



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**TEMA:**

**Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.**

**AUTORA:**

**Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**

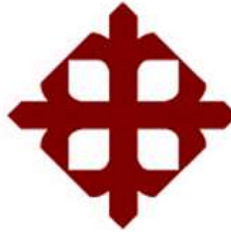
**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
INGENIERA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**TUTOR:**

**Ing. Morejón Campoverde, José Lenin, Mgs.**

**Guayaquil, Ecuador**

**12 de marzo del 2019**



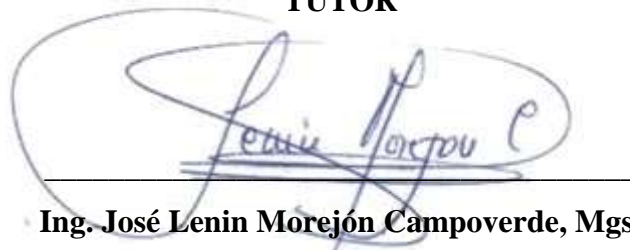
**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación **Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación ultravioleta, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, fue realizado en su totalidad por **Bermeo Carranza Joselyn Tatiana** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**.

**TUTOR**



---

**Ing. José Lenin Morejón Campoverde, Mgs.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**



---

**Ing. Ana Isabel Camacho Coronel, Mgs.**

Guayaquil, 12 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 12 de marzo del 2019

**LA AUTORA**

---

**Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 12 de marzo del 2019

**LA AUTORA**

---

**Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

### **REPORTE DE URKUND**

URKUND	
Documento	<a href="#">BERMEO CARRANZA-febrero 20.docx</a> (D48143493)
Presentado	2019-02-20 14:46 (-05:00)
Presentado por	diego.pazmino01@cu.ucsg.edu.ec
Recibido	adela.zurita.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	Bermeo Carranza 20 de febrero <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 1% de estas 39 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

## **AGRADECIMIENTO**

De manera particular mi agradecimiento va dirigido a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en especial a la facultad de ingeniería de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, por su regocijo durante el tiempo que me formé en sus aulas para poder llegar a mi meta.

A todos quienes conforman el área administrativa y docentes quienes compartieron sus conocimientos de manera apasionada por la carrera, de la mano de la ética profesional, con respeto, sabiduría, predisposición y cordialidad que siempre tuvieron conmigo, como estudiante.

Sobre todo a mi tutor el Ing. Lenin Morejón Campoverde por ayudarme en este proceso de titulación, con positivismo y perseverancia para poder culminar el proyecto propuesto, compartiendo su experiencia en el área de la ingeniería electrónica.

A todos Ellos, mi agradecimiento más sincero.

**JOSELYN TATIANA BERMEO CARRANZA**

## **DEDICATORIA**

Primeramente el presente trabajo de titulación está dedicado a Dios, por brindarme sabiduría, confianza en mí misma y todas las fuerzas necesarias en todo el proceso de mi vida universitaria. Y de manera especial va dedicada con mucho amor a mi progenitora; Elvia Esmeralda Carranza Vera; por Ser mi inspiración, mi pilar fundamental, fuente de motivación en mi formación como profesional y sobre todo por su sacrificio y esfuerzo del día a día para darme uno de los mejores regalos: una carrera universitaria.

A mis hermanos por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mi carrera universitaria, quienes con sus más sinceras palabras de aliento no me dejaban decaer, motivándome a seguir adelante para cumplir mis ideales.

No puedo dejar a un lado a esos pocos amigos y compañeros que hice en mi trayectoria por las aulas de clases, quienes sin esperar nada a cambio, compartieron sus conocimientos y sabiduría conmigo, apoyándonos los unos a los otros para que este sueño se haga realidad.

**JOSELYN TATIANA BERMEO CARRANZA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Ana Camacho Coronel, Mgs.**  
DIRECTORA DE LA CARRERA

---

**Ing. Byron Yong Yong.**  
OPONENTE

---

**Ing. Mario Colón Céleri Mujica, Mgs.**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO I EL PROBLEMA .....	4
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Pregunta de Investigación .....	6
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos .....	7
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcance.....	9
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL Y LEGAL .....	11
2.1 Elementos Teóricos .....	11
2.2 Conceptos .....	12
2.3 Sustento Legal .....	29
CAPÍTULO III METODOLOGÍA Y RESULTADOS .....	31
3.1 Metodología de la Investigación. ....	31
3.1.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	33
3.1.2 Encuesta .....	34
3.1.3 Entrevista.....	34
3.2 Metodología de Desarrollo.....	35
3.2.1. Metodología de Prototipado, .....	35
3.2.2 Metodología de sistemas embebido .....	43
3.2.3. Metodología Espiral .....	45
3.3 Análisis de Resultados .....	46
3.3.1 Análisis de las Encuestas.....	46
3.3.2 Análisis de las entrevistas .....	53
3.3.3 Entrevista Interactiva.....	54
3.3.4 Análisis de la Situación Actual de medidores para índices UV.....	57
CAPÍTULO IV PROPUESTA.....	61
4.1 Objetivo.....	61
4.2 Responsable.....	61

4.3 Descripción de la Solución IoT a implementar .....	62
4.4 Módulos y Componentes de la solución.....	62
4.5 Herramientas tecnológicas .....	64
4.6 Proceso .....	66
4.7 Requerimientos para la implementación .....	80
4.7.1 Requerimiento para implementación: Funcionamiento del hardware... 80	
4.7.2 Requerimiento para implementación: Funcionamiento del software... 81	
4.8 Materiales .....	82
4.9 Análisis Costo/Beneficio .....	83
CONCLUSIONES .....	87
RECOMENDACIONES .....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
APÉNDICES.....	95
Apéndice A. Formato de encuesta: Radiación Solar y sus Efectos.....	95
Apéndice B. Formato de ENTREVISTA: Radiación Solar y sus Efectos .....	98
ANEXOS .....	99
Anexo 1 <i>Figura 64</i> Carta del coordinador del INAMHI de Guayaquil. ....	99
Anexo 2 <i>Figura 65</i> Carta de respuesta revisada coordinador del INAMHI de Guayaquil. ....	100
Anexo 3 Fichas Técnicas – Bases Sigfox.....	101
Anexo 4 Manual De Usuario – Sistema De Visualización De Radiación UV ...	101
Introducción.- .....	101
1.    Opciones del Sistema .....	102
a.    Pantalla principal.- .....	102
b.    Configuración base de datos.- .....	103
c.    Configuración de UBIDOTS.- .....	104
d.    Configuración de Categoría UV.- .....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo Máximo de exposición a las radiaciones UV. ....	30
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recolección de datos. ....	33
Tabla 3. Entrevistados .....	33
Tabla 4. Distribución porcentual, sobre la radiación solar.....	47
Tabla 5 Distribución porcentual, sobre los efectos perjudiciales que causa la radiación solar. ....	47
Tabla 6 Distribución porcentual sobre en qué consisten los índices UV .....	48
Tabla7 Distribución porcentual sobre el principal trastorno a la salud relacionada con la exposición excesiva a la radiación ultravioleta según la OMS .....	49
Tabla 8 Distribución porcentual sobre las categorías de rayos ultravioletas .....	49
Tabla 9 distribución porcentual sobre los tipos de radiación ultravioleta que penetran en la piel y ojos generando alteraciones.....	50
Tabla 10 Distribución porcentual sobre la escala de los índices UV según la OMS.	51
Tabla 11 Distribución porcentual sobre mantenerse informado de los índices diarios de radiación ultravioleta.....	51
Tabla 12 Distribución porcentual sobre herramientas informativas de índices UV aparte del Smartphone.....	52
Tabla 13 Distribución porcentual sobre la implementación de una solución IoT para medir los índices UV en la FIU- UCSG.....	52
Tabla 14 Materiales a usar en la implementación y diseño del hardware.....	82
Tabla 15 Materiales a usar en la implementación de la aplicación cliente para mostrar los índices UV .....	82
Tabla16 Total de costos de materiales para la implementación de la presente solución IoT .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Historia Climatológica para Guayaquil.....	5
<i>Figura 2.</i> Pronóstico del índice ultravioleta.....	6
<i>Figura 3.</i> El internet de las cosas .....	13
<i>Figura 4.</i> Radiación ultravioleta .....	15
<i>Figura 5.</i> SIGFOX vs LORA.....	16
<i>Figura 6.</i> Vista general de la red. ....	17
<i>Figura 7.</i> Lpwan - Low Power Wide Area Network. ....	19
<i>Figura 8.</i> Placa SIGFOX RCZ1.....	22
<i>Figura 9.</i> RCZ2 SIGFOX Module.....	23
<i>Figura 10.</i> Xkit enable by Sigfox. ....	24
<i>Figura 11.</i> Sensor ML8511 .....	26
<i>Figura 12.</i> Sensor UVM30A.....	27
<i>Figura 13.</i> Compilación y carga del programa en Arduino. ....	28
<i>Figura 12.</i> Arquitectura de la comunicación de la solución IoT en la red sigfox hasta la aplicación .....	36
<i>Figura 13.</i> Arquitectura del Funcionamiento del hardware.....	37
<i>Figura 14.</i> Arquitectura de la comunicación del server sigfox al repositorio ubidots hasta la API de escritorio-cliente. ....	37
<i>Figura 15.</i> Solución IoT-hardware .....	38
<i>Figura 16.</i> Parte del código en arduino del módulo Wisol.....	38
<i>Figura 17.</i> Base de Datos creada – Medidor UV.....	39
<i>Figura 18.</i> Script abierto en la base de datos medidor UV.....	39
<i>Figura 19.</i> Conexión a la base de datos exitosa.....	40
<i>Figura 20.</i> Aplicación Cliente – Escritorio operativa.....	40
<i>Figura 21.</i> Hardware operativo.....	41
<i>Figura 22.</i> Mensajes de los índices UV, almacenados en el servidor de la red SIGFOX .....	42
<i>Figura 23.</i> Mensaje del índice UV, extraído del server SIGFOX al repositorio UBIDOTDS. ....	42
<i>Figura 24.</i> Mensaje del índice UV, mostrado a través de la api de escritorio .....	43

<i>Figura 25</i>	Arquitectura del sistema embebido para la medición de índices UV .....	44
<i>Figura 26.</i>	Entrevista al dermatólogo Edward Castro. ....	54
<i>Figura 27.</i>	Entrevista con El Ing. Gonzalo Cañizares .....	56
<i>Figura 28.</i>	Toma de nota sobre la entrevista interactiva en el INAMHI de Quito. ...	56
<i>Figura 29.</i>	Recolección de datos.....	56
<i>Figura 30.</i>	Estaciones robóticas de EXA en Guayaquil y Quito. ....	57
<i>Figura 31</i>	Centro de imágenes satelitales en tiempo real denegado.....	58
<i>Figura 32.</i>	Centro de imágenes satelitales en tiempo real denegado.....	59
<i>Figura 33.</i>	Respuesta EXA sobre compartir información de los índices UV.....	60
<i>Figura 34.</i>	<i>Curva de salida de voltaje VS índices ultravioletas.</i> .....	63
<i>Figura 35.</i>	Ubicación seleccionada para la instalación de la solución IoT.....	66
<i>Figura 37.</i>	Ciclo de vida de la comunicación Sigfox a la API Cliente.....	68
<i>Figura 38.</i>	Creación de cuenta en el repositorio UBIDOTS.....	68
<i>Figura 39</i>	URL servidor en el repositorio UBIDOTS .....	69
<i>Figura 40</i>	Token Ubidots.....	69
<i>Figura 41</i>	Función SIGFOX-DEVICE .....	69
<i>Figura 42</i>	Codificación DATA.....	70
<i>Figura 43</i>	Escala de índices bajo las normas de la Organización Mundial de la Salud y la organización mundial meteorológica. ....	70
<i>Figura 44</i>	Solicitud de envío a UBIDOTS en formato Json a través del token Ubidots .....	71
<i>Figura 45</i>	Envío del ID y de la DATA al repositorio Ubidots .....	71
<i>Figura 46</i>	ID, DATA en repositorio ubidots .....	72
<i>Figura 47</i>	Envío de información del servidor sigfox al servidor Ubidots a través del CALLBACK .....	72
<i>Figura 48</i>	Muestra de la DATA y del ID con la respectiva información del índice UV en el repositorio ubidots .....	73
<i>Figura 49</i>	Aplicación de escritorio Medidor UV.....	74
<i>Figura 50</i>	Selección de instalación de base de datos tipo básica.....	75
<i>Figura 51</i>	Aceptación de términos y selección de idioma.....	75
<i>Figura 52</i>	Especificación de ruta para instalación. ....	76
<i>Figura 53</i>	Descarga del paquete de instalación-sql server 2017.....	76
<i>Figura 54</i>	Descarga del paquete con éxito.....	77

<i>Figura 55</i> Instalación del paquete descargado.....	77
<i>Figura 56</i> Instalación exitosa de sql server express 2017.....	78
<i>Figura 57</i> Instalación completa con éxito.....	78
<i>Figura 58</i> Progreso general del paquete para la instalación – SSMS .....	79
<i>Figura 59</i> Instalación del SSMS finalizada con éxito. ....	79
<i>Figura 60</i> Base de datos conectada.....	80
<i>Figura 63</i> Comparación de medidores UV en día sombreado.....	84
Anexo 1 <i>Figura 64</i> Carta del coordinador del INAMHI de Guayaquil. ....	99
<i>Figura 66</i> Opciones del sistema.....	102
<i>Figura 67</i> Pantalla principal.....	102
<i>Figura 68</i> Categorías de los índices UV .....	102
<i>Figura 69</i> Opciones del sistema.....	103
<i>Figura 70</i> Configuración de la conexión a la base de datos .....	103
<i>Figura 71</i> Configuración de parámetros. ....	104
<i>Figura 72</i> Configuración de los índices UV. ....	104

## RESUMEN

La elaboración del presente trabajo de titulación, se realizó con la finalidad de implementar una solución IoT en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para medir los índices UV y mantener a la población de la misma informada, utilizando como tecnología la red SIGFOX para almacenar dicha información en sus servidores.

En base a las metodologías que se plantearon, para la correspondiente recolección de datos se hizo uso de la investigación cuantitativa y cualitativa, ya que fueron de gran ayuda para describir los procesos a seguir en el desarrollo del presente documento, de la mano de las herramientas para el levantamiento de información tales como: entrevista, encuestas, formularios y análisis de la presente situación sobre entidades que se enfocan en la medición de los índices UV y así poder enriquecer la justificación del porqué del presente proyecto y a través de la misma se logró determinar las conclusiones en base a los objetivos planteados.

