



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION,
TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

“SOLMÁFOROS PARA EL MONITOREO Y ALERTAS A PERSONAS, SOBRE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

SUBLINEA DE INVESTIGACION: Sistemas Embebidos

AUTOR: Francisco Israel Chango Tituaña

TUTOR: Ing. César Granizo

Ambato - Ecuador

Agosto – 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“SOLMÁFOROS PARA EL MONITOREO Y ALERTAS A PERSONAS, SOBRE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**, del señor Francisco Israel Chango Tituaña, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2, de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, Julio 2019



EL TUTOR

Ing. Cesar Granizo

AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado: “SOLMÁFOROS PARA EL MONITOREO Y ALERTAS A PERSONAS, SOBRE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE AMBATO.”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio 2019.

AUTOR



Francisco Israel Chango Tituaña

CI: 1804501151

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, el uso de este Proyecto de Investigación como documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Concedo todos los derechos del Proyecto de Investigación, con fines de difusión pública, así como la reproducción bajo las regularidades de la Universidad.

Ambato, Julio 2019.

AUTOR



Francisco Israel Chango Tituaña

CI: 1804501151

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. e Ing. revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado **“SOLMÁFOROS PARA EL MONITOREO Y ALERTAS A PERSONAS, SOBRE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN UNIDADES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**, presentado por la señor Francisco Israel Chango Tituaña de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la Aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Giovanni Brito

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Marco Jurado

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre y hermana, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltan muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento es especial para ti como lo es para mí. A mi tía Gloria Villegas, a quien aprecio como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Francisco Chango Tituaña

AGRADECIMIENTO

A los docentes que contribuyeron con mi formación académica y profesional, especialmente a mi tutor Ing. Cesar Granizo por su valioso aporte en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Francisco Chango Tituaña

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
Aprobación del Tribunal de Grado	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general.....	viii
Índice de Tablas	xi
Índice Gráficos Planos	xii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Introducción	xvii
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.3 Delimitación.....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 General.....	5
1.5.2 Específicos	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes Investigativos.....	6
2.2 Fundamentación Teórica	9
2.3 Tecnologías y protocolos de comunicación	14
Aplicaciones:.....	15
2.4 Plataformas de Hardware Libre.....	16
2.5 Software y Aplicaciones Web.....	20
2.5.1 Hosting.....	21

2.5.2	Protocolo HTTP	21
2.5.3	Servicio Web.....	22
2.6	Propuesta de Solución	23
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		24
3.1	Modalidad de la Investigación	24
3.2	Operacionalización de Variables u Objetivos	24
3.3	Recolección de Información.....	25
3.4	Procesamiento y Análisis de Datos	25
3.5	Desarrollo del Proyecto.....	25
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA PROPUESTA		26
4.1	Introducción	26
4.1.1	Identificación, descripción y diagnóstico del problema	26
4.1.2	Factores ambientales de naturaleza física	27
4.2	Interpretación de datos	30
4.2.1	Programas de prevención del Impacto de la radiación solar UV	35
4.3	Análisis de Factibilidad.....	36
4.3.1	Factibilidad Técnica.....	36
4.3.2	Factibilidad Económica	36
4.3.3	Factibilidad Bibliográfica	36
4.4	Análisis del dispositivos y tecnologías del solmáforo	36
4.4.1	Características de requerimiento técnicas del equipo:	37
4.4.2	Sistema interno control electrónico	40
4.4.3	Eta ­ pa del Medio de Comunicación	43
4.4.4	Visualizador	45
4.4.5	Sensor de Radiación UV	47
4.5	Diseño del sistema de monitoreo	50
4.5.1	Hardware.....	50
4.6	Implementación del Solmáforo	51
4.6.1	Placas Electrónicas.....	51
4.6.2	Software	53
4.6.3	Estructura de protección del Solmáforo.....	64
4.6.4	Alertas del Sistema	73

4.7 Presupuesto.....	79
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
5.1 Conclusiones	83
5.2 Recomendaciones.....	84
Bibliografía	85
Anexos	91
Glosario de TÉRMINOS y Acrónimos	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos de la radiación [2]	2
Tabla 2 Riesgos de la radiación. [33].....	28
Tabla 3 Dispositivos de medición de radiación UV Quito [36].....	29
Tabla 4 Comparativa Raspberry Pi B+ [41]	41
Tabla 5 Comparativa placa de Desarrollo.....	42
Tabla 6 Tecnologías de Comunicación.....	43
Tabla 7 Comparación de Sensores Ópticos UV.....	48
Tabla 8 Características de Grafana [45].....	56
Tabla 9 Índice UV GAD AMBATO y Prototipo.....	67
Tabla 10 Datos Medición de Radiación UV 5 de Julio 2019	68
Tabla 11 Presupuesto de Materiales	79
Tabla 12 Servicio Contratados del Proyecto.....	80
Tabla 13 Costo del diseño del Proyecto.....	81
Tabla 14 Presupuesto total del Proyecto	81

ÍNDICE GRÁFICOS PLANOS

Figura 1 ARTIK 710 [30]	16
Figura 2 STMicroelectronics [30].....	17
Figura 3 Thunderboard Sense 2 [30]	17
Figura 4 i.MX de NXP [30]	18
Figura 5 Kit de desarrollo Jetson [30].....	18
Figura 6 Raspberry Pi 4 [31].....	19
Figura 7 Radiación UV Ecuador [35]	29
Figura 8 Investigación de campo (2019) SOLCA	31
Figura 9 Incidencia del Cancer en el Ecuador "Melanoma maligno de Piel" [37]	31
Figura 10 Investigación de campo (2019) SOLCA	32
Figura 11 Incidencia de Cancer año 2018.....	33
Figura 12 Incidencia Cancer de Piel del 2017- 2019.....	34
Figura 13 Comparativa entre Índice UV y la Incidencia de Cancer de Piel	34
Figura 14 ODS 2030 ONU [38].....	35
Figura 15 Solmáforo [39].....	37
Figura 16 Diagrama de Bloques del Sistema de Monitorización y Control	38
Figura 17 Diagrama unidad de monitoreo y alerta	38
Figura 18 Diagrama de bloques Solmáforo	39
Figura 19 Diagrama de Flujo del Dispositivo.....	39
Figura 20 Raspberry Pi 3 Model B [41].....	40
Figura 21 Arduino Uno [41]	41
Figura 22 Puntos de medición ubicados en UK Google Maps	44
Figura 23 Matrix Led 32x64 P6 RGB.....	45
Figura 24 tarjeta panel led Matrix Hat.....	46
Figura 25 Matrix 32x64 P6 Conector de Energía y Cable de Datos Hub 75B	46
Figura 26 Sensor de radiación [42].....	47
Figura 27 Tarjetas de desarrollo	51
Figura 28 Diagrama esquemático de Conexiones.....	52
Figura 29 Esquema eléctrico del sistema de monitoreo del Solmáforo.....	52
Figura 30 Conexión de los componentes electrónicos al Solmáforo.....	53

Figura 31 Raspbian [44].....	53
Figura 32 Pruebas de conexión sensor UV	55
Figura 33 : Actualización de Raspbian	57
Figura 34 Remoción de archivos obsoletos y errores	57
Figura 35 Descarga de Grafana.....	57
Figura 36 Instalación de Grafana.....	58
Figura 37 Instalación de Servicios de Grafana	58
Figura 38 arranque del servicio de Grafana.....	58
Figura 39 Habilitación del Servicio de Grafana	59
Figura 40 Conexión del Servicio de Grafana.....	59
Figura 41 Grafana presentación Inicial.....	59
Figura 42 DashBoard Diseñado para el Sistema de Monitoreo y Alerta Cloud y Plataforma Web	61
Figura 43 Plan y características del Servicio de Hosting [46].....	62
Figura 44 Creación de canal Thingspeak [47]	63
Figura 45 Canal Índice UV Thingspeak.com [47].....	63
Figura 46 Visualización Widgets [47]	64
Figura 47 API KEY [47].....	64
Figura 48 Exportar e Importar datos [47]	64
Figura 49 Diseño de la estructura Solmáforo	65
Figura 50 Estructura del Solmáforo.....	66
Figura 33 Medición realizada en la explanada GAD Ambato 2019.....	67
Figura 34 Grafica comparativa de Índice UV 5 de Julio	68
Figura 53 Grafica de Valores Comparativa 8 de Julio.....	71
Figura 54 Valores de Índice UV Solmáforo GAD y Sensor SI1145	71
Figura 55 Valor Promedio de Radiación y % Error.....	72
Figura 56 Grafica de Valores Índice UV [48]	72
Figura 57 Grafica de Mediciones Constantes en los Campus de la Unidad Educativa UK.....	73
Figura 58 Indicador visual en el panel LED.	74
Figura 59 Gráficos Interactivos y Hora	75
Figura 60 Indicador visual en el panel LED.	76

Figura 61 Notificación Twitter	77
Figura 62 Pagina Web inti.com	77
Figura 63 Pagina Web Monitoreo.....	78
Figura 64 Inti UV Monitoreo Macasto	78

RESUMEN

La radiación ultra violeta (UV) solar ha aumentado en los últimos años y meses especialmente en el verano, la luz solar ha pasado a ser extrema en un 50% de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), y las personas que están expuestas al sol en largos periodos, presentan efectos malignos sobre la piel, como el carcinoma de células escamosas, carcinoma de células basales, melanoma y cataratas. Se sabe que la radiación solar es un factor ambiental favorable para la vida y beneficioso para la producción de vitamina D en los humanos. No obstante, el cálculo del Índice UV, aplicando funciones matemáticas en el valor de intensidad en longitud de onda, requiere dispositivos de medición óptica especializados, a los que el público en general no puede acceder fácilmente. Es por esto que Sensores Ópticos UV de desarrollo, son ideales para promover medidas de prevención como: el uso de sombreros, bloqueador solar y prendas de vestir adecuadas para prevenir las quemaduras solares, el envejecimiento prematuro y el cáncer de piel.

El presente estudio propone un dispositivo basado en sensores ópticos UV, para que Unidades Educativas donde niños y adultos en general pueden acceder fácilmente a la información relacionada con la radiación solar UV. El dispositivo propuesto comprende un sensor UV que puede medir la intensidad de la radiación ultravioleta UV, un módulo raspberry pi 3 B+ que soporta la comunicación ethernet wifi y Bluetooth con un procesador para operaciones de paneles led y almacenamiento de base de datos MySQL. La aplicabilidad del dispositivo propuesto se verificó mediante la prueba de comparaciones de rendimiento de medición con un radiómetro estándar.

La base de datos se encuentra almacenada en la Raspberry Pi para que el rector e inspectores de la Unidad Educativa visualice los niveles de índice UV de radiación solar en la interfaz gráfica de usuario (GUI) en tiempo real, además generar un reporte en un archivo CSV del comportamiento de la radiación UV, lo cual permite concientizar y evitar posibles daños debidos a la exposición a los rayos UV para apoyar la realización de actividades saludables al aire libre.

Palabras Clave — Índice UV; radiación solar, cáncer de piel, RGB Matrix Hat

ABSTRACT

Ultraviolet (UV) solar radiation has increased in recent years and months especially in the summer, sunlight has become extreme by 50% according to data from the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), and People who are exposed to the sun for long periods have malignant effects on the skin, such as squamous cell carcinoma, basal cell carcinoma, melanoma and cataracts. It is known that solar radiation is a favorable environmental factor for life and beneficial for the production of vitamin D in humans. However, the calculation of the UV Index, applying mathematical functions in the wavelength intensity value, requires specialized optical measuring devices, which the general public cannot easily access. That is why UV Optical Sensors development, are ideal to promote prevention measures such as: the use of hats, sunscreen and appropriate clothing to prevent sunburn, premature aging and skin cancer.

The present study proposes a device based on UV optical sensors, so that Educational Units where children and adults in general can easily access information related to UV solar radiation. The proposed device comprises a UV sensor that can measure the intensity of UV ultraviolet radiation, a raspberry pi 3 B + module that supports Wi-Fi and Bluetooth ethernet communication with a processor for LED panel operations and MySQL database storage. The applicability of the proposed device was verified by the test of measurement performance comparisons with a standard radiometer.

The database is stored in the Raspberry Pi so that the rector and inspectors of the Educational Unit visualize the levels of UV index of solar radiation in the graphical user interface (GUI) in real time, also generate a report in a file CSV of the behavior of UV radiation, which allows to raise awareness and avoid possible damage due to exposure to UV rays to support the performance of healthy outdoor activities.

Keywords- UV Index; solar radiation, skin cancer, RGB Matrix Hat

INTRODUCCIÓN

La incidencia de cáncer de piel ha aumentado en todo el mundo. Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se calcula que cada año se producen a escala global dos millones de nuevos casos de esta patología. Y en el Ecuador, esas cifras no son aisladas. Según los datos levantados por la Sociedad de Lucha Contra el Cáncer (Solca), las ciudades con más incidencia de esta enfermedad están en la Sierra. Esto se debe a que, al estar a una mayor altitud sobre el nivel del mar, la exposición a las radiaciones ultravioletas también aumenta. A pesar de que generalmente este tipo de cáncer se presenta a una edad avanzada, hay casos que, por factores congénitos, pueden aparecer a una menor edad. Es por esto que reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial es uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030. Por esto es fundamental el impacto que tiene el desarrollo del presente proyecto de investigación, que tiene como propósito ayudar a monitorear y alertar los niveles de radiación solar con el fin de prevenir riesgos de salud, para lo cual se ha desarrollado el presente proyecto de investigación. el mismo que consta de cinco capítulos los cuales se detallan a continuación

El Capítulo I se detalla la problemática actual que generada por radiación UV en las Unidades Educativas de la ciudad de Ambato que necesitan alerta sus valores de medición para poder evitar enfermedades de piel y ojos en la mayoría de persona, que se agravan sin ellos darse cuenta y los objetivos que buscaran dar la solución a dicha problemática.

En el Capítulo II se detalla un análisis previo referente a los trabajos investigativos que abordan temáticas relacionadas con el monitoreo de radiación UV, Internet de las cosas, también incluye la fundamentación teórica de todas las áreas que se debe tener conocimiento para poder llevarlo a cabo y concluye con la propuesta de solución a la problemática

El Capítulo III presenta información referente a la metodología y las actividades utilizadas para la ejecución del proyecto.

El capítulo IV se describe el proceso de la elaboración del sistema de monitoreo y alerta de radiación solar UV y por último la construcción del prototipo paso a paso las etapas del sistema de monitorización de los niveles de radiación UV

Finalmente, en el Capítulo V se dan las conclusiones obtenidas en el desarrollo del proyecto de investigación; se incluye también las respectivas recomendaciones que faciliten la elaboración futuros trabajos de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación

Solmáforos para el monitoreo y alertas a personas, sobre los niveles de radiación solar en Unidades Educativas de la ciudad de Ambato.

1.2 Planteamiento del Problema

Las radiaciones ultravioletas, y en particular las solares, son carcinógenas para el ser humano y provocan todos los principales tipos de cáncer de piel, como el carcinoma basocelular, el carcinoma espinocelular y el melanoma. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2000 se diagnosticaron a nivel mundial más de 200.000 casos de melanoma y se produjeron 65000 muertes asociadas a este tipo de cáncer, por esta razón la OMS en su publicación WHO (2003), menciona y alerta los posibles efectos de la radiación ultravioleta en la salud humana y algunos efectos de la radiación ultravioleta en la salud humana. [1, 2]

La salud humana es afectada principalmente por el aumento en la radiación UV que llega a la superficie terrestre como consecuencia del agotamiento de la capa de ozono.

La radiación ultravioleta de la luz solar ejerce una multitud de efectos sobre la salud humana. La exposición actual a la radiación UV plantea riesgos tanto por exposición insuficiente (por ejemplo, en latitudes altas durante el invierno) como excesiva (por ejemplo, debido al deseo de ponerse bajo el sol durante el verano, especialmente en latitudes bajas). Los riesgos de una exposición insuficiente incluyen una mayor incidencia de ciertas enfermedades óseas y quizá de algunas enfermedades autoinmunes como la esclerosis múltiple. El gran aumento de radiación ultravioleta resultante del agotamiento incontrolado de la capa de ozono incrementaría de manera significativa los riesgos asociados al exceso de radiación UV, incluyendo cánceres de piel y enfermedades oculares que se detallan en la Tabla 1. [3]

Tabla 1 Efectos de la radiación [2]

Piel	Melanoma maligno. Quemaduras solares. Daño crónico de piel, dermatitis.
Ojos	Foto conjuntivitis cáncer de córnea. Cataratas melanoma uveal ocular Degeneración vascular ocular
Inmunidad e Infecciones	Aumento de susceptibilidad de infecciones Deterioro de inmunización profiláctica Activación de infección por virus latente

De acuerdo con la información The Skin Cancer Foundation. [4]

- Cada año se diagnostican más de 13 millones de casos de cáncer de piel.
- Uno de cada tres cánceres que se diagnostican es un cáncer de piel.
- Más de 65.000 personas mueren, cada año, por culpa de este cáncer de piel.

Esto debido a que “Las radiaciones UV son particularmente preocupantes porque la gente no suele ser consciente de los riesgos que suponen para la salud. Los efectos de la exposición a menudo no aparecen hasta muchos años después; además, la sobreexposición solar entraña un riesgo para toda la población y no únicamente para los que tienen la piel clara”, de acuerdo al Dr. Mike Repacholi, Coordinador de la Unidad de Radiaciones y Salud Ambiental de la OMS

En la publicación de “Cáncer Incidence in Five Continents” la mayor tasa de incidencia mundial se encuentra en Brasil (226 por 100.000 hombres y 205 por 100.000 mujeres). La más baja se encuentra en dos registros de Francia (Isere para hombres y Bajo Rin para mujeres). [5]

En Latinoamérica, medir la irradiación solar es imperceptible, y su confiabilidad es cuestionable debido a que no todos los países manejan estándares de medición internacionales; además, los registros de heliofanía pueden tener muchos años de extensión, pero, en general, los de irradiación son de corta vida o carecen de continuidad. Por otra parte, en casi todos los países iberoamericanos se han elaborado

algunas cartas con la distribución espaciotemporal del recurso, pero difícilmente se las puede compatibilizar con las de países vecinos y aún, con las investigaciones del mismo país. [6]

En algunos países de América Latina como México y Uruguay cada año son diagnosticados, aproximadamente, según la Asociación Americana del Cáncer 3 millones de cánceres de piel no melanoma y el 90% de éstos están asociados con las radiaciones ultravioletas. El aumento continuo de la radiación solar y su incidencia en la vida cotidiana incluso en personas jóvenes destaca la necesidad de informar los efectos de la radiación UV. [7]

La ubicación geográfica del Ecuador es el factor que determina la alta radiación solar que recibe en verano. “Al encontrarnos cerca de la línea Equinoccial estamos más próximos al sol y los rayos caen perpendicularmente. Esto hace que la radiación sea mayor”, explica Vladimir Arreaga, ingeniero ambiental del Inamhi. Además, en ciudades de mayor altitud, como Quito o Riobamba, la radiación supera los 19 puntos, de acuerdo con los datos registrados en el 2015. Las ciudades que están situadas a más altura, como las situadas en la Sierra ecuatoriana, reciben aún más radiaciones solares. A mayor altitud, hay menos atmósfera y, por tanto, menos ozono que nos proteja de los rayos UV. Según la Organización Mundial de la Salud, por cada 1000 metros de incremento de la altitud, hay un 10% a 12% más rayos UV. Quito está a 2850 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.); Cuenca, entre los 2350 y los 2550 m. s. n. m.; Riobamba, a 2754 m. s. n. m; Tungurahua a 2550 m. s. n. m. La exposición prolongada a los rayos UV causa arrugas, cataratas, debilitamiento del sistema de defensas del cuerpo y cáncer. Por ello, es importante que se proteja del sol. [8]

En Tungurahua la medición de radiación solar comenzó a realizarse desde el 2018, con la instalación del primer solmáforo, en la explanada del GAD Municipal de la Ciudad de Ambato, importante para monitorear los niveles de radiación solar y aportar a la prevención de la salud de la ciudadanía, pero la falta de información de su fin hace que sea desconocido por los transeúntes. Dado que existen dos problemas con la comunidad: el primero es la falta de cultura en cuanto a protección solar y la segunda que no existen programas educativos de protección solar, lo cual conlleva a que la población tenga problemas de salud a futuro.

1.3 Delimitación

DELIMITACIÓN ESPACIAL

La presente investigación se desarrolló, en tres Campus de una Unidad Educativa de la ciudad de Ambato ubicadas en la zona norte, centro y sur.

DELIMITACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se desarrolló en el periodo marzo – agosto 2019 de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4 Justificación

La ciudad de Ambato capital de la Provincia de Tungurahua, dispone de un solmáforo ubicado en la explanada del GAD Municipal, a pesar de ello es necesario promover el uso del dispositivo, debido a que la ciudadanía desconoce su funcionamiento y solo cubre la parte alta de la ciudad. Por lo que es necesario, programas de prevención de cáncer de piel, para llegar a la población más vulnerable, jóvenes y niños que pasan gran parte de su vida diaria en la escuela y parte del tiempo al aire libre expuestos al sol, proporcionando a los estudiantes herramientas, conocimientos, motivación y destrezas necesarias para adoptar y mantener conductas de protección solar.

Las exposiciones solares prolongadas en la infancia aumentan el riesgo de padecer cáncer de melanoma en la adultez, esto debido a que el daño a la exposición solar es acumulativo a lo largo de la vida y se expresa como la disfunción celular. bajo los rayos solares durante períodos largos de tiempo, deben usar productos tópicos y accesorios que filtren la radiación a la cual se están exponiendo, pero debido a que el sol no genera ningún signo de alerta o daño inmediato la sociedad lo toma muy ligeramente este tipo de medidas es por esto que varias organizaciones a nivel mundial buscan alertar sobre los daños y prevenir enfermedades terminales. [3]

El Proyecto reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de los objetivos planteados. Dado que, para la realización de este proyecto se cuenta con el apoyo de la Unidad Educativa UK, la cual permite el uso de sus tres campus, para la instalación y realización de pruebas del dispositivo.

Además, las mejoras tecnológicas a incorporarse se diseñaron e implementaron por el investigador, y los materiales utilizados serán comprados a través de un distribuidor, con el fin de que los materiales no tengan un costo elevado, y que el presupuesto de este proyecto no sea excesivo.

Ya que se busca contribuir con las Unidades Educativas, con el fin de concientizar y prevenir daños futuros en la salud de los niños y jóvenes, esto a través de una red de solmáforos, que permitan cambios en las políticas de prácticas escolares relacionadas con las actividades al aire libre. Ya que las Unidades Educativas pueden establecer un ejemplo importante para los estudiantes, las familias y la comunidad en general a través de la promoción de la protección solar.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Implementar solmáforos para el monitoreo y alertas a personas, sobre los niveles de radiación solar en Unidades Educativas. de la ciudad de Ambato.

1.5.2 Específicos

- Analizar la situación actual de monitoreo de radiación UV en la ciudad de Ambato.
- Establecer las tecnologías que serán necesarias utilizar para la medición y alerta de radiación UV en Unidades Educativas de la ciudad de Ambato.
- Implementar el prototipo del Sistema electrónico para el monitoreo y alerta del nivel de radiación UV A y UV B en la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

De acuerdo con la investigación realizada, se han encontrado trabajos de investigación a nivel nacional e internacional de repositorio de Universidades, referentes al tema a desarrollarse, los cuales se describen en un breve resumen a continuación:

En la investigación de Omar I. Hoblos Matthew W. Sheehan, Devin J. Laferrere, Chen-Hsiang Yu paper de Biomedical/Medical Engineering Computer Science and Networking Wentworth Institute of Technology con el tema “UVision: A Lightweight Portable UVR Detection System” en el año 2015. Se detalla que la radiación ultravioleta (UVR) del sol puede causar un daño importante a la piel si está sobreexpuesta, desde una quemadura solar hasta el envejecimiento acelerado de la piel, hasta el progreso de cánceres de piel perjudiciales. Para lo cual se creó un sistema de detección de UVR portátil ligero, UVision. El sensor UV Adafruit Flora SI1145 portátil recopila datos UVR en tiempo real y una aplicación Android para mostrar los resultados del sensor. El sensor se conecta a la aplicación móvil a través de Bluetooth HC-06 y proporciona a los usuario información sobre los daños provocados por los rayos UV y sugerencias para mantenerse protegido. Como resultado de la investigación las personas tienen una alerta temprana y se reducen los riesgos de cáncer de piel. [9]

La propuesta de investigación en el 2015 de Cristina Lema y Diana Zuleta, con el proyecto “Solmáforo (semáforo solar): modelo ambiental de alerta por exposición a la radiación solar en Quito”, el cual genera alarmas y permite al ciudadano conocer las precauciones a tomar en función de dónde está ubicado y de la hora del día en la que se encuentre. De esta manera, realizaron un estudio estadístico sobre 7 años de datos proporcionados por la (Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito) REMMAQ, tomados de 6 estaciones meteorológicas ubicadas a lo largo de la ciudad. Para la medición de la radiación ultravioleta la Secretaría de Ambiente utiliza un radiómetro que se encuentra ubicado en la azotea del edificio Valderrama (Oficinas de

la Secretaria de Ambiente), marca Biospherical Instruments Inc. modelo GUV-2511. Consecutivamente, los datos obtenidos del sensor generan un modelo espacial sobre ARCGIS que permite conocer los niveles de alerta a nivel geográfico en la ciudad, los cuales son presentados en un sistema de información geográfica en línea sobre un servidor web del Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental CIMA de la Universidad Politécnica Salesiana UPS, conocido como Geoportal, y se muestran como resultados los rangos de radiación solar establecidos como permisibles y extremos por la OMS. [10]

La investigación realizada por Freddi Roland Rodriguez Ordoñez con el tema “Influencia de la radiación solar en la salud de las personas en la ciudad de Moquegua, 2001-2010” en el 2015, indica la influencia de la radiación solar en la salud de las personas; para resumir esta investigación se aplicó las técnicas: análisis de contenido, fichaje y una encuesta, teniendo en cuenta instrumentos preparados de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación. Se utilizó datos históricos de la radiación solar ultravioleta al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI); al Hospital Regional de la ciudad de Moquegua, sobre morbilidad por efectos de la radiación ultravioleta, los que fueron procesados mediante cálculos estadísticos y sus respectivas apreciaciones, validaciones y contrastación de resultados. Luego de haber aplicado estos instrumentos y realizado el procesamiento de datos se concluyó que los trastornos a la piel y del tejido subcutáneo no corresponden a una incidencia directa de la radiación solar ultravioleta (UV), pero es el principal indicador porque se da en las personas que se encuentran en edades que están expuestas diariamente a la radiación solar ultravioleta. [11]

La Investigación de Fabricio Puente-Mansilla, Gustavo Boza-Quispe, Gustavo Lapa-Velásquez, Carmen Matos-Avalos and Jimmy Rosales-Huamani en el 2016, desarrollaron el proyecto: “Sensor UV portátil y una aplicación de teléfono inteligente accesible para personas ciegas”, debido a que la radiación ultravioleta del sol es una parte esencial del proceso de obtención de vitamina D por parte del cuerpo humano y no es perceptible para estos usuarios. Utilizando un microcontrolador (ATMEGA328P), con un algoritmo calcula la energía acumulada incidente sobre la piel del usuario y controla la dosis efectiva UV y la referencia temporal que son almacenadas en una tarjeta SD, para posteriormente enviar los datos vía bluetooth, y

mostrarlos en una aplicación de Android en el dispositivo móvil del usuario. Este prototipo de sensor UV portátil, integrado con un sistema de notificación de audio basado en una aplicación de teléfono inteligente, para personas ciegas ofrece un sistema de notificación, dando al usuario recomendaciones adecuadas para el cuidado de la piel basadas en el índice ultravioleta (UVI) [12]

En el 2017 A. Sánchez y M. Ortiz A. Fonseca desarrollaron un: “Prototipo de Solmáforo” con el fin concientizar a la población de los riesgos que existe, ante la excesiva exposición de rayos UV. Debido a que la ciudad de Bogotá está a una altura de 2630 metros sobre el nivel del mar, y tiene altos índices de radiación solar. Se busco la implementación de un solmáforo, el cual tiene como objetivo mostrar información en tiempo real del índice UV, midiendo la radiación uv por medio de un sensor VEML6070, para posteriormente ir indicando el color de acuerdo al código internacional, junto con un cartel informativo que muestra los riesgos a los que puede estar expuesto, al no tener la debida protección. Adicionalmente los datos acerca del índice UV serán recibidos y registrados mediante Labview el cual muestra los valores y cambios que hay en la radiación durante el día. [13]

En el 2018 la investigación de Fabio Bisegna, Massimo Borra, Francesco Leccese y Francesco Asdrubali con el tema “Prevención del riesgo de radiación UV”, el cual muestra los principales inconvenientes, afines con la protección de los trabajadores al aire libre, contra la radiación natural UV. Se analizan sensores radiación solar actuales como son: a) Radiómetro Minolta mod. CS-2000; b) Espectro radiómetro UV / VIS / NIR; c) Espectrómetro ocean optica mod. USB4000-UV-VIS; d) Espectro radiómetro jeti mod. Specbos 1211; e) Dosímetros Y se determina que este tipo de dispositivos tiene un costo elevado y su tamaño muy grande. Por lo que se propone un sensor inteligente portátil para controlar la exposición efectiva del trabajador individual como solución innovadora. El sensor portátil se conecta con una aplicación en el teléfono inteligente personal para la gestión del sensor, la descarga de datos y el cálculo de la exposición estimada: en caso de exposición continua, se activa una señal acústica en el móvil del trabajador cuando se ha alcanzado la dosis máxima diaria de RS alcanzado VIII, en el índice solar. Este modelo de dispositivo tiene un porcentaje inevitable de error con respecto a los equipos de medición profesional, y aún está en etapa desarrollo e investigación. [14]

