las aplicaciones World UV y Uv Indeks respectivamente. Con la aplicación “No Te Quemes” se observa una mayor variabilidad inter horaria sobre el registro de los niveles de radiación que por lo general

ocurren entre las 10:00 y 12:00 horas (registro entre 11 a 12 IUUV) (nivel extremo).

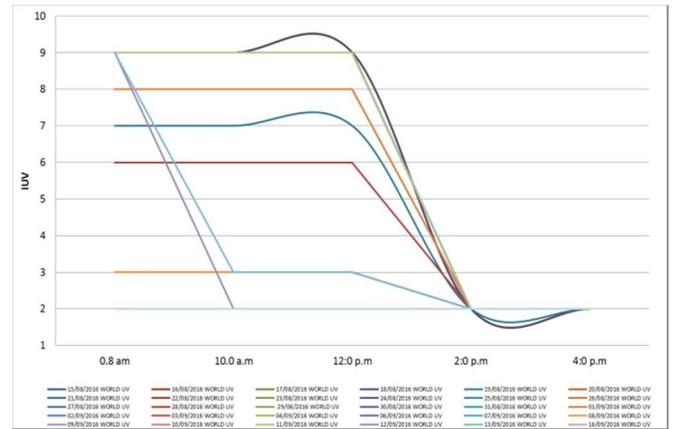


Figura 4a. Distribución horaria de la radiación IUUV en Papelillo App World UV

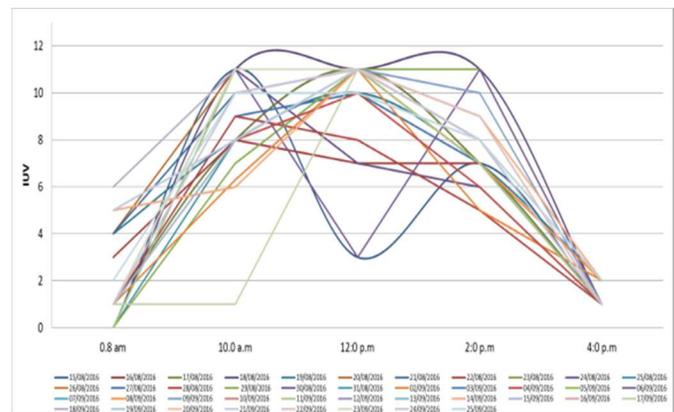


Figura 4b. Distribución horaria de la radiación IUUV en Papelillo App No Te Quemes

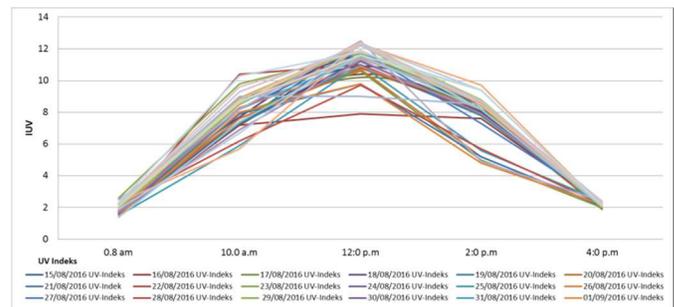


Figura 4c. Distribución horaria de la radiación IUUV en Papelillo App UV INDEKS

3.3 Comportamiento diario

A continuación, se representa la evolución diaria del IUUV en Chulucanas alcanzando el día 4 de septiembre, su valor máximo promedio diario de 9.0 IUUV, seguido de Chapica Campanas y posteriormente el sector Papelillo. A pesar de la nubosidad, la media del UVI máximo diario ponderado (máxima de valores medios semihorarios) la medida es de 8.9 IUUV el mismo valor de la media de 8.9 IUUV. De acuerdo al gráfico, los máximos valores de UVI se registraron a mediados de septiembre, seguramente

debido a los valores de ozono relativamente bajos registrados durante esos días.