En cuanto al análisis del trabajo de campo que se realizó, sirvió para observar que en cuanto a las entidades analizadas, una de ellas no posee medios tecnológicos para medir los índices UV en la Ciudad de Guayaquil mientras que la otra entidad que si posee estaciones meteorológicas en Guayaquil, no brinda información exacta, en base a ello se implementó un sensor ML8511 con la placa thinxtra RCZ4 de la red SIGFOX para medir los índices Ultravioletas bajo la escala determinada por la norma de la organización mundial de la salud y la organización... Al final de la propuesta se elaboró el bosquejo en cuanto al presupuesto económico que costo implementar la presente solución IoT, con el cual la población de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, podrá mantenerse informada bajo los lineamientos indicados en la elaboración del documento.

**PALABRAS CLAVE:** IOT; SENSOR ML8511; PLACA THINXTRA RCZ4; MÓDULO WISOL; RED; SIGFOX.

## INTRODUCCIÓN

El tema de la radiación ultravioleta (UV-R) es de vital importancia de manera global, ya que actualmente el incremento de los mismos llegan a la superficie terrestre; produciendo problemas a la salud humana; tales como irritaciones en los ojos, faringe, cuello, inflamaciones, entre otras afectaciones, cabe recalcar que la disminución del 1% de la capa de ozono genera un incremento del 2% en casos de cáncer en la piel, debido a que la misma, está expuesta al contacto con el mundo exterior necesita de los rayos de sol que ayudan a la formación de la vitamina D, disminuye la presión sanguínea, mejora la respiración sobre todo en casos de personas asmáticas, pero la excesiva exposición al sol genera efectos negativos en la piel adicional de los mencionados, como envejecimiento prematuro, cataratas, trastornos cutáneos y de vista, entre otros (López Narbona, 2010).

Las consecuencias de los altos niveles de radiación solar no solo afectan a la humanidad sino también a los cultivos, ya que se reduce la productividad biológica; también se ve afectado el fitoplancton marino cuyas graves consecuencias se ven reflejadas en la disminución de la alimentación marina entre un 6% y 12%, generando pérdida de 7 millones de toneladas por año es decir un 7% de la producción de peces que se genera mundialmente lo que lleva a recordar que el 30% de proteínas que consume la humanidad proviene del mar (Morena Carretero, 2010).

Esta investigación pretende presentar una solución IoT para prevenir afecciones en la piel provocadas por la radiación solar, usando como infraestructura de telecomunicaciones a la red SIGFOX para conectar dispositivo sensor de nivel de Radiación Ultravioleta a la nube de cobertura amplia de baja potencia LPWAN cuyo dispositivo será instalado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Los resultados de esta investigación han sido incluidos como sigue: en el capítulo I se concibe la problemática a resolver, hipótesis, objetivos, justificación, alcance; el capítulo II hace referencia a ciertas teorías y principios relativos al tema



en cuestión, así también algunas conceptualizaciones y normativas que sustentan las medidas a tomar para preservar la vida y salud; en el capítulo III está incluida la metodología de la investigación y al análisis de resultados; el capítulo IV finalmente contiene la propuesta objeto de esta investigación; cerrando con algunas conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

La importancia de detectar de manera temprana los efectos causados por los rayos UV en la naturaleza y la salud humana hacen necesario que se busque alternativas de prevención. En este capítulo se presenta la problemática que llevó a proponer este trabajo de titulación, que ha sido desarrollado con base en objetivos debidamente delineados, debidamente justificado y con alcances claros con respecto a los resultados que se propone alcanzar.

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Actualmente; en el Ecuador; sobre todo en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Manta, Portoviejo, Guayaquil, Ambato, Latacunga, Imbabura, El Oro, Cotopaxi en base al mapa de cobertura del Instituto de Meteorología e Hidrología del Ecuador y en especial en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) carece de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar. Es primordial tener claro que los rayos ultravioleta (UV) son necesarios para la vida del ser humano, ya que ayuda a sintetizar en la piel la vitamina D, pero es importante recordar que la exposición de los mismos, en la actualidad, es uno de los factores de mayor riesgo en la salud humana, ya que la exposición extrema a dichos rayos y de manera indebida, puede producir afectaciones de forma contraproducente tanto a corto como a largo plazo, desde efectos agudos y crónicos como irritaciones en los ojos, inflamaciones, quemaduras y cáncer en la piel, todo ello ha sido mencionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como problemas que se derivan de la toleración a la radiación solar y que fueron mencionados en un foro sobre este tema organizado por la Universidad Católica de Santa María (UCSM, 2016).

Hay que recalcar que las radiaciones UV llegan de manera más directa a la región Sierra (Pichincha, Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja Imbabura, Bolívar y Cotopaxi), debido a que la misma está en latitud cero y a mayor

altura sobre el nivel del mar, lo que implica que aunque; se encuentre nublada en ciertos días; las radiaciones UV son tan altas que en ocasiones atraviesan las nubes, a diferencia de la región Costa que cuando el cielo esta nublado no hay recepción de altos índices UV. (Nader, 2016) Sin embargo se debe recordar que últimamente, las radiaciones solares están afectando de manera grotesca a la humanidad en general, en la ciudad de Guayaquil los últimos índices basados en los rayos ultravioletas que se emitieron, estaban en un rango de 12 unidades, lo cual es un nivel de riesgo muy alto para el Ser Humano.

Revisando los datos de la Estación Climatológica Guayaquil (EXA-ISS-1, 2018), correspondientes a los meses de agosto, septiembre y octubre del 2018, se pudo encontrar que en Guayaquil se ha presentado un máximo de radiación solar posible de 1109 w/m<sup>2</sup> y altos niveles de rayos ultravioletas con un índice de 9.5 UV.

Claramente se puede establecer que los índices de los tres meses mencionados que se escogió como una pequeña muestra de estudio, son muy altos para los que está apto de recibir la población, una vez que los rayos ultravioletas superan el rango de 1 a 7, lo cual confirma que las personas estamos expuestas a un índice extremadamente alto, ello establece que se requiere de un grado de protección extra y no estar expuestos a más de diez minutos al sol, estos datos se pueden observar en la Figura 1.

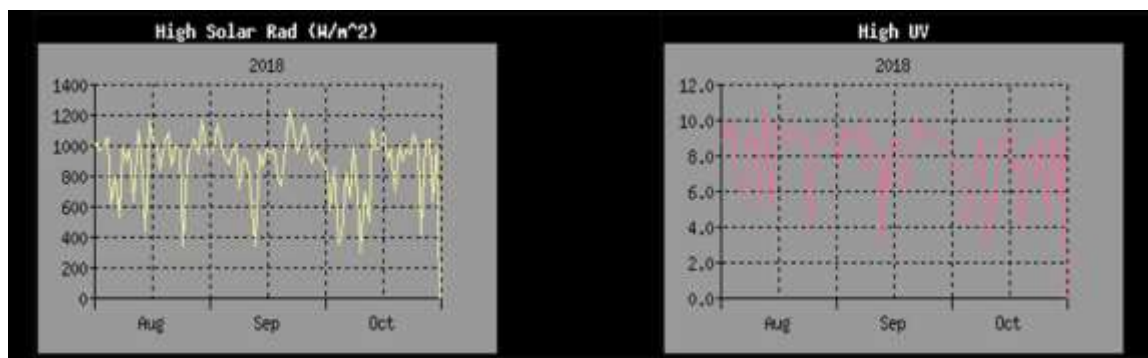


Figura 1. Historia Climatológica para Guayaquil. Nota: Tomado de EXA-ISS-1 (2018)

Debido a que actualmente la capa de ozono se encuentra débil (Eskes, 2002), los rayos UV superan los niveles de radiación que son tolerables para la humanidad, como es en el caso de Guayaquil en septiembre 10 del presente año el Instituto

Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) emitió un pronóstico de los niveles con un índice de 13UV, tal como se muestra en la Figura 2.

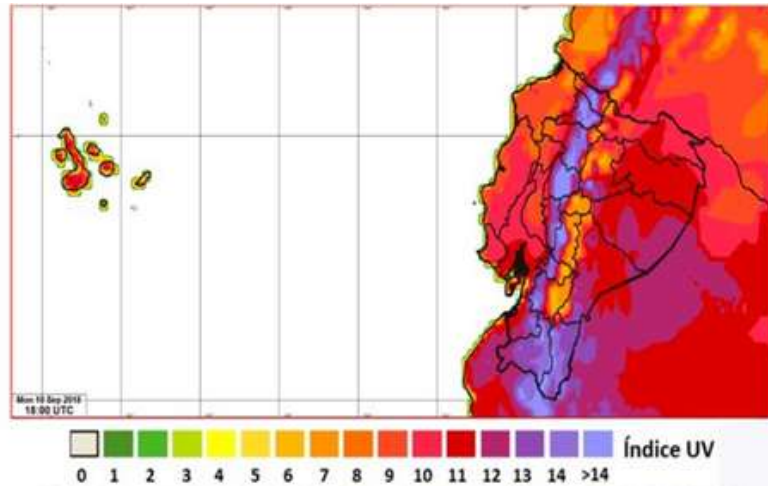


Figura 2. Pronóstico del índice ultravioleta. Nota: Tomado del INAMHI (2018)

Con base en estos datos, es que se ha identificado como situación problema el hecho de que la población en general y los integrantes de la comunidad universitaria en particular deben recibir toda la información relacionada con este tema y los efectos en su salud y vida personal; para ello se propone diseñar una solución que ayude con el manejo de esta información y su posible prevención.

## 1.2 Pregunta de Investigación

Partiendo de la problemática establecida, surge la siguiente interrogante de investigación, la misma que ha sido diseñada con base en los objetivos establecidos en este trabajo de titulación:

¿La implementación de una solución de IoT, para uso en la FI de la UCSG, permitirá medir los niveles de radiación solar como medida de prevención de afecciones en la piel?

## **1.3 Objetivos**

Este trabajo de titulación está orientado a alcanzar los siguientes objetivos que serán de guía en esta investigación:

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar, desarrollar e implementar una solución IoT, para determinar los niveles de radiación ultravioleta a través del sensor ML8511, usando la red SIGFOX para el manejo de los datos y así mantener informada a la población de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión de teorías y principios que sustentan la presencia de los rayos UV y sus efectos en la naturaleza y seres vivos, con el fin de obtener bases para el diseño de una solución de detección de la radiación solar.
- Diseñar, desarrollar e implementar una solución IoT, para detectar y medir los niveles de radiación solar mediante los equipos correspondientes y transportar la información a través de nuevas tecnologías de comunicación como la red SIGFOX para conectar el sensor a la nube, en la FI-UCSG.
- Implementar una aplicación de escritorio en control de cátedra para mostrar de forma gráfica y dinámica los niveles de radiación UV.

## 1.4 Justificación

Guayaquil, es una ciudad que últimamente está recibiendo rayos ultravioleta muy variados, sobre todo muy altos, por ello este proyecto busca diseñar e implementar una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN SIGFOX) en la FI-UCSG, ya que es primordial conocer los índices ultravioletas por su impacto en la salud de las personas, ya que hoy en día es trascendental tanto para el Gobierno como para la sociedad e inclusive las instituciones educativas.

Actualmente se están tomando medidas de prevención en algunas ciudades haciendo uso de los solmáforos y en unidades educativas el ministerio de educación regulo que los estudiantes no deben estar más de 10 minutos expuestos al sol, entonces debido a que la radiación solar es un tema realmente preocupante. En la FI-UCSG tanto los alumnos como personal administrativo deben estar informados de la radiación UV, ya que la mayoría no posee vehículo propio para movilizarse y deben usar medios de transportes públicos, muchas veces hasta caminan largas distancias sin saber la exposición solar en la que están expuestos en ciertos momentos e inconscientemente por falta de información se exponen a fuertes rayos ultravioletas sin protección alguna, siendo víctimas de futuras afecciones a la piel, en base a la Organización Mundial de la Salud los altos índices UV que recibe la humanidad sin la correcta protección puede generar efectos secundarios no solo a corto plazo sino a largo plazo, como por ejemplo envejecimiento prematuro, cataratas, irritaciones en los ojos y en casos extremos cáncer de piel que en el año mundialmente se dan 132000. (OMS, Organización Mundial Metereologica)

Este trabajo de titulación responde a la línea de investigación establecida en la UCSG, denominada desarrollo de nuevos productos o servicios.

## 1.5 Alcance

Mediante la implementación de la placa SIGFOX THINXTRA RCZ4 junto con el sensor de radiación UV ML8511, se medirán los índices ultravioletas en la FI-UCSG; donde la información de dichos índices; será mostrada mediante un semáforo de intensidad virtual a través de la api de escritorio, en el cual se tendrán niveles normales, moderado y alto en forma de colores que es más fácil identificar por las personas y de esta forma tomar las precauciones del caso a exposición de radiación ultravioleta cuando se presente una alta manifestación solar.

Se codificará un programa en el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino bajo el lenguaje C++, utilizando la placa SIGFOX THINXTRA RCZ4 como módulo de comunicación a la red SIGFOX que a su vez la información obtenida del sensor de radiación solar (UV Sensor ML8511 de Sparkfun) es procesada por un microcontrolador Atmega 328P de ATMEL (Arduino UNO) y de esta forma se muestran los niveles de radiación ultravioleta.

A la vez se desarrollará un aplicativo de tipo escritorio callback sigfox en .Net con framework 4.5, licenciamiento gratuito y lenguaje C# de Visual Studio 2017; a través de la base de datos sql server express 2017; que extrae los datos del repositorio UBIDOTS, el mismo que permitirá leer los índices UV que llegan desde el servidor de SIGFOX en hexadecimal a mensajes de alerta e información entendibles para todos los estudiantes y personal administrativo sobre dichos índices con las correspondientes recomendaciones.

El licenciamiento para la visualización de la información ya mencionada, viene con un año de acceso gratis a la red SIGFOX, a través del módulo que se adquiere para el desarrollo e implementación del proyecto, una vez cumplidos los 365 días, la autoridad pertinente en caso de querer seguir obteniendo acceso a la plataforma (nube) de dicha información, deberá cancelar un costo anual de \$7 dólares.

A diferencia del licenciamiento que otorga la red sigfox, en el caso del repositorio UBIDOTS solo da un mes de prueba gratis es decir una vez que se

cumplan los 31 días, se debe cancelar la licencia mensual por un valor de \$20.00 dólares.

El resultado de esta investigación se incluye en los capítulos que siguen.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO CONCEPTUAL Y LEGAL**

En este segundo capítulo se especificará la parte conceptual y a la vez legal del presente trabajo de titulación, haciendo referencia a los conceptos que se aplican para la elaboración del documento.

#### **2.1 Elementos Teóricos**

La disminución del ozono en cierto nivel de concentración, a causa de la contaminación por parte de las industrias y el manejo de desechos domésticos por parte de la población, está provocando un significativo aumento de radiación UV. Entiéndase como radiación UV a la radiación electromagnética que tiene una longitud de onda entre 100nm y 400nm; existen tres categorías (Garzona Navas & Garzona Navas, 2017, pp. 23-24):

- Luz UV-A: con una longitud de onda de >315-400nm, genera daño indirecto del ADN produciendo aumento de mutaciones inducidas por oxidación;
- Luz UV-B: tiene longitud de onda de >280-315nm, se absorbe por la epidermis y produce daño directo en el ADN; y,
- Luz UV-C: presenta una longitud de onda de >100- 280nm; no penetran la atmósfera y se obtiene artificialmente; es utilizada como germicida principalmente para la esterilización del agua, aire y superficies en la industria alimentaria.