2.2 Fundamentación Teórica

Descubrimiento de la radiación UV

El descubrimiento de la radiación UV y sus efectos sobre los organismos vivos, fue un proceso gradual que involucró contribuciones de químicos, físicos y biólogos. Cuando quedó claro que la radiación UV es un componente de la luz solar, hubo mucho interés en sí, debido a algunos de los efectos de la luz solar en la vida organismos. La evidencia acumulada hasta la fecha indica que la radiación UV tiene efectos benéficos y perjudiciales dependiendo del tipo de organismo, la región de longitud de onda y dosis de irradiación. [15]

Radiación solar UV

Radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. El cual es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6000 K en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear, que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía por unidad de tiempo y área, alcanza la superficie terrestre. Su unidad es el W/m^2 (vatio por metro cuadrado). La región UV abarca el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nm y se divide en las tres bandas siguientes: [16]

- a) UVA (315–400 nm)
- b) UVB (280–315 nm)
- c) UVC (100–280 nm)

Índice Solar

El índice UV solar (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El índice se expresa como un valor superior a cero, y cuanto más alto mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares y menos tardan en producirse esas lesiones. Según los datos actuales, los hábitos personales de exposición al sol constituyen el factor de riesgo más importante de alteraciones ocasionadas por la radiación UV. El IUV es un vehículo importante para aumentar la concienciación de la población sobre los riesgos de la exposición excesiva a la radiación UV y para

advertir a las personas de la necesidad de adoptar medidas de protección. Si se impulsa a las personas a que reduzcan su exposición al sol, pueden reducirse los efectos perjudiciales para la salud y pueden disminuirse de forma significativa los costos de la atención de salud. La intensidad de la radiación UV depende de factores como: [2]

Latitud La latitud es la 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. Cuanto más cerca del ecuador, más intensa es la radiación UV. [17]

Nubosidad La nubosidad es 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. [17]

Ozono El ozono absorbe parte de la radiación UV que podría alcanzar la superficie terrestre, la concentración de ozono varía a lo largo del año e incluso del día. [17]

La reflexión por el suelo

Diferentes tipos de superficies reflejan o dispersan la radiación UV en diversa medida: de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) la nieve 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%. [17]

El proceso de agotamiento de la capa de ozono comienza con la emisión de gases que contienen en su composición química moléculas de cloro y bromo. Este tipo de átomos mediante reacción química con la radiación ultravioleta tipo B, reemplaza a los átomos de oxígeno formando un enlace de cloro y oxígeno o bromo y oxígeno, lo que no permite el ciclo normal de la formación del ozono, rompiéndose la cadena. Con el agotamiento de la capa de ozono, el ingreso de la radiación ultravioleta es mayor ya que no existe la filtración necesaria para contenerla por lo que se tienen los siguientes efectos: [18]

En cantidades pequeñas, las radiaciones ultravioletas son beneficiosas para la salud y desempeñan una función esencial en la producción de vitamina D. Sin embargo, la exposición excesiva a ellas se relaciona con diferentes tipos de cáncer cutáneo,

quemaduras de sol, envejecimiento acelerado de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. También se ha comprobado que estas radiaciones disminuyen la eficacia del sistema inmunitario. [18]

Enfermedades producidas por la radiación solar

Cáncer de Piel

Algunos otros tipos de cáncer se producen en otras partes del organismo y pueden propagarse a la piel, existen tres tipos principales de cáncer de piel: [16]

- Células basales (carcinomas de células basales) y Células escamosas (carcinomas de células escamosas)
- Melanomas

Cánceres de células basales y de células escamosas

Estos cánceres se relacionan fuertemente con la exposición solar que haya tenido una persona los cánceres de células basales y escamosas tienen una probabilidad mucho menor de propagarse a otras partes del cuerpo y de representar una amenaza a la vida en comparación con los melanomas, además resulta importante encontrarlos y tratarlos a tiempo. En la mayor parte de casos no son atendidos, como consecuencia crecen expandiéndose e invadiendo los tejidos y órganos cercanos, lo que causa cicatrices, deformidad, o incluso pérdida de la función de algunas partes del cuerpo también estos cánceres (especialmente cánceres de células escamosas) se pueden propagar si no son tratados, y a veces incluso pueden causar la muerte. [16]

Melanomas

Los melanomas son cánceres que se producen de los melanocitos, las células que provocan el pigmento marrón que le da a la piel su coloración. Los melanocitos asimismo logran establecer evoluciones benignas (no cancerosos) que son notorios como los lunares. Los melanomas no son tan comunes como los cánceres de piel de células basales y de células escamosas, pero pueden ser mucho más graves igual que el cáncer de células basales y de células escamosas, el melanoma casi siempre es curable en sus etapas iniciales, al contrario, si no se atiende, el melanoma tiene una

probabilidad mucho mayor de propagarse a otras partes del cuerpo (donde es muy difícil de tratar). [16]

Dispositivo de prevención de Cáncer de piel

El Ecuador vela por el cumplimiento de los compromisos adoptados al ratificar el Protocolo de Montreal, cuyo objetivo es la reconversión tecnológica y el fortalecimiento institucional, con el fin de reducir y eliminar el uso de las sustancias agotadoras del ozono (SAO's) en el territorio nacional. Por esto se han instalado algunos dispositivos de medición y prevención de radiación solar como son: [18]

Solmáforo

El Solmáforo es un equipo diseñado para medir el índice de Radiación Solar UV, dañina para la salud y la piel. Para ello, sensores y filtros captan el "Índice UV" instantáneamente y la entregan en un código de colores de fácil interpretación, según el protocolo diseñado por la Organización Mundial de la Salud. (OMS). [19]

Proporciona información, asesoramiento práctico y predicciones con respecto a los efectos de la radiación UV sobre la salud de los ciudadanos a través de la implementación de Solmáforos: dispositivos diseñados para la medición del "Índice Ultravioleta" la radiación UV que recibe el sensor incluido en cada equipo, indica con una luz de color de acuerdo al protocolo diseñado por la Organización Mundial de la Salud la Instalación de Solmáforos en Unidades Educativas y otros puntos a establecer en la ciudad desarrollar aplicación web y para celulares (Android) que exponga a los ciudadanos información sobre el Índice Ultravioleta. [20]

Instrumentos Termoeléctricos de Radiación Solar y Piranómetros Térmicos

Piranómetro El Piranómetro es un sensor de radiación solar que mide la radiación solar recibida por una superficie plana con un ángulo de visión de 180°. Esta cantidad de energía recibida, expresada en W / m^2 , se denomina radiación solar "hemisférica". Se puede utilizar al aire libre bajo el sol, así como en aplicaciones de interior en sistemas basados en simuladores solares con lámparas incandescentes. [21]

Pirheliómetro El Pirheliómetro es un instrumento que emplea una tecnología de detección pasiva, basada en termopila que genera una salida de milivoltios CC de bajo

nivel proporcional a la incidencia de flujo solar directa recibida en la superficie del detector. [22]

Pirgeómetro EL Pirgeómetro es un dispositivo con un campo de visión real ángulo no es el ideal 180°. El sensor IR02 incorpora un óptico especial con un punto de corte en al $4,5 \times 10^{-6}$ m, lo que lo convierte adecuado para mediciones tanto durante el día como por la noche, así como un calentador interno que evita la condensación de agua en la óptica, lo que evita grandes errores de medición. [23]

Radiómetro El Radiómetro es un sensor de radiación solar de onda corta SW se denominan piranómetros y los sensores de radiación infrarroja o larga LW pirgeómetros. Para el cálculo de la temperatura ambiente y de la superficie se incluye en el sensor, un elemento pasivo Pt100. [24]

Albedómetro El Albedómetro es un sensor que es utilizado para observaciones meteorológicas generales, respuesta física en edificios, estudios de reflectancia del techo, estudios climáticos y pruebas de colectores solares. El sensor viene equipado con un nivel de burbuja y una varilla de montaje. [25]

Muchos países utilizan el IUV para fomentar la protección contra el sol. Las encuestas indican que una gran proporción de la población conoce la existencia del IUV, pero no comprende su significado o utilidad. Estos problemas están relacionados con la falta de mensajes normalizados acerca del IUV. El IUV se ha definido claramente como un instrumento educativo y su uso debe basarse en una comunicación eficaz con la población y los medios de comunicación. La uniformidad en la presentación del IUV y de las recomendaciones de protección solar asociadas a diferentes valores del IUV facilitarán la transmisión de un mensaje sencillo y adecuado, y ayudarán a la población a familiarizarse con este importante concepto.

2.3 Tecnologías y protocolos de comunicación

Tecnología La tecnología es la ciencia aplicada a la resolución de problemas concretos. Constituye un conjunto de conocimientos científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y la satisfacción de las necesidades esenciales y los deseos de la humanidad. [26]

Protocolo El Protocolo de comunicaciones o protocolo de red es la especificación de una serie de reglas para un tipo particular de comunicación. La red Internet se basa en el modelo de referencia TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) que toma su nombre de los dos principales protocolos que regulan la comunicación a través de esta red. [26]

Tipos De Topologías De Redes Inalámbricas

Los tipos de topologías de redes inalámbricas son los siguientes:

TOPOLOGÍA EN ESTRELLA: La topología en estrella es aquella que mantiene los equipos unidos a un núcleo central en el que normalmente reside la capacidad de control de la red, proporcionando una comunicación bidireccional del núcleo a los terminales y viceversa. La comunicación siempre está obligada a pasar por el nodo central y si esta falla se pierde la comunicación en la red. [27]

TOPOLOGÍA EN ANILLO: La topología en anillo es una topología en la cual los equipos se conectan formando un anillo, los elementos que la conforman tendrán al menos dos puntos de entrada/salida de información. Una característica de esta red, es que la información circulará por todos los 12 equipos de la red en su viaje desde el origen hacia su destino; una desventaja importante es que presenta retardos variables en función de los puntos conectados en un itinerario y la más grande de ellas es que el tráfico se ve cortado cuando uno de los equipos falla. [27]

TOPOLOGÍA EN BUS: La topología en bus es aquella en la cual la red posee un único canal de comunicaciones a la que se conectan todos y cada uno de los elementos del sistema, los mismos que envían y reciben todos los mensajes a través del medio de

comunicación. Esta topología es de fácil implementación y crecimiento en la red, posee una arquitectura simple. [27]

TOPOLOGÍA EN MALLA: La topología en malla es aquella en que todos los equipos integrantes de una red se conectan a todos los demás. [27]

Aplicaciones: Las aplicaciones de las redes de sensores son diversas: [28]

- Área militar Monitoreo, cambio climático, monitoreo del nivel mar, etc.
- Salud Provisión de interfaces para monitoreo de estructuras, diagnóstico de enfermedades, etc.
- Agricultura Algunos ejemplos son el monitoreo de condiciones ambientales que afectan los cultivos, detección de incendios en bosques, detección de inundaciones, estudio de contaminación, etc.

ZigBee (IEEE 802.15.4) ZigBee con el protocolo subyacente 802.15.4 incluye multisalto, lo que implica que un mensaje puede utilizar varios saltos en las ondas de radio para llegar a su destino. Los nodos no tienen asignados intervalos específicos de tiempo, sino que han de competir para acceder al canal. Esto permite el acceso de más usuarios al medio inalámbrico, pero introduce incertidumbre en el sistema, ya que la demora y el consumo de energía aumentan cuando un nodo está esperando su turno. [29]

Bluetooth (IEEE 802.15.1) Bluetooth es un sistema diseñado como una red inalámbrica de área personal, su principal aplicación es la conexión de dispositivos a una computadora personal. Se han realizado prototipos de redes de sensores basadas en Bluetooth, los nodos organizados en pico redes con un nodo maestro y un máximo de siete nodos esclavos activos. Puede haber varios nodos esclavos en estado pasivo en la red, el maestro interroga los nodos esclavos activos continuamente. [29]

WiFi (IEEE 802.11g) WiFi es un protocolo de salto-único para redes ad-hoc que provee algunas funcionalidades de ahorro de energía, en general está orientado a altas tasas transmisión, y los transceptores disponibles requieren una cantidad mayor de energía. Se requiere que los nodos estén permanentemente escuchando al medio, ya que podrían tener que recibir un frame en cualquier momento. [29]

2.4 Plataformas de Hardware Libre

Las plataformas de hardware libre son elementos tangibles cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público y estos pueden ser estudiados, modificados, recreados y distribuidos por cualquier persona. Esto permite experimentar en las plataformas de hardware libre, modificando el código fuente o el esquema original y logrando crear distintas aplicaciones para una misma plataforma. El término hardware libre se ha usado principalmente para reflejar el uso del software libre con el hardware y el lanzamiento libre de la información con respecto al hardware, a menudo incluyendo el lanzamiento de los diagramas esquemáticos, diseños, tamaños y otra información acerca del hardware. De todos modos, incluye el diseño del hardware y la distribución de los elementos en la tarjeta madre.

Kit de desarrollo Samsung ARTIK

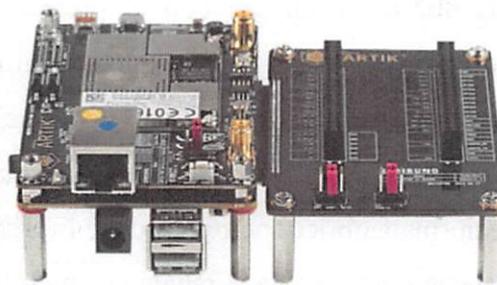


Figura 1 ARTIK 710 [30]

ARTIK de Samsung es la plataforma de IoT integrada que proporciona el camino más rápido para ofrecer productos y servicios de IoT seguros, interoperables e inteligentes. Unifica el hardware, el software, la nube, la seguridad y el ecosistema de socios en una sola oferta integrada. Oculta la complejidad inherente de IoT detrás de API, SDK y herramientas de fácil uso, abiertas y de grado empresarial. Permite que cualquier dispositivo interactúe con cualquier dispositivo, aplicación o servicio de terceros. [30]

Con los módulos ARTIK de Samsung, las API en la nube y las herramientas, las empresas pueden proporcionar rápidamente nuevas soluciones de IoT al mercado, aprovechar nuevos flujos de ingresos y hacer crecer su negocio. El kit de desarrollo ARTIK es un conjunto de módulos diferentes presentados en la familia de productos ARTIK. [30]

Kit de desarrollo SensorTile



Figura 2 STMicroelectronics [30]

El kit de desarrollo SensorTile de STMicroelectronics quizás es uno de los productos de menos de USD 100. Creado con la intención de demostrar capacidad para aplicaciones de IoT de baja potencia, este kit de desarrollo ofrece muchas capacidades adicionales. Para el verdadero desarrollador, este kit admite la expansión de las capacidades de SensorTile; por ejemplo, un módulo basado en STM32. Abarca herramientas y bibliotecas de software y firmware para evaluar el rendimiento del sensor, lo que incluye una aplicación móvil dedicada para respuesta del sensor en tiempo real. [30]

Thunderboard Sense 2



Figura 3 Thunderboard Sense 2 [30]

El entorno centrado en los desarrolladores de Thunderboard Sense 2 permite acelerar y simplificar el diseño de una solución personalizada habilitada para la nube. La serie de sensores integrados proporciona datos inerciales, del entorno y de audio en tiempo real, y permite implementar rápidamente los nodos de sensores en la nube. Thunderboard Sense 2 está menos preparada para ser usada en módulos, en comparación con la placa similar Sensor Tile, pero el esquema completo de la placa, el código fuente de la aplicación móvil y el código para analítica de datos y la nube son de código abierto, lo que significa que puede adaptar rápidamente la placa en función de su aplicación. Un núcleo ARM Cortex M4 con 256 KB de RAM y 1024 MB de memoria Flash, una configuración de radio de 2,4 GHz con una antena

incorporada y 7 sensores integrados diferentes convierten a esta placa de desarrollo en una excelente opción para comenzar a construir su aplicación en la IoT. [30]

Kit de desarrollo i.MX8

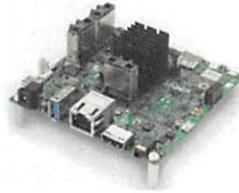


Figura 4 i.MX de NXP [30]

La familia de procesadores de aplicaciones i.MX de NXP es una de las series de procesadores de 32 y 64 bits más exitosas hasta la fecha, independientemente de la aplicación. En el conjunto de diferentes procesadores de aplicaciones, la subserie más reciente es la i.MX8, que es la más potente de las 5 series que están disponibles en la actualidad y está diseñada para aplicaciones multimedia. La familia de procesadores i.MX8M se basa en ARM Cortex-A53 y ARM Cortex-M4 para procesamiento de audio, voz y video líder en la industria. [30]

Kit de desarrollo Jetson TX2



Figura 5 Kit de desarrollo Jetson [30]

Informática periférica, inteligencia artificial y supercomputadoras: todos son términos populares de la industria. No obstante, esta increíble placa de desarrollo de NVIDIA

combina esos tres componentes. Diseñada como innovación para el módulo Jetson, esta placa de desarrollo incluye una de las GPU más potentes de la industria a fin de permitirles a los usuarios crear redes neuronales para una variedad de aplicaciones diferentes y ejecutar análisis de IA en un nodo periférico de baja potencia. La cantidad de aplicaciones en las que esta supercomputadora podría resultar valiosa es infinita, y NVIDIA ha creado el ecosistema completo Jetson para hacerlo posible. El kit de desarrollo ofrece el módulo en sí mismo, junto con guías de diseño y todo el hardware necesario. Además, es compatible con las bibliotecas para SDK Jetpack de NVIDIA, lo cual permite una rápida implementación. [30]

Raspberry Pi

Es un ordenador de placa reducida, ordenador de placa única u ordenador de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation, con el objetivo de estimular la enseñanza de informática en las escuelas

Hardware libre o con derechos de marca, en su web oficial explican que disponen de contratos de distribución y venta con dos empresas, pero al mismo tiempo cualquiera puede redistribuir las tarjetas Raspberry Pi, es un producto con propiedad registrada, manteniendo el control de la plataforma, pero permitiendo su uso libre tanto a nivel educativo como particular.

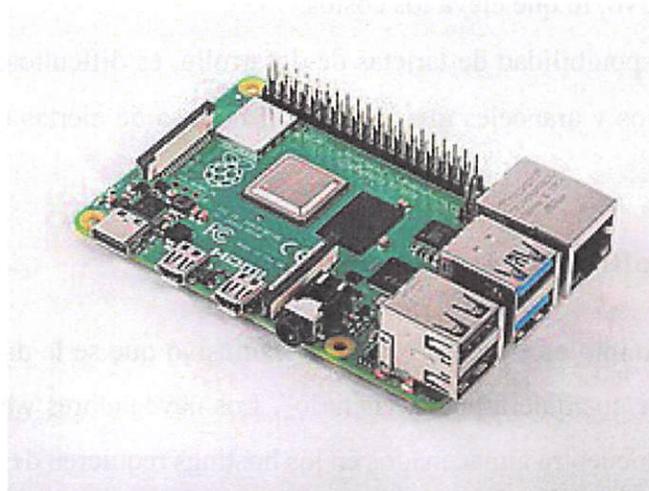


Figura 6 Raspberry Pi 4 [31]

El software sí es de código abierto, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada Raspbian, aunque permite usar otros sistemas

operativos, incluido una versión de Windows 10. En todas sus versiones, incluye un procesador Broadcom, memoria RAM, GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet (el primer modelo no lo tenía), 40 pines GPIO (desde la Raspberry Pi 2) y un conector para cámara. Ninguna de sus ediciones incluye memoria, siendo esta en su primera versión una tarjeta SD y en ediciones posteriores una tarjeta MicroSD.

Ventajas

Las ventajas del Hardware son las siguientes:

- Independencia tecnológica, permite a las naciones no depender de ninguna otra que le provea los recursos necesarios para su desarrollo.
- Favorece la calidad del hardware, a los estándares abiertos y que sean más económicos.
- El trabajo colaborativo sobre los diseños permite la reutilización y la adaptación de los mismos.
- Reduce los costos y tiempos de diseño en sus trabajos.
- Se permite la escalabilidad de prototipos en alianzas con productoras globales.

Desventajas

Existen algunas desventajas del hardware libre se detallan a continuación:

- Los diseños son específicos y únicos, dificultando su reproducción.
- Se requiere de etapa de pruebas de los componentes, para luego fabricar el dispositivo, lo que eleva los costos.
- La disponibilidad de tarjetas de desarrollo, es dificultoso en el país ya que existen impuestos y aranceles que impiden el ingreso de ciertas tarjetas, ya que su costo es elevado.

2.5 Software y Aplicaciones Web

“Un dominio es el nombre único y exclusivo que se le da a un sitio web en internet para que cualquiera pueda visitarlo”. Los navegadores web para acceder a los sitios que se encuentra almacenados en los hostings requieren de una dirección IP para saber dónde se encuentra dicho servidor. La principal ventaja del dominio en un sitio web es permitir al usuario de una forma más fácil acceder a la dirección del servidor, antes que ingresar toda su extensa IP para acceder al servidor [30].

2.5.1 Hosting

Hosting u hospedaje web es un servicio que brinda a los usuarios de internet la posibilidad de almacenar información, imágenes, videos o cualquier tipo de contenido que sea accesible a través de la web [31]. Existen varios tipos de web hosting, entre ellos están:

Alojamiento Gratuito: Este tipo de alojamiento tiene varias limitaciones comparado con un alojamiento de pago. Estos servicios al ser gratuitos agregan una gran cantidad de publicidad en los sitios lo que ocasiona un espacio y trafico molesto y limitado [31].

Alojamiento Compartido: En este tipo de servicio se hospedan varios clientes de distintos sitios en un mismo servidor, con ayuda de la configuración del programa del servidor web. Siendo una alternativa buena para pequeños y medianos clientes debido a su costo y rendimiento [31].

Servidores Virtuales: Son conocidos como VPS (Virtual Private Server) debido al uso de una máquina virtual, la empresa ofrece un control total al seleccionar los programas que se ejecuten en el servidor y de esta manera administrar varios dominios de formas fáciles y económicas [31].

Servidores Dedicados: Este término hace referencia a la forma avanzada de alojamiento web en la que se alquila a un cliente un ordenador completo, el cual es el encargado de administrarlo en su totalidad, siendo la empresa de alojamiento la encargada del cuidado físico de la máquina y de la conectividad a internet [31].

Servidores Semi-Dedicados: Consta del mismo servicio que el servidor dedicado, pero con un servidor compartido, esto permite a la empresa de alojamiento brindar varios tipos de planes para cubrir las necesidades de los clientes [31].

2.5.2 Protocolo HTTP

HTTP (HyperText Transfer Protocol o Protocolo de Transferencia de Hipertexto) es un protocolo que pertenece a la capa de aplicación del modelo TCP/IP, por lo que se convierte en el protocolo más importante de la web. HTTP está conformado por dos tipos de programas: un programa cliente y un programa servidor. Estos dos programas son ejecutados en diferentes hosts y su medio de comunicación es a través de intercambios de mensajes HTTP. [32]

2.5.3 Servicio Web

Según el consorcio W3C, a los Servicios Web se los define como sistemas de software diseñados para soportar una interacción interoperable máquina a máquina sobre una red. Estos Servicios Web generalmente son considerados como APIs Web y para acceder a ellas se requiere de una red conocida como internet y son ejecutadas en los sistemas que los alojan [33].

Los Servicios Web alojan varios tipos de sistemas, aunque el caso más común que se encuentra son los clientes y servidores los cuales se comunican mediante mensajes XML que se basan en el estándar SOAP (Simple Object Access Protocol), sin embargo, en los últimos años se ha hecho popular un estilo de arquitectura de software conocido como REST (Representational State Transfer) [33].

REST es un estilo de arquitectura de software para sistemas distribuidos tales como la web, siendo su principal función centrarse en los estándares HTTP y XML para enviar datos sin requerir de una capa adicional. Las operaciones se solicitarán mediante POST (encargado de crear un recurso en el servidor), GET (encargado de obtener un recurso), PUT (encargado de cambiar el estado de un recurso o actualizarlo) y DELET (encargado de eliminar un recurso), de esta forma se puede evitar implementaciones especiales para consumir estos servicios. Aunque si se desea optimizar el rendimiento y funcionar en dispositivos de bajos recursos se puede utilizar JSON en vez de XML como un contenedor de información [34].

Lenguajes de programación para la Web

Desde que surgió internet fueron existiendo ciertas demandas por parte de los usuarios y esto se solucionaba mediante lenguajes estáticos, pero a medida que pasaron los años y las tecnologías fueron en desarrollándose surgieron nuevas demandas por parte de los usuarios por lo que se creó lenguajes de programación dinámicos, los cuales permitían realizar interacciones con usuarios y bases de datos [36].

Los lenguajes de programación web más comunes:

Lenguaje HTML HTML (Hyper Text Markup Language). Este lenguaje es uno de los primeros en aparecer ya que gracias a él se podía publicar sitios web. Fue desarrollado por la World Wide Web Consortium (W3C) y sus extensiones pueden ser (htm o html) [36].

Lenguaje JavaScript Este es un lenguaje interpretado ya que no requiere compilación, siendo utilizado principalmente en páginas web y su formato es similar a Java, aunque no es un lenguaje orientado a objetos y no dispone de herencias. Este lenguaje es soportado por la mayoría de los navegadores en sus últimas versiones [36].

Lenguaje PHP. PHP (Hypertext Pre-processor), es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor y se lo utiliza para la creación de páginas web dinámicas, paginas embebidas en HTML que son ejecutadas en el servidor, PHP no requiere de compilación para ejecutarse y sus archivos tienen extensiones php [36].

Lenguaje Python Este lenguaje es comparado con Perl y los usuarios lo denominan como un lenguaje más limpio para programar lo que permite la creación de todo tipo de programas incluyendo páginas web y su código no requiere ser compilado [36].

2.6 Propuesta de Solución

La implementación de solmáforos en Unidades Educativas de la ciudad de Ambato permitirá educar y concientizar directamente a niños, sobre los efectos dañinos del sol, midiendo y mostrando los niveles de radiación ultravioleta (UV), a través de un código de colores determinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con recomendaciones para protegerse de la radiación solar de acuerdo con la intensidad. Ofreciendo una solución eficaz y directa en la prevención de cáncer de piel.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la Investigación

El presente proyecto se realizó utilizando los siguientes tipos de investigación:

Investigación Aplicada.

Investigación aplicada porque mediante el uso de tecnologías que existen en el mercado, se implementó un prototipo funcional, adecuado para solucionar el problema planteado.

Investigación de Campo.

Investigación de campo, se utilizó para poder obtener información acerca de la incidencia del Cáncer de Piel en la ciudad de Ambato estos datos fueron facilitados por SOLCA, también se realizó una investigación de la Unidad Educativa donde se realizó el sistema de monitoreo, y permitió al investigador adquirir información relevante de para ajustar el sistema al ambiente al cual va a estar expuesto.

Investigación Bibliográfica.

La investigación es bibliográfica en bases de datos y repositorios de la institución, debido a que la información recopilada sobre el tema principal se obtuvo mediante consultas en artículos científicos, artículos académicos, tesis de grados y publicaciones en el internet, gracias a esto se pudo ampliar conocimientos y obtener más información sobre el funcionamiento de los dispositivos que se utilizaron en el desarrollo del proyecto.

3.2 Operacionalización de Variables u Objetivos

La operacionalización de variables permite la preparación de metodologías bajo criterios de estudio tales como la conceptualización, cálculo, indicadores e ítems necesarios para la aplicación de las técnicas de recolección de información. Cada una de estas técnicas permite forjar una idea perfeccionada del tema de investigación a tratar.

3.3 Recolección de Información

La información fue obtenida, mediante recopilación fuentes y referencias bibliográficas realizadas en revistas de investigación científica, publicaciones, libros y artículos provenientes de internet, la información es contrastada de acuerdo con los datos aportados que permitió plantear estrategias en la solución del problema planteado.

3.4 Procesamiento y Análisis de Datos

Para la realización del sistema fue necesario el procesamiento y análisis de datos se requiere realizar las siguientes actividades:

- Procesar la información recolectada de las investigaciones.
- Contrastar la información obtenida para elaborar un solmáforo.
- Identificar la mejor tecnología que se encuentre en el mercado para la implementación del prototipo de solmáforo.

3.5 Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto se establece los siguientes pasos:

- Estudio de los sensores de radiación que existen en la región
- Análisis de la situación actual de la radiación en la ciudad.
- Análisis de la variable a monitorear para el presente proyecto.
- Determinación de técnicas y equipos para sensorización de radiación UV.
- Selección de equipos.
- Diseño del sistema de comunicaciones para el monitoreo y alertas preventivas.
- Realización del prototipo para Unidades Educativas de la ciudad de Ambato.
- Realización de pruebas y corrección de errores.
- Realización del informe final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Introducción

4.1.1 Identificación, descripción y diagnóstico del problema

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Ambato, Provincia Tungurahua, ya que es una ciudad con mucho sol y altos niveles de rayos UV, es por esto que el presente proyecto de investigación está enfocado en la monitorización y alerta de radiación solar UV en la Unidad Educativa UK, ya que apoya a los padres y el personal escolar en la toma de medidas para proteger a los estudiantes del fuerte sol y prevenir el cáncer de piel en el futuro, con el control del índice UV durante las horas de clases, se determina si los niveles son adecuados para la realización de actividades al aire libre, estas condiciones de niveles de radiación UV son aspectos muy importantes para el proyecto, según lo señala la Organización Mundial de la Salud. “Los colegios constituyen un medio esencial para transmitir el mensaje a los jóvenes. Se debe alentar a los profesores y a las asociaciones que los representan a que abanderen la causa e incluyan proyectos de concienciación y protección contra la radiación UV en el sistema educativo.”

Además, se realizó un estudio con retrospectiva de los expedientes clínicos evaluados, con diagnóstico de cáncer de piel del período 2017- 2019 se realizó un estudio prospectivo con los pacientes que asisten a la consulta en SOLCA Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador, se analizaron casos y el tipo de cáncer de piel, mediante esto se busca determinar la incidencia del cáncer de piel en la ciudad, conociendo la ocupación del paciente y su lugar de residencia.