Según el app aplicado, se observa la influencia diaria sobre la variabilidad en los sectores observados. El mayor valor promedio es de 6.50 IUVB correspondiente a los sectores Chapica Campanas y Chulucanas. En el caserío "Papelillo", se registra un menor valor promedio (Figura 5).

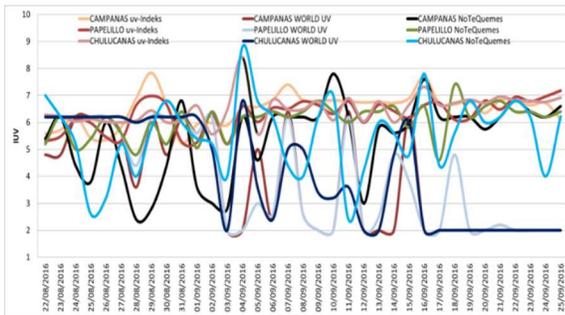


Figura 5. Distribución diaria de los niveles de radiación ultravioleta en Chulucanas, Chapica Campanas y Papelillo desde las aplicaciones móviles UV Indeks, World UV y No Te Quemes.

3.4 Influencia de la altitud en el valor del IUUV

De acuerdo al gráfico, el análisis de curvas de radiación ultravioleta, expresada en Irradiancia Eritémica Media diaria y su correspondencia en Índice IUUV, muestran una disminución, a medida que se avanza en altitud donde los valores de máxima irradiancia durante el periodo en observación se concentra en la ciudad de Chulucanas (valor promedio de 4.08 IUVB), que representa a la zona de mayor exposición solar en relación a los caseríos Chapica Campanas y Papelillo como zonas observadas.

Una simple exploración de los datos indica el efecto de la altitud (variación entre 12 a 13 m.s.n.m entre los sectores observados), sobre la composición de los resultados. En el sector Papelillo la elevación es superior en relación a Chapica Campanas y Chulucanas (Figura 6), esta última presenta los mayores valores de radiación UV.

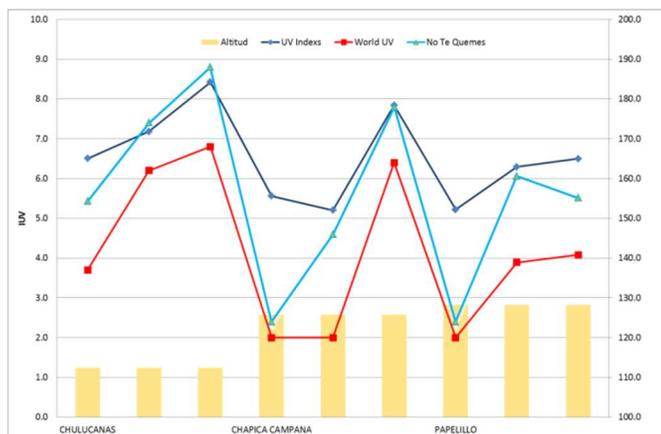


Figura 6. Distribución de los niveles de radiación según los sectores observados

3.5 Comportamiento de los Niveles de Radiación Ultravioleta desde la medición de Aplicaciones Móviles

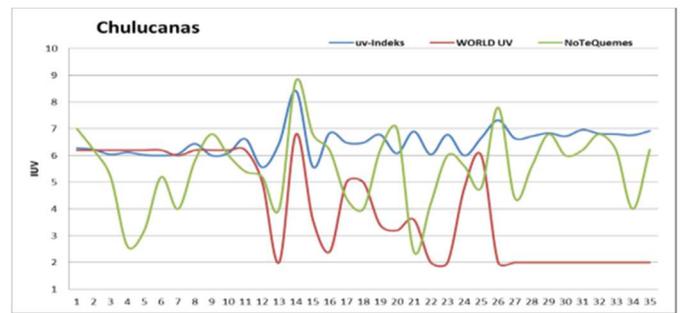


Figura 7. Niveles de radiación ultravioleta en Chulucanas desde la medición con aplicaciones móviles