Las radiaciones UV-A y UV-B penetran en piel y ojos generando alteraciones; sin embargo, la baja absorción de la UV-C causa mayores consecuencias en la salud de las personas expuestas. Siendo que la fuente principal de radiación es el sol, las personas que permanecen a cielo abierto por mucho tiempo se exponen a lesiones en sus tejidos (Foroughbakhch Pournavab, Bacópulos Mejía, & Benavides Mendoza, 2015; González Ruiz, Peralta González, Peralta González, & Peralta González, 2016).

La radiación solar es la principal causante de cambios en el medio ambiente, afecta al funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos y genera acción sobre la temperatura, humedad, clima, todo lo cual afecta directamente en los organismos de la tierra (Carrasco Ríos, 2009).

Si bien las medidas de protección del efecto de los rayos UV pueden ser variadas, las personas deben conocer exactamente cómo actuar para el cuidado de su salud. La protección natural depende de cada individuo, es necesario evitar el tiempo de exposición al sol, utilizar protectores solares orgánicos que son creados para atenuar la radiación UV, pero no abusar de su uso, además de que depende de la edad de la persona; por ejemplo, en menores de seis meses de edad no es conveniente aplicar estos protectores orgánicos debido a sus niveles de toxicidad (Saéz de Ocariz & Orozco Covarrubias, 2015).

Con el avance de la tecnología y su aplicabilidad en los diferentes campos disciplinares, está la posibilidad de aprovechar las herramientas disponibles para desarrollar aplicativos que permitan medir los niveles de radiación con el fin de mantener informadas a las personas para que tomen las medidas pertinentes.

## 2.2 Conceptos

Empezando por el término **IoT** que se menciona en el tema de titulación, se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con el internet, es decir el **internet de las cosas** que consiste en una red de objetos que concierne físicamente en nuestro entorno, tales como electrodomésticos, maquinas, vehículos, entre otros que para lograr conectarse e intercambiar datos por internet, necesitan de sensores, almacenamiento datos en la nube, de interfaces de programación de aplicaciones (API) y de la identificación por radiofrecuencia conocida como RFID (SAP, 2016).

El **IoT** se maneja en áreas estratégicas como en corporaciones, empresas e industria automotriz, transporte, atención a la salud, telecomunicaciones, servicios públicos y fabricación usando tecnología de máquina a máquina (M2M). Uno de los grandes beneficios que nos brinda IoT es la eficiencia operativa, para muchas

empresas ha sido un impulso a la innovación generando nuevas ideas que les inyecte mayores ingresos y productividad laboral, obteniendo clientes satisfechos.

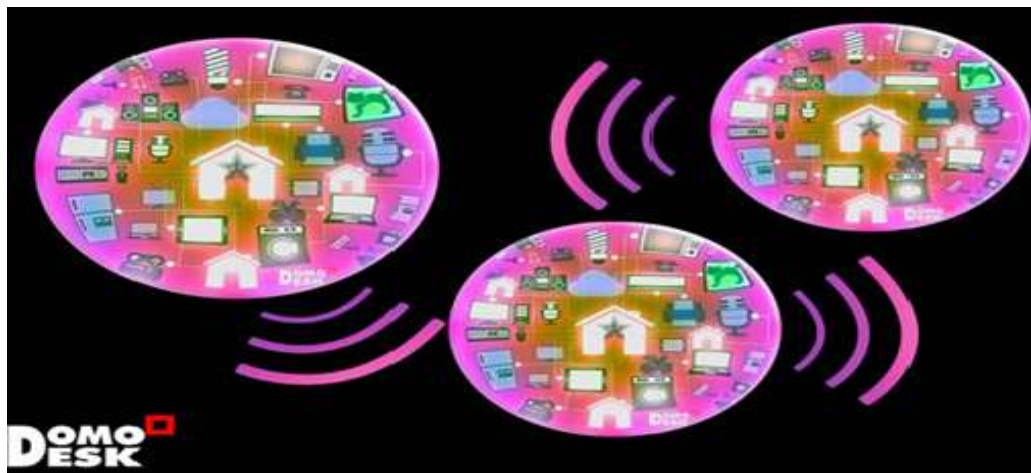


Figura 3. El internet de las cosas. Nota: Tomado de Domodesk, S.L. todo en domótica, Inmótica y Control (2014)

Para la Implementación de una solución IoT para prevenir afecciones en la piel provocadas por la radiación solar en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, se planteará los servicios de conectividad que permite la implementación de IoT, a través de la **Red SIGFOX**, adaptada a bajo costo, bajo consumo de energía y largo alcance, transmitiendo datos sin la necesidad de mantener conexiones de red, administrando todo en la nube en lugar de dispositivos, lo cual reduce lo ya mencionado como es el consumo de energía y costo.

Hay que aclarar que el término **afección** se lo relaciona con enfermedad, existen varios tipos de afecciones como, por ejemplo: cutáneas, nerviosas, de la piel, entre otras. El enfoque en este estudio está en las afecciones de la piel que, en gran parte, se generan por la exposición excesiva al sol causando muchas veces efectos inmediatos como enrojecimiento en la piel, quemaduras de sol, que son confundidas con bronceados y como efectos tardíos se da el foto-envejecimiento, foto-conjuntivitis, foto-sensibilidad, cáncer de piel y cataratas (Cañarte Soledispa, 2010)

Las quemaduras de sol, no siempre se producen por estar expuestos demasiado tiempo a los rayos UV, en ocasiones se da por exponerse a los mismos sin la protección debida, aunque sea por un tiempo prudente, produciéndose inflamaciones

en el cutis y en casos graves se desarrollan ampollas. En el caso de **foto-envejecimiento** ó conocido como envejecimiento en la piel es totalmente opuesto al caso mencionado anteriormente, ya que esta afección se genera por la acumulación de radiaciones ultravioletas (UV) perdiendo elasticidad cutánea, la **foto-conjuntivitis** es inflamaciones en los tejidos de los ojos, en varias ocasiones se presenta horas y hasta días después de que se haya estado expuesto de manera excesiva al sol. Aunque parezca mentira la **catarata** no solo son causa en los adultos mayores debido a su edad sino también uno de los principales motivos que se desarrolle la catarata son las radiaciones UVB, que afectan directamente al ADN de la piel, lo cual también son responsables del **cáncer de piel** junto a los rayos UV-A que envejecen las células de la piel, hasta junio del 2018 se presentaron 650 casos anuales en el Ecuador de cáncer de piel (Solca, 2018)

Se ha explicado de una manera breve y concisa las afecciones ó enfermedades que ocasionan en la piel los altos **índices UV** que es la medida de la intensidad de radiación solar en la tierra, por ende ahora se debe especificar en qué consiste cada una de dichas radiaciones y de qué manera afectan directamente a la piel, por ejemplo en el caso de los **rayos UV-A y UV-B** a pesar de que los forma solo una mínima porción de los rayos solares, son graves ya que tienen efectos tardíos ocasionando envejecimiento en las células y daño en el ADN de las mismas lo cual genera lo que conocemos como cáncer en la piel. Mientras que los **rayos UV-C** tienen más energía que los otros rayos ya mencionados pero irónicamente no penetran en la atmosfera y no están en la luz solar (American Cancer Society;, 2017)



Figura 4. Radiación ultravioleta. Nota: Tomado de Repositorio Dspace (2010)

La compañía francesa **SIGFOX**, fundada en el 2009, es el actual proveedor de servicios IoT en el mundo. Muchos la ven como una solución económica, confiable para conectar sensores y dispositivos. Se enfoca en reducir el costo y el consumo de energía para conectar los sensores del internet de las cosas a la nube (SIGFOX, 2018).

Esta red se la puede identificar como el canal que sirve de transporte para que se efectuó la conexión de los objetos, utilizando tecnología Ultra Narrow Band (UNB) la misma que es una tecnología de modulación Industrial Scientific and Medical (ISM) que opera sin licencia que transmite desde 1 KHz para alcanzar un enlace de larga distancia de 5km en caso de zona urbana y 25km en casos de campo abierto, se la emplea en un solo sentido es decir desde un dispositivo terminal(sensor) hasta la estación base, sin embargo en muchas aplicaciones se la puede emplear de manera bidireccional como por ejemplo para mencionar el caso de los parqueos de vehículos. (sigfox, 2018). La red SIGFOX (2018) se caracteriza, por:

- Ser inalámbrica,
- Proporcionar una red de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN),
- Ser resistente a las interferencias,
- Proporcionar una alta calidad de servicios,
- Proporcionar alta capacidad de red,
- Proporcionar alta eficiencia energética entre otras.

- Proporcionar una solución de conectividad secundaria para permitir un menor consumo de batería y una mejor experiencia de usuario.

Hay que recalcar que una de las grandes metas de SIGFOX es que para la humanidad no sea un obstáculo los altos costos y el consumo de energía al momento de hacer que los objetos se comuniquen a través de dispositivos en línea, transmitiendo información 24/7, por ello sus sensores son autónomos y autoalimentados es decir no necesitan recargar baterías o reemplazar las mismas, y se manejan bajo una plataforma que está en la nube, la misma que administra los datos de todos los artículos u objetos que están interconectados en el Mundo a través de estos módulos (SIGFOX, 2018).



Figura 5. SIGFOX vs LORA. Nota: Tomado de Sofia2 IoT platform Blog(2017)

Hay que tener claro que en el mercado hay tres tipos de **tecnologías de baja frecuencia** como son SIGFOX, LORA Y NEUL que permiten la comunicación de máquina a máquina (M2M/IoT) a bajo costo y con poco consumo de batería, a la vez las tres utilizan frecuencias que no requieren de licencia para la transmisión, en este párrafo me voy a enfocar porque escogí la red sigfox y no una de las otras dos opciones ya mencionadas, empezare especificando que a **NEUL** le promueve su tecnología Huawei y u-Box, a **LORA** es SemTech, es decir que en ambas su tecnología depende de un operador de telefonía y su compatibilidad se basa solo en dichos fabricantes, mientras que **SIGFOX** busca compatibilidad con varios fabricantes y actúa en el mercado como un operador, brindando servicios que se adopten a esa tecnología y sean compatibles con la misma en el mercado (Triquet, 2018).

Muy aparte de lo que ya se especificó en el párrafo anterior, la inclinación de uso es hacia esta red llamada SIGFOX debido a que se encuentra diseñada directamente para lograr una comunicación con el internet de las cosas que, hoy por hoy, en nuestro entorno se está rodeado de ello y como logra dicha comunicación es tan practico a través de una conectividad global que no requiere emparejamiento ni configuraciones tan complejas, los datos que maneja son pequeños por ende garantizan una visibilidad instantánea y todo ello a bajo costo tan bajo que ni lo que se paga mensualmente por un servicio de conectividad celular será lo que los clientes tendrán que pagarlo anual y hay que recalcar que también es a bajo consumo lo cual es factible tanto para el cliente como para la empresa ya que se lograría tener años de autonomía con su batería (Thinextra, 2018).

Antes de continuar, hay que enfatizar **el** funcionamiento de la red SIGFOX, entonces hay que empezar por recalcar que es una red global y está administrada por operadores locales, lo cual permite tener acceso a la red, a la nube para que se pueda administrar los N dispositivos que se tengan en red y por supuesto también acceso a la plataforma de SIGFOX 24/7. Como todo tiene un **ciclo de vida**, SIGFOX no podía ser la excepción, para explicar dicho ciclo haré uso de la Figura 6.



Figura 6. Vista general de la red. Nota: Tomado de SIGFOX (2018)

Primero el dispositivo u objeto va a emitir un mensaje, haciendo uso de su antena radio, segundo las diferentes estaciones de SIGFOX que se encuentren en el área van a recibir dichos mensajes, tercero dichas bases a la vez lo enviaran a la nube

SIGFOX y por ultimo desde la nube se envía el mensaje a la plataforma del cliente, conocida como **Backend**.

La red SIGFOX Tiene tres componentes claves: la **estación base** se la conoce como antenas locales de SIGFOX que envían a la nube los mensajes que reciben de dispositivos que fueron configurados por el administrador local, quienes a la vez poseen un amplificador de señal que filtre el ruido a través de un **LNA** que toma la señal débil de la antena y la amplifica a un nivel útil y su ultimo componente es el **punto d acceso** quien se encarga de entender el mensaje y de enviarlo a la nube (SIGFOX, 2018).

Una **red** es un conjunto de componentes organizados que están conectados entre sí a través de cables para comunicarse y compartir recursos entre ellos. Entre los tipos de redes esta la red PAN, es de área personal donde sus nodos están cerca de las personas, mientras que la red **LAN** es de área local que se encarga de interconectar los nodos en edificios contiguos y la red **MAN** de área metropolitana, que abarca ciudades enteras debido a que su área de cobertura es mayor sin embargo se cuenta con una red que es de área extensa y cubre por ende áreas más amplias que se la conoce como la red **WAN**. Hay que tener claro que una red puede ser **pública** ó **privada**, donde la pública como su nombre lo dice es de dominio público, cualquier persona puede acceder a la misma, en el caso de la privada es una red que es propiedad de alguna empresa o entidad donde solo quienes pertenecen a dichas organizaciones pueden acceder a ella (Barbancho Concejero, y otros, 2014) (Darín Rivera, 2016) En los siguientes párrafos se detallará de manera más profunda el tipo de red que se usará en la implementación del presente trabajo de titulación, la misma que es la red LPWAN es decir la WAN que es de cobertura amplia de baja potencia.

Debido a que para la implementación del presente tema de titulación se usará la red **LPWAN** hay que hacer hincapié sobre ella, empezando por especificar que la misma, es una red de área amplia de baja potencia que permite comunicaciones entre objetos a larga distancia, su tasa de datos varía de 0.3 kbit/s a 50 kbit/s por canal y trabaja en la banda ISM la misma que permite su uso abiertamente sin licencia



obviamente respetando los niveles de potencia transmitida utilizando mecanismos de protección contras las interferencias.