La Provincia de Tungurahua de acuerdo a los datos estadísticos facilitados por SOLCA e IESS tiene una alta incidencia de cáncer de piel, el principal factor es la exposición excesiva a radiación solar ultravioleta ya que ocasiona varias alteraciones crónicas de la piel y ojos, que se describen a continuación.

Efectos sobre la piel

Melanoma maligno cutáneo: El Melanoma maligno cutáneo es un tipo de cáncer de la piel potencialmente mortal. [32]

Carcinoma espinocelular: El Carcinoma espinocelular es un cáncer que generalmente avanza con menor rapidez que el melanoma ocasiona la muerte con menor frecuencia. [32]

Carcinoma basocelular: El Carcinoma basocelular es un cáncer cutáneo de crecimiento lento que predomina en personas de la tercera edad. [32]

Foto envejecimiento: El foto envejecimiento es una enfermedad que causa la pérdida de la firmeza de la piel y aparición de queratosis solar. [32]

Efectos sobre los ojos

Los efectos agudos conocidos como fotoqueratitis (inflamación de la córnea) y foto conjuntivitis (inflamación de la conjuntiva). Dentro de los efectos crónicos de las radiaciones ultravioleta, se encuentran:

Cataratas Las cataratas es una enfermedad de los ojos en la que el cristalino se va opacando poco a poco, lo que va disminuyendo la visión y acaba causando ceguera. [32]

Pterigión: El pterigión es una enfermedad que produce carnosidad blanca o de color crema que aparece en la superficie ocular. [32]

Carcinoma epidermoide de la córnea o de la conjuntiva: El Carcinoma epidermoide de la córnea es un tumor raro de la superficie ocular. [32]

4.1.2 Factores ambientales de naturaleza física

La excesiva exposición al sol, puede provocar daños en la salud, según la intensidad y la concentración de estos. los riesgos de la radiación UV para la salud, así como para cambiar las actitudes y el comportamiento de las personas con respecto a la exposición a la radiación UV. El IUV debe dirigirse especialmente a los grupos de población

vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas, y debe servir para informar a la población sobre los diversos efectos de la radiación UV sobre la salud, como las quemaduras solares, el cáncer de piel y el envejecimiento de la piel, o las alteraciones oculares y del sistema inmunitario.

Las recomendaciones de acuerdo a los riesgos y efectos adversos para la salud debido a la sobre exposición de radiación ionizante o no ionizante de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2 Riesgos de la radiación. [33]

FACTOR DE RIESGO FÍSICO	EJEMPLOS DE FUENTE GENERADORA DE	EJEMPLOS DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL
RADIACIONES IONIZANTES	RAYOS X	DELANTAL PLOMADO, APANTALLAMIENTO PLOMADO, ENCERRAMIENTOS, CONTROL EN EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN
	RAYOS GAMA	
	RAYOS BETA	
	RAYOS ALFA	
	NEUTRONES	
RADIACIONES NO IONIZANTES	RADIACIÓN UV	APANTALLAMIENTOS, CONTROL EN EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN, COLIMADORES, ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL SOMBRILLA, GORRA, GAFAS Y CREMA SPF 50+
	RADIACIÓN VISIBLE	
	RADIACIÓN INFRA	
	MICROONDAS	
	RADIOFRECUENCIAS	

Los riesgos de la radiación UV para la salud, así como para cambiar las actitudes y el comportamiento de las personas con respecto a la exposición a la radiación UV. Están dirigidos especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y personas de la tercera edad.

A pesar de la importancia de la radiación solar para la salud, la mayoría de los habitantes de Ambato desconocen, que, en una ciudad situada a 2.500 metros sobre el nivel del mar, el efecto de los rayos solares es más peligroso que en las ciudades de la costa, esto se evidencia en la figura 7. Es importante considerar que estas cantidades son mucho más sensibles al estado de la atmósfera y dependen de múltiples factores tales como: nubes, aerosoles, reflectividad del suelo (albedo), altura del lugar, espesor de la capa de ozono, etc., todos los cuales hacen mucho más complejo su estudio. Estas radiaciones tienen bastante energía para producir daño y perjuicios en sistemas biológicos. Bajo condiciones normales, radiaciones de longitudes de onda menores que 290 nm no llegan prácticamente a la superficie de tierra. Cada especie de ser vivo,

incluyendo individuos diferentes dentro de una misma especie, tienen una respuesta diferente a una irradiancia solar ultravioleta (UV). [34]

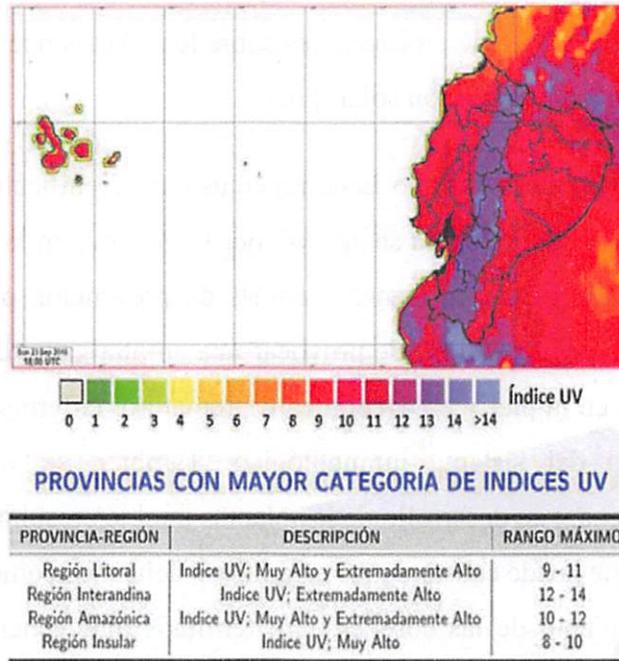


Figura 7 Radiación UV Ecuador [35]

Además, se puede observar en la figura 7 la alta incidencia de radiación solar es en la cordillera de los Andes, ciudades como Quito Cuenca Ibarra y Ambato cada año presentan niveles extremos de radiación de acuerdo a los reportes del INAMHI.

La capital de Ecuador Quito a es una de las ciudades que más afectada, debido a que los rayos UV llegan de forma directa, por esto el Municipio de Quito ha implementado sistemas de medición de radiación solar para poder alertar a la población. La secretaria del Ambiente de la Alcaldía de Quito ha instalado un radiómetro y varios solmáforos que detalla la Tabla 3.

Tabla 3 Dispositivos de medición de radiación UV Quito [36]

SOLMÁFOROS
RADIÓMETRO JIPIJAPA
SECTOR NORTE: SOLMÁFORO PARQUE BICENTENARIO
SECTOR CENTRO: SOLMÁFORO PARQUE ITCHIMBÍA
SECTOR SUR: SOLMÁFORO PARQUE LAS CUADRAS

La secretaria del Ambiente en Quito desde hace cuatro años, monitorea de forma permanente la calidad de aire en Quito, la cual da información inmediata y actualizada desde distintos puntos de la ciudad, para que la población pueda conocer el índice de radiación UV y tome precauciones sobre los efectos nocivos que causa la exposición prolongada a la radiación solar. [36]

El agotamiento del ozono tiene repercusiones significativas de salud y económicas para el país, el problema se agrava, por lo general, en la región andina ya que pocas ciudades de Ecuador. Tienen medidas de prevención para la sobreexposición a la radiación UV, y esto puede provocar una amplia gama de efectos en la salud, como cánceres en la piel y envejecimiento prematuro, enfermedades oculares (cataratas) y supresión del sistema inmunológico. También se ven afectados los procesos fisiológicos y de desarrollo de las plantas también resultan afectados por la radiación UV-B, que puede causar daños en cultivos delicados como la soya y el arroz y reducir el rendimiento de las cosechas. En términos más generales, los incrementos de la radiación solar UV podría afectar los ciclos bioquímicos terrestres y acuáticos.

Es por esto que para el Ecuador reducir y eliminar las sustancias agotadoras del ozono (SAO's), es primordial el control y restricción del consumo de CFC y otras SAO, es por ello que el Ministerio de Industrias y Productividad, tomo medidas por el ozono, ya que es una de las Partes del Protocolo de Montreal, con el objetivo de evaluar la implementación de los proyectos concernientes al mencionado Protocolo, así como para concebir medidas correctivas, actividades emergentes y elementos claves para cumplir con las metas establecidas, tratar temas a fin de homogenizar niveles de información entre las Unidades Nacionales de Ozono de la región y fomentar el intercambio de datos entre las Unidades. Por esto se adquirieron dispositivos que informen sobre los índices de radiación ultravioleta y que estén al alcance de los ciudadanos, 5 solmáforos los cuales fueron instalados en las ciudades de Quito, Ambato y Cuenca. [18]

4.2 Interpretación de datos

El cáncer de piel o melanoma incluye el carcinoma baso celular y el carcinoma espinocelular son las enfermedades más comunes en la ciudad de Ambato. Los factores

de riesgo incluyen la exposición a los rayos ultravioleta, los fototipos 1 y 2, tener el cabello y ojos claros, la ascendencia europea y el vivir en áreas tropicales.

En los datos clínicos, registrados en SOLCA en el periodo 2017-2019 en el cantón Ambato, presentó un predominio en los de género masculino 199 (28.9%) en el año que corresponde 2019 como se observa en la Figura 8.

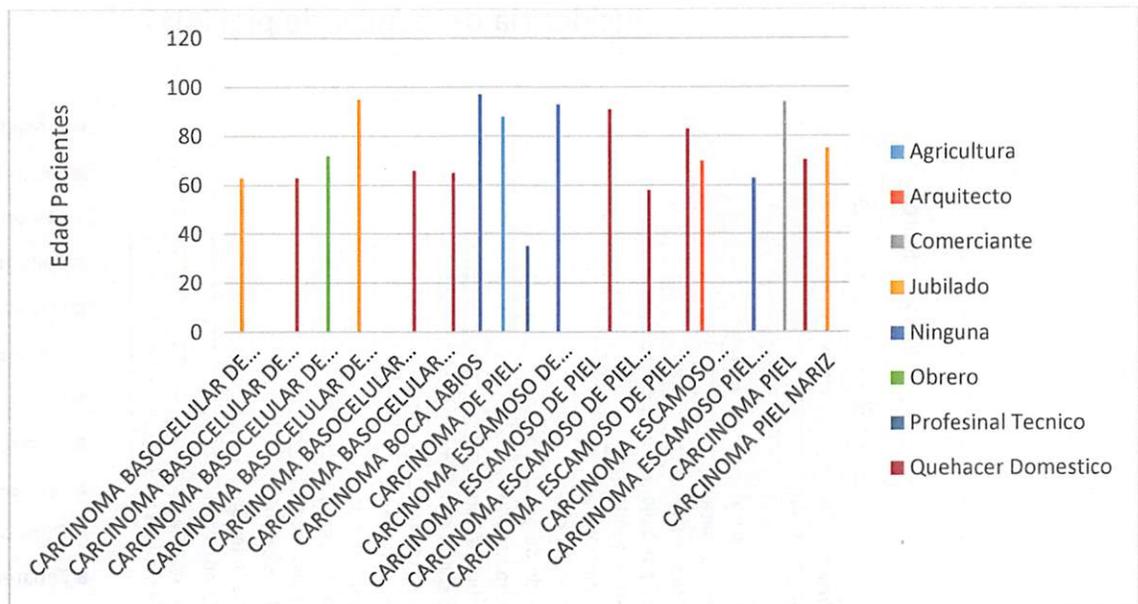


Figura 8 Investigación de campo (2019) SOLCA

Además, el rango de edad con mayor incidencia de cáncer de pie: es 56 - 54 años con una puntuación de 20, lo que representa 20,95% del total., como se observa en el análisis ilustrado en la Figura 9.



Figura 9 Incidencia del Cancer en el Ecuador "Melanoma maligno de Piel" [37]

En Ecuador, la cifra de enfermos de cáncer a la piel se ha incrementado considerablemente en los últimos cinco años la figura 9 muestra la incidencia solo del cáncer de piel tiene mayor incidencia en la Sierra, esto de acuerdo a datos de SOLCA y la Fundación Ecuatoriana de Psoriasis-Fepso, cuyas cifras las manejan también el Ministerio de Salud.

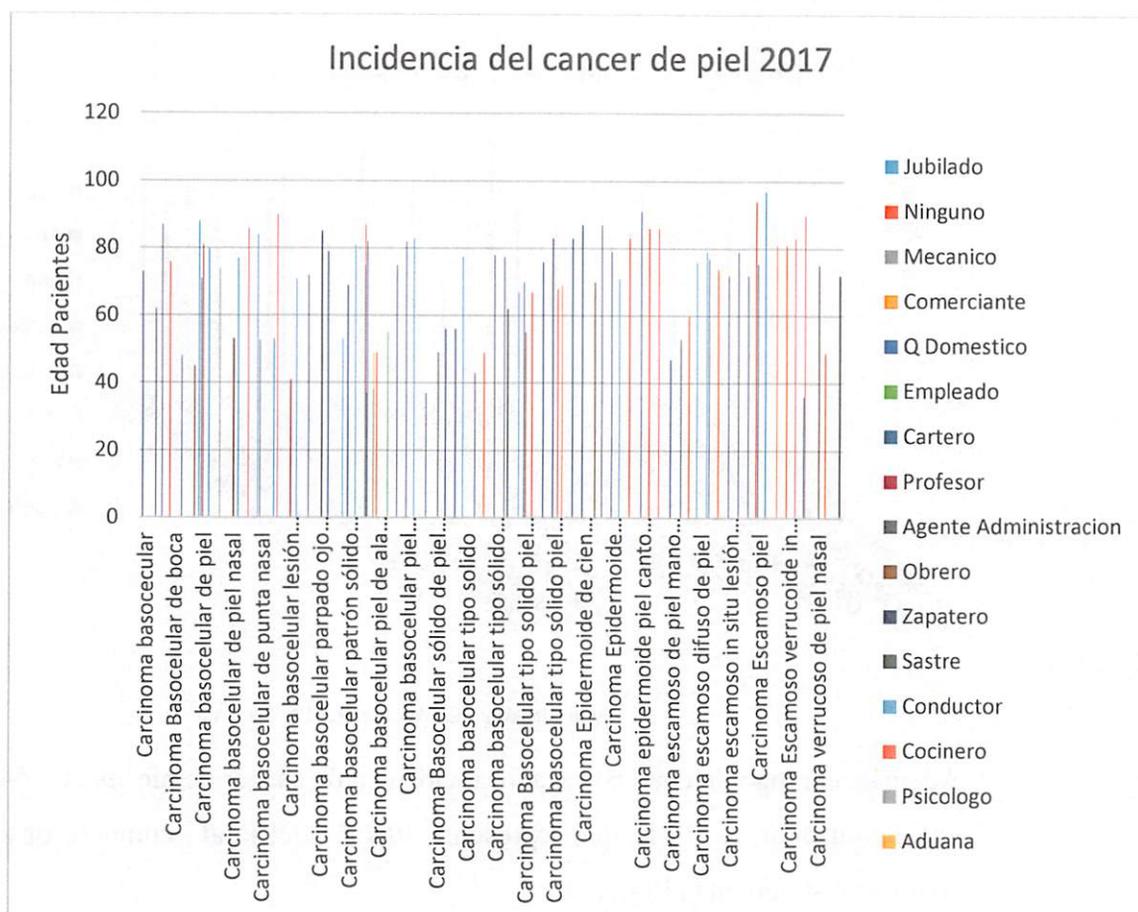


Figura 10 Investigación de campo (2019) SOLCA

En el 2017, se encontró con mayor incidencia de cáncer en el género femenino como se ve en la figura 10, en un rango de edad 70 años, se observó un aumento de C. Basocelular con el 70,55%, en los pacientes con la ocupación de Quehacer Domésticos.

Entre los grupos mayormente afectados en hombres y mujeres fueron de 50 – 74 años, pero con mayor incremento en los hombres en la figura 10, seguido del grupo de 45 a 59 años; mientras que en las mujeres tiende a sostenerse con tendencia al decrecimiento.

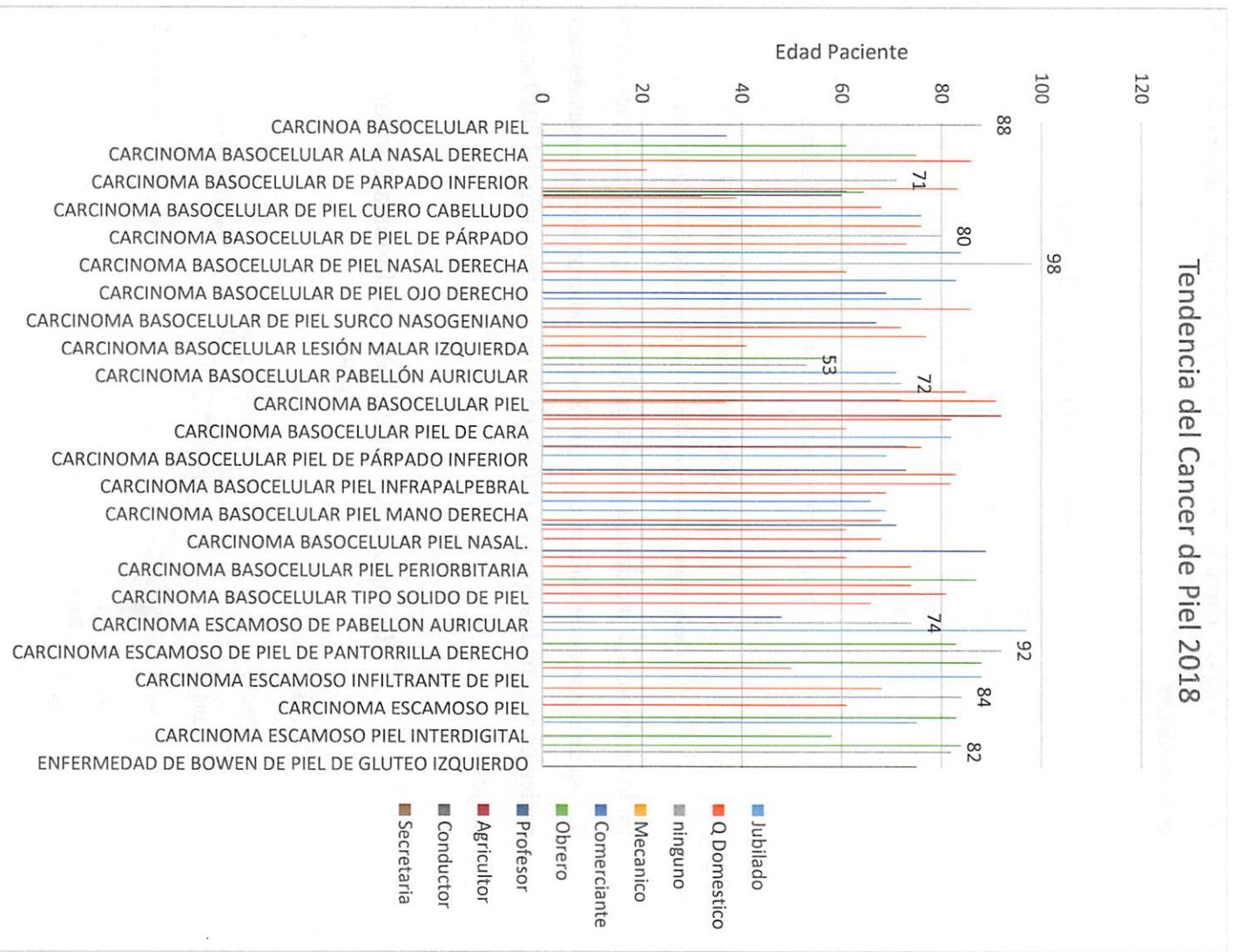


Figura 11 Incidencia de Cancer año 2018

Fuente: Realizado por el Investigador - Investigación de campo (2019) SOLCA

En el 2018, se encontró con mayor incidencia de cáncer en el género femenino, en un rango de edad 60 años, se observó un aumento de C. Basocelular con el 60,5%, en los pacientes con la ocupación de Quehacer Domésticos figura 11. En los tres años analizados la mayoría de personas ocupan cargos, donde realizan actividades al aire

libre en tiempos parciales o total lo cual les hace vulnerables a este tipo de enfermedades.

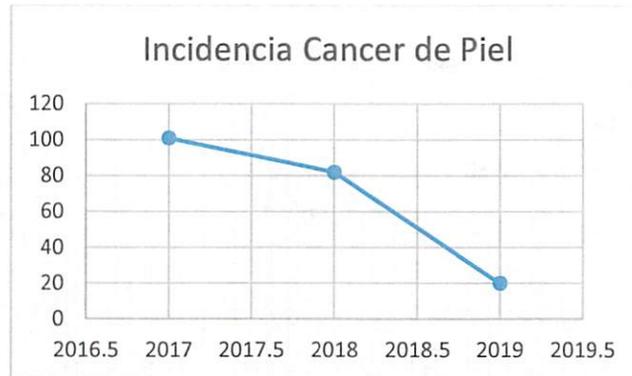


Figura 12 Incidencia Cancer de Piel del 2017- 2019

Fuente: Realizado por el Investigador - Investigación de campo (2019) SOLCA

En lo referente a la incidencia de cáncer figura 12 se observa una leve disminución en la tasa de reportes de cáncer, en el 2018 se atendieron 80 pacientes respecto a los 101 pacientes registrados en el año 2017, en el primer trimestre del 2019 se registran a 20 pacientes.

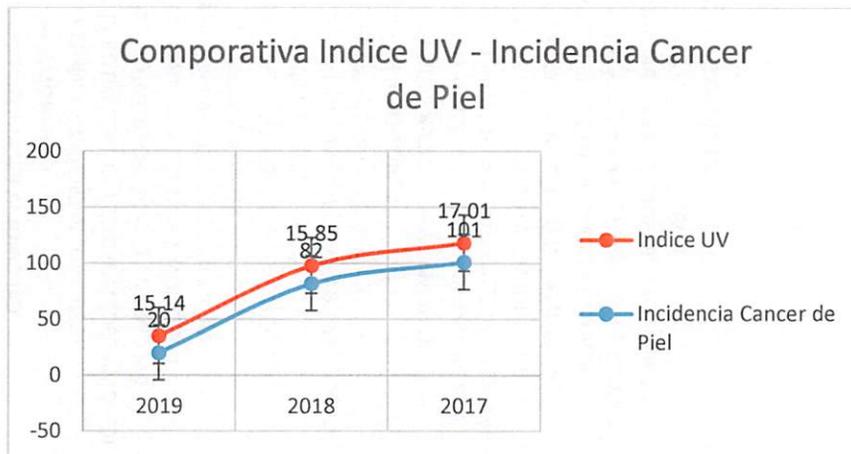


Figura 13 Comparativa entre Índice UV y la Incidencia de Cancer de Piel

Fuente: Realizado por el Investigador - Investigación de campo (2019) SOLCA

Si bien la incidencia de cáncer de piel muestra una reducción en la Figura 13, también está relacionado con el promedio de Índice de Radiación UV, donde se muestra la misma tendencia en cuanto al número de reportes de promedio anual realizado por el INAMHI. La realidad ambiental del Ecuador es pobre en cuanto a protección, en general, donde el desarrollo económico aún no ha sido compatible con un desarrollo

sostenible, permite que enfermedades como el cáncer de piel crezca, debido a la falta de acciones para la mitigación de cambio climático

4.2.1 Programas de prevención del Impacto de la radiación solar UV



Producido en colaboración con TROLLBACK + COMPANY | thelocalgoals@trollback.com | +1 312 826 1210
Para cualquier dato sobre la ubicación, por favor comuníquese con: info@trollback.com

Figura 14 ODS 2030 ONU [38]

En el Ecuador se necesitan urgentemente programas de protección solar para dar a conocer mejor los peligros para la salud de la radiación UV y para lograr cambios de los estilos de vida que frenen la tendencia al aumento continuo de los casos de cáncer de piel y cataratas, pterigios en ojos. El índice UV solar mundial debe constituir un componente importante de un enfoque de salud pública integrado y a largo plazo para la protección solar. [2]

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se detallan en la figura 14 representa una oportunidad histórica para unir a los países y las personas de todo el mundo y emprender nuevas vías hacia el futuro. Los ODS están formulados para erradicar la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar para todos, proteger el medio ambiente y hacer frente al cambio climático a nivel mundial. [38]

Garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal. Se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y para

hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud. Es por esto que el proyecto busca reducir los riesgos del cáncer de piel, con el fin de precautelar la vida de millones de personas a través de la prevención. [38]

4.3 Análisis de Factibilidad

La radiación solar ocurre varias veces al año, por lo que no es un tema aislado, sino más bien de generar una alerta con herramientas. Para lo cual es necesario crear medidas de prevención, sobre todo para proteger de los rayos solares a los niños y a las personas de la tercera edad.

4.3.1 Factibilidad Técnica

El desarrollo del proyecto es técnicamente factible, debido a que los materiales que se utilizaron para la construcción de sistema de monitoreo y alerta se encontraron con facilidad en las tiendas electrónicas a nivel nacional e internacional.

4.3.2 Factibilidad Económica

La factibilidad económica es posible, debido a que el investigador solventó los gastos de los dispositivos que se requirieron para la implementación del sistema de monitoreo y alerta.

4.3.3 Factibilidad Bibliográfica

El proyecto es factible, puesto que toda la información necesaria para la investigación se obtuvo de diversas formas como libros, artículos científicos, revistas, tesis de grado e instituciones relacionadas con el tema como son INAMHI, SOLCA y GAD Municipal Ambato.

4.4 Análisis del dispositivos y tecnologías del solmáforo

Es un instrumento vertical de paneles led y sensor óptico. La intensidad de la radiación se mide en un rango de 2 a 11, con sus equivalentes en colores verde, amarillo, naranja, rojo y violeta.



Figura 15 Solmáforo [39]

El solmáforo cuenta con cinco colores:

- El morado (Extremo) y Rojo (Peligroso): cuando el solmáforo este en estos colores, evita exponerte al sol, busca sombra y utiliza camisa manga larga, sombrero de ala ancha, lentes de sol y protector solar 50+ [40]
- Anaranjado (Alto) y Amarillo (Medio): busca sombra. Se recomienda usar camisas manga larga, sombrero de ala ancha, lentes de sol y protector solar 50+ [40]
- Verde (Bajo): cuando marca este color, puedes exponerte al sol con bajo riesgo. Además, se recomienda utilizar lentes de sol y protector solar 50+. [40]

Dicho código de colores ha sido adaptado, al índice publicado en 1995 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), considerando los factores especiales de la región andina. [38]

Es importante indicar, que en 2016 se instalaron cinco (5) solmáforos en los parques de Quito (3) y Cuenca (2), los cuales fueron gestionados por la Unidad Técnica de Ozono del Ministerio de Industrias y Productividad, apoyados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (actualmente ONU Ambiente).

4.4.1 Características de requerimiento técnicas del equipo:

A continuación, se describe el desarrollo del prototipo en base al diagrama esquemático presentado en la Figura. 16, el mismo que está formado por el sistema de

comunicación, los nodos de cada solmáforo y la central de monitorización y alerta. Cada una de las partes del sistema interactúa para generar alertas en caso de que los niveles de radiación sean elevados. Además, combina diversas tecnologías con el objetivo de interactuar con el usuario de forma visual.



Figura 16 Diagrama de Bloques del Sistema de Monitorización y Control

Fuente: Realizado por el Investigador

Para la estructuración del diseño del prototipo se requiere de 3 fases como se visualiza en la figura 16 y 17: la primera se enfoca en la investigación del método de comunicación, la segunda se encarga de seleccionar cada uno de los componentes a emplear en el prototipo y finalmente una vez determinado el hardware se selecciona el tipo de software.

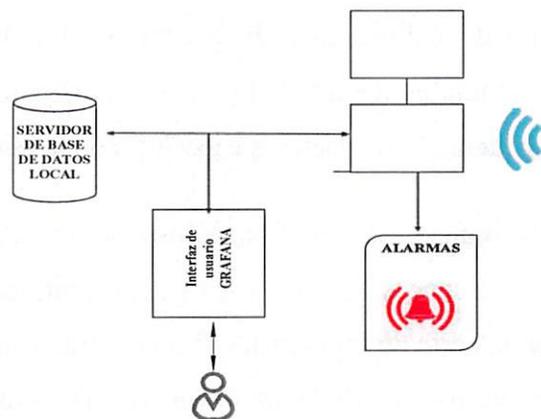


Figura 17 Diagrama unidad de monitoreo y alerta

Fuente: Realizado por el Investigador

El solmáforo se construyó utilizando el raspberry, que permite la conexión a la red WIFI, Bluetooth y ethernet que permite él envío de datos constante.

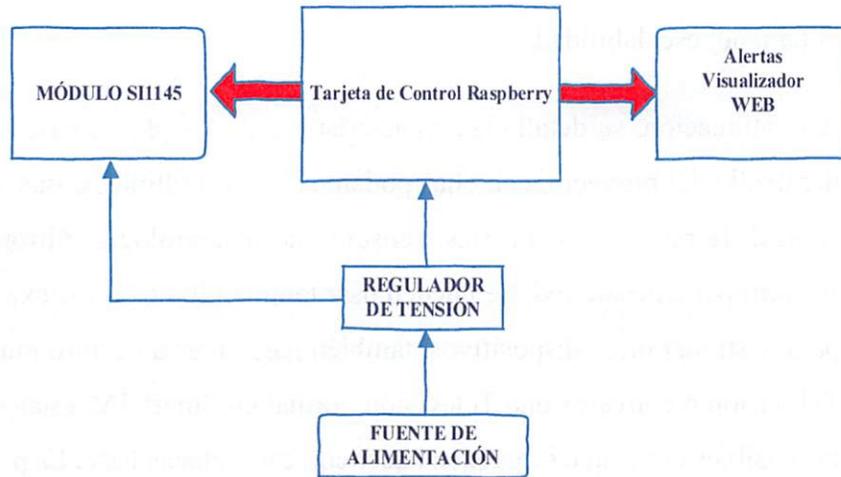


Figura 18 Diagrama de bloques Solmáforo

Fuente: Realizado por el Investigador

En caso de la pérdida de conectividad entre el solmáforo y el nodo central se inicia el proceso de respaldo y petición de reconexión cada 60 segundos. Mientras que el solmáforo tenga alimentación constante a 110V el monitoreo y alerta es constante, en caso de falta de energía se activa una batería de respaldo que permite registrar en la base de datos la información captada por el sensor. Pero el panel led P6 permanecería inactivo debido a que el consumo de energía es elevado.