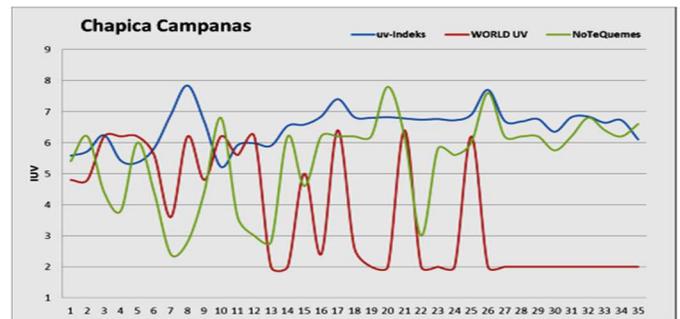


Figura 8. Niveles de radiación ultravioleta en "Chapica Campanas" desde la medición con aplicaciones móviles

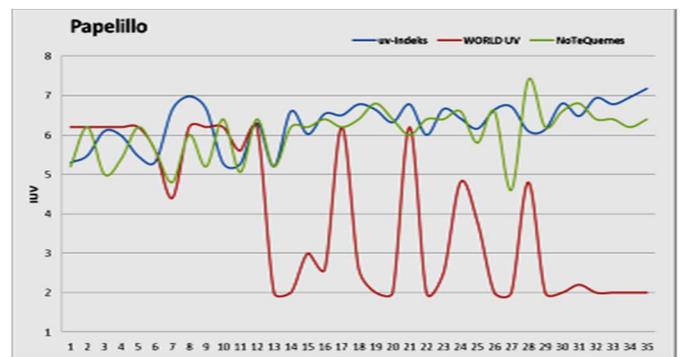


Figura 9. Niveles de radiación ultravioleta en el caserío "Papelillo" desde la medición con aplicaciones móviles

En cuanto al uso de las aplicaciones móviles: No Te Quemes, UV Index y World UV presentan una variabilidad en los resultados durante el tiempo en observación. A inicio de las observaciones, World UV presentó una distribución similar a la aplicación UV Índice hasta el día octavo, donde se inicia una diferenciación en los niveles de radiación sobre las demás aplicaciones. Con la aplicación World UV, el valor promedio del nivel de radiación ultravioleta oscilan entre 3.69 IUUV, en el sector "Chapica Campanas" a 4.08 IUUV en el centro de Chulucanas. Este resultado es considerablemente inferior a lo obtenido por la aplicación UV Indeks, donde en el caserío "Papelillo" registró 6.28 IUUV y 6.50 IUUV en Chulucanas. Lo obtenido coincide con la bibliografía consultada, similar resultado

se obtuvo con la aplicación “No Te Quemés” en el caserío “Chapica Campanas” que registró 5.43 IUUV a 6.05 IUUV en el caserío “Papelillo”.

Durante los días de observación 26 al 35, la aplicación World UV no registró datos, en el sector Papelillo, sin embargo, las aplicaciones UV Indeks y No Te Quemés presentan similar comportamiento durante los días 24 al 35. Este mismo resultado se registra en Chulucanas los días de observación 13 y 16 en el sector Chapica Campanas el día 26.

4. Conclusiones y Recomendaciones

Es evidente la variación de la intensidad de la radiación recibida o irradiancia, tanto diaria, horaria, desde las tres aplicaciones. Por otra parte, elementos como la nubosidad, modifican principalmente el resultado de los valores diarios.