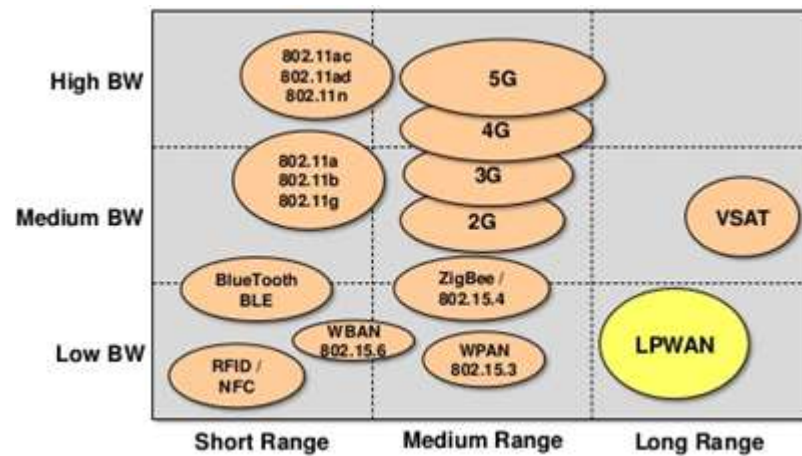


Figura 7. Lpwan - Low Power Wide Area Network. Nota: Tomado de Aprendiendo Arduino, Peter R.(2015)

Las Frecuencias se basan en ciertas **normativas** como se puede ver en la Figura 7, según el ancho de banda ya sea alto, bajo o medio, como es en el caso del alto ancho de banda se usan las **normativas 802.11AC** la misma que funciona en espacio de frecuencia de 5GHZ admitiendo velocidades de datos hasta 3.46Gbps con entrada y salida múltiple (MIMO) el **estándar 802.11AD** es mucho más rápido que el anterior ya que tiene velocidades de datos de 6.7 Gbps con frecuencia de 60 GHz mientras que el **estándar 802.11N** se basa en la banda dual es decir que entrega datos en las frecuencias entre 2.4 Ghz y 5Ghz con velocidades de 600Mbps (Shaw, 2018).

En el ancho de banda medio se enfatizan en los siguientes **estándares 802.11A**, la cual opera con frecuencia de 5Ghz con velocidad de datos hasta 54Mbps mientras que el **estándar 802.11B** se maneja en una frecuencia de 2.4Ghz y su velocidad de datos es de 11Mbps, el último estándar que forma parte de este grupo es el **802.11g** con una velocidad de 54Mbps al igual que el 802.11 con la gran diferencia de que su frecuencia es de 2.4Ghz (Network world, 2018) en el bajo ancho de banda se encuentra un grupo de estándares muy diferentes a los dos primeros grupos ya mencionados, tenemos el **estándar 802.15.3** que nace de la necesidad de transmitir datos más rápido y eficiente a 2.4Ghz y una velocidad de transmisión que va desde los 11 – 22- 33 y 55Mbps, el **estándar 802.15.4** se basa en la capa de

control y física para redes inalámbricas, manejando unas tasas de transferencia de 250kb/S – 40 y 20 kb/S el ultimo estándar que se maneja en la red LPWAN es el **802.15.6** se enfoca en las redes inalámbricas de área corporal de corto alcance pero es altamente confiable ya que está basado de la localización de los nodos se maneja con una tasa de transmisión de 10Kbps a 10Mbps en una frecuencia de 2.4 GHz y soporta hasta 256 nodos (Averos Vargas, 2017).

En la **Wireless Body Area Network** (WBAN) la misma que es una red de área corporal inalámbrica que se basa en el monitoreo de nodos, ya sea que estén alrededor del cuerpo humano o implementados en él, ya que sirve por ejemplo para la toma de signos vitales, para enfermedades cardiovasculares entre otras y el mismo nodo que monitorea actúa procesando los datos obtenidos. La **red WPAN (Red de área personal)** evoluciona a la red de área corporal con la finalidad de reemplazar los cables por medios inalámbricos y así lograr la transferencia de la información. Los **nodos** son periféricos que forman parte de la red WBAN, los cuales tienen un problema en lo que consiste a energía debido a que su batería es pequeña obviamente por el tamaño del mismo y por ende provoca que las **tasas de transmisión** sean bajas, quienes son las que se encargan de realizar el seguimiento y monitoreo de los parámetros, mientras que los **sensores** son los que se encargan de medir dichos parámetros, tanto internamente como externamente. (Averos Vargas, Estudio del Estándar IEEE 802.15.6 y Simulación de los Parámetros de Transmisión en una Red de Área Corporal en la Banda de Frecuencia de 2.4 GHz, 2017)

**Las Topologías** son las diferentes formas que hay de conectar los componentes de una red local es decir son las que se encargan de definir la estructura de la misma y a partiendo de ahí se sabe el rendimiento y funcionamiento que tenga dicha red. Se cuenta con dos tipos de topologías que son las T. físicas y T. lógicas, donde la física se basa en la disposición de los elementos es decir la forma de la red mientras que la lógica se encarga de indicar la manera en que viajan los datos de la red (Barbancho Concejero, y otros, 2014).

La topología física se clasifica en (Barbancho Concejero, y otros, 2014):

-Topología Bus se basa en que los nodos están conectados a un canal de comunicación que se lo conoce como bus y en la mayoría de las veces es un cable coaxial, lo cual es una gran desventaja ya que si se rompe dicho cable los nodos quedarían incomunicados a la vez su ventaja es que no necesitan estar en funcionamiento todos los nodos para que la red ese activa.

- La Topología Anillo se caracteriza por que los nodos están conectados a través de sus dos nodos propios adyacentes por enlace punto a punto y así forman el circulo ó también conocido anillo cerrado que es el trayecto por el que va la información, una de sus ventajas es que por ser topología anillo simplifica el acceso al medio pero por la misma razón de ser cerrada su desventaja es que si se desea agregar nuevo nodos hay que romper el anillo y por ende se perderá la comunicación hasta que se terminen de añadir dichos nodos.

- *En la Topología árbol* o también conocida como jerárquica sus nodos están conectados a concentradores secundarios los mismos que van conectados a un concentrador central llamado Switch o Hub, posee una gran venta a diferencia de las demás que es la factibilidad para que la red crezca y su desventaja es que si uno de los nodos falla se pierde la comunicación en la rama que cuelgue de ese nodo.

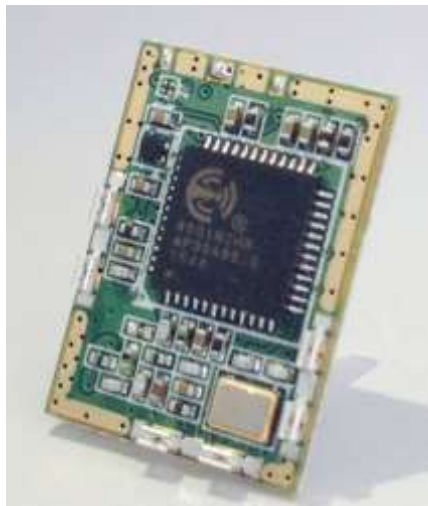
- *La Topología en malla completa*, se diferencia a las demás debido a que sus nodos e conectan a los demás nodos existentes y de esta manera se logra que la información viaje de su punto de origen a su punto destino, siguiendo las diferentes rutas existentes.

- *Topología estrella*, se caracteriza por tener un nodo central que va enlazado con los demás nodos existentes donde cada un quieren enviar datos a otro y l hace a través del nodo central, controlando el tráfico de daos que hay en la red. Cuando se habla de nodo central se refiere a un concentrador ya sea Switch o Hub el mismo que puede ser activo en el momento que regenera la señal que recibió antes de re-enviarla y pasivo cuando genera una conexión entre los dispositivos que estén conectados, sus grandes ventajas es que la detección de fallos y reparación es sencilla y si uno de los nodos falla la red sigue funcionando siempre y cuando el que este en problemas no sea el nodo central ya que esto es un desventaja debido a que el mismo es el cuello

de botella de la red por donde pasan todos los mensajes. Esta es la topología en la que se basa la red SIGFOX debido a que billones de objetos IoT transmite el mensaje una vez que la señal enviada detecta y alcanza la estación base a la que tenga mayor cobertura y cada una de las estaciones base que se encuentran instaladas en el mundo están conectados de manera directa a la nube SIGFOX a través del enlace que es punto a punto y dichas estaciones ayudan a detectar, desmodular y reportar los mensajes a la nube ya mencionada que se encarga de enviar los mensajes a los servidores y plataformas de los clientes (WND GROUP, 2018).

SIGFOX se maneja con 3 tipos de placas para lograr la comunicación de dispositivos objetos que son:

**Sigfox Thinxtra RCZ1:** es una placa tipo transceptor de SIGFOX que tiene una frecuencia de 868MHz que ha sido diseñada para Europa y el Medio Oriente bajo un sistema M2COMM, donde la potencia de salida se la puede configurar desde 14dBm hasta 17 dBm por medio del comando AT y así obtener un alto rendimiento, calidad y obviamente a bajo costo, ya que esa característica es de una las grandes ventajas de la red SIGFOX (Sigfox Partner Network, s. f.).



*Figura 8.* Placa SIGFOX RCZ1. *Nota:* Tomado de: Sigfox Partner Network (s. f.)

**Sigfox Thinxtra RCZ2:** es una placa igual que la anterior, tipo transceptor de SIGFOX que se diferencia por su frecuencia central que es de 90MHz y que ha sido diseñada para ser usada en países como México, Estados Unidos y Brasil bajo un sistema M2COMM, donde su potencia de salida es de 22dBm / 100mW con un consumo de corriente por transmisión de paquete de 30Ma Tx, teniendo en común un alto rendimiento, alta calidad y bajo costo (Lessconec, 2018) (M2Communication Inc, 2018)



*Figura 9.* RCZ2 SIGFOX Module. *Nota:* tomado de M2Communication Inc. (2018)

**Sigfox Thinxtra RCZ4,** debido a que esta y las otras placas mencionadas funciona con ciertas regulaciones locales, por lo cual cada zona maneja diferentes canales y frecuencias llamadas RCZx. Entonces se podría concluir que la placa que se usará en el trabajo de titulación es la RCZ4 debido que se maneja en un protocolo inalámbrico WSSFM10 y sobre todo porque es apta para Sudamérica, manejándose con una frecuencia de 920MHz, contiene 3 sensores embebidos que se los conoce a uno de ellos como acelerómetro de 3 ejes el mismo que es micromaquinado con una resolución de 14 bits que su función es medir fuerza ya sea dinámica de aceleración ó estática, también posee un sensor digital de temperatura que se maneja en  $300 - 1100\text{hPa} \pm 0.12\text{hPa}$  y otro de presión que están en grados de  $-40^{\circ}\text{C} - + 85^{\circ}\pm 1.0$ , sus sensores de luz poseen fotodiodo y un circuito amplificador de corriente, además posee de interruptores de láminas, Leds, entre otros (Thinxtra, 2018). Por ende

brinda un alto rendimiento, alta potencia de RF, alta calidad y el software adicionalmente incluye un gestor de arranque que da facilidad para el momento que se desarrolla la aplicación ó se requiera actualizar el software y todo ello a bajo costo como se caracteriza SIGFOX. (M2Communication Inc, 2018)



*Figura 10.* Xkit enable by Sigfox. *Nota:* Tomada de: THINXTRA (2018)

Esta placa cuenta con una tasa de datos de 600bps, una potencia máxima de 24dBm por dispositivo, con una duración de batería extendida dependiendo ciertamente de la cantidad de conexiones que se originen, del tipo de sensor y tamaño, los mensajes que maneja tienen un enlace ascendente de 140 con 12 bytes y de 4 mensajes por enlace descendente con 8bytes. Como todo lo tecnológico requiere contar con seguridad por ello sus mensajes son codificados y autenticados bajo una palabra clave y se basan en mecanismos sólidos como privacidad, autenticación, integridad y confidencialidad.

SIGFOX tiene claro que la seguridad hoy en día es un verdadero desafío para la humanidad sobre todo al referirnos al internet de las cosas ya que por su naturaleza está expuesto a un ataque significativo debido a la gran escala y complejidad de su red al generarse direcciones IP a las fases de los negocios que en su momento fueron sistemas cerrados ocasionando vulnerabilidad por ello **sigfox al referirse a seguridad** se enfoca en un proceso sistemático a través de compañías con seguridad en experiencia como son Freescale, Airbus ,Semiconductors, NXP, STMicroelectronics, entre otros que se encargan de brindarle a sigfox seguridad a los

dispositivos usando el Modulo de seguridad de hardware (HSM) (WND Group - SIGFOX operator , 2018) el mismo que es un procesador que se encarga de hacer las operaciones matemáticas a alta velocidad, actuando como anclas de confianza en su infraestructura con la capacidad de almacenar y proteger dichas claves criptográficas en los dispositivos resistentes a la manipulación de forma segura (Anónimo, 2016-2018).

Sigfox también brinda seguridad a través de la infraestructura de clave pública (PKI) por ello se puede decir que es una de las plataformas que poseen mayor seguridad actualmente ya que todos los dispositivos que están en esta red están protegidos por un firewall estricto y confiable por medio de sigfox ready que es la certificación que se otorga al momento que se adquiere y enlaza dichos dispositivos aprovisionando una clave de autenticación simétrica, ya que como anteriormente se mencionó que una de las grandes ventajas que posee esta red es que no permanecen conectados los objetos IoT de manera permanente a la estación base, ya que operan de manera predominante fuera de línea con comportamientos integrados hay que recalcar que la comunicación no se realiza por medio de los protocolos TCP/IP sino que al momento que se requiere que los datos ya transmitan o ya sea que reciban de internet el dispositivo se encarga de transmitir un mensaje radio que una vez que es reconocido y acogido por la estación base de más cobertura en dicha área se encarga de transferirlos a la red núcleo de sigfox es decir SIGFOX CORE NETWORK quien entrega el mensaje a la app (aplicación) IoT verificando e contador de secuencia, por tipo de arquitectura en la que trabaja la red sigfox se proporciona un airgap como seguridad ya que es quien se encarga que no se puede acceder por medio del internet con intenciones maliciosas.

La seguridad también se basa en los datos cuando están en movimiento gracias a la clave que obtiene cada dispositivo la cual se encarga de que si en ciertos momentos los dispositivo llegan a estar en una situación comprometida se da un impacto limitado donde los mensajes que fueron enviados y recibidos por los dispositivos se basa su seguridad en un token criptográfico quien se encarga de autenticar la integridad del mensaje y la red sigfox para el mensaje de enlace descendente o ascendente hay que recalcar que SIGFOX tiene muy claro que el IoT

debe asegurar toda la cadena de transmisión de extremo a extremo construyendo la seguridad en los cimientos del protocolo y arquitectura de red. (Anónimo, WND UK, 2018)

Para alimentar de energía a la placa SIGFOX THINXTRA RCZ4 a implementar, se hará uso de un **Power bank solar** de 2 Amperios

El **Sensor ML8511** es una herramienta muy eficaz y viable para implementar en la placa thinxtra RCZ4 ya que se encarga de recibir la radiación solar, convirtiendo la corriente fotoeléctrica a voltaje a través de una de las grandes características que brinda este sensor como es el amplificador operacional integrado, con una respuesta de Longitud de onda de 280 a 400 nanómetros y dimensión de 4.0 mm X3.7mm X0.73mm bajo un costo de \$15.00 Se lo puede implementar en diversos dispositivos para medir las radiaciones ultravioletas como en los Smartphone, reloj, juego, en estaciones meteorológica. (Semiconductor).