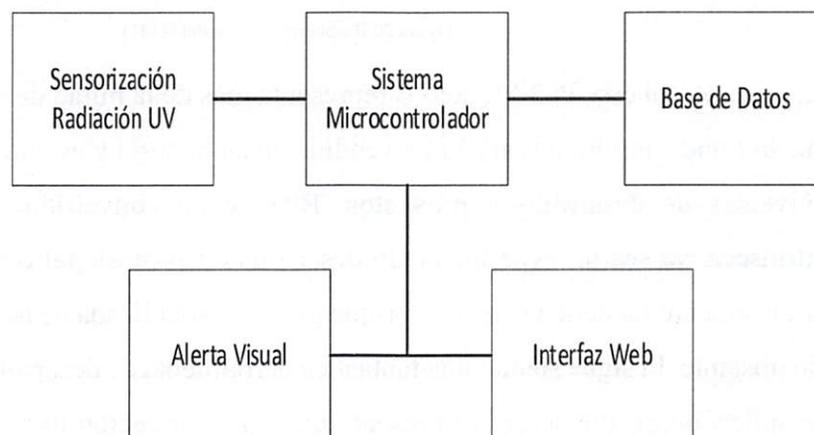


Figura 19 Diagrama de Flujo del Dispositivo

Fuente: Realizado por el Investigador

4.4.2 Sistema interno control electrónico

La finalidad del proyecto, es para ámbito social y educativo, un prototipo con el que se obtiene una solución real aplicado a un problema concreto, este es un punto crítico, el tamaño, escalabilidad, etc.

A continuación, se detalla las características de las placas base más idóneas para el desarrollo del proyecto, con ellas podemos hacer múltiples cosas, como, por ejemplo, control de persianas o puertas, sensores de meteorología, filtros de publicidad y/o firewall para nuestra red. Se pueden usar también junto con Alexa o Google Assistant para gestionar otros dispositivos, también para crear un centro multimedia en nuestra Televisión o convertir una Televisión normal en Smart TV, estas son sólo algunas de las posibles cosas que se pueden hacer con estas placas base. Es por eso que se realiza una comparativa para dar una visión de los diferentes tipos de hardware que existen para implementar en IoT.

Raspberry Pi 3 Modelo B



Figura 20 Raspberry Pi 3 Model B [41]

La placa Raspberry Pi 3 Modelo B representa más de la mitad del inventario completo que la Fundación Raspberry Pi ha vendido en su historia y es uno de los pilares de los universos de desarrollo y proyectos. RP3 se ha convertido en una herramienta intrínseca, ya sea un experimentado desarrollador profesional o un principiante, y es una excelente manera de crear su propia pieza personalizada de tecnología electrónica. No obstante, Pi sigue siendo una fantástica herramienta de desarrollo para una variedad de aplicaciones. Raspberry Pi presentó una nueva iteración llamada RP3 B+ que aún es una versión nueva con mejores características: [30]

Tabla 4 Comparativa Raspberry Pi B+ [41]

	RASPBERRY PI 3 MODEL B	RASPBERRY PI 3 MODEL B+
PROCESADOR	Broadcom BCM2837, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC
FRECUENCIA DE RELOJ	1,2 GHz	1,4 GHz
GPU	VideoCore IV 400 MHz	
MEMORIA	1GB LPDDR2 SDRAM	1GB LPDDR2 SDRAM
CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	2.4GHz IEEE 802.11.b/g/n Bluetooth 4.1	2.4GHz / 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac Bluetooth 4.2, BLE
CONECTIVIDAD DE RED	Fast Ethernet 10/100 Gbps	Gigabit Ethernet over USB 2.0 (300 Mbps de máximo teórico)
PUERTOS	GPIO 40 pines HDMI 4 x USB 2.0 CSI (cámara Raspberry Pi) DSI (pantalla tácil) Toma auriculares / vídeo compuesto Micro SD Micro USB (alimentación)	GPIO 40 pines HDMI 4 x USB 2.0 CSI (cámara Raspberry Pi) DSI (pantalla tácil) Toma auriculares / vídeo compuesto Micro SD Micro USB (alimentación) Power-over-Ethernet (PoE)
FECHA DE LANZAMIENTO	29/2/2016	14/3/2018
PRECIO	<u>45\$</u>	<u>65\$</u>

Arduino Uno

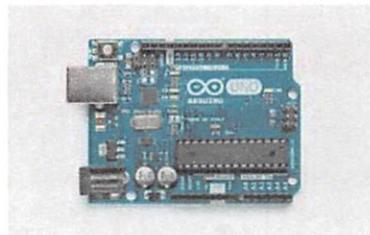


Figura 21 Arduino Uno [41]

La placa Arduino Uno Figura 21 se asocia comúnmente con fabricación y formación en electrónica, pero también se ha convertido en un estándar cercano para el desarrollo de hardware relevante para la industria. Si un componente es compatible con un microcontrolador, es probable que haya encontrado un lugar en un escudo de desarrollo compatible con Arduino. [30]

Tabla 5 Comparativa placa de Desarrollo

Fuente: Realizado por el Investigador

MODELO	ARDUINO UNO	KIT DE DESARROLLO JETSON TX2	DE RASPBERRY PI 3 MODELO B+
MICROCONTROLADOR	ATmega328P	ARM Cortex-A57 (quad-core)	A53 (ARMv8) 64-bit SoC
FRECUENCIA	16 MHz	2GHz +	1GHZ
RAM	32 KB	2GB – 4GB	1GB
SD CARD:	no	Si	si
CONECTIVIDAD	USB - Placas de expansión Shield	802.11a/b/g/n/ac 2x2 867Mbps Bluetooth 4.1	2.4GHz / 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac Bluetooth 4.2, BLE
NUMERO GPIO	14	40	40
CONSUMO ENERGÉTICO	bajo	elevado	elevado
COSTO	14\$	150\$	65\$



En la tabla 5 se expone tres de las tarjetas existentes en el mercado ecuatoriano, de las cuales se eligió la placa de desarrollo raspberry Pi 3 B+ que tienen características más cercanas a los requerimientos del proyecto. Se ha escogido Raspberry pi 3 B+ al ser una placa de hardware libre de prestaciones medias utilizado para lugares exteriores puede realizar un trabajo óptimo de recolección de datos sin la necesidad de manejar tecnologías de comunicación agregadas, cumple con las características en precio y beneficio para realizar las actividades IoT en cada lugar a analizar de la ciudad.

4.4.3 Etapa del Medio de Comunicación

La transmisión de datos, del prototipo, debido a las características que tiene escoger una tecnología inalámbrica, la cual comparta información entre todo el sistema, en la tabla 6 se ha realizado un análisis comparativo entre cinco tecnologías para conocer cuál de ellas es la que mejor se adapta al prototipo.

Tabla 6 Tecnologías de Comunicación

Fuente: Realizado por el Investigador

Tecnología	WiFi	WiMAX	GP RS	3G	WiMesh	Bluetooth
Estándares	802.11	802.16	GPRS	IMT2000	802.11s	IEEE 802.15.1
Radio de celda	0,01 - 0,1 km	50 Km	30 Km por celda	1-15km	30km	1 - 100 m
Banda de transmisión	2.4 GHz, 5 GH	2.3 GHz, 3.5 GHz	800 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz	1900 MHz, 2100 MHz	2.4 GHz, 5 GHz	2.4 GHz
Tasa de transmisión	54 Mbps	100 Mbps	114 kbps	2 Mbps	54 Mbps	1 Mbps
Modulación	PSK, QPSK, OFDM	OFDM	GMSK	QPSK - 16QAM	PSK	FHSS
Calidad de servicio cobertura	No	Si	No	Si	SI	No
Licenciada	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Seguridad	Media	Alta	Alta	Alta	Media	Baja



Para la comunicación se selecciona al módulo de Wifi, porque la velocidad de transmisión es configurable dependiendo de la distancia. Además, esta interfaz de comunicación es interna de la raspberry pi 3 B+, además es rápida ya que permite la transmisión de datos a alta velocidad, esta interfaz abarca una gran cantidad de dispositivos y tiene compatibilidad con equipos 5Ghz. El alcance es un parámetro principal por la distancia que se requiere para la transmisión de los datos del sensor.

Los parámetros del servicio de datos, estaría dentro de lo solicitado en el proyecto, en tres Campus de una Unidad Educativa de la ciudad de Ambato ubicadas en la zona norte, centro y sur. El análisis e impacto del cáncer de piel de manera específica para el norte, centro y sur de la ciudad, en base a las estadísticas proporcionadas de SOLCA la zona más afectadas son IZAMBA, Huachi Grande, Atocha, Ficoa y Pinllo es de manera considerable de que los puntos a seleccionar la recolección de datos para el sistema prototipo de monitoreo son los más próximos a las zonas de incidencia de cáncer.

Debido a la particularidad de que el dispositivo va a estar colocado en zonas abiertas como canchas y áreas verdes de la Unidad Educativa UK de Ambato, para garantizar una sola conectividad si estos se trasladasen de un lugar a otro, la tecnología Wifi nos ofrece la capacidad de permanecer siempre conectados dentro de las instalaciones, sin modificar parámetros en cada lugar, y al estar dentro de la Unidad Educativa existe muy bajas probabilidades de pérdida de conectividad ya que en el alrededor de los patios existe conectividad Wifi.

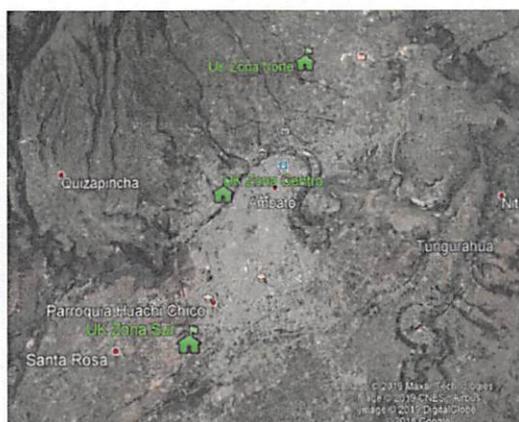


Figura 22 Puntos de medición ubicados en UK Google Maps

Fuente: Realizado por el Investigador

Después de analizar la tabla 6, la tecnología inalámbrica que da cobertura corresponde a la tecnología Wifi, debido a que esta tecnología, se convierte en la solución perfecta para transmitir información, ya que el prototipo se ubicara en los patios de la Unidad Educativa la cual cuenta con zona wifi y da acceso a internet, por lo que facilita el envío de datos a la nube, por lo contrario las demás tecnologías tendrían costos de operación en cuanto a servicios de acceso a la red, por este motivo se ha optado por la elección de esta tecnología como medio de comunicación para transmitir los datos entre todo el sistema.

4.4.4 Visualizador

Para el visor se utiliza un panel led p6 rgb de 64 x 32 cuadrados estos paneles se usan normalmente para hacer muros de video, en centros comerciales, autobuses y paradas, para mostrar animaciones o videos cortos.

Esta versión es la matriz led rgb de 64x32 de 4mm. no puede usar un Arduino UNO para conducir este tamaño, ¡es demasiado grande! es recomendado el uso Raspberry Pi, BBB u otro dispositivo que pueda manejar la visualización a matrices RGB y tenga suficiente RAM.

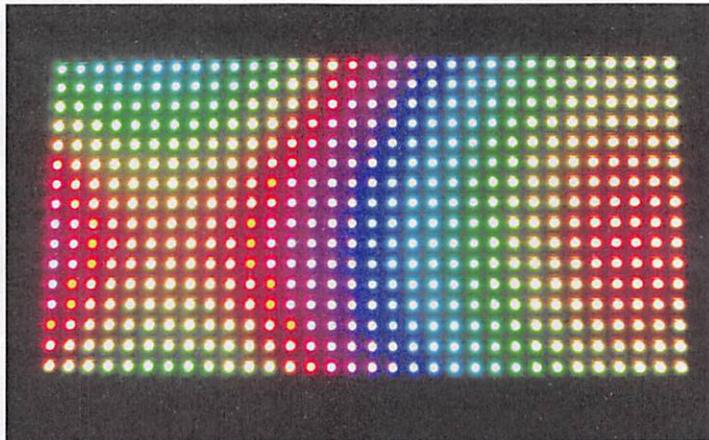


Figura 23 Matrix Led 32x64 P6 RGB

Este panel led P6 están más separados (una inclinación de 4 mm), por lo que no es necesario estar muy cerca para apreciarlo. Está hecho para verse bien en exterior, incluso con una vista de gran angular (160 grados) y se ve muy bien con luz ambiental. Para el control se utiliza una tarjeta adicional.

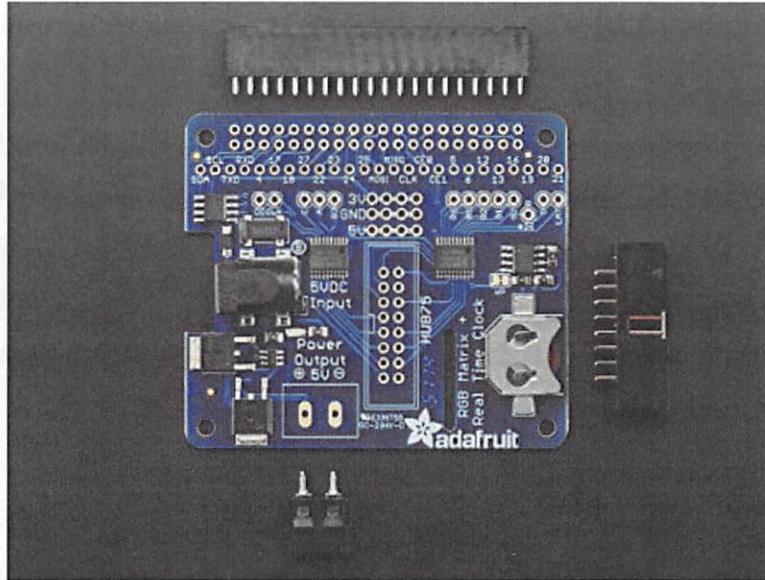


Figura 24 tarjeta panel led Matrix Hat

Esta matriz tiene 2048 LED RGB brillantes dispuestos en una cuadrícula de 64x32 en la parte frontal. En la parte posterior hay una PCB con dos conectores IDC (una entrada, una salida: en teoría, se pueden encadenar) y 12 pestillos de 16 bits que le permiten controlar la pantalla con una velocidad de escaneo de 1:16.

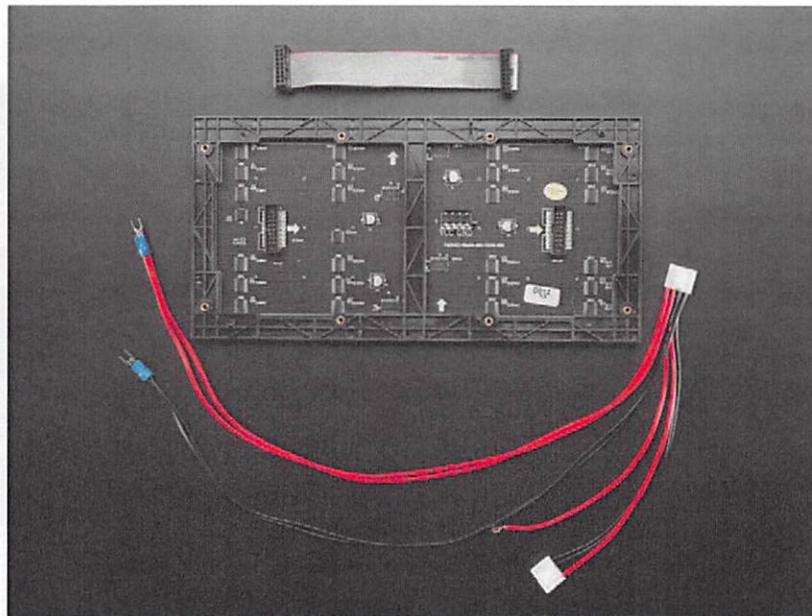


Figura 25 Matrix 32x64 P6 Conector de Energía y Cable de Datos Hub 75B

Estos paneles requieren 13 pines digitales (datos de 6 bits, control de 7 bits) y una buena fuente de alimentación de 5 V, hasta 4 A por panel. Estas pantallas están

diseñadas para ser controladas por FPGA u otros procesadores de alta velocidad, ya que no tienen control PWM integrado de ningún tipo.

4.4.5 Sensor de Radiación UV

Los sensores son dispositivos con la capacidad de adquirir valores de magnitudes físicas del medio y transformar en variables. La adquisición de datos está formada por los sensores que se encargan de la lectura de las variables, acondicionamiento de señal en un rango de voltaje y corriente soportado por el microcontrolador, el sensor de radiación UV determina el nivel de Índice UV. Las unidades que se desean medir son procesadas en el microcontrolador central en cada punto de medición de la Unidad Educativa consta de un punto de comunicación, el cual proporciona el medio de transmisión de datos hacia el servidor para el respectivo monitoreo.

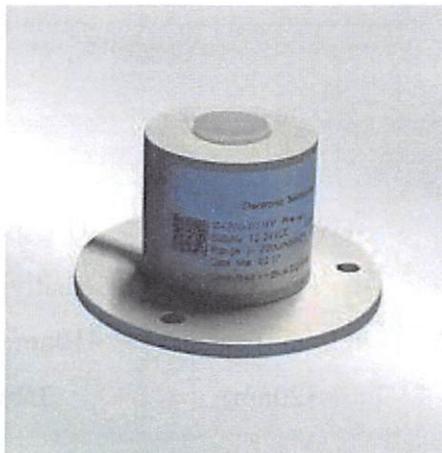
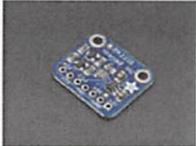


Figura 26 Sensor de radiación [42]

El sensor UV se utiliza para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta (UV) incidente. Esta forma de radiación electromagnética tiene longitudes de onda más cortas que la radiación visible.

Actualmente existen varios sensores en el mercado que miden radiación ultravioleta por esta razón es necesario una comparativa de estos. Los sensores de radiación UV del mercado poseen en sus circuitos integrados, únicamente una etapa de preamplificación de la señal, para realizar un análisis exhaustivo, el sensor también debe de requerir otra etapa de amplificación, los sensores que cumplen esta condición están expuestos en la tabla 7.

Tabla 7 Comparación de Sensores Ópticos UV

Modelo	ML8511 	VEML6070 	SI1145 
Dimensiones	10x12mm	10x12mm	20x17mm
Amplificador	Amplificador operacional embebido	Amplificador	Amplificador operacional embebido
Rango de cobertura UV	UV spectrum sensitivity: 365-400nm (peak at 320nm)	UV spectrum sensitivity: 320-410nm (peak at 355nm)	IR Sensor Spectrum: Wavelength: 550nm-1000nm (centered on 800) Visible Light Sensor Spectrum: Wavelength: 400nm-800nm (centered on 530)
Comunicación	I2C	I2C	I2C
Voltaje	2.7-5.5V	5V	5V
costo	10\$	25\$	40\$

Para obtener el nivel de radiación UV solar, se utiliza el sensor SI1145 porque es un elemento electrónico que posee características digitales en el cual su resolución es

programable y con capacidad multidrop que simplifica las aplicaciones de detección de radiación UV en días nublados. Mientras que el sensor ML8511 tiene un mayor margen de error ya que este dispositivo se vuelve sensible a las luces artificiales.

Este sensor óptico UV se basa en la fórmula del índice UV solar mundial se fundamentó en el espectro, 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 y definida para una superficie horizontal. En el anexo A detalla más información del sensor.

En este sentido el sensor SI1145 permite mediciones de IUV adimensional y se define mediante la siguiente ecuación 1:

$$I = k_{er} \int_{250nm}^{400nm} E_{\lambda} \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

donde E_{λ} es la irradiancia espectral solar expresada en $W/(m^2 \cdot nm)$ a la longitud de onda λ y $d\lambda$ es la diferenciación 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 $40m^2 / W$. [2]

En este caso al utilizar un detector de banda ancha calibrado y programado para proporcionar el IUV directamente. Para la predicción del IUV solar se utiliza un modelo de transferencia radiactiva en el que se debe introducir el ozono total y las propiedades ópticas del aerosol. Para predecir el ozono total se utiliza un modelo de regresión con la información proporcionada por espectro radiómetros de ozono de superficie o satelitales. También es necesaria una buena parametrización de la nubosidad, a no ser que únicamente se comuniquen datos de cielo despejado

El SI1145 para medir la luz visible, la luz infrarroja y el índice ultravioleta, el resultado que obtenido del SI1145 estimado con respecto al medidor de IR profesional. De acuerdo con el datasheet, el resultado de la medida debe calcularse con una fórmula fluida.

El sensor toma los datos de las mediciones VIS e IR y calcula los valores aproximados de LUX y UV. Los resultados calculados de LUX y UV son razonables en las ecuaciones 2, 3 y 4. [19]

$$Visdata = \frac{((ALS_{VISDATA1})! (ALLVISDATA) - 256)}{0.146} \quad (2)$$

$$IRdata = \frac{((ALLIR DATA)! (ALLIRDATA) - 256)}{0.71} \quad (3)$$

$$IRdata = \frac{((UVINDEX)! (UVINDEX) - 256)}{100} \quad (4)$$

4.5 Diseño del sistema de monitoreo

4.5.1 Hardware

Para recopilar, monitorear, leer y almacenar datos de luz visible, IR y luz UV con Raspberry Pi, Adafruit SI1145, recopilador de estadísticas de datos UV.

Configuración física

Inicialmente comencé con sensores baratos, como el UV VELM6070, pero es muy impreciso y su resolución dista mucho de ser deseable, por lo que se utilizó el SI1145. La respuesta de este sensor UV calibrada frente al índice UV ideal calculado para una gran cobertura de espectros de luz solar desde días nublados hasta días soleados y en varios ángulos del sol y hora del día.

La configuración necesita:

Una Raspberry Pi 3 B+ (o cualquier Raspberry Pi, pero dado que tiene Wifi incorporado, que hace más fácil el sistema comunicación, un sensor Adafruit SI11454: leerá datos de UV, IR y luz visible algo para multiplexar los pines 3.3V, GND, SDA y SCL

Este sensor de alta resolución, precisa cuenta también con comunicación I2C, por lo que se puede tener muchos sensores y agregar nuevos después (Flujo de aire, calidad del aire, movimiento, etc.).

4.6 Implementación del Solmáforo

4.6.1 Placas Electrónicas

La implementación del prototipo se realiza mediante la interacción de competentes electrónicos como son plataformas de hardware libre, computadora de placa única y sensores.

La implementación del sistema de monitoreo de radiación UV en la Unidad Educativa UK, se conecta los dispositivos electrónicos se procede a la conexión de estos, para lo cual se requiere:

- ✓ Adafruit matrix hat + RTC
- ✓ Sensor SI1145
- ✓ Raspberry pi 3 B+
- ✓ Cable Hub 75B
- ✓ Panel Led P6
- ✓ Fuente de Alimentación
- ✓ Conectores IDC 16 Hilos

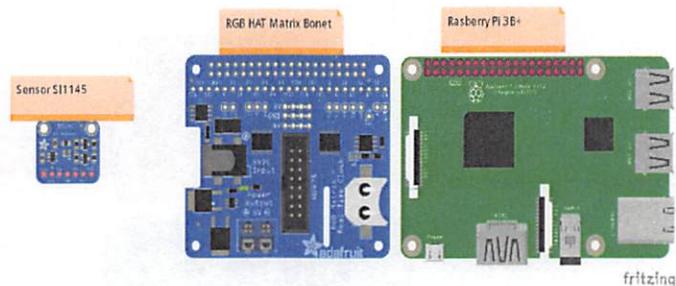


Figura 27 Tarjetas de desarrollo

Fuente: Elaborado por Investigador

Todos estos componentes al estar interconectados necesitan de una fuente de alimentación externa que pueda suministrar el voltaje y la corriente necesaria para su correcto funcionamiento. En base al siguiente esquema podemos divisar el diagrama

de la Figura 28 de la conexión entre los elementos que formarán parte del prototipo de medición de nivel de radiación UV.

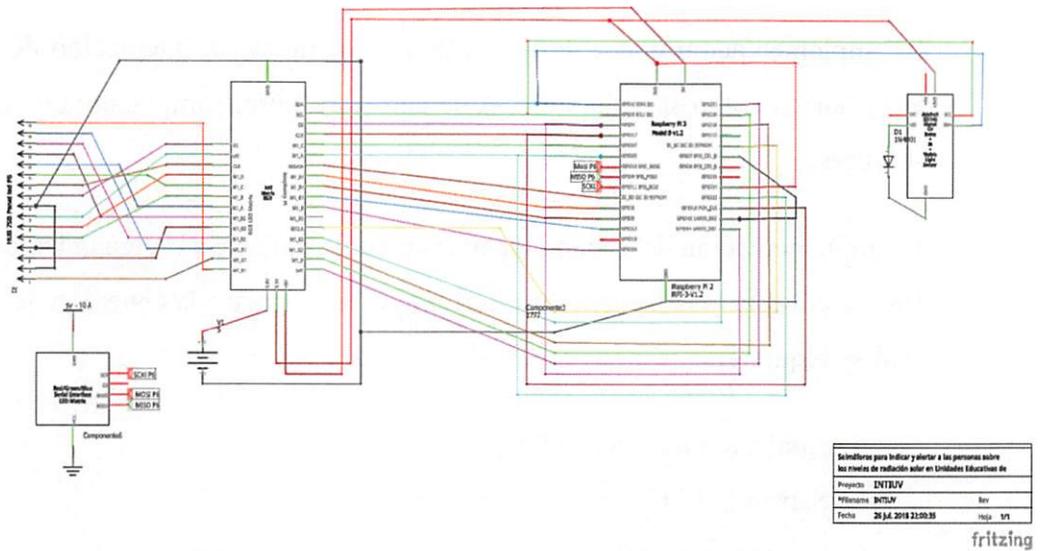


Figura 28 Diagrama esquemático de Conexiones

Fuente: Elaborado por Investigador

En la figura 29 se puede observar el esquema realizados en Fritzing, que se ve la conexión de los elementos y dispositivos.

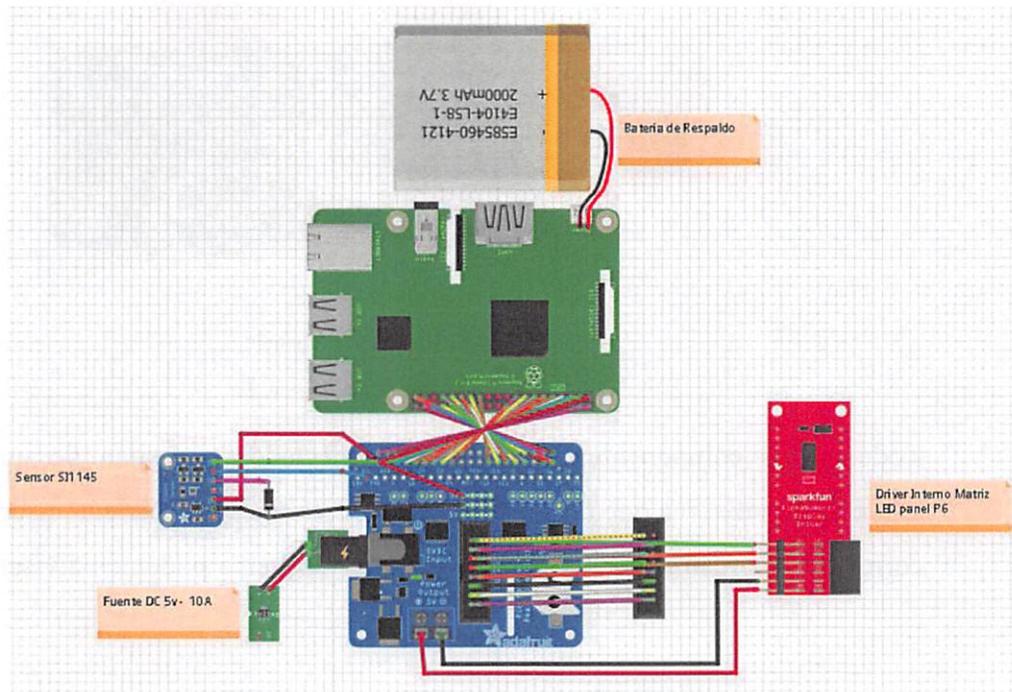


Figura 29 Esquema eléctrico del sistema de monitoreo del Solmáforo

Fuente: Elaborado por Investigador

Una vez definido en el diseño la conexión del hardware seleccionado para la construcción del solmáforo se requiere agregar otros materiales que complementan la estructura con fines de protección, el dispositivo para carga los gráficos de medición en tiempo real además se puede ver en la figura 30 la distribución de los materiales

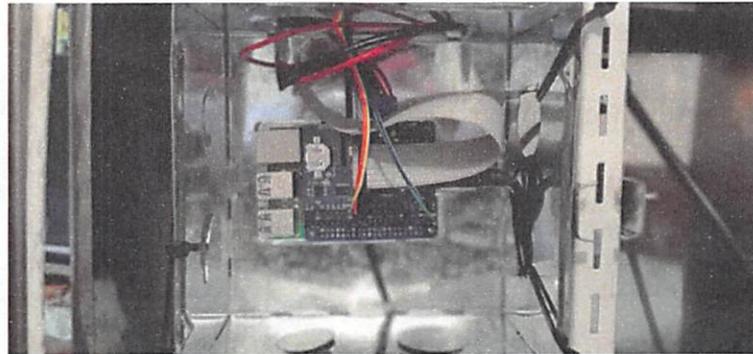


Figura 30 Conexión de los componentes electrónicos al Solmáforo

Fuente: Elaborado por Investigador

4.6.2 Software

Raspbian

Es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, libre basado en Debian para la placa computadora (SBC) Raspberry Pi, orientado a la enseñanza de informática. Técnicamente el sistema operativo oficial de Debian para el procesador (CPU) de Raspberry Pi, con soporte optimizado para cálculos en coma flotante por hardware, lo que permite dar más rendimiento en según qué casos. El port fue necesario al no haber versión Debian para la CPU ARMv6 que contiene el Raspberry PI. [43]

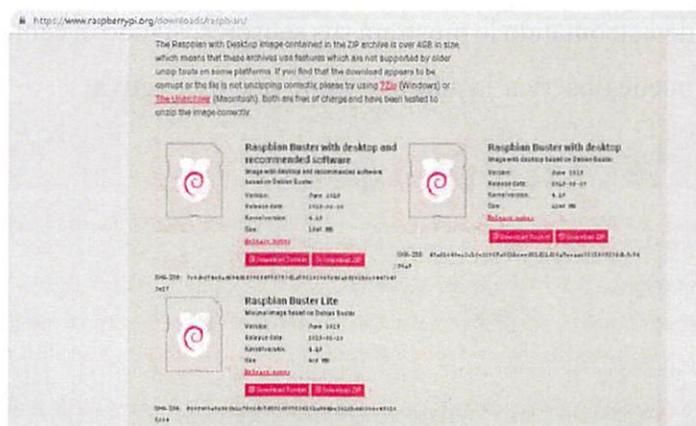


Figura 31 Raspbian [44]

Instalar y configurar el software

Habilitar I2C en la raspberry

Importante: debe habilitar el módulo I2C como:

- Ejecutar `sudo raspi-config`.
- Advanced Options
- I2C.
- Selecciona yes cuando se habilita I2C,
- <Finish>
- reiniciar.