De las recomendaciones entregadas por la OMS y OMM, se debe evitar la exposición sin protección entre las 10:00 y las 16:00 horas, debido a que en los sectores analizados, los niveles de radiación presentan una categoría entre muy elevado a extremo. Según los resultados, el factor que establece la variación en el comportamiento de la Radiación Ultravioleta en los sectores observados, se encuentra influenciado por la hora del día y la altitud en este caso representada en los caseríos Campana y Papelillo incluida la provincia de Chulucanas. La aplicación UV Indeks tuvo una respuesta horaria con una distribución modal con incrementos entre las 10:00 a 14:00 horas, estos resultados se articulan con las observaciones obtenidas en un estudio sobre los niveles de radiación ultravioleta realizado para la región Piura [16]. En cuanto al tipo de aplicación móvil a utilizar se determinó que UV Indeks es la más apropiada en la zona de Chulucanas y anexos como herramienta para ser usada por la población. Las tres aplicaciones indican que el medio día solar es el horario de máximo registro y del cual se deben concentrar las medidas de cuidado y protección. Asimismo, por ser de disponibilidad gratuita, las aplicaciones se encuentran disponibles para IOS y Android, siendo de fácil uso al contar con la opción de Geoposicionamiento para registrar los niveles de radiación ultravioleta en una determinada localidad. De las aplicaciones empleadas, UV Index resulta tener un mejor rendimiento en la determinación de los niveles de radiación ultravioleta que UV World y No Te Quemés,

estas aplicaciones deben ser conocidas por los usuarios a fin de utilizarla como herramienta y evitar la sobre exposición solar. En promedio, gran parte del Territorio de Chulucanas presenta valores entre muy alto y extremo durante el tiempo de observación.

5. Referencias

- [1] Antón, M. (2007). Modelos Empíricos para la estimación de la Irradiación Solar Ultravioleta. (Tesis de doctorado). Universidad de Extremadura, Badajoz. Recuperado de: <http://biblioteca.unex.es/tesis/8477237815.pdf>
- [2] Departamento de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental (2007). Exposición Laboral a la Radiación Ultravioleta de Origen Solar. Recuperado de: http://www.ispch.cl/salud_ocup/hig_seg/rad_ionizantes/doc/Radiacion.pdf
- [3] Organismo Mundial de la Salud, organización Meteorológica Mundial, Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (S/F). Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas. Recuperado de: <http://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf?ua=1>
- [4] 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 (S/F). Índice uv solar mundial Guía práctica. Recuperado de: <http://www.who.int/uv/publications/en/uvipsa.pdf?ua=1>
- [5] Sánchez y Saldaña (2009). Radiación ultravioleta y cáncer a la piel. *Dermatología Peruana*, Vol. 19(4) 305, 2009.
- [6] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2013). Boletín de Monitoreo y evaluación de la radiación solar UV-B en Piura. Vol. (02). Dirección regional Senamhi Piura.
- [7] Dedios, N. (2016). Radiación Ultravioleta. Análisis de su Comportamiento Estacional en Diferentes Sectores de la Región Piura. Costa Norte del Perú. *Ingenierías USBMed*. Vol. Vol. 7, No. 1, Enero-Julio 2016.
- [8] mastermagazine. (2016). mastermagazine: Definición de aplicación. Recuperado de: <http://www.mastermagazine.info/termino/3874.php>
- [9] Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas (2014). Diagnóstico Ambiental de la Provincia de Morropón. Recuperado de: http://www.munichulucanas.gob.pe/jdownloads/documentos_de_gestion/diagnostico_ambiental_de_la_provincia_de_morropon.pdf.
- [10] Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas (2011 – 2014). Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas: Distrito de Chulucanas. Recuperado de: <http://www.munichulucanas.gob.pe/index.php/chulucanas.html>
- [11] Google play. (2016). Google play: World UV. Recuperado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.developersrepublic.worlduv&hl=es>
- [12] Google play. (2016). Google play: Uv-indeks Recuperado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=dk.kb.uv_android&hl=es
- [13] Chisapps (2016). Chisapps Desarrollos Android nativos - Aplicaciones Web. Recuperado de: <http://chisapps.com/>
- [14] Google play. (2016). Google play: NoTeQuemes Recuperado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chisapps.NoTeQuemes&hl=es>
- [15] WHO (2002) “The Global Solar UV Index. A practical guide”. Disponible en: <http://www.who.int/uv/publications/globalindex/en/>