*Figura 11.* Sensor ML8511

Si bien es cierto existen otros sensores que ayudan a detectar el índice de radiación ultravioleta como el UVM30A, básicamente funciona igual que el sensor ML8511 con ciertas diferencias que resaltan del sensor ML8511, como por ejemplo en la respuesta de longitud de onda de 200 a 370nm y una dimensión de 27x22mm, bajo un costo de \$40.00. (Tecnología)





*Figura 12.* Sensor UVM30A

En conclusión, se escogió por costos el sensor ML8511 y los SDK por cuestiones de herramientas de desarrollo y haciendo comparaciones de mediciones el error es mínimo de respuesta aproximada de  $\pm 1$ .

Refiriéndonos a la Identificación de radio frecuencia (RFID), por lo tanto, hay que profundizar un poco en ella, recalcando que es un sistema que sirve para que N objetos o dispositivos logren comunicarse sin cables, ayuda en muchos factores por ejemplo en lo que concierne a los ordenadores automatiza los datos en tiempo real. Este sistema se lo puede implementar en diferentes áreas, tales como: Control de inventarios, control de procesos industriales, control de vehículos, entre otros.

**Plataforma Backend** o más conocida como el punto final de la comunicación es quien se encarga de recibir los mensajes y procesarlos para así generar resultados, a través de la aplicación web llamada SIGFOX cloud – Backend la misma que permite al cliente que pueda gestionar los dispositivos que estén conectados a la red, configurar la integración de los datos y poder visualizar los mensajes que fueron transmitidos y uno de los grandes beneficios que otorga el acceso a SIGFOX Backend es que se puede redirigir la información a servidores que ejecutaron dicha aplicación.

Existen dos maneras para recoger los datos de SIGFOX Backend, ya sea a través de una API que funciona del recurso que el cliente solicite devolviendo un resultado conciso en formato JSON basada en HTTP ó utilizando una dirección URL conocida como callback que funciona identificando la URL en el Backend y así

podría especificar la información que deseará recibir el cliente ya que de esta manera cuando le llegan los mensajes y los atributos que se especificaron los envía en el mismo formato de la aplicación: JSON.

**URL Callback** es el medio que se usará para leer los datos de la implementación del tema de titulación ya que Sigfox permite recoger de manera sencilla los datos que está en la nube, un callback se lo conoce como la devolución de llamada, cabe recalcar que es una de las configuraciones más importantes que se hacen dentro del DEVICE TYPE, ya que así se podrá añadir modificar o eliminar dichas retro-llamadas.

Para el presente tema de titulación se codificara en el **entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino** bajo el lenguaje C++ que ha sido empaquetado como un programa de aplicación que consiste en un editor de código, compilador, depurador e interfaz gráfica. Arduino se divide en diferentes partes como son estructura, constantes, variables, funciones, a la vez proporciona herramientas que ayudan a cargar el programa en la memoria flash y brinda ciertas librerías que facilitan la programación tanto de los pines de entrada como de salida y en los puertos de comunicación, además el IDE tiene ya dichas librerías automáticamente no hay que declararlas con anterioridad. Hay que dejar claro que Arduino ayuda a simplificar el trabajo con las placas, microcontroladores, brindando ventajas como un entorno de programación sencillo, multiplataforma y es un software libre. (Aprendiendo Arduino, 2018)

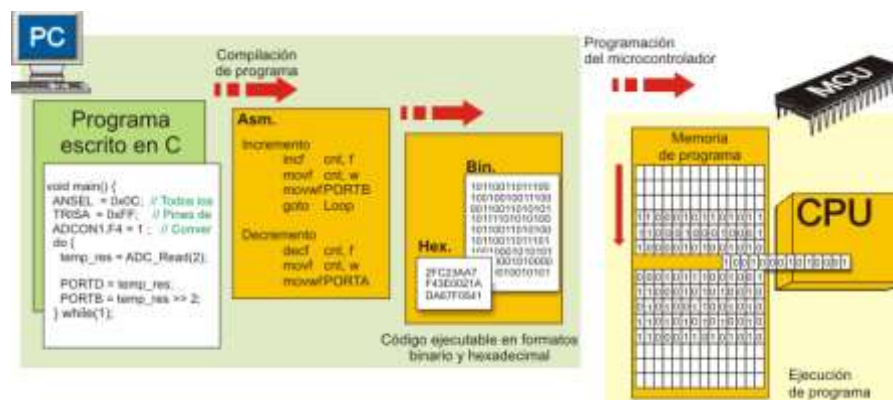


Figura 13. Compilación y carga del programa en Arduino. Nota Tomado de: Aprendiendo Arduino,

Debido a que los datos que emite SIGFOX es en Hexadecimal, se realizará una api de escritorio en **.NET con Framework 4.5** y licenciamiento gratuito ya que proporciona una manera de que la programación asincrónica y paralela sea sencilla, productiva para la creación de la aplicación en este caso en el cliente (Windows 8 store Apps, Windows Forms) (Rojas, 2012) y por si fuera poco es confiable, permite conexión con la base de datos SQL y posee 64 bits de editar y continuar. Se trabajará en **lenguaje C# de Visual Studio 2017** ya que ofrece productividad para que el programador pueda desarrollar aplicaciones en cualquier plataforma como iOS, Android, Web, la nube entre otras, así mismo permite construir sus propias extensiones, eliminar ciertos errores que se presenten en la codificación, realizar diagnósticos y pruebas con confianza (Microsoft, 2018). Se necesitará una Base de datos por lo cual escogí la base de datos sql express 2017 ya que permite al desarrollador crear aplicaciones web y móviles para todo tipo de dato como relacionales, XML sobre todo datos espacial, temporales, fecha y hora. Es una base de datos ligera para las aplicaciones y una gran ventaja por la cual se trabajará en ella para el presente trabajo de titulación es debido a que es gratuita (Microsoft, 2019).

### **2.3 Sustento Legal**

La Constitución del Ecuador vela por un ambiente sano como es el capítulo segundo, derechos del buen vivir sección segunda –Ambiente sano del Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2008) Por ello haciendo referencia al artículo mencionado, en el presente trabajo se hará uso de sensores y equipos de comunicación que son autónomos y autoalimentados es decir no necesitan recargar baterías o reemplazar las mismas.

El Ministerio de Educación emitió el miércoles 10 de Octubre del 2018 una normativa para de esta manera proteger de los altos índices de radiaciones ultravioletas a los alumnos de las instituciones tanto públicas como privadas llegando de esta manera a elaborar el acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2018-A, el mismo que se basa en una tabla del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

(INAMHI) indicando en ella los tiempos máximos que un niño y/o adolescente puede estar expuesto al sol. (Ministerio de Educación, 2018).

Tabla 1.  
Tiempo Máximo de exposición a las radiaciones UV.

Tiempo Máx. de exposición	-	45 Min.	30 Min.	25 Min.	10 Min.
Índice de radiación UV	1 y 2	3,4 y 5	6 y 7	8,9 y 10	11+

*Nota:* Tomado de: INAMHI (2018)

Es decir que antes de realizar actividades escolares educativas, donde estén expuestos al sol los estudiantes, deben revisar los pronósticos hidrometeorológicos que emite de manera diaria el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y de acuerdo a esas alertas e informes determinar el tiempo máximo que deben estar los estudiantes recibiendo los rayos ultravioletas, basándose en la tabla 1 mencionada. (Ministerio de Educación, 2018)

Referente al Libro II de la propiedad Industrial de los artículos 120 a 247 perteneciente al capítulo I de la protección de las invenciones en el artículo 120 en la página 29, nos vamos a enfocar en que se deja claro que todo tipo de invención tecnológica debe protegerse a través de las patentes de invención, de modelos de utilidad. (vLex Ecuador - Información Jurídica Inteligente, 2017)

Para concluir este capítulo, se hará referencia al ámbito tecnológico en el cual, se tiene claro que las herramientas a usar para la implementación del presente trabajo de titulación son las más óptimas, debido a que se basan en el bajo consumo de energía y costo, a su vez es de largo alcance y transmiten datos 24/7 haciendo énfasis a una solución IoT, los mismos que son administrados en la nube, no necesitan estar en conexiones de red y están interconectados en los módulos de la red Sigfox y así emitir los índices de radiación ultravioleta en la FI-UCSG a través de la plataforma Backend con un licenciamiento gratis por un año, el resultado de esta investigación está debidamente sustentada por normativas internas para la preservación de la salud en los términos de este estudio.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y RESULTADOS

En la elaboración del presente capítulo se llevara a cabo a describir varias fuentes de información, herramientas y métodos que se tomaron como base para la elaboración del levantamiento de información de presente trabajo de titulación.

#### **3.1 Metodología de la Investigación.**

El presente trabajo de titulación se basa en ser una investigación Cuantitativa, cualitativa, analítica no experimental.

En lo que consiste como enfoque se trabajó con la **investigación cuantitativa** la misma que se basa en recopilar y analizar todos los datos que se obtuvieron de diversas fuentes de información a través de herramientas tales como estadísticas, matemáticas e informáticas, uno de los métodos más utilizados en este tipo de investigación es la encuesta y entrevista. En este caso como ya menciono anteriormente se llevará a cabo encuesta y entrevista para la recolección de cierta información en la facultad de ingeniería en la universidad católica de Santiago de Guayaquil y así conocer las falencias que produce la falta de información de dicha facultad para prevenir afecciones en la piel, producidas por los altos índices UV . Hay que recalcar que la clave para la recolección de datos es obtener la muestra correcta para así poder cuantificar el problema y saber que tan generalizado esta sobre esa población (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Una de las grandes ventajas que ofrece esta investigación es que se basa en datos sólidos y repetibles, estudia fenómenos observables y está orientada hacia el resultado (Mendoza, 2013), por ello es de gran utilidad para este proyecto. Hay varios tipos de investigación cuantitativa y uno de ellos es la **investigación no Experimental**, la cual se diferencia de las otras debido a que las variables independientes no se las alteran, no varían para poder ver sus efectos sobre las otras

variables, en otras palabras el suceso, fenómeno o acontecimiento, se da de manera natural y luego ya se procede a analizarlo (Mendoza, 2013). Este tipo de investigación ayudó a trabajar el diseño e implementación de la solución IoT, sin necesidad de manipular las variables independientes de manera aleatoria, ya que nos basamos en datos existentes que en este caso son los índices UV, que fueron establecidos por una entidad como es La organización Mundial de la salud, los mismos que se pudieron analizar bajo un entorno natural.

Esta investigación tiene un tinte **cualitativo**, ya que finalmente se va a proceder a establecer comparativos de los índices UV proveniente de la estación climatológica EXA (Agencia Espacial Civil Ecuatoriana). A través de la metodología **cualitativa inductiva** la cual ayuda a la comprensión de dichos datos (índices UV) obtenidos entre EXA y la solución IoT usando la red SIGFOX en el presente trabajo de titulación, mientras que la metodología **cualitativa descriptiva** sirve para realizar un análisis partiendo de la observación de los índices que son arrojados con dicha implementación, usando la escala internacional de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

En lo que consiste a la **Investigación Analítica**, se refiere en el procedimiento que se da en establecer la comparación de variables sin manipular las mismas, este método analítico facilita saber más del objeto del estudio y así poder establecer nuevas teoría, empaparse sobre su comportamiento, a través de una descomposición para conocer su naturaleza y comprender su esencia, la finalidad este tipo de investigación es analizar los eventos e identificar las causas del mismo. Una de las grandes ventajas que otorga esta investigación, es obtener nuevos conocimientos en el campo de estudio, concebir nuevos significados, tras el análisis del evento y/o fenómeno.

El presente método de investigación analítica fue de gran ayuda, ya que se lo hizo con la finalidad de realizar un correcto análisis de la situación actual sobre las afecciones en la piel que producen los altos índices UV, por la falta de información y carencia de una herramienta que permita medir dichos índices en la FI-UCSG, El

presente análisis se hizo desde la perspectiva técnica con la única intención de proponer una solución tecnológica ante esta situación y así mantener a todo el personal de la facultad ya mencionada informados y educarnos ante esta situación que realmente está atacando de manera global.

### 3.1.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Entre los instrumentos para recoger información se diseñó un formato para encuesta aplicada al personal administrativo, docentes y estudiantes a la vez una guía de entrevista orientada a recoger la información de las personas que conozcan del tema, tales como dermatólogos, doctores.

Tabla 2.

Técnicas e instrumentos para recolección de datos.

<b>Técnicas de Investigación</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Instrumentos</b>
Cuantitativa	Entrevista Encuesta	Grabadora – Por celular Impresas
Cualitativa	Entrevista interactiva	Toma de Notas
Analítica	Documentos EXA Documentos INAMHI	Situación Actual de medidores para índices UV.

En la Tabla 3 se muestran los doctores que fueron seleccionados en base a sus conocimientos para la entrevista sobre la problemática la carencia de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar en muchas partes de Ecuador y en especial en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG)

Tabla 3.

Entrevistados

<b>Ocupación</b>	<b>Tiempo de Trabajo</b>
Médico General. Director del dispensario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.	20 años
Doctor en Medicina y cirugía. Magister en seguridad industrial y salud ocupacional	20 años
Dermatólogo. Consultorio Médico propio	15 años

Para el correspondiente levantamiento de información sobre la situación actual, de los altos índices UV que se reciben en la ciudad de Guayaquil y provocan afecciones en la piel, se llevaron a cabo los siguientes instrumentos:

- Carta de solicitud dirigida al Ing. José Gonzáles - Coordinador del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de Guayaquil.
- Formulario de entrega y difusión de información meteorológica e hidrológica.
- Entrevista.
- Encuesta.

Los documentos que fueron mencionados, se los detallará en los anexos correspondientes al final del documento.

### **3.1.2 Encuesta**

La población a abordar para la presente encuesta, está compuesta por 250 estudiantes y 20 docentes de la carrera de Ingeniería en sistemas computacionales, para obtener la muestra se aplica la fórmula para poblaciones finitas, con un 95% de confianza, 5% de error y 5% de probabilidad de ocurrencia da una muestra de 151 estudiantes y 19 docentes que fueron seleccionadas de manera aleatoria en función de horarios de clases.

Las preguntas de la encuesta se adjuntaron en el APÉNDICE A. al final del documento.

### **3.1.3 Entrevista**

Entre los instrumentos a utilizar para recopilar la información, se diseñó un formato para una guía de entrevista elaborada para doctores especializados en dermatología, para así conocer sus puntos de vistas, referente a los altos índices UV



actualmente en la ciudad de Guayaquil, los mismos que provocan afecciones en la piel, a la vez se realizó cierta entrevista a personal del INAMHI de la ciudad de Guayaquil para conocer como miden los índices UV.

Las preguntas correspondientes a la entrevista se adjuntaran en el APÉNDICE B. Al final del documento.

## **3.2 Metodología de Desarrollo**

Para el presente trabajo de titulación, la metodología de desarrollo idónea para la implementación del mismo es la:

- Metodología de Prototipado,
- Metodología de sistemas embebido.