Mosquitto servidor MQTT

MQTT es un protocolo de mensajería de peso ligero: tiene un servidor, un concentrador, que recopila todos los datos entrantes; editores empujando los datos, y suscriptores, leyendo temas. Se usa ampliamente en el "área de Internet de las cosas".

Instalar mosquitto

- `sudo apt install mosquitto mosquitto-clients`
- `sudo systemctl enable mosquitto`
- `sudo systemctl start mosquitto`

Detectar los sensores

El `i2cdetect` comando le mostrará sus sensores, si todo el cableado está bien: en la figura 32 se puede observar la `address=0x60` que esta activa.

```
pi@raspberrypi ~  
Archivo Editar Pestañas Ayuda  
Press Cntrl + Z to cancel  
Vis: 267  
IR: 313  
UV Index: 0.05  
Data committe  
^CTraceback (most recent call last):  
  File "basededatos.py", line 62, in <module>  
    time.sleep(10)  
KeyboardInterrupt  
pi@raspberrypi:~$ i2cdetect -y 1  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f  
00: ---  
10: ---  
20: ---  
30: ---  
40: ---  
50: ---  
60: 60 ---  
70: ---  
pi@raspberrypi:~$
```

Figura 32 Pruebas de conexión sensor UV

Biblioteca para el SI1145

- `git clone https://github.com/zzts/Python_SI1145`
- `cd Python_SI1145`
- `sudo python setup.py install`

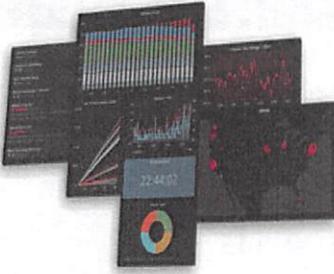
Grafana

Es un software libre basado en licencia de Apache 2.0, que permite la consultar, visualizar, alertar y comprender datos métricos. Permite crear cuadros de mando y gráficos a partir de múltiples fuentes, incluidas bases de datos de series de tiempo como Graphite, InfluxDB y OpenTSDB. Grafana es multiplataforma sin ninguna dependencia y también se puede implementar con Docker. Está escrito en lenguaje GO y tiene un HTTP API completo. [45]

Además de administrar cuadros de mando clásicos (adiciones, eliminaciones, favoritos), Grafana ofrece compartir un cuadro de mando actual mediante la creación de un enlace o una instantánea estática del mismo.

Todos los paneles de control y las fuentes de datos están vinculados a una organización, y los usuarios de la aplicación están vinculados a organizaciones a través de roles la Tabla 8 se tiene información detallada de las características.

Tabla 8 Características de Grafana [45]

<p style="text-align: center;">Visualizar</p> <p>Tiene una variedad de dash-board desde termómetros a histogramas, gráficos y geomapas. Además cuenta con una gran cantidad de opciones de visualización para ayudar a comprender sus datos de manera sencilla.</p>	<p style="text-align: center;">Alerta</p> <p>Alertas programadas, mientras esté en los datos. defina los umbrales visualmente reciba notificaciones a través de Slack, PagerDuty y más.</p>	<p style="text-align: center;">Unifica</p> <p>Reúne datos para obtener un mejor contexto. Grafana soporta docenas de bases de datos, de forma nativa. Mezclarlos juntos en el mismo Tablero.</p>
		
<p style="text-align: center;">OpenSource</p> <p>Grafana da opciones, es completamente de código abierto y está respaldado por una comunidad vibrante. Hosted Grafana, permite instalar fácilmente en cualquier plataforma.</p>	<p style="text-align: center;">Ampliar</p> <p>Grafana conecta cientos de tableros y complementos en la biblioteca oficiales, gracias a la pasión y el impulso de la comunidad, se agregan nuevos cada semana.</p>	<p style="text-align: center;">Colaboración</p> <p>Compartir los datos y los paneles de cada equipo. Grafana faculta a los usuarios y ayuda a fomentar una cultura basada en datos.</p>
		

Instalación Grafana

Verificar comandos en Grafana para ARM, en caso de que exista una nueva versión disponible.

Actualizar lista de paquetes disponibles

Actualizar paquetes

- `sudo apt upgrade -y`

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt update
Des:1 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch InRelease [25,4 kB]
Des:2 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch InRelease [15,0 kB]
Des:3 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch/main armhf Packages [221 kB]
Descargados 262 kB en 2s (89,1 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se pueden actualizar 113 paquetes. Ejecute «apt list --upgradable» para verlos.
pi@raspberrypi:~ $
```

Figura 33 : Actualización de Raspbian

Eliminar paquetes obsoletos

- `sudo apt autoremove -y`

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt autoremove -y
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 113 no actualizados.
```

Figura 34 Remoción de archivos obsoletos y errores

descargar paquete Grafana

- `wget https://dl.grafana.com/oss/release/grafana_6.2.5_armhf.deb`

```
pi@raspberrypi:~ $ wget https://dl.grafana.com/oss/release/grafana_6.2.5_armhf.d
eb
--2019-07-02 01:29:19-- https://dl.grafana.com/oss/release/grafana_6.2.5_armhf.
deb
Resolviendo dl.grafana.com (dl.grafana.com)... 2a04:4e42:1::729, 151.101.6.217
Conectando con dl.grafana.com (dl.grafana.com)[2a04:4e42:1::729]:443... conectad
o.
Petición HTTP enviada, esperando respuesta... 200 OK
Longitud: 30905704 (29M) [application/x-debian-package]
Grabando a: "grafana_6.2.5_armhf.deb"
grafana_6.2.5_armhf 49%[=====>] 14,45M 75,5KB/s eta 71s
```

Figura 35 Descarga de Grafana

Instalar paquete Grafana

- `sudo dpkg -i grafana_6.2.5_armhf.deb`

```
pi@raspberrypi:~$ sudo dpkg -i grafana_6.2.5_armhf.deb
Seleccionando el paquete grafana previamente no seleccionado.
(Leyendo la base de datos ... 139309 ficheros o directorios instalados actualmen
te.)
Preparando para desempaquetar grafana_6.2.5_armhf.deb ...
Desempaquetando grafana (6.2.5) ...
Configurando grafana (6.2.5) ...
Añadiendo el usuario del sistema `grafana' (UID 111) ...
Añadiendo un nuevo usuario `grafana' (UID 111) con grupo `grafana' ...
No se crea el directorio personal `/usr/share/grafana'.
### NOT starting on installation, please execute the following statements to con
figure grafana to start automatically using systemd
sudo /bin/systemctl daemon-reload
sudo /bin/systemctl enable grafana-server
### You can start grafana-server by executing
sudo /bin/systemctl start grafana-server
Procesando disparadores para systemd (232-25+deb9u9) ...
```

Figura 36 Instalación de Grafana

Actualizar paquetes

- `sudo apt-get upgrade`
- Actualización de todos los paquetes de raspbian

Solucionar falta de paquetes faltantes

- `sudo apt --fix-broken install`

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt --fix-broken install
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
```

Figura 37 Instalación de Servicios de Grafana

Configuración de servicio

- `sudo /bin/systemctl daemon-reload`

```
pi@raspberrypi:~$ sudo /bin/systemctl daemon-reload
```

Figura 38 arranque del servicio de Grafana

Habilitar el servicio de Grafana

- `sudo /bin/systemctl enable grafana-server`

- ```

pi@raspberrypi:~$ sudo /bin/systemctl enable grafana-server
Synchronizing state of grafana-server.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable grafana-server
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/grafana-server.service → /usr/lib/systemd/system/grafana-server.service.

```

Figura 39 Habilitación del Servicio de Grafana

## Arranca servicio Grafana

- ```

sudo /bin/systemctl start grafana-server

```

- ```

pi@raspberrypi:~$ sudo /bin/systemctl start grafana-server

```

Figura 40 Conexión del Servicio de Grafana

- Usuario admin Clave: admin

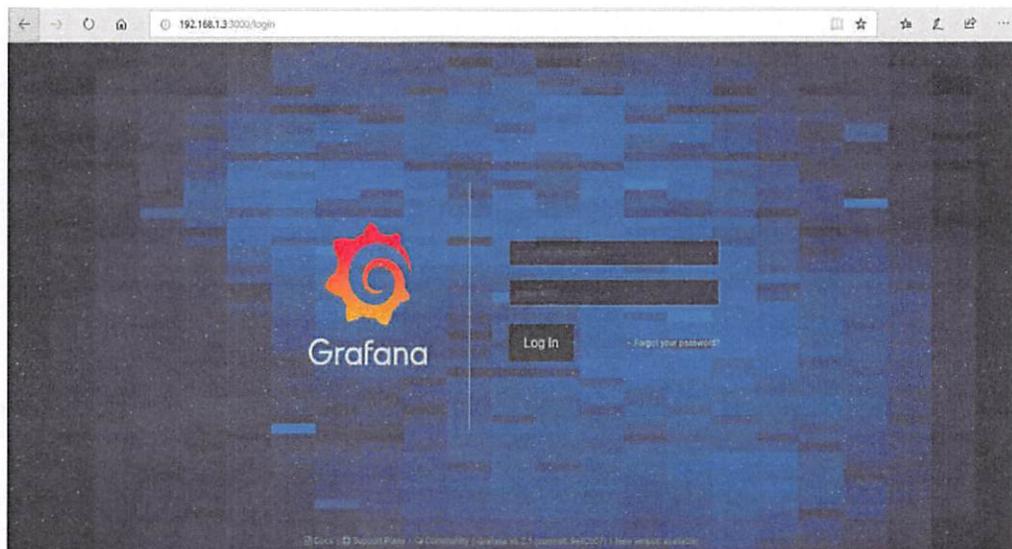


Figura 41 Grafana presentación Inicial

## Almacenamiento de datos localhost

### Instalación & Configuración MySQL

### Instalación de MySQL

```

sudo apt update

```

```

sudo apt upgrade -y

```

```

sudo apt autoremove -y

```

```
sudo apt-get install mysql-server -y
```

```
sudo /etc/init.d/mysql status
```

## Crear Base de datos y nuevo Usuario

Ingresar a MariaDB usuario desde usuario «root» presionar «Enter», no se requiere contraseña para el usuario «root» ingresamos a MariaDB para introducir Query.

```
sudo mysql -u root -p -h localhost
```

Crear nueva base datos «intiuv\_db»

```
CREATE DATABASE intiuv_db;
```

Utilizar base de datos « intiuv\_db »

```
USE intiuv_db;
```

Crear un nuevo usuario « intiuv» y asignar la contraseña «password»

```
CREATE USER 'intiuv'@'localhost' IDENTIFIED BY 'password';
```

Asignarle todos los permisos al usuario « intiuv» sobre la base de datos « intiuv\_db ».

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON grafana_db.* TO 'intiuv'@'localhost';
```

```
quit
```

Reiniciar mysql

```
sudo service mysql restart
```

## Crear una Tabla

Para el proyecto se creó una tabla para enviar datos desde un raspberry pi 3 b+ Grafana.

Esta tabla se compone de 4 columnas, la tabla «intiuv»

dateandtime (TIPO Datetime o Formato de tiempo)

Vis (TIPO Double o flotante con decimales)

Indice UV (TIPO Double o flotante con decimales)

```
CREATE TABLE intiuv (dateandtime DATETIME, Vis DOUBLE, Indice UV DOUBLE);
```

Listo instalado y visualizando los datos recolectados en MySQL.



Figura 42 DashBoard Diseñado para el Sistema de Monitoreo y Alerta Cloud y Plataforma Web

## FreeHosting.com

Para el alojamiento se escogió FreeHosting.com ofrece servicios de hospedaje web gratuitos, con alta gama de herramientas y recursos que se necesita para crear todo tipo de sitios web. No existe un período de prueba gratuito: el alojamiento gratuito es válido durante toda la vida del dominio. En la figura 43 también se puede ver características por un servicio pagado mensualmente, el cual también es muy bueno y recomendable para PYMES o emprendimientos.

## Select your hosting plan

| Free Hosting                                                                                                                                 | Paid Hosting                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FREE!                                                                                                                                        | \$7.99/mo                                                                                                                                                        |
| Order Now                                                                                                                                    | Order Now                                                                                                                                                        |
| 10 GB of disk space<br>Unlimited bandwidth<br>1 hosted website<br>1 e-mail account<br>1 MySQL database<br>No subdomains<br>No domain aliases | Unlimited disk space and bandwidth<br>Unlimited hosted websites<br>Unlimited e-mail account<br>Unlimited MySQL databases<br>Unlimited subdomains<br>SSL included |
| Hosting on free servers.<br>PHP mail() and SSL are not included.                                                                             | Hosting on premium servers.<br>All add-ons are included free of charge.                                                                                          |

Figura 43 Plan y características del Servicio de Hosting [46]

### Ancho de banda no medido

Ofrecer descargas ilimitadas a sus visitantes.

### Linux / Apache / PHP / MySQL

La plataforma de alojamiento es compatible con la mayoría de las aplicaciones web modernas. PHP tiene todas las funciones habilitadas.

## ThingSpeak

Es un servicio de plataforma de análisis de IoT que le permite agregar, visualizar y analizar flujos de datos en vivo en la nube. ThingSpeak™, crea visualizaciones instantáneas de datos en tiempo real, y envía alertas mediante servicios web como Twitter® y Twilio® con MATLAB® analytics. dentro de ThingSpeak, se puede escribir y ejecutar el código MATLAB para realizar el preprocesamiento, las visualizaciones y los análisis. ThingSpeak permite a los ingenieros y científicos crear prototipos y construir sistemas de IoT sin configurar servidores o desarrollar software web.

Para recolectar datos

Primero se crea un nuevo canal para recopilar los datos a analizar.

Crear un canal

Inicie sesión en ThingSpeak™ con su cuenta de MathWorks® o cree una nueva cuenta de MathWorks

Haga clic en Canales > Mis canales.

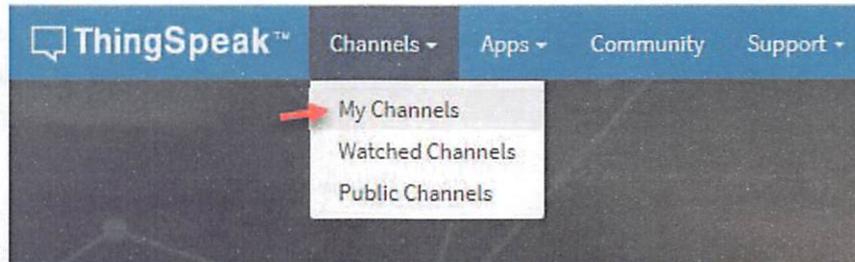


Figura 44 Creación de canal Thingspeak [47]

En la página de Canales, haga clic en Nuevo Canal.

Marque las casillas al lado de Campos 1–3. Ingrese estos valores de configuración de canal:

Nombre: Solmáforo Campus Macasto

Campo 1: Índice UV

Campo 2: Visibilidad



Figura 45 Canal Índice UV Thingspeak.com [47]

Haga clic en Guardar canal en la parte inferior de la configuración.

- Vista privada: esta pestaña muestra información sobre su canal que solo usted puede ver.

- Vista pública: si elige que su canal esté disponible públicamente, use esta pestaña para mostrar los campos seleccionados y las visualizaciones de canales.

Configuración del canal: esta pestaña muestra todas las opciones de canal que configuró en la creación. Puede editar, borrar o eliminar el canal desde esta pestaña.

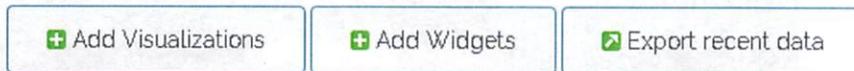


Figura 46 Visualización Widgets [47]

Compartir: Esta pestaña muestra las opciones de compartir canales. Puede configurar un canal como privado, compartido con todos (público) o compartido con usuarios específicos.

Claves API: esta pestaña muestra las claves API de tu canal. Usa las teclas para leer y escribir en tu canal.

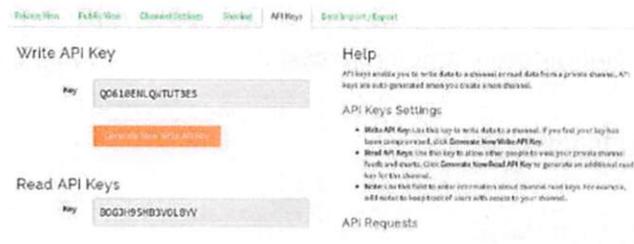


Figura 47 API KEY [47]

Importación / exportación de datos: esta pestaña le permite importar y exportar datos de canales.



Figura 48 Exportar e Importar datos [47]

### 4.6.3 Estructura de protección del Solmáforo

En la figura 49 se presenta un nuevo concepto de solmáforo inteligente que integra información dinámica a los niños, alerta radiación extrema y entrega información

dinámica. Esta información se controla automáticamente a través de la unidad de Control, incluyendo información, condiciones de clima y más. Actualmente se encuentra en desarrollo la pantalla Oled de alta resolución.

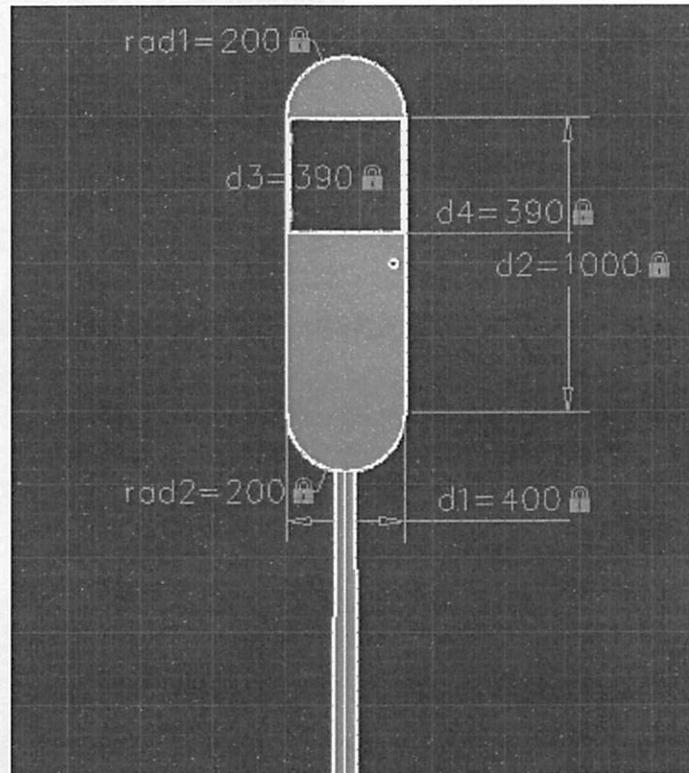


Figura 49 Diseño de la estructura Solmáforo

Fuente: Elaborado por Investigador

La estructura debe de tener la posibilidad de que los paneles led tenga una altura significativa, además el sensor de UV también debe sobresalir para que capte la irradiación del día y no se cubra con cualquier objeto. De acuerdo como aparece en la figura anterior debe de tener una altura de 2.5 metros y finalmente una puerta frontal que permite mantener los equipos seguros. Para proteger el dispositivo que debe realizar permanentes mediciones a la intemperie tomado datos de medición de radiación solar UV, soportando los diferentes ambientes climáticos de la ciudad de Ambato, la estructura debe tener permeabilidad, por lo que utilizando acero inoxidable se construyó la estructura mostrada en la figura 50.



Figura 50 Estructura del Solmáforo

Fuente: Elaborado por Investigador

Las pruebas fueron realizadas en el horario diurno se efectuaron en el dispositivo prototipo por la posibilidad de medir a horas de la mañana, en la explanada del Municipio de Ambato en horario de 10:40 a 13:40, sitio y horario concurrido por el ingreso a la Universidad Tecnica de Ambato y es el único dispositivo en la ciudad. Después de almacenar los datos, en el sistema de monitoreo se pueden extraen los valores de los canales de los 3 puntos en estudio en formato \*.csv de los canales que son los canales que maneja las bases de datos ponderados cada hora, los que estos registros nos permiten evidenciar patrones detallados como las gráficas y alertas que se presentan a continuación.

Los días de medición fueron el 5, 8, 9 y 10 de julio de 2019, viernes y lunes respectivamente



Figura 51 Medición realizada en la explanada GAD Ambato 2019

Fuente: Investigador

El índice de radiación UV varía con el tiempo; vale la pena subrayar que los índices más altos se encuentran desde el mediodía hasta las 16:00 visto que el sol se encuentra en su punto máximo y su luz llega de forma más directa, pues la ciudad está cerca de la línea Ecuatorial. En la tabla 9 se observa una muestra de datos captados por el Solmáforo y el prototipo diseñado.

Tabla 9 Índice UV GAD AMBATO y Prototipo

Fuente: Elaborado por Investigador

| TIME     | INDICE UV MEDIDO | SOLMAFORO GAD |
|----------|------------------|---------------|
| 13:40:00 | 3.88             | 4             |
| 13:39:00 | 2.88             | 3             |
| 13:38:00 | 3.88             | 4             |
| 13:37:00 | 3.81             | 4             |
| 13:36:00 | 4.81             | 5             |

|          |      |   |
|----------|------|---|
| 13:35:00 | 4.81 | 5 |
| 13:34:00 | 4.85 | 5 |
| 13:33:00 | 3.85 | 4 |
| 13:32:00 | 3.88 | 4 |
| 13:31:00 | 3.85 | 4 |
| 13:30:00 | 3.85 | 4 |
| 13:29:00 | 4.81 | 5 |
| 13:28:00 | 4.85 | 5 |
| 13:27:00 | 3.88 | 4 |
| 13:26:00 | 4.76 | 5 |
| 13:25:00 | 3.85 | 4 |
| 13:24:00 | 5.81 | 5 |

Se presenta valores que concuerdan con el día con poca luz solar el índice solar UV en la hora de la tarde fue moderado no paso a niveles altos.

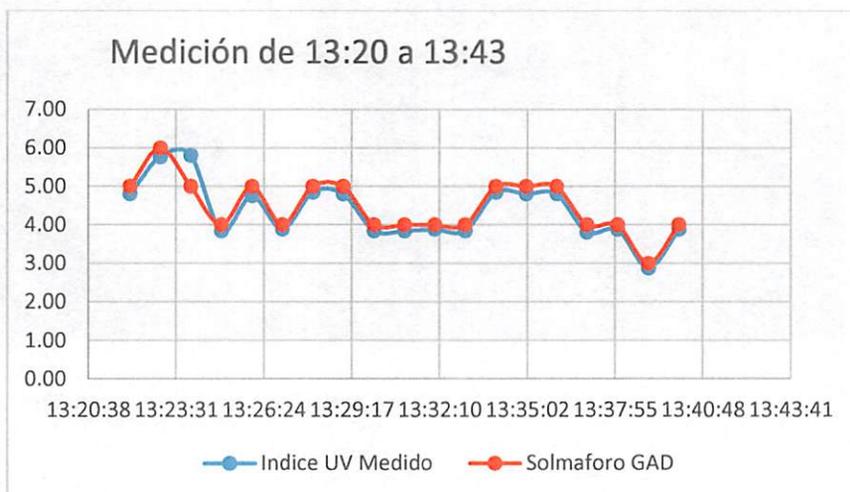


Figura 52 Grafica comparativa de Índice UV 5 de Julio

Fuente: Elaborado por Investigador

Los días de medición en el Solmáforo fueron de consideración importante ya que en la zona existe una importante circulación de personas. Y uno de los principales puntos es que nadie llevaba protección en horario de radiación alta como se observa en la tabla 10.

Tabla 10 Datos Medición de Radiación UV 5 de Julio 2019

| Time            | UV Index Sensor | UV GAD |
|-----------------|-----------------|--------|
| 10/7/2019 16:00 | 9               | 10     |
| 10/7/2019 15:59 | 9               | 9      |
| 10/7/2019 15:58 | 3               | 2      |

|                        |    |    |
|------------------------|----|----|
| <b>10/7/2019 15:53</b> | 4  | 4  |
| <b>10/7/2019 15:49</b> | 4  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:48</b> | 5  | 5  |
| <b>10/7/2019 15:47</b> | 4  | 4  |
| <b>10/7/2019 15:46</b> | 7  | 7  |
| <b>10/7/2019 15:38</b> | 6  | 6  |
| <b>10/7/2019 15:37</b> | 6  | 6  |
| <b>10/7/2019 15:36</b> | 5  | 5  |
| <b>10/7/2019 15:35</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:33</b> | 4  | 4  |
| <b>10/7/2019 15:31</b> | 8  | 9  |
| <b>10/7/2019 15:30</b> | 7  | 7  |
| <b>10/7/2019 15:29</b> | 6  | 6  |
| <b>10/7/2019 15:27</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:26</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:25</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:24</b> | 5  | 5  |
| <b>10/7/2019 15:23</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:21</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:20</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:18</b> | 3  | 3  |
| <b>10/7/2019 15:15</b> | 5  | 5  |
| <b>10/7/2019 15:13</b> | 7  | 7  |
| <b>10/7/2019 15:12</b> | 10 | 10 |
| <b>10/7/2019 15:11</b> | 10 | 10 |
| <b>10/7/2019 15:10</b> | 7  | 7  |
| <b>10/7/2019 15:09</b> | 7  | 7  |
| <b>10/7/2019 15:08</b> | 5  | 5  |
| <b>10/7/2019 15:07</b> | 8  | 8  |
| <b>10/7/2019 15:06</b> | 10 | 10 |
| <b>10/7/2019 15:05</b> | 10 | 10 |
| <b>10/7/2019 15:04</b> | 11 | 11 |
| <b>10/7/2019 15:03</b> | 9  | 9  |

|                 |    |    |
|-----------------|----|----|
| 10/7/2019 15:02 | 5  | 5  |
| 10/7/2019 15:00 | 4  | 4  |
| 10/7/2019 14:05 | 9  | 9  |
| 10/7/2019 13:00 | 10 | 10 |
| 10/7/2019 12:00 | 8  | 8  |
| 10/7/2019 11:01 | 8  | 8  |
| 10/7/2019 10:52 | 3  | 3  |
| 9/7/2019 17:00  | 3  | 3  |
| 9/7/2019 16:34  | 4  | 4  |
| 9/7/2019 15:23  | 3  | 3  |
| 9/7/2019 14:46  | 3  | 3  |
| 9/7/2019 13:00  | 4  | 4  |
| 9/7/2019 12:00  | 10 | 10 |
| 9/7/2019 11:00  | 9  | 9  |
| 9/7/2019 10:51  | 3  | 3  |
| 8/7/2019 16:32  | 4  | 4  |
| 8/7/2019 16:31  | 3  | 3  |
| 8/7/2019 16:20  | 3  | 3  |
| 8/7/2019 16:19  | 4  | 4  |
| 8/7/2019 16:18  | 4  | 4  |
| 8/7/2019 15:31  | 5  | 5  |
| 8/7/2019 11:02  | 4  | 4  |
| 8/7/2019 10:54  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 16:00  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 15:26  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 14:26  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 13:02  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 12:48  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 12:06  | 3  | 3  |
| 5/7/2019 12:03  | 5  | 5  |
| 5/7/2019 12:00  | 4  | 4  |
| 5/7/2019 11:38  | 4  | 4  |
| 5/7/2019 11:37  | 3  | 3  |

En este día los altos valores de radiación UV tuvieron un largo periodo, lo que demuestra que los datos tienen concordancia con las horas picos del solmáforo del GAD Municipal Ambato.