Empezando por la:

**3.2.1. Metodología de Prototipado**, se hace uso de la misma debido a que como su propio nombre lo indica es un prototipo el cual se elabora con todas sus funciones y características en base al producto final a través de las etapas mencionadas a continuación:

- Recolección de requisitos.

En esta fase se tomó inicialmente como una recolección de requisitos la falencia que presenta la falta de una solución IoT en la FI-UCSG para la medición de índices UV, partiendo de ahí se realizó entrevista y recolección de información al INAMHI tanto de la Ciudad de Guayaquil como de Quito, quienes supieron dar a conocer que actualmente no cuentan con una herramienta que ayude con la medición de dichos índices en la Ciudad de Guayaquil por factor económico y falta de apoyo por parte del Estado Ecuatoriano, a la vez se realizó entrevistas a Médicos Generales y a Médicos Dermatólogos para conocer su punto de vista sobre el fenómeno que está atacando a la humanidad por falta de información sobre los altos índices UV, que se

presentan actualmente en la Ciudad, también se hicieron encuestas a ciertos estudiantes y docentes de la FI-UCSG para saber qué tan informados están sobre la radiación solar, índices UV y si les agradaría la implementación de una herramienta que los mantenga informados de ello.

- Diseño Rápido.

En esta fase, se procedió al diseño de las arquitecturas en base a como es el funcionamiento de la red sigfox, del hardware para medir los índices UV de la FI-UCSG y la arquitectura del software en relación a cómo obtener los datos del servidor sigfox al repositorio ubidots para mostrar en la aplicación cliente dicha información.

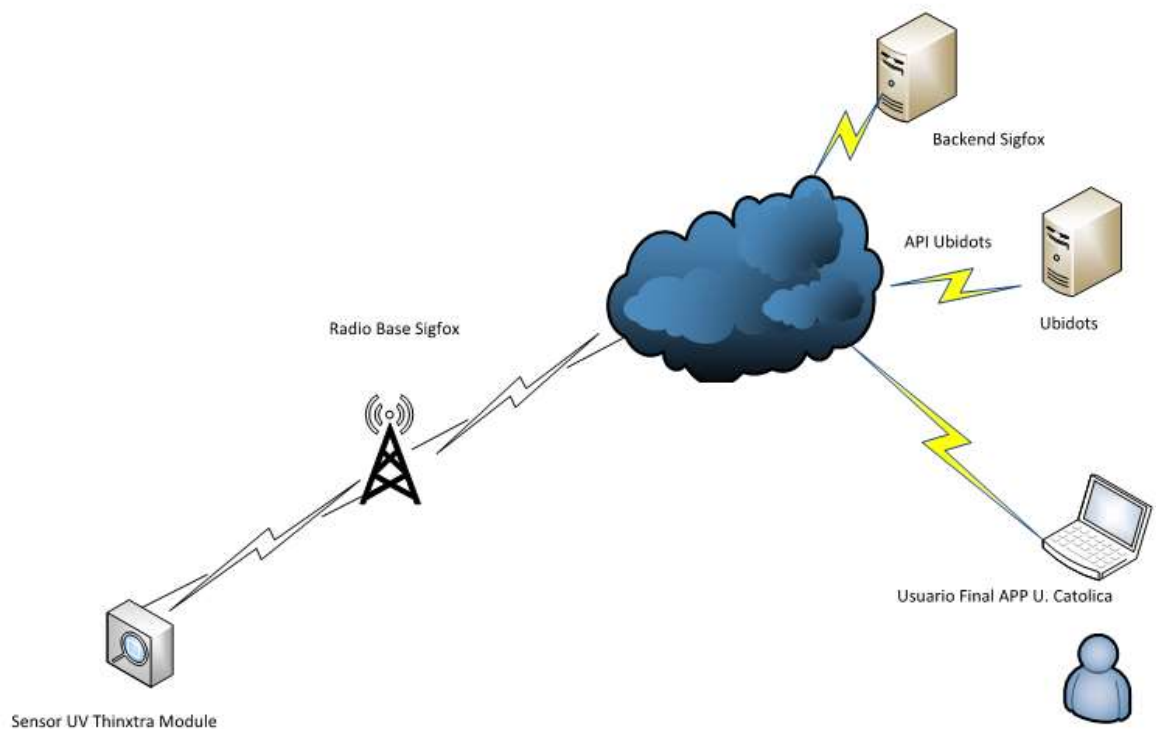


Figura 14. Arquitectura de la comunicación de la solución IoT en la red sigfox hasta la aplicación

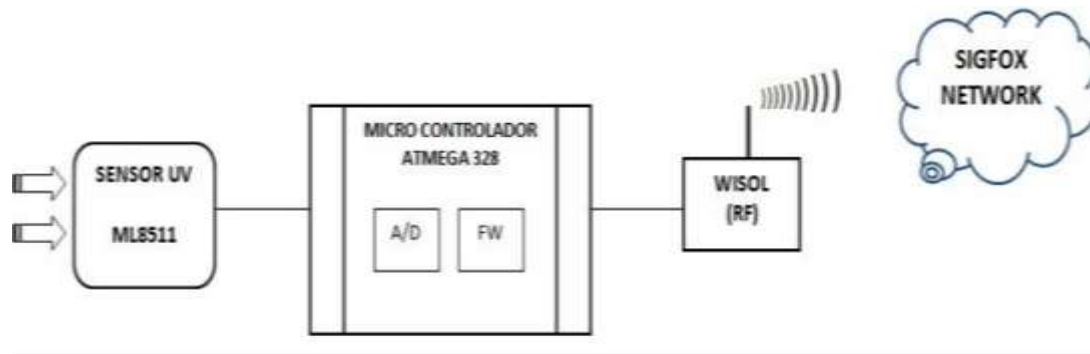


Figura 15. Arquitectura del Funcionamiento del hardware

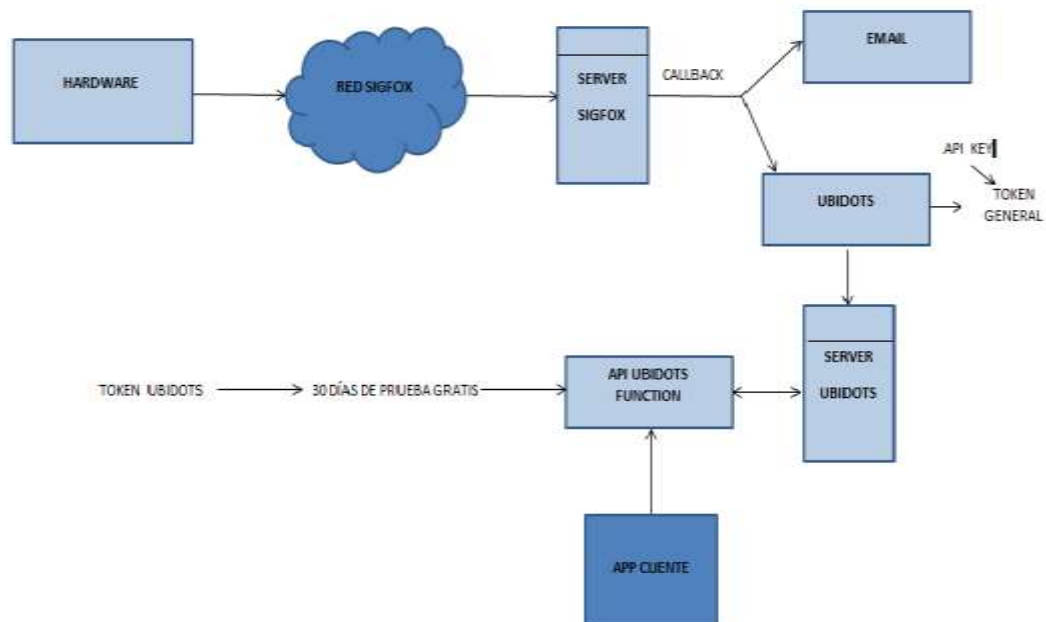


Figura 16. Arquitectura de la comunicación del server sigfox al repositorio ubidots hasta la API de escritorio-cliente.

- Construcción del prototipo

En la presente etapa se lleva a cabo la elaboración ejecutable del software y diseño físico del hardware, en base a las arquitecturas diseñadas en la fase anterior.

En la figura 15, se puede visualizar el hardware como tal ya armado, listo para ser ubicado dentro de una caja de protección junto al Mini panel solar, que lo alimentará de energía en la terraza de la FI-UCSG.

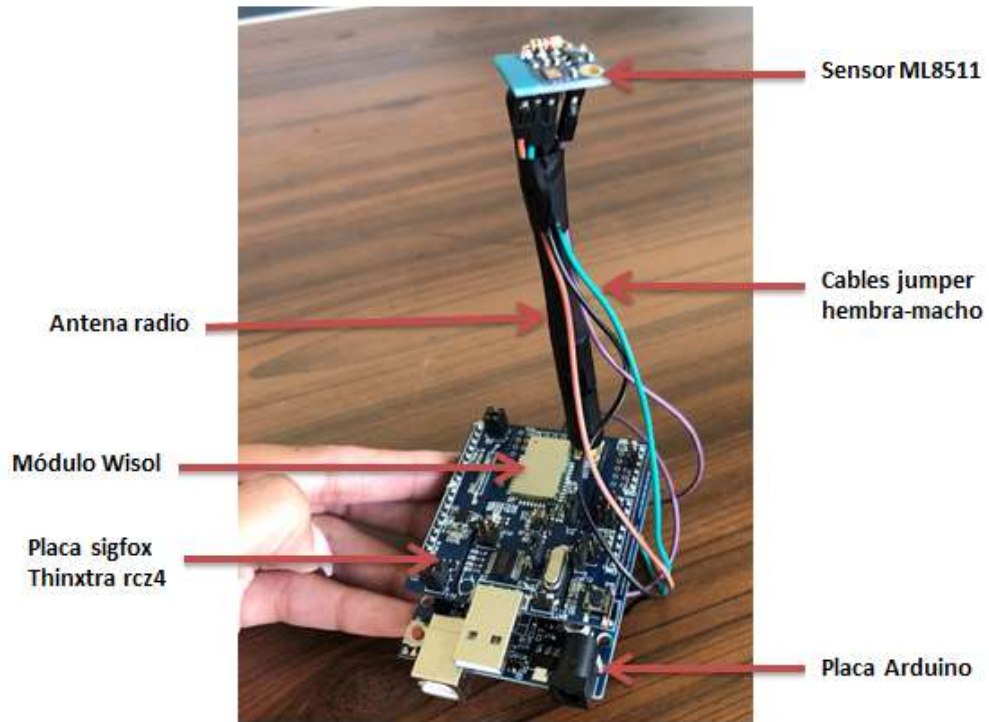


Figura 17. Solución IoT-hardware

A continuación se procede con la programación correspondiente al módulo Wisol, el mismo que es el encargado de transmitir y recibir los mensajes a la red sigfox.

```

tesis_josselin_UV Arduino 1.8.1
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
tesis_josselin_UV
1 #include <WISOL.h>
2 #include <Tsensors.h>
3 #include <Wire.h>
4 #include <math.h>
5 #include <SimpleTimer.h>
6 #include <avr/wdt.h>
7
8 Isigfox *Isigfox = new WISOL();
9 Tsensors *tSensors = new Tsensors();
10 SimpleTimer timer;
11 int watchdogCounter;
12 uint8_t buttonCounter;
13 uint8_t PublicModesF;
14 uint8_t stateLED;
15 uint8_t ledCounter;
16 const uint8_t buttonPin = A1;
17 const int redLED = 6;
18 int nivel_UV;
19 int uvLevel;

```

Figura 18. Parte del código en arduino del módulo Wisol

En cuanto al software, se empezó por la programación en visual studio de la app cliente, luego se instaló la base de datos y se procede a crear la nueva base que tiene por nombre Medidor UV y automáticamente ya está creada la misma; luego en el nuevo query que fue creado se trasladó el script para ejecutar la base con conexión exitosa.

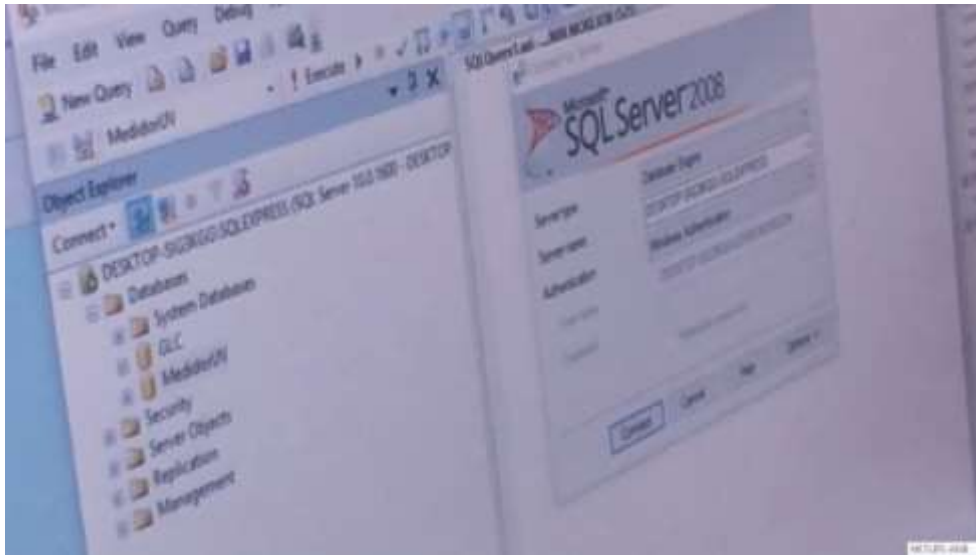


Figura 19. Base de Datos creada – Medidor UV

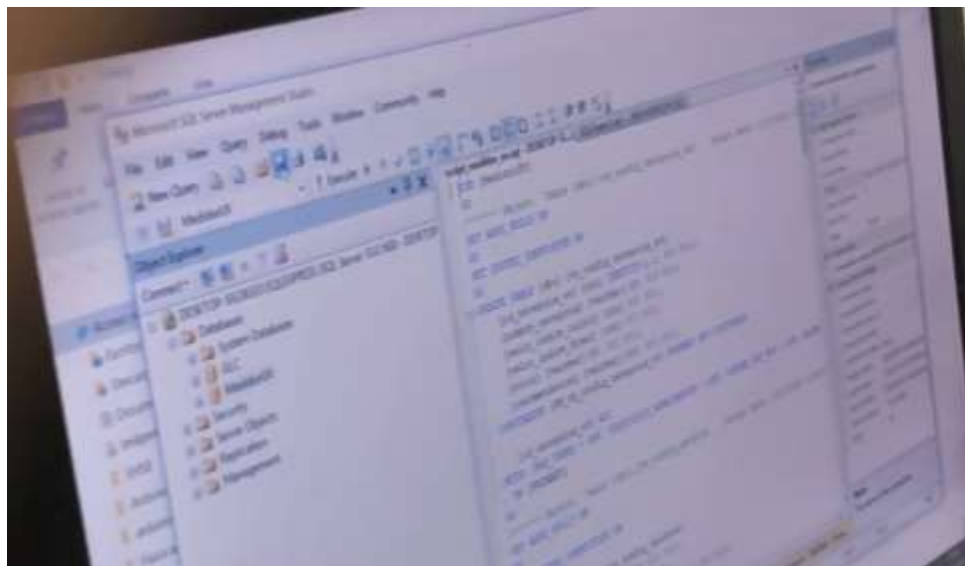


Figura 20. Script abierto en la base de datos medidor UV

Se continúa con la ejecución de la aplicación de escritorio e inmediatamente se intentará conectar a la base de datos, para lo cual se debe registrar el servidor en la configuración del api, pasos que se explicarán detalladamente en el capítulo 4, con las correspondientes capturas.

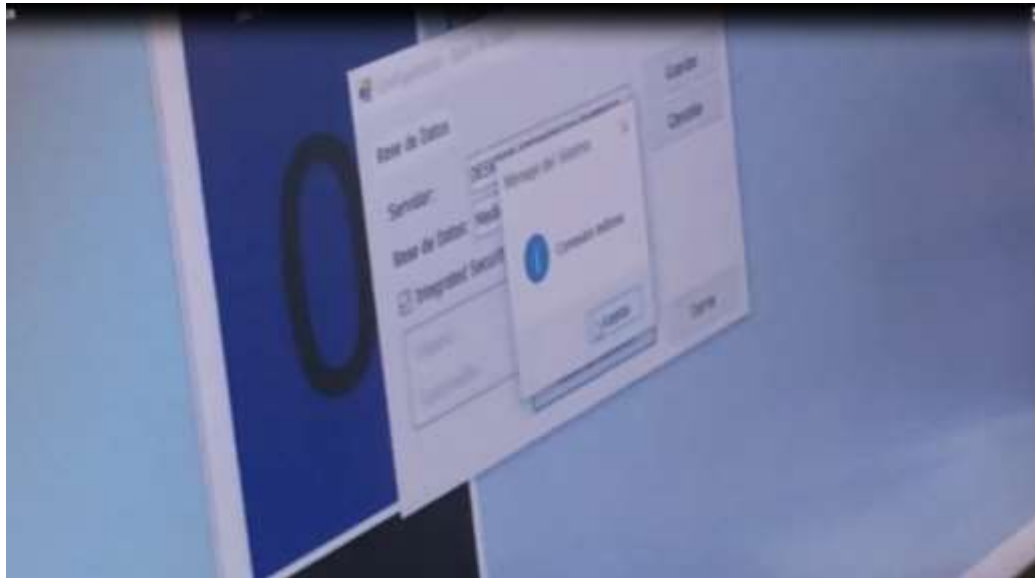


Figura 21. Conexión a la base de datos exitosa.

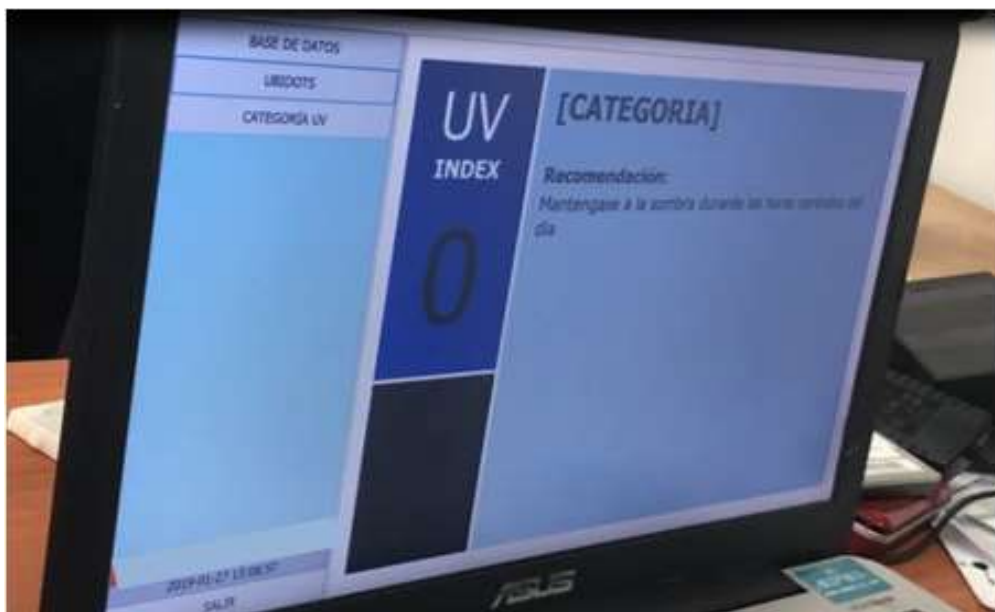


Figura 22. Aplicación Cliente – Escritorio operativa

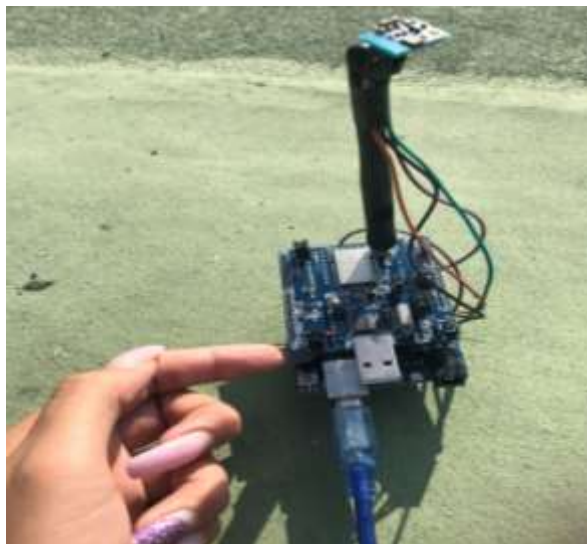
- Evaluación del prototipo.

Esta fase se basa en la evaluación del prototipo que se elaboró, el mismo que fue evaluado en este caso por mi tutor el Ing. Lenin Morejón bajo los requerimientos y objetivos planteados al inicio del trabajo de titulación. Cabe recalcar que por medio de esta fase el tutor, realizo ciertas sugerencias y modificaciones sobre la comunicación en el Backend del operador de la red SIGFOX y de la aplicación de escritorio que es el medio por donde se mostrará la lectura de los índices UV y de esta manera llegar a obtener un prototipo final cumpliendo con las normas de la organización Mundial de la Salud (OMS) y objetivos mencionados.

- Desarrollo del producto final.

Una vez que se cumplieron las fases anteriores para la elaboración de la propuesta a implementar en la FI-UCSG. Se concluye con el desarrollo final del mismo bajo la evaluación y correcciones dadas.

A continuación se mostraran las imágenes en base a la función del prototipo a través de la red sigfox y de la aplicación cliente para mostrar de manera dinámica al personal que transite por la facultad de ingeniería de la universidad católica de Santiago de Guayaquil.



*Figura 23.* Hardware operativo

Timestamp	Data	Signal Strength	Status	Location
2019-01-26 14:49:36	c3020000000000000000000000	Full	Success	Location A
2019-01-26 14:29:35	d3020000000000000000000000	Full	Success	Location B
2019-01-26 14:09:36	ef020000000000000000000000	Full	Success	Location C
2019-01-26 13:49:35	d1010000000000000000000000	Full	Success	Location D
2019-01-26 13:29:35	73020000000000000000000000	Full	Success	Location E
2019-01-26 13:09:35	80080000000000000000000000	Full	Success	Location F

Figura 24. Mensajes de los índices UV, almacenados en el servidor de la red SIGFOX

```

*****
async function main(params) {
  /* Save device ID of the Sigfox Device */
  var device_id = params.device_id;
  /* Save data received from Sigfox */
  var buf = new Buffer(params.data, 'hex');
  /* Parse the incoming data */
  var uv = buf.readUInt16LE(0) / 10000;
  //var pressure = (buf.readUInt16LE(2) / 1000) * 3;
  /*
  var photo = buf.readUInt16LE(4);
  */
}

```

Function output: Log

```

{
  "meta": {}
}
2019-01-26T14:49:36.000Z: Message created: 6.708

```

Figura 25. Mensaje del índice UV, extraído del server SIGFOX al repositorio UBIDOTDS.



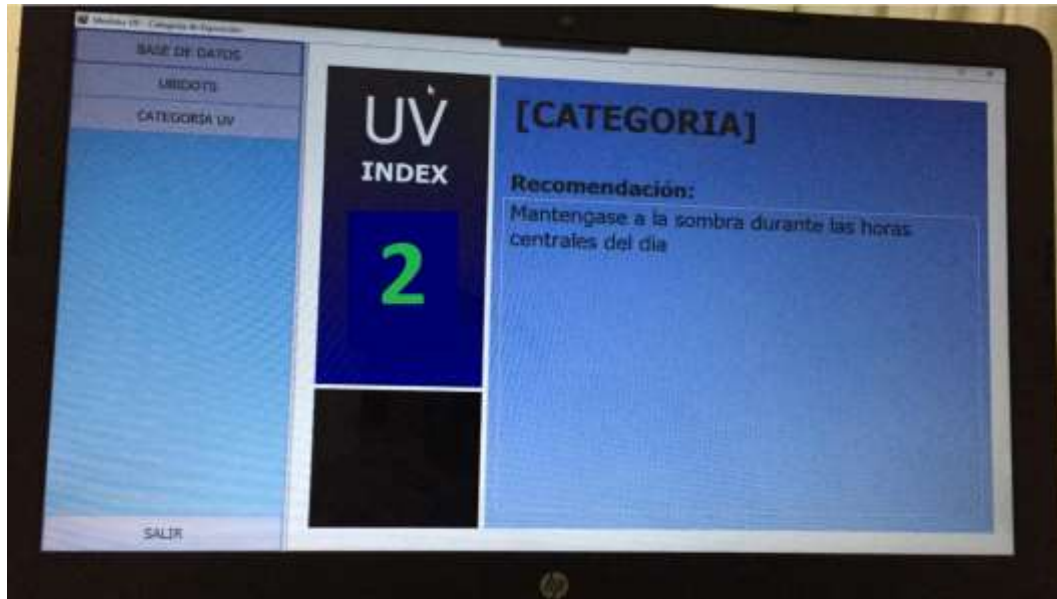


Figura 26. Mensaje del índice UV, mostrado a través de la api de escritorio

### 3.2.2 Metodología de sistemas embebido

Se implementa esta metodología debido a las técnicas de co-diseño tales como hardware y software que se basan en la descripción, diseño y modelado que serán utilizadas para el funcionamiento de la solución IoT para medir la radiación ultravioleta, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la misma que permite que un dispositivo electrónico que en este caso el hardware a utilizar es la placa SIGFOX THINXTRA RCZ4 sea programada a través del lenguaje IDE arduino para otorgarle funciones en tiempo real y así medir los índices UV que receipta el sensor analógico ML8511 de Sparkfun que se encarga de entregar la información que es procesada por el Microcontrolador ATMEGA 328p de ATMEL.

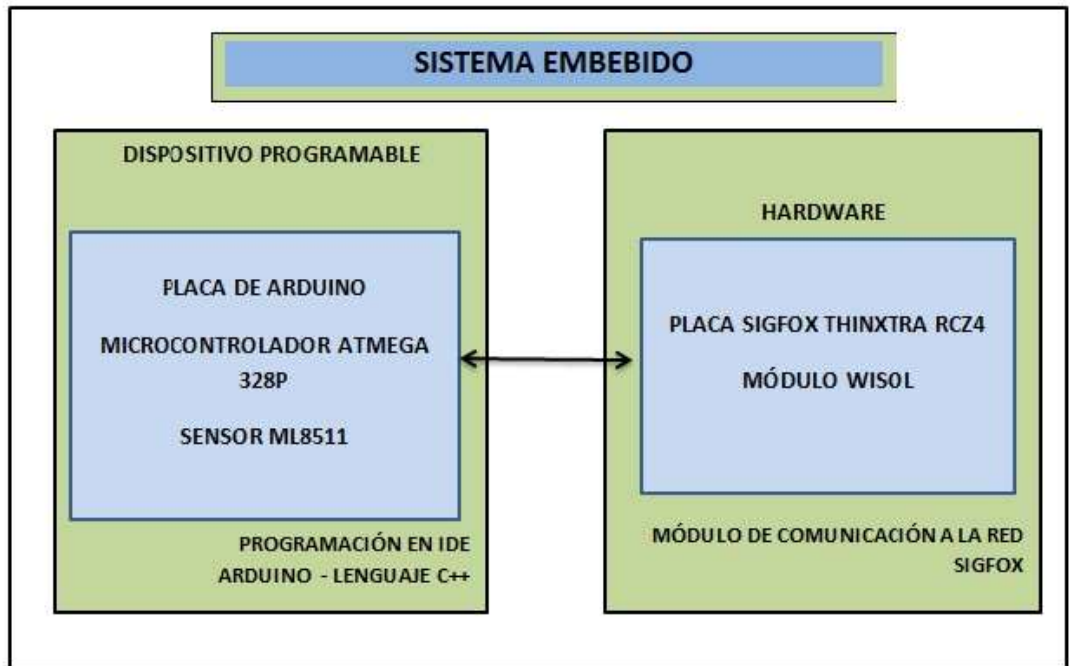


Figura 27 Arquitectura del sistema embebido para la medición de índices UV

La presente metodología ayuda en lo que consiste a la seguridad de la codificación e información sobre los dispositivos tales como: microcontroladores, sensores y placas que se utilizan para este trabajo de titulación, debido a que toda la información es transmitida con claves criptográficas, a través de la nueva red SIGFOX como ya se lo ha mencionado en el desarrollo de este proyecto.

El enfoque que se hizo en la metodología de sistema embebido se basa en que se va a desarrollar un sistema inteligente a través de la plataforma electrónica arduino donde el mismo se encarga de obtener toda la información de los sensores y microcontroladores por medio de sus pines.

### 3.2.3. Metodología Espiral

Para el desarrollo del software de la aplicación de escritorio que se usará para mostrar los datos de los índices UV de manera más dinámica y entendible para el personal de la FI-UCSG, se basó en la metodología de desarrollo espiral el mismo que se basa en la elaboración del software a través de segmentos por ejemplo en este caso primero se realizó un programa de prueba en el que permita primeramente acceder a ubidots para extraer la información de sigfox, el segundo segmento se enfocó en permitir y crear configuraciones de los índices UV para almacenarlos y una vez extraído el índices de la red sigfox, detecte el rango en el que se encuentre y mostrarlo a través de semáforo virtual.