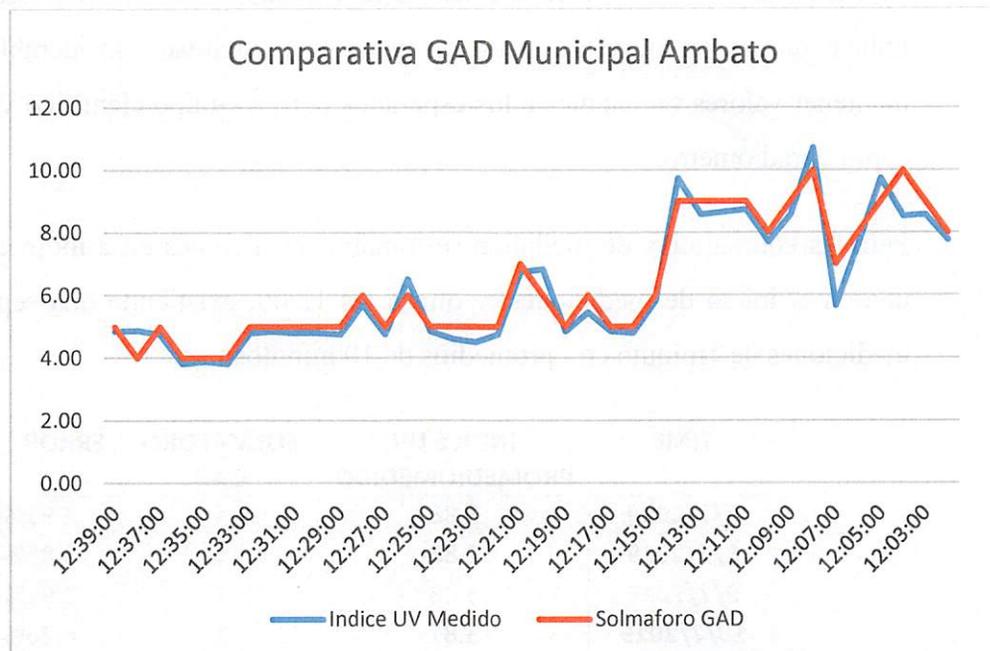


Figura 53 Grafica de Valores Comparativa 8 de Julio

Fuente: Elaborado por Investigador

Con estos valores se observa en la figura 53 que el prototipo de medición posee una gran exactitud al mantener valores casi semejantes.

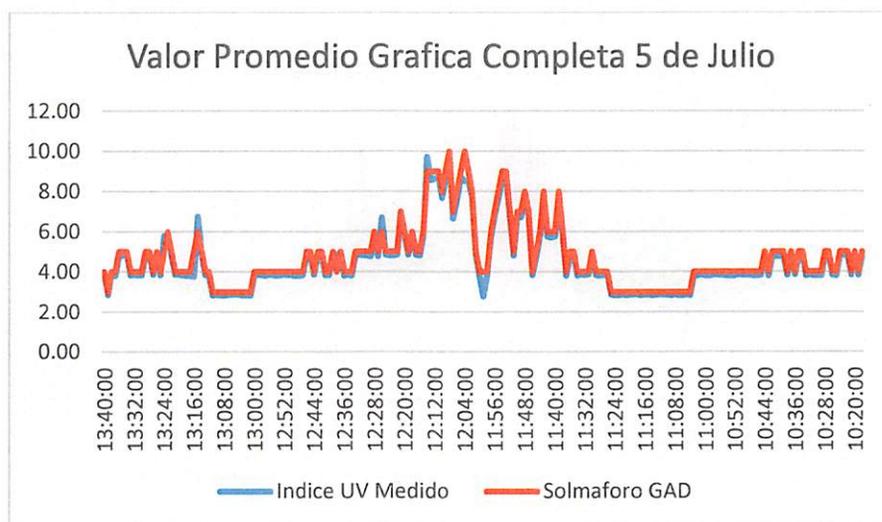


Figura 54 Valores de Índice UV Solmáforo GAD y Sensor S11145

Fuente: Elaborado por Investigador

De acuerdo con tablas 9 y 10 de mediciones, la comparación de los valores obtenidos entre el Solmáforo GAD Municipal Ambato y el prototipo de medición demuestran que el margen de error de mediciones entre estos es de máximo 3.69% para niveles de baja radiación y 4.44% para niveles de alta radiación. Con estos valores se puede indicar que el prototipo de medición posee una fidelidad considerable de datos al mantener valores semejantes a los esperados por un equipo científico y de alto costo como el radiómetro.

Para las comparativa de medición se tomaron mediciones en 2 momentos distintos, una en el inicio de mediciones, y otra a las 12:00, existiendo una separación entre mediciones de 1 minuto con promedios de 10 minutos.

| TIME                | INDICE UV<br>PROMEDIOMEDIDO | SOLMAFORO<br>GAD | ERROR |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-------|
| 5/7/2019            | 3.88                        | 4                | 2.91% |
| 8/7/2019            | 2.88                        | 3                | 3.85% |
| 9/7/2019            | 3.88                        | 4                | 2.91% |
| 10/7/2019           | 3.81                        | 4                | 4.76% |
| MUESTRA<br>PROMEDIO | 4.55                        | 4.72             | 3.69% |

Figura 55 Valor Promedio de Radiación y % Error

Fuente: Elaborado por Investigador

Reporte diario de: 7/5/2019

Dispositivo: AMBATO - ID: 1

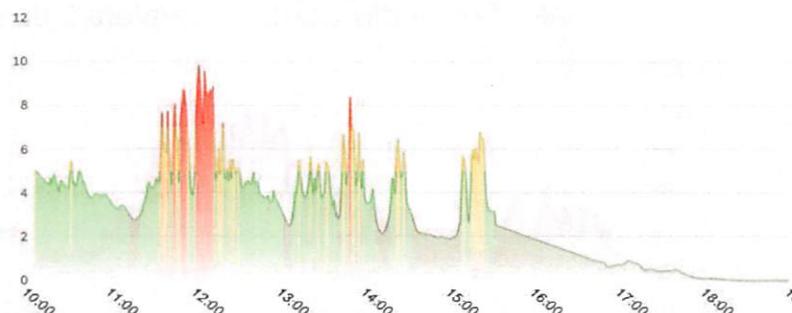


Figura 56 Grafica de Valores Índice UV [48]

Las pruebas en el horario diurno se efectuaron en los tres campus de la Unidad Educativa UK, por la imposibilidad de movilidad del radiómetro, el lugar Sur se realización fue en la Explanada sector GAD Municipal en horario de las 10:00 am horas aproximadamente, sitio y horario concurrido como actividades de ferias y exposiciones.



Figura 57 Grafica de Mediciones Constantes en los Campus de la Unidad Educativa UK

Fuente: Investigador

#### 4.6.4 Alertas del Sistema

El sistema de monitoreo en los Campus de la Unidad Educativa previamente seleccionada de la ciudad y dichos puntos estecen recolectando la información de nivel de radiación UV, tienen como finalidad de que este tipo de dispositivo esté al alcance de la población más vulnerable como son los niños.

#### Visual

El panel LED describe y orienta a los niños de forma atractiva con mensajes



Figura 58 Indicador visual en el panel LED.

Fuente: Elaborado por Investigador

Para mejor observación y detalle se expone gráficos en el prototipo lo que permite un dispositivo orientado al público y didáctico



Figura 59 Gráficos Interactivos y Hora

Fuente: Elaborado por Investigador

Crear los propios gráficos para desplazar es necesario una aplicación de edición de imágenes que pueda crear un Formato de mapa de píxeles portátil (PPM). Uso el GIMP es libre.

Cargando y creando imágenes de origen y luego redimensionándola para que tenga solo 32 píxeles de alto y el ancho de 64 píxeles. En GIMP, simplemente puede usar "Exportar como", usar un nombre de archivo con una extensión. ppm y seleccionar "Sin procesar" cuando se le solicite. Este archivo puede ser copiado a la raspberry Pi. Lo que permite figuras pixeladas como la figura 60.

Todo el código de programación se realizó en Python, así como de diseño de página web está expuesto en el anexo D y E para mejor detalle.



Figura 60 Indicador visual en el panel LED.

Fuente: Elaborado por Investigador

## Notificación Twitter

El sistema de monitoreo además con el propósito de proteger la salud de los ciudadanos tiene la intención de notificar la radiación extrema a través de la red social Twitter, misma que realiza una alerta informativa, para que los docentes y alumnos puedan de alguna manera evitar la exposición al sol, y así poder prevenir daños en la su salud.

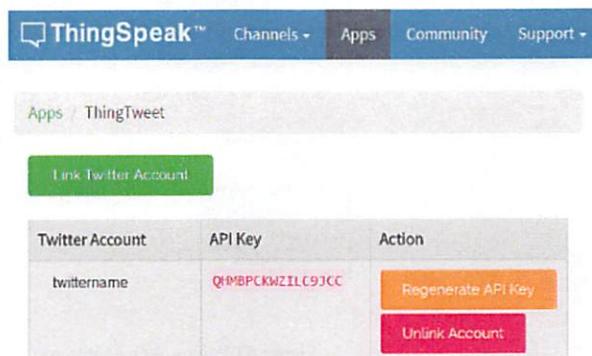


Figura 61 Notificación Twitter

## Página Web

El diseño de la interfaz web se realizó con la combinación de los lenguajes PHP, HTML y CSS se basa principalmente en 5 pestañas: Home, Pages, Blog, Portafolio y Descargas. La pestaña de inicio es la presentación a todo la interfaz del sistema de monitoreo. El código fuente de la página se encuentra en el Anexo B

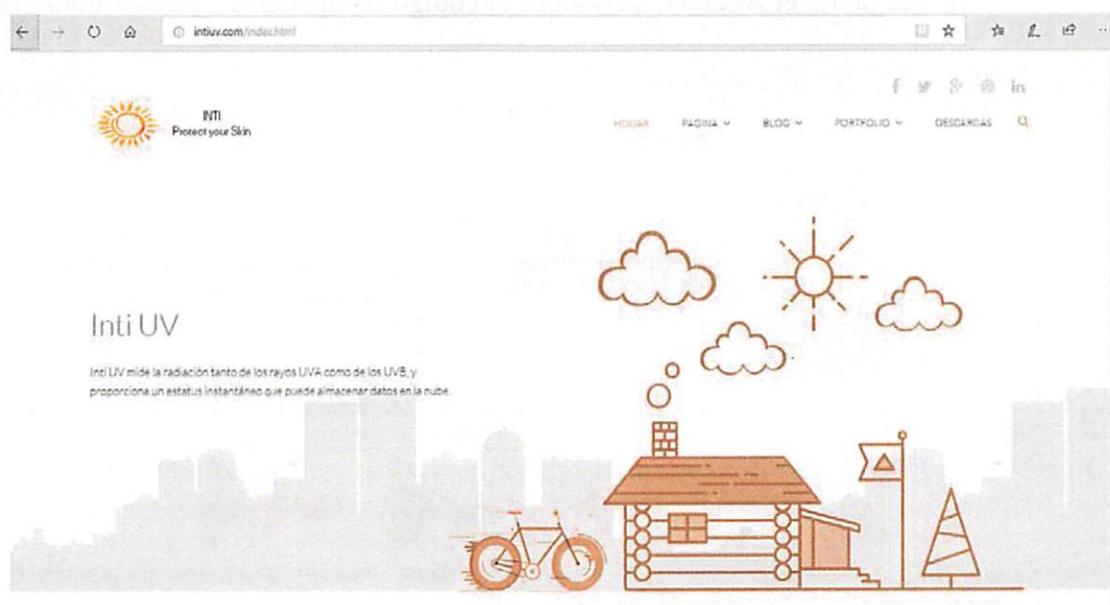


Figura 62 Pagina Web inti.com

Fuente: Elaborado por Investigador

La pestaña de portafolio nos permite visualizar los datos del dispositivo, como estos están operando actualmente, con la plataforma de Thingspeak se los visualiza con iconos marcadores específicos de identificación del sensor, mediante la ejecución de lenguaje HTML como se detalla en el anexo D permite que la página web con procesos dinámicos pueda interactuar al monitoreo de medición de ruido ambiental.

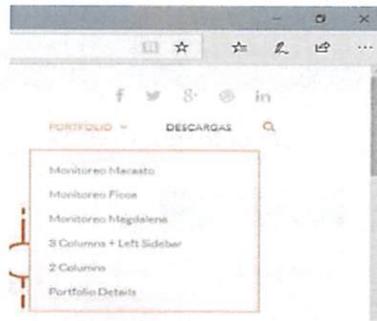


Figura 63 Pagina Web Monitoreo

Fuente: Elaborado por Investigador

Para las pestañas de monitoreo se observa los canales de radiación UV de forma constante y mantener indicadores de evoluciona del nivel de radiación UV durante el día que varía a la nubosidad y contaminación de cada zona. La pestaña de Descargas permite a los técnicos tener la posibilidad de obtener los datos medidos de cada dispositivo con la posibilidad de que los mismos puedan ser descargados en formato CSV, XML o JSON. Cada botón se encarga de elegir el canal fecha y formato de descarga. En el Anexo C se obtiene el código fuente del sistema de monitoreo WEB

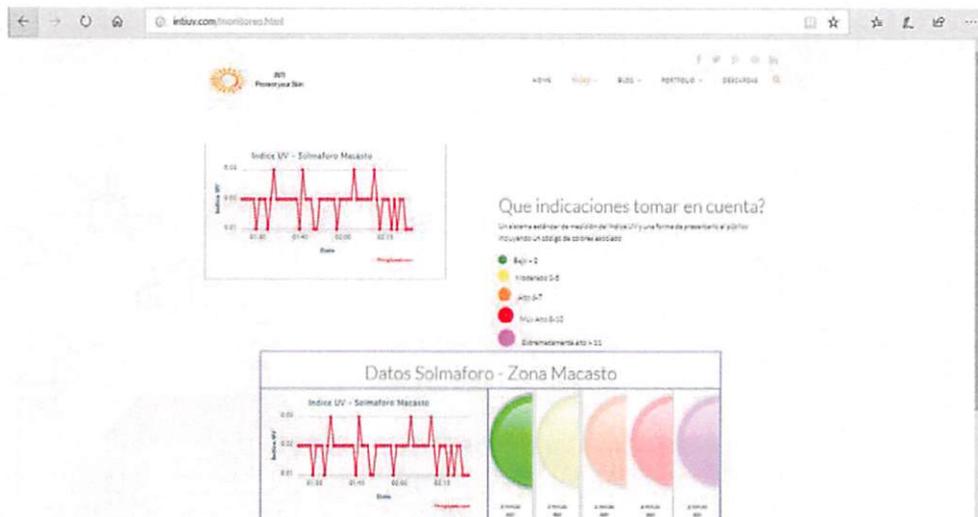


Figura 64 Inti UV Monitoreo Macasto

Fuente: Elaborado por Investigador

## 4.7 Presupuesto

Los costos del Proyecto están cuantificados con base a los precios de mercado ecuatoriano en marzo - agosto de 2019. Estos se mantienen constantes a lo largo del período de análisis del proyecto. Los costos operativos del Proyecto se estimaron con base a las variaciones de costos que estima hasta la finalización del proyecto, como puede ser servicios de modificación y mantenimiento. En la estimación de estos costos se ha supuesto que la intensidad en el desarrollo de ciertas actividades asimilando los cambios tecnológicos propuestos, por lo que para realizar el cálculo total del proyecto se considera el costo de construcción para el prototipo que se encuentra detallado en la tabla 11 y 12

Tabla 11 Presupuesto de Materiales

Fuente: Elaborado por Investigador

| Ítem | Descripción                         | Unidad | Cantidad | Valor Unitario (\$) | Valor del Rubro (\$) |
|------|-------------------------------------|--------|----------|---------------------|----------------------|
| 1    | Sensores Model: UVA -UVB S11145     | c/u    | 1        | 39,95               | 39,95                |
| 2    | Panel led P6                        | c/u    | 2        | 58,85               | 58,85                |
| 3    | Raspberry Pi 3 B +                  | c/u    | 1        | 67,95               | 67,95                |
| 4    | Conectores IDC 16 Cable             |        | 1        | 27,50               | 27,50                |
| 5    | Estructura Solmáforo y Case Interno | c/u    | 1        | 277,75              | 277,75               |
| 6    | Fuente 5V a 10A                     | c/u    | 1        | 28,60               | 28,60                |
| 7    | Router LAN WIFI                     | c/u    | 1        | 33,25               | 33,25                |
| 8    | Filas de espadines                  | c/u    | 5        | 0,35                | 1,75                 |
| 9    | Cables de energía eléctrica         | metro  | 1        | 6,50                | 6,50                 |
| 10   | Cables de red                       | metro  | 1        | 2,25                | 2,25                 |
| 11   | Zócalos                             | c/u    | 5        | 0,35                | 1,75                 |
|      |                                     |        |          | <b>Subtotal</b>     | <b>546,1</b>         |
|      |                                     |        |          | <b>Iva (12%)</b>    | <b>65,532</b>        |
|      |                                     |        |          | <b>Total</b>        | <b>611,33</b>        |

Tabla 12 Servicio Contratados del Proyecto

Fuente: Elaborado por Investigador

| item | Descripción                       | Cantidad | Tiempo | Valor | Valor del Rubro (\$) |
|------|-----------------------------------|----------|--------|-------|----------------------|
| 1    | Dominio intiuv.com<br>Costo Anual | 1        | Anual  | 13    | 13                   |
| 2    | Hosting Gratuito durante un año   | 1        | Anual  | 0     | 0                    |
|      |                                   |          |        | Total | 13                   |

Los servicios contratados en cuánto a valor son estimados para un año de servicio de ahí el costo del servicio de Hosting pasaría a ser de 9.99\$ mensuales y el valor del dominio debería ser renovado por 15\$.

Una vez detallado el costo de construcción del prototipo y los servicios utilizados para su funcionamiento, se procede a calcular el presupuesto total para la elaboración del sistema electrónico, como se muestra

*Costo Total = Costo de Materiales + Costo de Servicios Contratados.*

*Costo Total = \$611,33 + \$13*

*Costo Total = \$624.33*

El presupuesto del diseño se considera el total de las horas empleadas, por lo que se considera el análisis del salario básico de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones establecido por el Ministerio del Trabajo que corresponde a 858 dólares mensuales. Se considera un promedio de 21 días laborables por año, mediante la ecuación (5) se obtiene el salario por día: Costo total del Sistema Electrónico de monitoreo y alerta de radiación solar se realiza una sumatoria del presupuesto más el costo del diseño como se muestra

*Salariodiario = Salariomensual /Diaslaborables (5)*

*Salariodiario = 858\$ / 21*

*Salariodiario = 40.86\$ dólares*

Para obtener el valor de una hora de trabajo se utiliza la ecuación (6), en donde un día laboral está constituido por ocho horas.

$$\text{Salariohora} = \text{Salario diario} / \text{Horas laborables (6)}$$

$$\text{Salariohora} = 40.86 \text{ \$/8 horas}$$

$$\text{Salariohora} = 5.11 \text{ dólares}$$

Aproximadamente, se estima ciento sesenta y dos horas de investigación empleadas para el diseño, simulación, pruebas de funcionamiento e implementación, se obtiene el presupuesto del proyecto de investigación indicado en la tabla 13

### Costo Total el Proyecto.

Tabla 13 Costo del diseño del Proyecto.

| Item | Descripcion          | Unidad | Cantidad | Valor Unitario | VAlor Total |
|------|----------------------|--------|----------|----------------|-------------|
| 1    | Diseño del Prototipo | Horas  | 162      | 5,11           | 827,82      |

Una vez realizado el presupuesto para el diseño y para la construcción se obtiene el presupuesto total en la tabla 14

Tabla 14 Presupuesto total del Proyecto

| Item | Descripcion | Unidad  | Cantidad | Valor Unitario | VAlor Total |
|------|-------------|---------|----------|----------------|-------------|
| 1    | Diseño      | c/u     | 1        | 827,82         | 827,82      |
| 2    | Materiales  | Dólares | 1        | 624.33         | 624.33      |
|      |             |         |          | Total          | 1452,15     |

Realizado la sumatoria del costo total del proyecto, se obtiene que el presupuesto total para la implementación del prototipo del Solmáforo es de \$ 1452,15 dólares, cabe recalcar que por ser el primer prototipo el costo de construcción es un poco inferior a los dispositivos similares que se encuentran actualmente en el extranjero, en caso de que dicho sistema se desee producir en serie el costo de construcción será aún más económico.

Se espera que este sistema de monitoreo de nivel de radiación UV pueda tener mayor escalabilidad integrando más Unidades Educativas ampliando el análisis para toda la Provincia de Ambato. Al tener tecnologías como Lora para la transmisión de datos esta puede tranquilamente manejar lugares remotos pero que ayuden posteriormente a dar un análisis completo de toda la provincia no solo en el campo de la salud y poder también cubrir la parte de agricultura, con esto al ser más robusto el sistema y con ayuda de la inteligencia artificial emitir alertas de forma precisa. Hoy en día instituciones meteorológicas como el INAMHI, Municipios y Universidades han desarrollado varios proyectos de meteorología y saneamiento ambiental difundidos por los medios de comunicaciones, con el fin de frenar el cambio climático.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- A finales del 2018, se instaló el primer solmáforo en la ciudad de Ambato comenzó a tomar medidas de la radiación solar para informar los niveles de radiación en el centro del país y alertar con mayor rapidez, cuando existentes niveles extremos de radiación solar UV y tomar precauciones con la salud de las personas. El presente proyecto determinó la importancia de contar con más sistema de monitoreo y alerta de radiación UV para informar al rector e inspectores dentro de la Unidad Educativa UK el nivel de radiación solar UV interactuando rápidamente y evitando que los niños sufran lesiones en la piel por excesiva exposición al sol, lo cual permite prevenir a futuro enfermedades como el cáncer de piel y cataratas en los ojos.
- El análisis de radiación solar UV en Ambato, indica que las mediciones tomadas por el solmáforo del GAD Ambato en los meses de enero a abril del 2019 se presentaron días con intensa radiación, el INAMHI envió recomendaciones, pero no existen medidas de prevención dentro de las Unidades Educativas y la mayoría de personas desconocen los peligros. Además, el rango radiación UV en algunos días superó los 11 puntos, las horas con mayor incidencia fueron desde las 9 am hasta las 3 pm, esto también evidencia que son las horas donde los centros educativos tienen tiempo libre y la hora de retorno al hogar evidencian la falta de conocimiento y a la poca cultura de protección que la población tiene.
- A través de, dispositivos inalámbricos que operan en la banda de 2,4 GHz, con plataformas de hardware libre y software libre se implementó una WSN para recolectar los datos de la radiación solar en forma individual de cada campus de la Unidad Educativa UK, además se implementó una interfaz gráfica de usuario donde el responsable monitorea, genera reportes del estado de la radiación UV. Se utilizó Cloud IoT como ThingSpeak visible a través de una interfaz WEB.

## **5.2 Recomendaciones**

El contrastaste de la información recolectada de índice UV estación solmáforo en el centro de la ciudad propia del municipio, ayudaría a tener datos más fiables ya que estaciones del INAMHI actualmente operativas solo existen en Riobamba y el Puyo.

El Municipio a través del Departamento de Medio Ambiente y Gestión Minera deben mejorar la difusión de este tipo de dispositivos, que permiten concientizar a la población sobre los problemas de salud como son el cáncer de piel y cataratas en los ojos.

Para él envío de los datos hacia la nube, es necesario que exista buena conexión a internet, debido a que el sistema cuenta con este único medio de comunicación para enlazar conexión con el servidor de ThingSpeak y para él envío de datos hacia el mismo se debe realizar durante el intervalo de 1 minuto, de esta forma se da tiempo al sistema de realizar las peticiones http y evita errores, lo que garantiza un correcto funcionamiento del sistema.

Al analizar las pruebas realizadas con el prototipo, se obtienen valores con un error aceptable, lo que permite a dicho sistema se aplicable, ya que se puede escalar dicho sistema con otros sensores y hacerlo más robusto y exacto. Es por esto que el futuro de este sistema es la implantación de estos dispositivos de medición de radiación UV, en Unidades Educativas de la ciudad, en beneficio de la población infantil.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] INTERSUN, «Organización Mundial de la Salud (OMS),» OMM, 2006. [En línea]. Available: <https://www.who.int/cancer/prevention/es/>. [Último acceso: 26 Enero 2019].
- [2] OMS, OMM, UNEP, «Índice uv solar mundial Guía práctica,» 2003. [En línea]. Available: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 3 Febrero 2019].
- [3] PNUMA, «The Montreal Protocol and Human Health,» 6 2015. [En línea]. Available: <http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7738-s-TheMontrealProtocolandHumanHealth.pdf>. [Último acceso: 1 6 2019].
- [4] «Cancer de piel,» The Skin Cancer Foundation, 2017. [En línea]. Available: [cancerdepiel.org/quienes-somos/lider-en-la-Lucha-contra-el-cancer-de-piel](http://cancerdepiel.org/quienes-somos/lider-en-la-Lucha-contra-el-cancer-de-piel). [Último acceso: 31 Enero 2019].
- [5] F. B. D. B. C. G. M. B. K. M. P. E. S.-F. R. S. a. J. F. Edited by D. Forman, «Cancer Incidence in five Continents,» *IAR Scientific Publications*, nº 164, pp. 89-97, 2014.
- [6] H. G. Gallegos, «Disponibilidad y características de la radiación solar en Latinoamérica,» Octubre 2005. [En línea]. Available: [https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/curso/dia\\_14/6.%20Hugo%20Grossi.pdf](https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/curso/dia_14/6.%20Hugo%20Grossi.pdf). [Último acceso: 31 Enero 2019].
- [7] P. Carámbula, «Sanar,» 2018 02 12. [En línea]. Available: <https://www.sanar.org/cancer/cancer-de-piel-en-america-latina>. [Último acceso: 31 1 2019].
- [8] V. Sorgato, «Radiación UV es un riesgo en ecuador,» *El Comercio Ecuador*, 16 Enero 2016.
- [9] M. W. S. D. J. L. C.-H. Y. Omar I. Hoblos, «UVision: A Lightweight Portable UVR Detection System,» *Hoblos, O. I., Sheehan, M. W., Laferriere, D. J., & Yu, C.-H. (2015). Uvision: a lightweight portable UVR detection*

*system. 2015 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC)*, pp. 325-330, 2015.

- [10] L. P. CRISTINA ELIZABETH, «solmáforo (semáforo solar): modelo ambiental de alerta por exposición a la radiación solar en Quito,» abril 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10091>. [Último acceso: 28 02 2019].
- [11] F. R. R. Ordoñez, «Influencia de la radiación solar en la salud de las personas en la ciudad de Moquegua, 2001-2010,» 2015. [En línea]. Available: [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1031/TM187\\_Rodriguez\\_Ordonez\\_FR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1031/TM187_Rodriguez_Ordonez_FR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 4 3 2019].
- [12] G. B.-Q. G. L.-V. C. M.-A. a. J. R.-H. Fabricio Puente-Mansilla, «A wearable UV sensor and accessible smartphone application for blind people,» *IEEE International Symposium on Consumer Electronics*, 2016.
- [13] A. S. M. O. A. Fonseca, «Prototipo de solmáforo,» 17 Mayo 2017. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7307?locale=en>. [Último acceso: 28 2 2019].
- [14] F. Bisegna, M. Borra, F. Leccese y F. Asdrubali, «Prevention of UV radiation hazard,» *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, 2018.
- [15] P. E. Hockberger, «A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms,» *Photochemistry and Photobiolog*, vol. 76, n° 6, p. 561–579, 2002.
- [16] Redactores y equipo de editores médicos de la Sociedad Americana Contra El Cáncer, «Sociedad Americana Contra El Cáncer,» Equipo de redactores y equipo de editores médicos de la Sociedad Americana Contra El Cáncer, 19 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-es-la-radiacion-de-luz-ultravioleta.html>. [Último acceso: 6 2 2019].

- [17] F. M. León, «tiempo.com,» Qué es el índice de radiación ultravioleta (UV), 24 8 2016. [En línea]. Available: <https://www.tiempo.com/ram/270282/que-es-el-indice-de-radiacion-ultravioleta-uv/>. [Último acceso: 18 2 2019].
- [18] Subsecretaria de Productividad Industrial, «Proyecto de fortalecimiento institucional relativo a la protección de la capa de ozono,» 09 1 2015. [En línea]. Available: [https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Proyecto\\_de\\_fortalecimiento\\_institucional\\_relativo\\_a\\_la\\_proteccion\\_de\\_la\\_capa\\_de\\_ozono.pdf](https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2015/08/Proyecto_de_fortalecimiento_institucional_relativo_a_la_proteccion_de_la_capa_de_ozono.pdf).
- [19] Solmaforo®, «Solmaforo,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.solmaforo.com.pe/equipos>. [Último acceso: 6 2 2019].
- [20] CORPORACIÓN NACIONAL DEL CÁNCER., «INDICEUVCL,» Baingar.cl, 4 12 2017. [En línea]. Available: <http://www.conac.cl/>. [Último acceso: 6 2 2019].
- [21] sensovant, «sensovant,» 18 12 2018. [En línea]. Available: <http://sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/piranometro-portatil-precio-venta-economico-LP02.html>. [Último acceso: 2 29 2019].
- [22] sensovant, «sensovant,» [En línea]. Available: [sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/medidor-de-radiacion-solar-pirheliometro-DR01.html](http://sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/medidor-de-radiacion-solar-pirheliometro-DR01.html). [Último acceso: 29 2 2019].
- [23] sensovant, «sensovant,» [En línea]. Available: <http://sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/medidor-de-radiacion-infrarroja-pirgeometro-IR02.html>. [Último acceso: 29 3 2019].
- [24] sensovant, «sensovant,» [En línea]. Available: [sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/radiometro-sensor-radiacion-neta-NR01.html](http://sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/radiometro-sensor-radiacion-neta-NR01.html). [Último acceso: 29 3 2019].
- [25] sensovant, «sensovant,» [En línea]. Available: <http://sensovant.com/productos-aplicaciones/agricultura/luz-solar/articulo/albedometro-estandar-secundario-SRA20.html>. [Último acceso: 29 3 2019].

- [26] wikibooks, «Tecnología,» 10 2015. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa>. [Último acceso: 1 7 2019].
- [27] N. Instruments,, «Red de Sensores Inalámbricos,» 3 2017. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/white-paper/7142/es/>. [Último acceso: 18 7 2019].
- [28] C. Sebastián, «Aplicaciones basadas en WSN,» Escuela Técnica Superior De Ingeniería Informática, 2018. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8592/PFC%20->. [Último acceso: 5 7 2019].
- [29] J. Garbarino, «Protocolos para redes inalámbricas de sensores,» 11 7 2011. [En línea]. Available: <http://materias.fi.uba.ar/7500/Garbarino.pdf>. [Último acceso: 29 7 2019].
- [30] Z. Wendt, «arrow,» Arrow, 5 12 2018. [En línea]. Available: <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/videos/the-top-10-development-platforms-dev-kits-2018>. [Último acceso: 25 5 2018].
- [31] Raspberry Pi 4, «Raspberry,» Raspberry, 6 7 2019. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/>. [Último acceso: 15 7 2019].
- [32] L. E. D. Arce, «INEN PERU,» [En línea]. Available: [http://www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/educacion/01102013\\_PREVENCION\\_CANCER\\_PIEL.pdf](http://www.inen.sld.pe/portal/documentos/pdf/educacion/01102013_PREVENCION_CANCER_PIEL.pdf). [Último acceso: 12 5 2019].
- [33] SALUD OCUPACIONAL UNIVERSIDA EAFIT, «Manual Para Elaboracion de matrices de Peligro,» 2010. [En línea]. Available: [https://www.academia.edu/35092612/MANUAL\\_PARA\\_ELABORACION\\_DE\\_MATRICES\\_DE\\_PELIGRO\\_DE\\_INVESTIGACIONES\\_Y\\_PROYECTOS\\_DESARROLLADOS\\_EN\\_LA\\_UNIVERSIDA\\_EAFIT\\_ELABORADO\\_POR\\_SALUD\\_OCUPACIONAL\\_UNIVERSIDA\\_EAFIT](https://www.academia.edu/35092612/MANUAL_PARA_ELABORACION_DE_MATRICES_DE_PELIGRO_DE_INVESTIGACIONES_Y_PROYECTOS_DESARROLLADOS_EN_LA_UNIVERSIDA_EAFIT_ELABORADO_POR_SALUD_OCUPACIONAL_UNIVERSIDA_EAFIT). [Último acceso: 12 5 2019].
- [34] E. S. G. Miguel Rivas A. Elisa Rojas E. Juan Cortés N, «Efecto de la altura en la radiación solar ultravioleta en Arica norte de Chile,» *REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA, U.T.A. (CHILE)*, vol. 10 , nº 35, pp. 59-62, 2002.

- [35] INAMHI Twitter, «INAMHI alertas,» 18 7 2018. [En línea]. Available: <https://twitter.com/inamhi/status/1032832578854764544>. [Último acceso: 18 5 2019].
- [36] Secretaria del Ambiente Quito, «Quito Ambiente,» Alcaldía de Quito, 2018. [En línea]. Available: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/faq>. [Último acceso: 2 5 2019].
- [37] SOLCA, «Estadísticas medicas,» SOLCA, 2012. [En línea]. Available: <http://www.estadisticas.med.ec/webpages/reportes/Mapas1-1.jsp>. [Último acceso: 26 5 2019].
- [38] ONU, «ONU,» 2018. [En línea]. Available: <https://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>. [Último acceso: 17 6 2019].
- [39] proyecto, «solmaforo,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/linksolmaforo/proyecto>. [Último acceso: 11 7 2019].
- [40] L. Garcia, «Diario La Estrella de Panama,» 2 07 2015. [En línea]. Available: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/salud/cinta-costera-cuenta-solmaforo-para-medir-rayos-ultravioletas/23842261>. [Último acceso: 12 5 2019].
- [41] Y. FM, «xataka,» 19 3 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/ordenadores/llega-la-nueva-raspberry-pi-3-model-b-mismo-precio-pero-mas-velocidad-y-wifi-de-doble-banda>. [Último acceso: 15 5 2019].
- [42] UV | ARANTEC, «Sensor,» 1 12 2018. [En línea]. Available: [sensor uv](#). [Último acceso: 5 2 2019].
- [43] grietzen, «grietzen,» 29 5 2017. [En línea]. Available: <http://www.grietzen.com/servicios/raspberry-pi>. [Último acceso: 5 6 2019].
- [44] raspberry, «raspberrry,» 5 2 2019. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>. [Último acceso: 7 6 2019].
- [45] Grafana, «Grafana,» 8 12 2016. [En línea]. Available: <https://grafana.com/>. [Último acceso: 5 6 2019].

- [46] Freehosting, «Freehosting,» 6 12 2018. [En línea]. Available: <https://www.freehosting.com/client/cart.php?gid=1>. [Último acceso: 5 6 2019].
- [47] Thingspeak.com, «Thingspeak.com,» 16 5 2015. [En línea]. Available: Thingspeak.com. [Último acceso: 22 6 2019].
- [48] G. M. d. A. D. d. C. y. G. A. AMBATO, «Datos Solmáforo,» Ambato, 2019.

# ANEXOS

# ANEXO A

Sensor Si1145 sensor de radiación UV



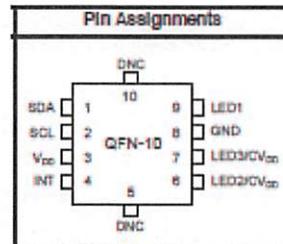
SILICON LABS

## Si1145/46/47

PROXIMITY/UV/AMBIENT LIGHT SENSOR IC WITH I<sup>2</sup>C INTERFACE

### Features

- Integrated infrared proximity detector
  - Proximity detection adjustable from under 1 cm to over 50 cm
  - Three independent LED drivers
  - 15 current settings from 5.6 mA to 360 mA for each LED driver
  - 25.6  $\mu$ s LED driver pulse width
  - 50 cm proximity range with single pulse (<3 kHz)
  - 15 cm proximity range with single pulse (>3 kHz)
  - Operates at up to 128 kix (direct sunlight)
  - High reflectance sensitivity < 1  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>
  - High EMI immunity without shielded packaging
- Integrated UV index sensor
  - Industry's lowest power consumption
  - 1.71 to 3.6 V supply voltage
  - 9  $\mu$ A average current (LED pulsed 25.6  $\mu$ s every 800 ms at 180 mA, plus 3  $\mu$ A Si114x supply)
  - < 500 nA standby current
  - Internal and external wake support
  - Built-in voltage supply monitor and power-on reset controller
  - 25.6  $\mu$ s LED "on" time keeps total power consumption duty cycle low without compromising performance or noise immunity
- Integrated ambient light sensor
  - 100 mix resolution possible, allowing operation under dark glass
  - 1 to 128 kix dynamic range possible across two ADC range settings
  - Accurate lux measurements with IR correction algorithm
- I<sup>2</sup>C Serial communications
  - Up to 3.4 Mbps data rate
  - Slave mode hardware address decoding
- Small-outline 10-lead 2x2 mm QFN
  - Temperature Range: -40 to +85 °C



### Applications

- Handsets
- E-book readers
- Notebooks/Netbooks
- Portable consumer electronics
- Audio products
- Security panels
- Tamper detection circuits
- Dispensers
- Valve controls
- Smoke detectors
- Touchless switches
- Touchless sliders
- Occupancy sensors
- Consumer electronics
- Industrial automation
- Display backlighting control
- Photo-interrupters

### Description

The Si1145/46/47 is a low-power, reflectance-based, infrared proximity, ultraviolet (UV) index, and ambient light sensor with I<sup>2</sup>C digital interface and programmable-event interrupt output. This touchless sensor IC includes an analog-to-digital converter, integrated high-sensitivity visible and infrared photodiodes, digital signal processor, and one, two, or three integrated infrared LED drivers with fifteen selectable drive levels. The Si1145/46/47 offers excellent performance under a wide dynamic range and a variety of light sources including direct sunlight. The Si1145/46/47 can also work under dark glass covers. The photodiode response and associated digital conversion circuitry provide excellent immunity to artificial light flicker noise and natural light flutter noise. With two or more LEDs, the Si1145/47 is capable of supporting multiple-axis proximity motion detection. The Si1145/46/47 devices are provided in a 10-lead 2x2 mm QFN package and are capable of operation from 1.71 to 3.6 V over the -40 to +85 °C temperature range.

T

# Si1145/46/47

## 1.2. Typical Performance Graphs

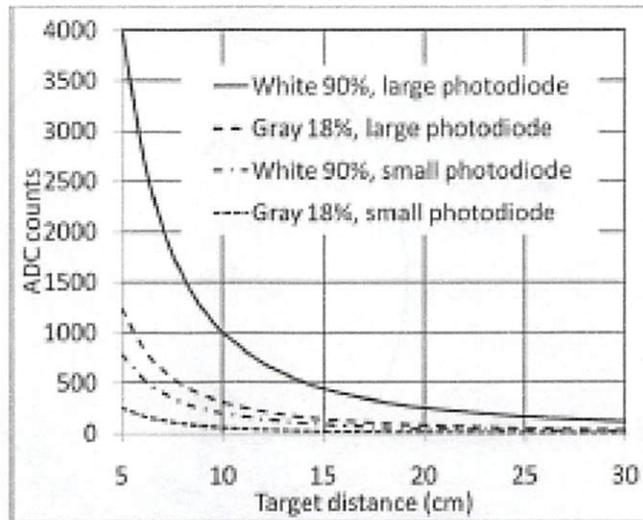


Figure 3. Proximity response using Kodak gray cards, PS\_RANGE=0, PS\_ADC\_GAIN=0 (single 25.6µs LED pulse), ± 22° LED view angle, 850 nm, 22.5 mW/sr, no overlay, 5 mm LED center to Si114x center

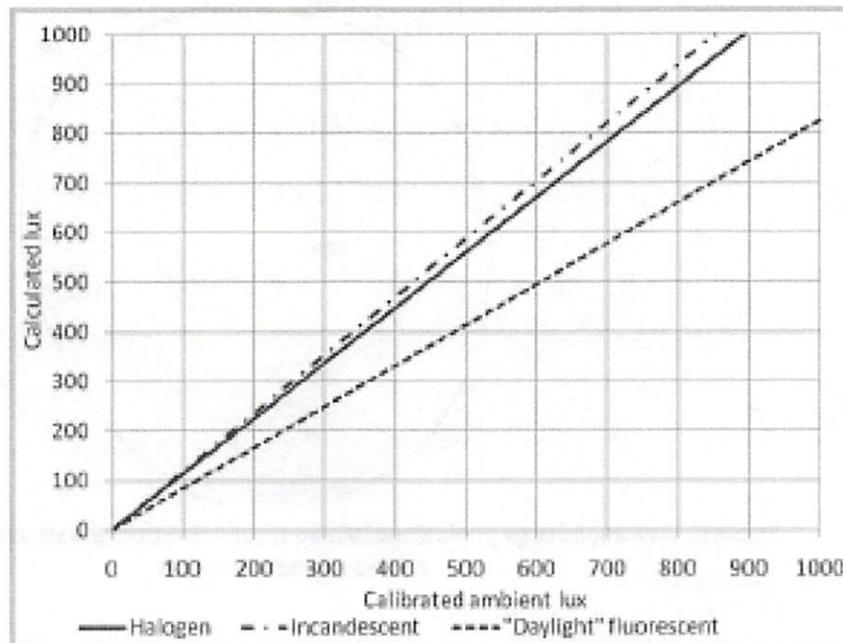


Figure 4. ALS variability with different light sources

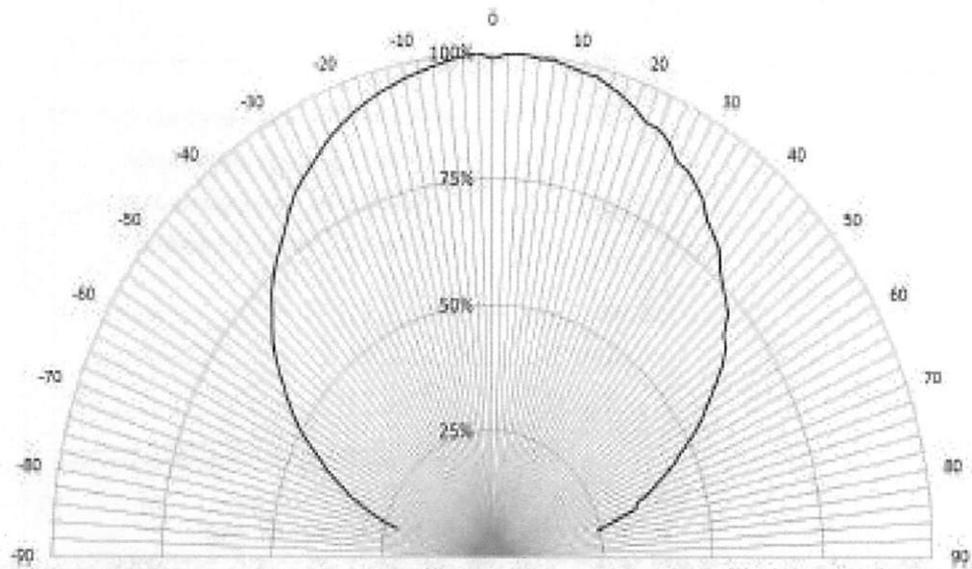


Figure 5. View angle, large photodiode rotated around the pin-5/pin-10 ("vertical") axis

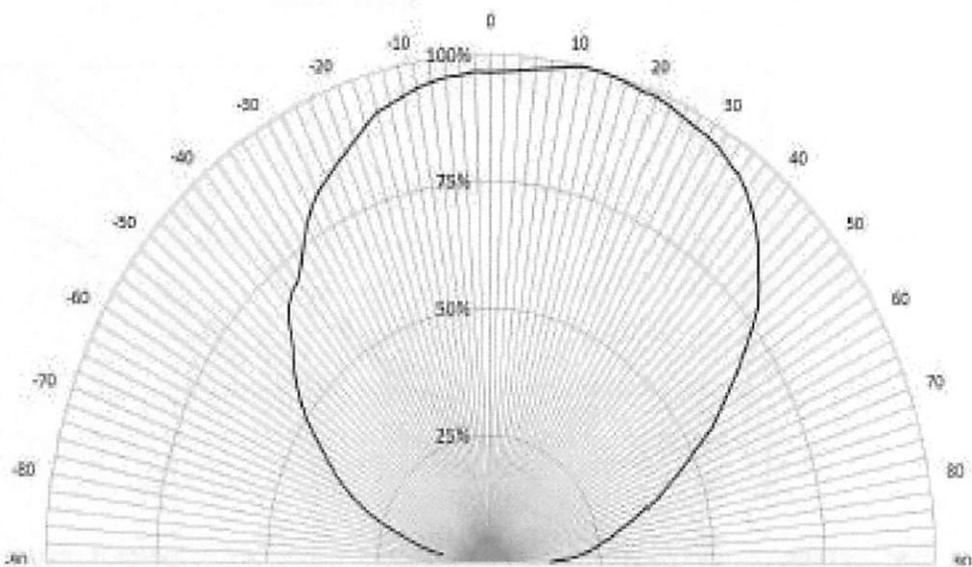


Figure 6. View angle, large photodiode rotated around "horizontal" axis and small photodiode rotated around either axis

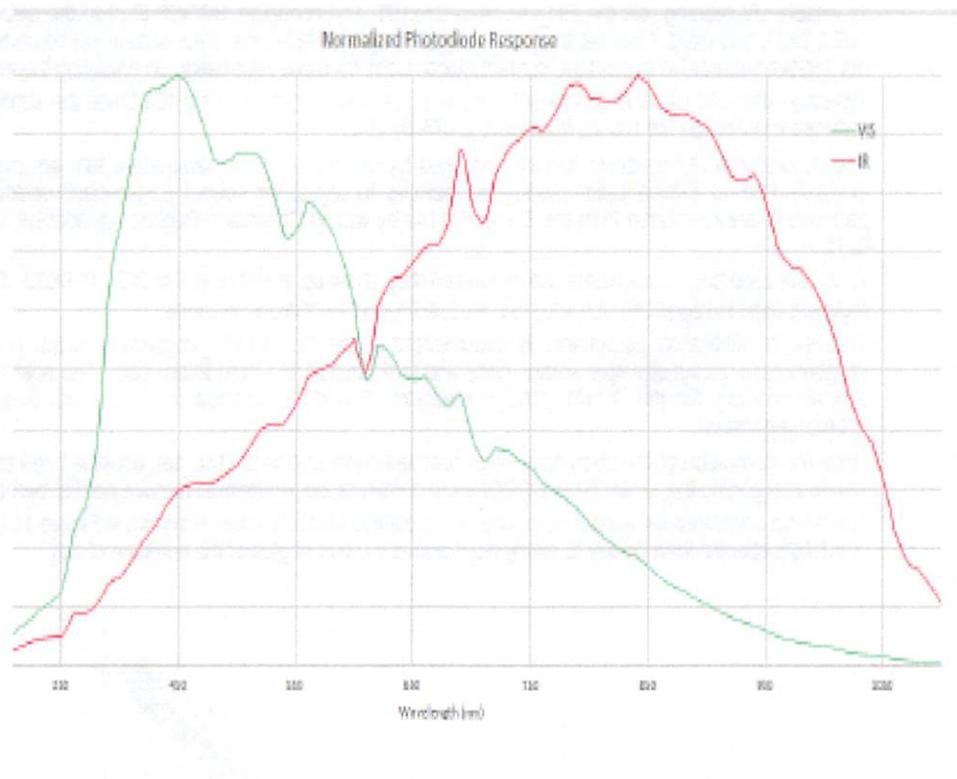


Figure 7. Photodiode Spectral Response to Visible and Infrared Light (Indicative)

To enable UV reading, set the EN\_UV bit in CHU1ST, and configure UCOEF [0:3] to the default values of 0x7B, 0x6B, 0x01, and 0x0D. Also, set the VIS\_RANGE and IR\_RANGE bits. If the sensor will be under an overlay that is not 100% transmissive to sunlight, contact Silicon Labs for more information on adjusting these coefficients. Typically, after 285  $\mu$ s, AUX\_DATA will contain a 16-bit value representing 100 times the sunlight UV Index. Host software must divide the results from AUX\_DATA by 100.

The accuracy of UV readings can be improved by using calibration parameters that are programmed into the SI1132/SI114x at Silicon Labs' production facilities to adjust for normal part-to-part variation. The calibration parameters are recovered from the SI113X/SI114x by writing Command Register @ address 0x18 with the value 0x12.

When the calibration parameters are recovered they show up at FIC registers 0x22 to 0x2D. These are the same registers used to report the VIS, IR, PS1, PS2, PS3, and AUX measurements.

The use of calibration parameters is documented in the file, SI114x\_functions.h, which is part of the SI114x Programmer's Toolkit example source code and is downloadable from [SiliconLabs.com](http://SiliconLabs.com). The host code is expected to allocate memory for the SI114X\_CAL\_S structure. The si114x\_calibration routine will then fill it up with the appropriate values.

Once the calibration parameters have been recovered the routine SI114x\_set\_ucoeff is used to modify the default values that go into the UCOEF3 UV configuration registers to remove normal part-to-part variation.

The typical calibrated UV sensor response vs. calculated Ideal UV Index is shown in Figure 11 for a large database of sunlight spectra from cloudy to sunny days and at various angles of the sunline of day.

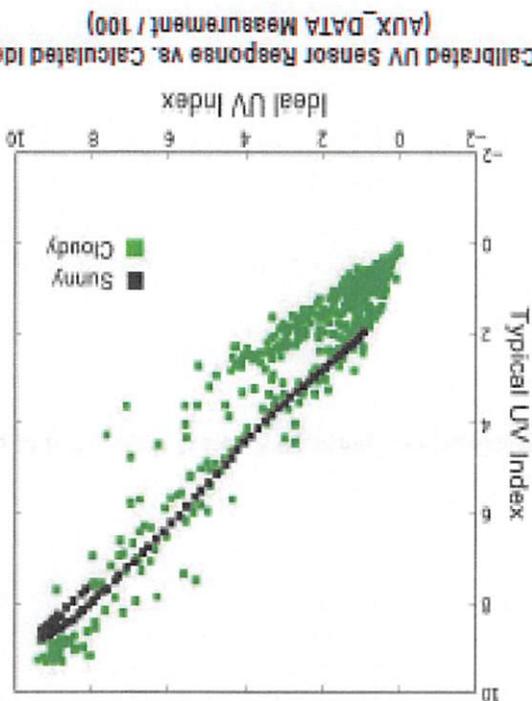
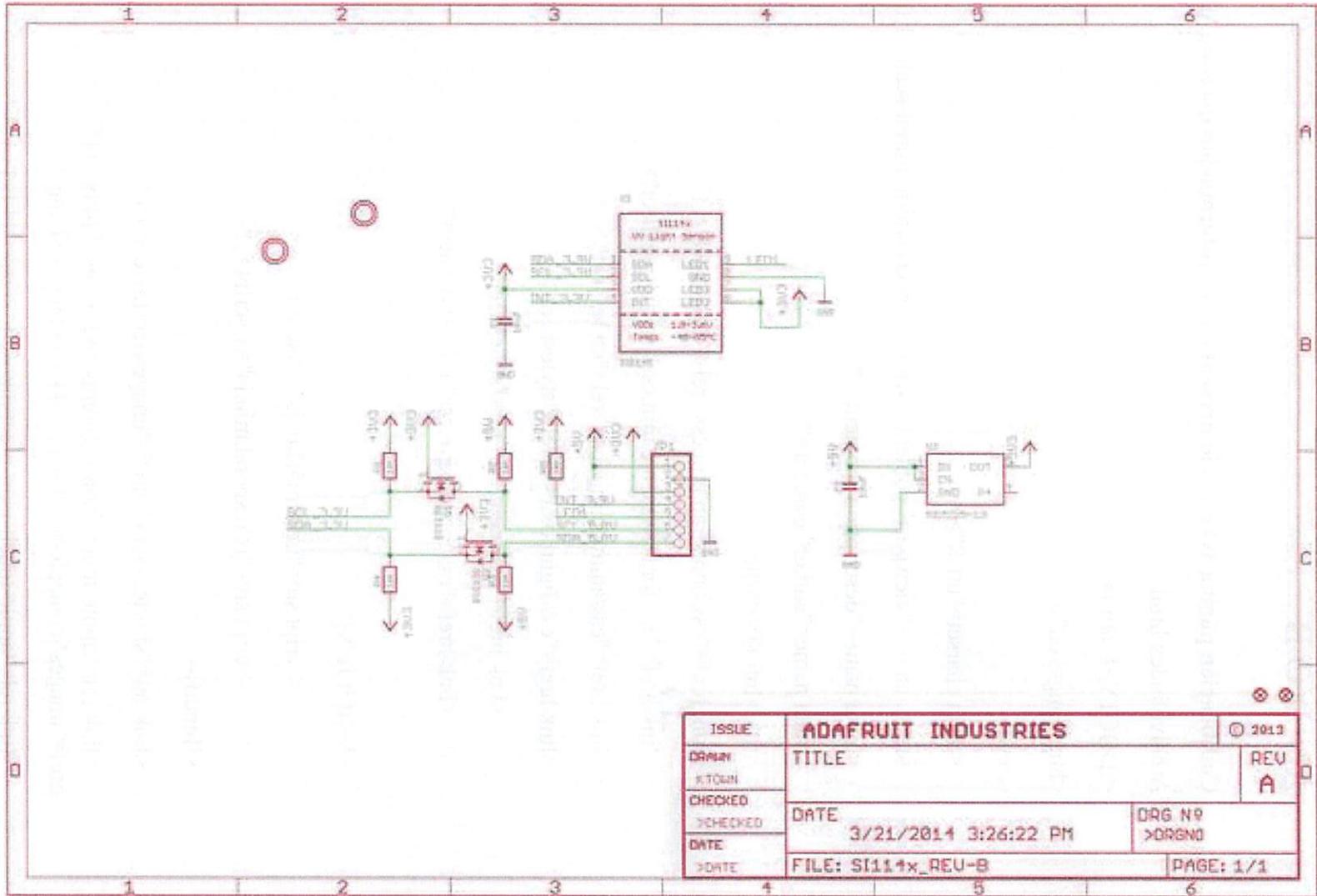


Figure 11. Calibrated UV Sensor Response vs. Calculated Ideal UV Index (AUX\_DATA Measurement / 100)



|                     |                              |                  |          |
|---------------------|------------------------------|------------------|----------|
| ISSUE               | ADAFRUIT INDUSTRIES          |                  | © 2013   |
| DRAWN<br>K.TOWN     | TITLE                        |                  | REV<br>A |
| CHECKED<br>>CHECKED | DATE<br>3/21/2014 3:26:22 PM | DRG N°<br>>DRGNO |          |
| DATE<br>>DATE       | FILE: SI114x_REU-B           | PAGE: 1/1        |          |

## ANEXO B

### Codificación página Web inicio presentación e información del Sitio WEB

Archivo index.html

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html lang="en">
```

```
<head>
```

```
 <meta charset="utf-8">
```

```
 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

```
 <meta name="description" content="">
```

```
 <meta name="author" content="">
```

```
 <title>Inti UV</title>
```

```
 <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/font-awesome.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/animate.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/lightbox.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/main.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/responsive.css" rel="stylesheet">
```

```
<!--[if lt IE 9]>
```

```
 <script src="js/html5shiv.js"></script>
```

```
 <script src="js/respond.min.js"></script>
```

```
<![endif]-->
```

```
<link rel="shortcut icon" href="images/ico/favicon.ico">
```

```
<link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="144x144"
href="images/ico/apple-touch-icon-144-precomposed.png">
```

```
<link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="114x114"
href="images/ico/apple-touch-icon-114-precomposed.png">
```

```
<link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="72x72"
href="images/ico/apple-touch-icon-72-precomposed.png">
```

```
<link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="images/ico/apple-touch-icon-57-
precomposed.png">
```

```

</head><!--/head-->
<body>
<header id="header">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-sm-12 overflow">
<div class="social-icons pull-right">
<ul class="nav nav-pills">
<i class="fa fa-facebook"></i>
<i class="fa fa-twitter"></i>
<i class="fa fa-google-plus"></i>
<i class="fa fa-dribbble"></i>
<i class="fa fa-linkedin"></i>

<div class="navbar navbar-inverse" role="banner">
<div class="container">
<div class="navbar-header">
<button type="button" class="navbar-toggle" data-toggle="collapse"
data-target=".navbar-collapse">
Toggle navigation

</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div class="nav-bar-brand" href="index.html">

```

```

 <h1></h1>

</div>
<div class="collapse navbar-collapse">
 <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
 <li class="active">Hogar
 <li class="dropdown">Pagina <i class="fa fa-angle-
down"></i>
 <ul role="menu" class="sub-menu">
 Acerca
 Nosotros
 Servicios
 Problemas
 Contactos

 404 error
 Coming Soon

 <li class="dropdown">Blog <i class="fa fa-
angle-down"></i>
 <ul role="menu" class="sub-menu">
 Blog Default
 Timeline Blog
 2 Columns + Right
Sidebar
 1 Column + Left Sidebar
 Blog Masonary
 Blog Details


```

```


<li class="dropdown">Portfolio <i
class="fa fa-angle-down"></i>
<ul role="menu" class="sub-menu">
Monitoreo Macasto
Monitoreo Ficoa
Monitoreo Magdalena
3 Columns + Left
Sidebar
2 Columns
Portfolio Details

Descargas

</div>
<div class="search">
<form role="form">
<i class="fa fa-search"></i>
<div class="field-toggle">
<input type="text" class="search-form" autocomplete="off"
placeholder="Search">
</div>
</form>
</div>
</div>
</div>
</header>
<!--/#header-->

<section id="home-slider">

```

```

<div class="container">
 <div class="main-slider">
 <div class="slide-text">
 <h1>Inti UV</h1>
 <p>Inti UV mide la radiación tanto de los rayos UVA como de los
UVB, y proporciona un estatus instantáneo que puede almacenar datos en la
nube.</p>
 </div>

 </div>
</div>
<div class="preloader"><i class="fa fa-sun-o fa-spin"></i></div>
</section>
<!--/#home-slider-->

<section id="services">
 <div class="container">
 <div class="row">

```

```

 <div class="col-sm-4 text-center padding wow fadeIn" data-wow-
duration="1000ms" data-wow-delay="300ms">
 <div class="single-service">
 <div class="wow scaleIn" data-wow-duration="500ms" data-wow-
delay="300ms">

 </div>
 <h2>Cancer de Piel</h2>
 <p>El cáncer de piel no melanoma es el tipo más común de cáncer de
piel. Se le llama no melanoma, porque este grupo de tumores comprende todos los
tipos de cáncer de la piel, excepto uno: El melanoma maligno, que es el cáncer que
se desarrolla a partir de los melanocitos.</p>
 </div>
 </div>

 <div class="col-sm-4 text-center padding wow fadeIn" data-wow-
duration="1000ms" data-wow-delay="600ms">
 <div class="single-service">
 <div class="wow scaleIn" data-wow-duration="500ms" data-wow-
delay="600ms">

 </div>
 <h2>Solmáforo</h2>
 <p>Es un semáforo que mide los niveles de radiación ultravioleta,
alertando a la población por medio de un código basado en 5 colores determinados
por la Organización Mundial de la Salud, OMS. También puede ser llamado
semáforo de sol.</p>
 </div>
 </div>

 <div class="col-sm-4 text-center padding wow fadeIn" data-wow-
duration="1000ms" data-wow-delay="900ms">
 <div class="single-service">
 <div class="wow scaleIn" data-wow-duration="500ms" data-wow-
delay="900ms">

 </div>
 </div>
 </div>

```

```

 </div>
 <h2>Prevención</h2>
 <p>Todas las personas pueden padecer un cáncer de piel, pero su
 riesgo está aumentado si reúne una o varias de las siguientes condiciones.</p>
 </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</section>
<!--/#services-->

<section id="action" class="responsive">
 <div class="vertical-center">
 <div class="container">
 <div class="row">
 <div class="action take-tour">
 <div class="col-sm-7 wow fadeInLeft" data-wow-duration="500ms"
 data-wow-delay="300ms">
 <h1 class="title">INTI UV</h1>
 <p>Proteje tu Piel</p>
 </div>
 <div class="col-sm-5 text-center wow fadeInRight" data-wow-
 duration="500ms" data-wow-delay="300ms">
 <div class="tour-button">
 Toma Precauciones
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>

```

</section>

<!--/#action-->

<section id="features">

<div class="container">

<div class="row">

<div class="single-features">

<div class="col-sm-5 wow fadeInLeft" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">



</div>

<div class="col-sm-6 wow fadeInRight" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">

<h2>La autoexploración</h2>

<P>La técnica es sencilla y normalmente dura unos 15 minutos. Desvístase por completo y examine su piel atentamente, empezando por el cuero cabelludo, sin olvidar detrás de las orejas, con ayuda de otra persona y si el pelo es abundante, con la ayuda de un secador. Seguidamente exploraremos las zonas simples de ver: rostro, lados y zona anterior de cuello.</P>

</div>

</div>

<div class="single-features">

<div class="col-sm-6 col-sm-offset-1 align-right wow fadeInLeft" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">

<h2>Lunares peligrosos</h2>

<P>Para la detección de lunares peligrosos existe la regla mnemotécnica internacional del ABCDE que es fácil de entender visualmente:

- A. Asimetría de las lesiones o lesiones con formas no redondas u ovaladas
- B. Bordes irregulares o con prolongaciones
- C. Cambios de coloración
- D. Cambios del diámetro de la lesión (aumento de tamaño)
- E. Expresión de síntomas: Picor o sangrado de la lesión

Si detecta una lesión de la piel nueva o antigua, en forma de herida que aparece sin traumatismo previo, costra o verruga, que crece y no acaba de curar, o bien un lunar o mancha irregular, negruzca o no, que crece, cambia de forma, pica, sangra o se ulcera... acuda a su dermatólogo lo antes posible.</P>

</div>

<div class="col-sm-5 wow fadeInRight" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">



</div>

</div>

<div class="single-features">

<div class="col-sm-5 wow fadeInLeft" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">



</div>

<div class="col-sm-6 wow fadeInRight" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="300ms">

<h2>Consejos para cuidar nuestra piel frente al sol</h2>

<P>Adquirir el bronceado lenta y progresivamente, y evitar la exposición solar entre las 12h y las 16h.

Llevar camiseta, gorro y prendas con capacidad de filtrar los rayos solares cuando realices actividades al aire libre.

Utilizar fotoprotectores (cremas, leches solares...) siempre adaptados a nuestro tipo de piel y a las condiciones de exposición al sol.

Aplicar correctamente el protector: extender una cantidad generosa por todas las zonas del cuerpo, y renovar la aplicación del fotoprotector cada 2 horas y, muy especialmente, después de cada baño.</P>

</div>

</div>

</div>

</div>

</section>

<!--/#features-->

<section id="clients">

```

<div class="container">
 <div class="row">
 <div class="col-sm-12">
 <div class="clients text-center wow fadeInUp" data-wow-
duration="500ms" data-wow-delay="300ms">
 <p></p>
 <h1 class="title">PROJECT PARTNERS</h1>
 <p>Es un proyecto de Ingenieria que organiza estudiantes
universitarios y de secundaria que trabaja en la prevención del cancer de piel.

</p>
 </div>
 <div class="clients-logo wow fadeIn" data-wow-duration="1000ms"
data-wow-delay="600ms">
 <div class="col-xs-3 col-sm-2">

 </div>
 <div class="col-xs-3 col-sm-2">

 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
</div>

```

```

 <div class="col-xs-3 col-sm-2">

 </div>
 </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</section>
<!--/#clients-->
<footer id="footer">
 <div class="container">
 <div class="row">
 <div class="col-sm-12 text-center bottom-separator">

 </div>
 <div class="col-md-4 col-sm-6">
 <div class="testimonial bottom">
 <h2>Testimonial</h2>
 <div class="media">
 <div class="pull-left">

 </div>
 <div class="media-body">
 <blockquote>Nisi commodo bresaola, leberkas venison eiusmod
bacon occaecat labore tail.</blockquote>
 <h3>- Jhon Kalis</h3>
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>
 </div>

```

```

<div class="pull-left">

</div>
<div class="media-body">
 <blockquote>Capicola nisi flank sed minim sunt aliqua rump
pancetta leberkas venison eiusmod.</blockquote>
 <h3>- Abraham Josef</h3>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div class="col-md-3 col-sm-6">
 <div class="contact-info bottom">
 <h2>Contactos</h2>
 <address>
 E-mail: fran.chango@gmail.com

 Telefono: +593 992578779

 Fax: +593 32422768

 </address>
 <h2>Dirección</h2>
 <address>
 Universidad Tecnica de Ambato

 Ambato, Campus Huachi

 Tungurahua

 Ecuador

 </address>
 </div>
</div>
<div class="col-md-4 col-sm-12">
 <div class="contact-form bottom">

```



```
<script type="text/javascript" src="js/jquery.js"></script>
<script type="text/javascript" src="js/bootstrap.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="js/lightbox.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="js/wow.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="js/main.js"></script>
</body>
</html>
```

## ANEXO C

### Codificación página Web Del Sistema De Monitoreo con ThingSpeak

Archivo monitoreo.html

```
<html>
```

```
<head>
```

```
 <meta charset="utf-8">
```

```
 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

```
 <meta name="description" content="">
```

```
 <meta name="author" content="">
```

```
 <title>Monitoreo</title>
```

```
 <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/font-awesome.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/lightbox.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/animate.min.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/main.css" rel="stylesheet">
```

```
 <link href="css/responsive.css" rel="stylesheet">
```

```
 <!--[if lt IE 9]>
```

```
 <script src="js/html5shiv.js"></script>
```

```
 <script src="js/respond.min.js"></script>
```

```
 <![endif]-->
```

```
 <link rel="shortcut icon" href="images/ico/favicon.ico">
```

```
 <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="144x144"
href="images/ico/apple-touch-icon-144-precomposed.png">
```

```
 <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="114x114"
href="images/ico/apple-touch-icon-114-precomposed.png">
```

```
 <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="72x72"
href="images/ico/apple-touch-icon-72-precomposed.png">
```

```
 <link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="images/ico/apple-touch-icon-57-
precomposed.png">
```

```
</head><!--/head-->
```

</body>

```
<header id="header">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-sm-12 overflow">
<div class="social-icons pull-right">
<ul class="nav nav-pills">
<i class="fa fa-facebook"></i>
<i class="fa fa-twitter"></i>
<i class="fa fa-google-plus"></i>
<i class="fa fa-dribbble"></i>
<i class="fa fa-linkedin"></i>

</div>
</div>
</div>
<div class="nav-bar-inverse" role="banner">
<div class="container">
<div class="nav-bar-header">
<button type="button" class="nav-bar-toggle" data-toggle="collapse" data-target=".nav-bar-collapse">
Toggle navigation

</div>
</div>

```

```

 <h1></h1>

</div>
<div class="collapse navbar-collapse">
 <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
 Home
 <li class="dropdown active">Pages <i class="fa fa-angle-down"></i>
 <ul role="menu" class="sub-menu">
 About
 About 2
 Services
 Pricing
 Contact us
 Contact us 2
 404 error
 Coming Soon

 <li class="dropdown">Blog <i class="fa fa-angle-down"></i>
 <ul role="menu" class="sub-menu">
 Blog Default
 Timeline Blog
 2 Columns + Right
Sidebar
 1 Column + Left Sidebar
 Blog Masonary
 Blog Details


```

```


 <li class="dropdown">Portfolio <i
class="fa fa-angle-down"></i>
 <ul role="menu" class="sub-menu">
 Monitoreo Macasto
 Monitore Ficoa

 Monitoreo Magdalena
 3 Columns + Left
Sidebar
 2 Columns
 Portfolio Details

 Descargas

</div>
<div class="search">
 <form role="form">
 <i class="fa fa-search"></i>
 <div class="field-toggle">
 <input type="text" class="search-form" autocomplete="off"
placeholder="Search">
 </div>
 </form>
</div>
</div>
</div>
</header>
<!--/#header-->

```

```
<!--/#page-breadcrumb-->
```

```
<section id="company-information" class="choose">
```

```
<div class="container">
```

```
<div class="row">
```

```
<div class="col-sm-6 wow fadeInDown" data-wow-duration="1000ms" data-wow-delay="0ms">
```

```
<iframe width="480" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;" src="https://thingspeak.com/channels/806283/charts/1?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&results=60&type=line&update=15"></iframe>
```

```
</div>
```

```
<div class="col-sm-6 padding-top wow fadeInDown" data-wow-duration="1000ms" data-wow-delay="0ms" >
```

```
<h1>Que indicaciones tomar en cuenta?</h1>
```

```
<p>Un sistema estándar de medición del índice UV y una forma de presentarlo al público incluyendo un código de colores asociado</p>
```

```
<ul class="elements">
```

```
<li class="wow fadeInUp" data-wow-duration="900ms" data-wow-delay="100ms"><i class="fa fa-circle" style="font-size:20px;color:green"></i> Bajo <2
```

```
<li class="wow fadeInUp" data-wow-duration="800ms" data-wow-delay="200ms"><i class="fa fa-circle" style="font-size:25px;color:yellow"></i> Moderado 3-5
```

```
<li class="wow fadeInUp" data-wow-duration="700ms" data-wow-delay="300ms"><i class="fa fa-circle" style="font-size:30px;color:orange"></i> Alto 6-7
```

```
<li class="wow fadeInUp" data-wow-duration="600ms" data-wow-delay="400ms"><i class="fa fa-circle" style="font-size:35px;color:red"></i> Muy Alto 8-10
```

```
<li class="wow fadeInUp" data-wow-duration="500ms" data-wow-delay="500ms"><i class="fa fa-circle" style="font-size:40px;color:violet"></i> Extremadamente alto > 11
```

```

```

```
</div>
```

```
</div>
```

</div>

</section>

<table border=2 bordercolor="#0000FF" align="center">

<tr><td colspan="2">

<h1 align="center" color="#00FFFF">Datos Solmaforo - Zona Macasto</h1>

</td></tr>

<tr><td>

<iframe width="450" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/charts/1?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&results=60&type=line&update=15"></iframe>

</td>

<td><iframe width="90" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/widgets/82239"></iframe>

<iframe width="90" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/widgets/82240"></iframe>

<iframe width="90" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/widgets/82241"></iframe>

<iframe width="90" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/widgets/82244"></iframe>

<iframe width="90" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/widgets/82246"></iframe>

</td></tr>

<tr><td>

<iframe width="450" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/charts/2?bgcolor=%23ffffff&color=%23d62020&dynamic=true&results=60&type=line&update=15"></iframe>

</td>

<td>

<iframe width="450" height="260" style="border: 1px solid #cccccc;"  
src="https://thingspeak.com/channels/806283/maps/channel\_show"></iframe>

```
</td>
</table>
<script type="text/javascript" src="js/jquery.js"></script>
 <script type="text/javascript" src="js/bootstrap.min.js"></script>
 <script type="text/javascript" src="js/lightbox.min.js"></script>
 <script type="text/javascript" src="js/wow.min.js"></script>
 <script type="text/javascript" src="js/main.js"></script>
</body>
</html>
```

## ANEXO D

### Conexion ThingSpeak python

```
#!/usr/bin/python

import sys

import RPi.GPIO as GPIO

from time import sleep

import urllib2

import SI1145.SI1145 as SI1145

sensor = SI1145.SI1145()

baseURL =
'https://api.thingspeak.com/update?api_key=QO610ENLQWTUT3ES&field1=0'

uvIndex = 0

vis = 0

while(uvIndex < 1000):

 vis = sensor.readVisible()

 IR = sensor.readIR()

 UV = sensor.readUV()

 uvIndex = UV / 100.0

 print uvIndex

 f = urllib2.urlopen(baseURL + "&field1=%s&field2=%s" % (uvIndex, vis))

 f.read()

 f.close()

 print vis

 sleep(60)

print "Program has ended"
```

## ANEXO E

### Conexión Python Base de datos

```
#!/usr/bin/python
import time
import SI1145.SI1145 as SI1145
import MySQLdb
sudo config-pin p9.17 i2c
sudo config-pin p9.18 i2c
db = MySQLdb.connect("localhost", "inti_user", "passwordinti", "inti_db")
curs=db.cursor()
sensor = SI1145.SI1145()
print 'Press Cntrl + Z to cancel'
while True:
 vis = sensor.readVisible()
 IR = sensor.readIR()
 UV = sensor.readUV()
 uvIndex = UV / 100.0
 print 'Vis: ' + str(vis)
 print 'IR: ' + str(IR)
 print 'UV Index: ' + str(uvIndex)

 curs.execute ("INSERT INTO IndiceUV (dateandtime, sensor, Vis, IR,
UVIndex) values(NOW(),'Macasto', %s, %s, %s)",(vis, IR, uvIndex))
 db.commit()
 print "Data committe"
 time.sleep(10)
#!/usr/bin/python
Importar Adafruit_GPIO. I2C como I2C
COMANDOS
SI1145_PARAM_QUERY = 0x 80
```

SI1145_PARAM_SET	= 0x A0
SI1145_NOP	= 0x 0
SI1145_RESET	= 0x 01
SI1145_BUSADDR	= 0x 02
SI1145_PS_FORCE	= 0x 05
SI1145_ALS_FORCE	= 0x 06
SI1145_PSALS_FORCE	= 0x 07
SI1145_PS_PAUSE	= 0x 09
SI1145_ALS_PAUSE	= 0x 0A
SI1145_PSALS_PAUSE	= 0x B
SI1145_PS_AUTO	= 0x 0D
SI1145_ALS_AUTO	= 0x 0E
SI1145_PSALS_AUTO	= 0x 0F
SI1145_GET_CAL	= 0x 12
<b># Parámetros</b>	
SI1145_PARAM_I2CADDR	= 0x 00
SI1145_PARAM_CHLIST	= 0x 01
SI1145_PARAM_CHLIST_ENUV	= 0x 80
SI1145_PARAM_CHLIST_ENAUX	= 0x 40
SI1145_PARAM_CHLIST_ENALSIR	= 0x 20
SI1145_PARAM_CHLIST_ENALSVIS	= 0x 10
SI1145_PARAM_CHLIST_ENPS1	= 0x 01
SI1145_PARAM_CHLIST_ENPS2	= 0x 02
SI1145_PARAM_CHLIST_ENPS3	= 0x 04
SI1145_PARAM_PSLED12SEL	= 0x 02
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS2NONE	= 0x 00
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS2LED1	= 0x 10
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS2LED2	= 0x 20
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS2LED3	= 0x 40
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS1NONE	= 0x 00

SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS1LED1	= 0x 01
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS1LED2	= 0x 02
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS1LED3	= 0x 04
SI1145_PARAM_PSLED3SEL	= 0x 03
SI1145_PARAM_PSENCODE	= 0x 05
SI1145_PARAM_ALSENCODE	= 0x 06
SI1145_PARAM_PS1ADCMUX	= 0x 07
SI1145_PARAM_PS2ADCMUX	= 0x 08
SI1145_PARAM_PS3ADCMUX	= 0x 09
SI1145_PARAM_PSADCOUNTER	= 0x 0A
SI1145_PARAM_PSADCGAIN	= 0x 0B
SI1145_PARAM_PSADCMISC	= 0x 0C
SI1145_PARAM_PSADCMISC_RANGE	= 0x 20
SI1145_PARAM_PSADCMISC_PSMODE	= 0x 04
SI1145_PARAM_ALSIRADCMUX	= 0x 0E
SI1145_PARAM_AUXADCMUX	= 0x 0F
SI1145_PARAM_ALSVISADCOUNTER	= 0x 10
SI1145_PARAM_ALSVISADCGAIN	= 0x 11
SI1145_PARAM_ALSVISADCMISC	= 0x 12
SI1145_PARAM_ALSVISADCMISC_VISRANGE	= 0x 20
SI1145_PARAM_ALSIRADCOUNTER	= 0x 1D
SI1145_PARAM_ALSIRADCGAIN	= 0x 1E
SI1145_PARAM_ALSIRADCMISC	= 0x 1F
SI1145_PARAM_ALSIRADCMISC_RANGE	= 0x 20
SI1145_PARAM_ADCCOUNTER_511CLK	= 0x 70
SI1145_PARAM_ADCMUX_SMALLIR	= 0x 00
SI1145_PARAM_ADCMUX_LARGEIR	= 0x 03
# REGISTROS	
SI1145_REG_PARTID	= 0x 00
SI1145_REG_REVID	= 0x 01

SI1145_REG_SEQID	= 0x 02
SI1145_REG_INTCFG	= 0x 03
SI1145_REG_INTCFG_INT0E	= 0x 01
SI1145_REG_INTCFG_INTMODE	= 0x 02
SI1145_REG_IRQEN	= 0x 04
SI1145_REG_IRQEN_ALSEVERYSAMPLE	= 0x 01
SI1145_REG_IRQEN_PS1EVERYSAMPLE	= 0x 04
SI1145_REG_IRQEN_PS2EVERYSAMPLE	= 0x 08
SI1145_REG_IRQEN_PS3EVERYSAMPLE	= 0x 10
SI1145_REG_IRQMODE1	= 0x 05
SI1145_REG_IRQMODE2	= 0x 06
SI1145_REG_HWKEY	= 0x 07
SI1145_REG_MEASRATE0	= 0x 08
SI1145_REG_MEASRATE1	= 0x 09
SI1145_REG_PSRATE	= 0x 0A
SI1145_REG_PSLED21	= 0x 0F
SI1145_REG_PSLED3	= 0x 10
SI1145_REG_UCOEFF0	= 0x 13
SI1145_REG_UCOEFF1	= 0x 14
SI1145_REG_UCOEFF2	= 0x 15
SI1145_REG_UCOEFF3	= 0x 16
SI1145_REG_PARAMWR	= 0x 17
SI1145_REG_COMMAND	= 0x 18
SI1145_REG_RESPONSE	= 0x 20
SI1145_REG_IRQSTAT	= 0x 21
SI1145_REG_IRQSTAT_ALS	= 0x 01
SI1145_REG_ALSVISDATA0	= 0x 22
SI1145_REG_ALSVISDATA1	= 0x 23
SI1145_REG_ALSIRDATA0	= 0x 24
SI1145_REG_ALSIRDATA1	= 0x 25

```

SI1145_REG_PS1DATA0 = 0x 26
SI1145_REG_PS1DATA1 = 0x 27
SI1145_REG_PS2DATA0 = 0x 28
SI1145_REG_PS2DATA1 = 0x 29
SI1145_REG_PS3DATA0 = 0x 2A
SI1145_REG_PS3DATA1 = 0x 2B
SI1145_REG_UVINDEXX0 = 0x 2C
SI1145_REG_UVINDEXX1 = 0x 2D
SI1145_REG_PARAMRD = 0x 2E
SI1145_REG_CHIPSTAT = 0x 30

```

# Dirección I2C

```
SI1145_ADDR = 0x 60
```

class SI1145 ( objeto ):

```

def __init__ (self , address = SI1145_ADDR , busnum = I2C .get_default_bus
()):

```

```

 self . _logger = logging.getLogger (' SI1145 ')

```

```

 # Crear dispositivo I2C.

```

```

 self . _device = I2C .Device (address, busnum)

```

```

 # restablecer dispositivo

```

```

 auto . _reset ()

```

```

 # Cargar valores de calibración.

```

```

 auto . _load_calibration ()

```

```

reinicio del dispositivo

```

```

def _reset (auto):

```

```

 self . _device.write8 (SI1145_REG_MEASRATE0 , 0)

```

```

 self . _device.write8 (SI1145_REG_MEASRATE1 , 0)

```

```

 self . _device.write8 (SI1145_REG_IRQEN , 0)

```

```

 self . _device.write8 (SI1145_REG_IRQMODE1 , 0)

```

```

 self . _device.write8 (SI1145_REG_IRQMODE2 , 0)

```

```

 auto . _device.write8 (SI1145_REG_INTCFG , 0)

```

```

 auto . _device.write8 (SI1145_REG_IRQSTAT , 0xFF)

```

```

 auto ._device.write8 (SI1145_REG_COMMAND , SI1145_RESET)
 time.sleep (.01)
 auto ._device.write8 (SI1145_REG_HWKEY , 0x 17)
 time.sleep (.01)

escribir Param
def writeParam (self , p , v):
 self ._device.write8 (SI1145_REG_PARAMWR , v)
 self ._device.write8 (SI1145_REG_COMMAND , p |
SI1145_PARAM_SET)

 paramVal = self ._device.readU8 (SI1145_REG_PARAMRD)
 volver paramVal

carga de calibración al sensor
def _load_calibration (self):
 # / *****
 # Habilitar los coeficientes de medición UVindex!
 auto ._device.write8 (SI1145_REG_UCOEFF0 , 0x 29)
 self ._device.write8 (SI1145_REG_UCOEFF1 , 0x 89)
 auto ._device.write8 (SI1145_REG_UCOEFF2 , 0x 02)
 auto ._device.write8 (SI1145_REG_UCOEFF3 , 0x 00)

 # Habilitar sensor UV

 self .writeParam (SI1145_PARAM_CHLIST ,
SI1145_PARAM_CHLIST_ENUV | SI1145_PARAM_CHLIST_ENALSIR |
SI1145_PARAM_CHLIST_ENALSVIS | SI1145_PARAM_CHLIST_ENPS1)

 # Habilitar interrupción en cada muestra

 auto ._device.write8 (SI1145_REG_INTCFG ,
SI1145_REG_INTCFG_INTTOE)

 self ._device.write8 (SI1145_REG_IRQEN ,
SI1145_REG_IRQEN_ALSEVERYSAMPLE)

 # / ***** Prox Sense 1 * /

 # Programa LED actual

 auto ._device.write8 (SI1145_REG_PSLED21 , 0x 03)

20mA solo para LED

```

```

auto .writeParam (SI1145_PARAM_PS1ADCMUX ,
SI1145_PARAM_ADCMUX_LARGEIR)

 # Prox sensor # 1 usa LED # 1

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_PSLED12SEL ,
SI1145_PARAM_PSLED12SEL_PS1LED1)

 # Relojes más rápidos, reloj div 1

 self .writeParam (SI1145_PARAM_PSADCGAIN , 0)

 # Tomar 511 relojes a medida.

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_PSADCOUNTER ,
SI1145_PARAM_ADCCOUNTER_511CLK)

 # en modo prox, rango alto

 self .writeParam (SI1145_PARAM_PSADCMISC ,
SI1145_PARAM_PSADCMISC_RANGE |
SI1145_PARAM_PSADCMISC_PSMODE)

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_ALSIRADCMUX ,
SI1145_PARAM_ADCMUX_SMALLIR)

 # Relojes más rápidos, reloj div 1

 self .writeParam (SI1145_PARAM_ALSIRADCGAIN , 0)

 # Tomar 511 relojes a medida.

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_ALSIRADCOUNTER ,
SI1145_PARAM_ADCCOUNTER_511CLK)

 # en modo de rango alto

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_ALSIRADCMISC ,
SI1145_PARAM_ALSIRADCMISC_RANGE)

 # relojes más rápidos, reloj div 1

 self .writeParam (SI1145_PARAM_ALSVISADCGAIN , 0)

 # Tomar 511 relojes a medida.

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_ALSVISADCOUNTER ,
SI1145_PARAM_ADCCOUNTER_511CLK)

 # en modo de rango alto (señal no normal)

 auto .writeParam (SI1145_PARAM_ALSVISADCMISC ,
SI1145_PARAM_ALSVISADCMISC_VISRANGE)

 # tasa de medición para auto

```

```

 auto ._device.write8 (SI1145_REG_MEASRATE0 , 0x FF) # 255 *
31.25uS = 8ms

 # auto run

 self ._device.write8 (SI1145_REG_COMMAND ,
SI1145_PSALS_AUTO)

 # devuelve el índice UV * 100 (divide por 100 para obtener el índice)
def readUV (self):

 devuelve self ._device.readU16LE (0x 2C)

 # devuelve los niveles de luz visible + IR
def legible (auto):

 volver auto ._device.readU16LE (0x 22)

 # devuelve niveles de luz IR
def readIR (auto):

 volver auto ._device.readU16LE (0x 24)

 # Devuelve "Proximidad": asume que un LED IR está conectado a un LED
def readProx (auto):

 volver auto ._device.readU16LE (0x 26)

```



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS**

**FPS o SPF:** Factor de Protección Solar. Indica numéricamente las veces que, en teoría, se prolongará el tiempo de DEM al aplicar un fotoprotector. Un producto con FPS 50 teóricamente el tiempo sin quemarse hasta 200 minutos.

### **CFC**

Clorofluorocarbono

### **Absorción**

Absorción o retención de ondas electromagnéticas mediante la transformación en calor, aquí: radiación de la longitud de onda 254 nm.

### **Dosis**

Con dosis se designa la cantidad definida de energía de radiación a la que el organismo está expuesta durante un período de tiempo determinado. En la esterilización UV la dosis por lo general está expresada en  $\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$  o  $\text{J}/\text{m}^2$ .

### **Espectro electromagnético**

El espectro electromagnético es la totalidad de las ondas electromagnéticas.

### **Espectrofotómetro**

Un radiómetro para la determinación de la permeabilidad de medios para diferentes longitudes de onda del espectro de radiación óptica.

### **Fotólisis**

Descomposición o disgregación de compuestos químicos debido a la luz.

### **Fotones**

Un fotón es la unidad más pequeña de la excitación de un campo electromagnético. También se lo denomina cuántum del campo electromagnético. El fotón tiene una

masa en reposo de cero y se mueve en el vacío a la velocidad de la luz. Los fotones pueden integrarse con partículas de material y por lo tanto también ser absorbidos.

### **Fotosensibilidad**

Sensibilidad con respecto a la radiación UV.

### **Melanina**

La melanina es un pigmento. En el caso de las personas es responsable de la coloración de la piel y la protege de la radiación UV dañina.

### **Melanoma**

también cáncer de piel negro - Un melanoma es un tumor maligno que se presenta mediante una creciente modificación asimétrica y decolorada de la piel.

### **Onda electromagnética**

Una onda electromagnética está compuesta por una parte eléctrica y una magnética. A diferencia de las ondas de choque, las ondas electromagnéticas no requieren un medio para su expansión, sin embargo, la velocidad de expansión depende del medio. En el vacío estas se expanden a la velocidad de la luz.

### **Radiación infrarroja**

abreviación radiación IR - Es la banda espectral de 780 nm a 1000  $\mu\text{m}$ , es decir el rango de longitud de onda entre la banda espectral de la luz visible y de la radiación terahertz. El rango de la radiación térmica IR es de entre 3  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ .

### **Radiación ionizante**

Se denomina ionizante a la radiación que se encuentra en condiciones de separar de modo permanente a los electrones de los átomos o moléculas y por ello modificar el estado de carga de los mismos. La radiación radioactiva y los rayos X pertenecen a estas energías ionizantes. ¡La radiación UVC no tiene fuerza ionizante, es decir que no pertenece a los rayos ionizantes!

## **Radiación óptica**

Por radiación óptica se entiende el rango de longitud de onda electromagnético entre 100 nm... 1 mm. Este abarca, por definición, la radiación ultravioleta (UV), el rango de la luz visible (VIS) y la radiación infrarroja (IR).

## **Radiación UV**

UV es el rango de longitud de onda entre 380 nm o 400 nm. Y para el rango de transición hacia los rayos X (100... 1 nm) también se encuentra la terminología rayos X blandos o rayos UV extremos (XUV).

## **Radiometría**

La radiometría es la ciencia de la medición de la radiación. Entre otras cosas se la utiliza en la astronomía y en la física.

## **Radiómetro**

Un radiómetro sirve para la medición de ondas electromagnéticas. Estos dispositivos por lo general se basan en fotodiodos que transforman una radiación que llega proporcionalmente en una señal eléctrica. Los radiómetros típicos son luxómetros o fotómetros.

## **Rayos X**

Se denominan rayos X a aquellas ondas electromagnéticas que se encuentran entre la radiación gamma y los rayos UV. Los rayos X tienen una longitud de onda de  $< 100 \text{ nm} \dots < 1 \text{ pm}$ . El rango límite entre la radiación UV y los rayos X no está claramente definido, es por ello que en longitudes de onda inferiores a 100 nm se puede hablar de rayos UV extremos o de rayos X leves. Los rayos X pertenecen a la clase de rayos ionizantes, por lo tanto, están sujetos a la normativa de protección de rayos.

## **Reflexión (fis.)**

Por reflexión se entiende la reverberación (parcial) de ondas electromagnéticas en una superficie límite. La reflexión es la contraposición de la absorción.

## **SAO**

sustancias agotadoras del ozono

## **Solarización**

Debido a la alta energía de la radiación UV así como a adhesiones en el interior del tubo de cuarzo condicionadas por procesos, el material de la cámara de reacción pierde cada vez más la capacidad de transmitir la radiación UV.

## **Transparencia**

La permeabilidad del material a la luz no permite sacar ninguna clase de conclusión sobre una transparencia UVC. Los rayos UVC son esencialmente de onda corta y con mayor energía que las ondas electromagnéticas de la "luz".

## **UVA**

Abrev. de banda ultravioleta A - Se designa radiación UVA a los rayos UV de onda larga en un rango de longitud de onda de aprox. (380)... 315 nm. La dificultad para marcar un límite definitorio se puede observar claramente en el ejemplo de emisión de lámparas der Wood.

## **UVB**

Abrev. de banda ultravioleta B - Se designa radiación UVB a los rayos UV de onda media en un rango de longitud de onda de 315... 280 nm. Anteriormente se la denominaba "Radiación Dorno" por el científico prusiano Carl Dorno. Este investigó intensivamente la radiación UVB analizando también los procesos biológicos relacionados con la misma.

## **UVC**

Abrev. de banda ultravioleta C - Se designa radiación UVC a los rayos UV de onda corta en un rango de longitud de onda de 280... 100 nm. Los rayos UVC se dividen también en "UV lejano" (280 ... 200 nm) y "ultravioleta de vacío"(200 ... 100 nm).

## **VIS**

Abrev. de espectro visible - Se designa radiación de espectro visible a las ondas electromagnéticas visibles. Es decir, la luz en el sentido clásico de la palabra.

## **VUV**

Abrev. de radiación ultravioleta de vacío - Por radiación UV de vacío se designa a UVC de onda corta en un rango de 200... 100 nm y menor. El nombre deriva de que esta radiación solo se propaga en vacío.

## **XUV**

Abrev. de eXtreme UltraViolet - radiación extrema ultravioleta - Se designa radiación ultravioleta al área de 100... 1 nm. Dependiendo de la fuente también se la puede designar rayos X livianos.