Otro gran punto de esta metodología es que reduce riesgos debido a que primeramente se hicieron pruebas, prototipos de programación para verificar la extracción y lectura de los índices UV Brindando calidad, cumpliendo con ciertas actividades que dictaminadas por esta metodología, tales como determinar los objetivos que son partiendo como ya se mencionó anteriormente de que Ubidots pueda acceder a obtener la información de la red SIGFOX, Mostrar los índices UV.

En lo que consiste a la etapa de análisis de riesgo se realizaron pruebas prototipos antes de llegar al producto final de la aplicación, se hicieron pruebas de los índices UV obtenidos, donde ambos mencionados se pueden identificar y solucionar desde el enfoque cíclico, en el etapa de planificación se definieron los recursos a usar en este caso el repositorio ubidots debido a que es una herramienta muy usada actualmente en el internet de las cosas ya que extrae datos de las nubes de ciertos dispositivos como es en el caso de la red sigfox que brinda una prueba gratis por un mes, luego de cumplir con los 30 ó 31 días dependiendo del mes que este en curso, se debe cancelar \$20.00 mensual por la licencia.

Finalmente se presenta la fase de desarrollo y prueba en la cual el código que se usó como prototipo se lo migra al correspondiente entorno de pruebas que en este caso es en la comunicación entre la red sigfox y la herramienta ubidots para la extracción, lectura y así poder mostrar dichos índices UV, el proceso se lo realiza N veces hasta que finalmente quede implementado y funcionando cumpliendo los objetivos que se marcaron al principio.

### **3.3 Análisis de Resultados**

En el desarrollo del presente trabajo de titulación se usaron ciertas herramientas que ayudaron con la recolección de datos e información para dicha implementación de una solución IoT que mida los índices UV haciendo uso de la red SIGFOX.

En el caso de la encuesta, el objetivo fue conocer la situación actual sobre el tema de radiación solar e índices UV, que ocasionan afecciones en la piel por la exhibición extrema o ya sea por información errónea o falta de la misma en la población asignada bajo la muestra que se aplicó a los estudiantes y docentes de la FI-UCSG.

#### **3.3.1 Análisis de las Encuestas**

A continuación se presenta un análisis, basado en las encuestas que se implementó.

Con respecto a la primera pregunta relacionada a que entiende por radiación solar, de un total de 151 estudiantes encuestados y 19 profesores, el 53% de los estudiantes coinciden con el 15% de docentes que la radiación se basa en la incidencia masiva de los mismos en la piel, por otro lado el 40% de los estudiantes y el 20% de docentes concluyen que la radiación es la propagación de energía mientras que el 7% restantes de estudiantes y el 60% de docentes afirman que la radiación solar es el conjunto de rayos que atraviesan la capa de ozono.

En base a las respuestas obtenidas por la población ya mencionada se puede interpretar y analizar que más de la mitad no tienen un conocimiento tan claro sobre la radiación solar, debido a que el 60% de los estudiantes y 70% de los profesores, seleccionaron opciones erróneas a diferencia que el 60% de la población en total tienen un poco más claro a que se refiere la radiación solar.

Tabla 4.

Distribución porcentual, sobre la radiación solar.

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
Incidencia masiva de rayos solares en la piel	80	53%	3	15%
Propagación de energía en forma de ondas o partículas.	60	40%	4	20%
Conjunto de rayos solares capaces de atravesar la capa de ozono.	11	7%	12	60%
TOTAL	151	100%	19	100%

Haciendo referencia a la segunda pregunta sobre los efectos perjudiciales que causa la radiación solar, se puede notar en la tabla5 que el 62% de estudiantes y el 58% de docentes deducen que únicamente el cáncer de piel es la enfermedad que proviene de las radiaciones solares, si bien es cierto es una de las afecciones que más ha impactado a la humanidad a tal punto de ocasionar 66.000 muertes a nivel mundial, según la organización mundial de la salud. Pero se debe tener claro, educar, instruir que realmente hay más enfermedades en la piel que están perjudicando a la humanidad.

Tabla 5

Distribución porcentual, sobre los efectos perjudiciales que causa la radiación solar.

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
Foto-envejecimiento, cataratas	0	0%	0	0%
Cáncer de piel e inflamación.	93	62%	11	58%
Todas las anteriores.	58	38%	8	42%
Total	151	100%	19	100%

Con respecto a la pregunta 3 que se realizó a la población tanto de estudiantes como docentes en base a la muestra, se puede notar en la tabla 6 que el 60% de los estudiantes y el 42% de los docentes coinciden que el índice UV es un método para medir el factor de protección solar, cuando realmente los índices UV son radiaciones electromagnéticas es decir; que es la luz que recibimos del sol; la misma que se maneja bajo una longitud de onda de 100 a 400 nanómetros, por lo tanto se puede concluir que lamentablemente la humanidad no está informada, lo que provoca que de una u otra manera de forma inconsciente se expongan al sol sin las debidas precauciones.

Tabla 6

Distribución porcentual sobre en qué consisten los índices UV

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
Cantidad de radiación a las que están expuestas las personas.	0	0%	5	26%
Método que se usa para medir el factor de protección solar.	90	60%	8	42%
Radiación electromagnética que tiene una longitud de onda entre 100nm y 400nm.	61	40%	6	32%
Ninguna de las anteriores.	0	0%	0	0%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

En cuanto a la pregunta número cuatro, el 50% de los estudiantes afirman que las cataratas entre otras afecciones oculares con el envejecimiento prematuro y cáncer de piel son el principal trastorno a la salud, relacionada con la exposición excesiva a la radiación ultravioleta según la OMS, mientras que los docentes el 74% de ellos aseguran que es el cáncer de piel. En base a esta pregunta se concluye que primeramente hay que dejar claro que si, efectivamente todas las opciones mencionadas, son afecciones que son provocadas por la excesiva exposición al sol de manera indebida pero por la falta de información, simplemente ciertos estudiantes

emiten respuestas inclinándose por el sentido común, mas no por la correcta información que deben tener los mismos de manera adecuada.

Tabla7

Distribución porcentual sobre el principal trastorno a la salud relacionada con la exposición excesiva a la radiación ultravioleta según la OMS

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
Envejecimiento prematuro de la piel.	10	7%	0	0%
Cáncer de piel.	40	26%	14	74%
Cataratas entre otras afecciones oculares..	26	17%	0	0%
Todas las anteriores	75	50%	5	26%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Mencionando la quinta pregunta en base a la población a encuestar, en la tabla 8 se puede notar que tanto los estudiantes en un 56% como los docentes en un 32% concluyen que realmente no saben cuántas categorías de rayos ultravioletas hay, lo que es preocupante porque gracias a la propuesta del presente trabajo de titulación se puede notar que la humanidad debe culturalizarse más en este tema que está atacando día a día debido a que las radiaciones son más fuertes, por ejemplo en el caso de las radiaciones ultravioletas UV-C que se caracterizan por no atravesar la capa de ozono, lo cual actualmente ya no es así debido a que la misma está deteriorada y la gente está desinformada.

Tabla 8

Distribución porcentual sobre las categorías de rayos ultravioletas

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
4	20	13%	5	26%
3	16	11%	4	21%
10	30	20%	4	21%
No se	85	56%	6	32%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

En base a la sexta pregunta que se le realizo a la población de 151 estudiantes el 52% de ellos indicaron que no saben y en la población de los 19 docentes el 63% indico que tampoco saben cómo se puede ver en la tabla9 , es una respuesta lógica acorde a la quinta debido a que si no saben cuántos tipos de categoría de índices UV, menos podrían saber cuáles son los que penetran en la piel y ojos generando alteraciones, sin embargo cabe recalcar que hay que mantener informada a la humanidad debido a que el índice UV-C se caracteriza por no atravesar la capa de ozono, lo cual actualmente hoy en día no es así ya que por el deterioro de la misma dichos índices UV ya están perjudicando la tierra.

Tabla 9

Distribución porcentual sobre los tipos de radiación ultravioleta que penetran en la piel y ojos generando alteraciones

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
UV-A	9	6%	0	0%
UV-B	5	3%	2	11%
UV-C	10	7%	0	0%
Las dos primeras	27	18%	2	11%
Todas	22	15%	3	16%
No se	78	52%	12	63%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Referente a la séptima pregunta que se enfoca en la escala de los índices UV que es emitida por la organización mundial de la salud, que se le realizo a los encuestados de la población ya mencionada donde el 91% de los estudiantes coincide con el 84% de los docentes encuestados que no conocen la escala de los índices UV, lo que genera que la humanidad se exponga a ciertas horas del día de manera indebida exponiéndose a Ser víctimas de afecciones en la piel.



Tabla 10

Distribución porcentual sobre la escala de los índices UV según la OMS.

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
SI	13	9%	3	16%
NO	138	91%	16	84%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

En la octava pregunta que se realizó en la encuesta a los 151 docentes el 100% de ellos y de los 19 estudiantes el 85% coincidieron que si les gustaría mantenerse informado sobre los índices diarios de radiación ultravioleta, con el fin de prevenir afecciones en la piel debido a los altos índices UV que se está expuesto hoy en día.

Tabla 11

Distribución porcentual sobre mantenerse informado de los índices diarios de radiación ultravioleta

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
SI	129	85%	19	100%
NO	22	15%	0	0%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Referente a la pregunta número 9 que se basa en conocer herramientas que ayuden con información de los índices UV actualmente a la humanidad, como se puede visualizar en la tabla 12 tanto los estudiantes con un porcentaje del 88% y los docentes con el 74% afirmaron que no conocen ni usan hoy en día una herramienta que los ayude con la información sobre los índices UV diariamente , pero hago referencia a que el problema viene originalmente por la carencia de información sobre la radiación solar y sus índices.

Tabla 12

Distribución porcentual sobre herramientas informativas de índices UV aparte del Smartphone

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
SI	18	12%	5	26%
NO	133	88%	14	74%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

Con la pregunta 10 se concluye la presente encuesta, donde en la tabla 13 se puede notar que el énfasis en que se implemente una solución IoT para medir y mostrar los índices UV en la FI-UCSG, es bien alto ya que el 98% de los estudiantes coinciden con el 89% de los docentes encuestados en que es muy importante dicha implementación. Hay que enfocarse que últimamente los índices UV que se presentan en la ciudad de Guayaquil sobrepasan del nivel moderado por ende la propuesta del presente trabajo de titulación a implementar es necesaria para la comunidad educativa y en general. Hay que empezar por mantener informados sobre la situación que se vive en base a las altas radiaciones solares.

Tabla 13

Distribución porcentual sobre la implementación de una solución IoT para medir los índices UV en la FIU- UCSG

RESPUESTAS	ESTUDIANTES		PROFESORES	
	#	%	#	%
Muy Importante	148	98%	17	89%
Poco Importante	0	0%	2	11%
Nada Importante	3	2%	0	0%
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

### **3.3.2 Análisis de las entrevistas**

En lo que consiste al análisis de las entrevistas realizadas a los doctores, ya mencionados, se pudo concluir que las personas verdaderamente no visitan a los dermatólogos por afecciones en la piel que son provocadas por los rayos ultravioletas, debido a que por falta de información se auto-medican, ya que ellos creen que son simples manchas ó ampollas que se hacen por estar expuestos demasiado tiempo al sol y se curarán de inmediato con medicinas que adquieren en una droguería.

Por otro lado, los médicos concluyeron que la humanidad en general no le da la debida importancia a los altos índices de radiación ultravioleta que vivimos hoy en día y se exponen a los mismos sin la debida protección, lo cual les produce más allá de afecciones en la piel y cataratas, les genera cáncer en la piel que es la enfermedad que está abordando de manera mundial a la población, donde según la OMS mueren alrededor del mundo 66.000 personas por esta terrible enfermedad que sin duda es provocada por los altos índices UV.

Los médicos tanto generales y dermatólogos que fueron entrevistados coinciden que los 3 tipos de rayos UV que son UV-A, UV-B y UV-C no provocan el mismo tipo de daño en las personas, ya que los rayos UV-C son bloqueados por la capa de ozono sin embargo debido a que la misma se está deteriorando ya están atravesando dichos rayos actualmente, mientras que los UV-A y UV-B perjudican en la piel y ojos generando alteraciones debido a su penetración.

Los entrevistados determinaron que lamentablemente no se informa a la ciudadanía de los riesgos, de los peligros que ocasiona estar expuestos a dichos índices, y si hay algún medico cercano que les adviertan hacen caso omiso por falta de cultura, deben concientizar que es un problema en la sociedad y concluyen que es necesario, obligatorio que se implemente programas con herramientas que puedan llegar a la ciudadanía para que conozcan los peligros, riesgos de exponerse a los altos índices de radiación ultravioleta, ropa adecuada que deban utilizar bajo ciertos índices peor todo ello bajo información.

Consideran que se debe aprovechar los programas de gobierno del ministerio de salud pública en los barrios para que no solo detecten enfermedades comunes sino que hagan uso de herramientas que ayuden sobre el conocimientos de dichos índices sobre la salud, otra vía muy factible es a través de campaña televisiva, radio entre otros medios haciendo prevención para evitar problemas y complicaciones severas en la salud de todos los ciudadanos e informarlos de las consecuencias prolongadas sin protección a los altos índices de radiación ultravioleta.



*Figura 28.* Entrevista al dermatólogo Edward Castro.

### **3.3.3 Entrevista Interactiva**

En cuanto a la **entrevista interactiva**, que se realizó en el INAMHI de Quito el 15 de Enero del 2018, se concluyó que ellos como entidad no cuentan con un medidor de índice UV en la ciudad de Guayaquil, debido al abandono por parte del gobierno en ellos, no tienen apoyo económico del mismo y cada vez y cuando hay más reducción de personal, teniendo ellos miedo a que llegue al punto de que el INAMHI como tal vaya a desaparecer.

En lo que consiste al factos económico el gran problema es que los sensores que ellos manejan para medir los índices UV en la ciudad de Quito tienen un costo de 20.000 cada uno e implementar dicha herramienta de la mano con el sistema tiene un costo aparte de 24.000 lo que genera un valor total de \$44.000 y debido a ese gran valor que emana dicho medidor UV no reciben apoyo del Estado, cabe recalcar que hasta Julio del año 2016 se contaba con la herramienta que ayudaba a mantener a la ciudadanía de Guayaquil informada sobre los índices UV, el mismo que estaba ubicado en la facultad de ciencias en la ESPOL.

Actualmente dicho medidor UV solo está ubicado en la ciudad de Santa Elena, Milagro y Quevedo. Ellos como entidad y Ser Humano, están seguros que es de gran ayuda y obligación del estado ecuatoriano de mantener informados a la ciudadanía sobre este fenómeno que se vive actualmente que está provocando un margen de 132.000 casos de cáncer en la piel anualmente alrededor del año, aparte de ellos supieron dar a conocer que hoy por hoy no cuentan ni con un servidor para almacenar la información de los índices UV, lo que hacen es migrar la información de día a día a un computador con ciertas características que permiten almacenar hasta cierta capacidad en los discos duros y almacenando los mismos físicamente con dicha información.

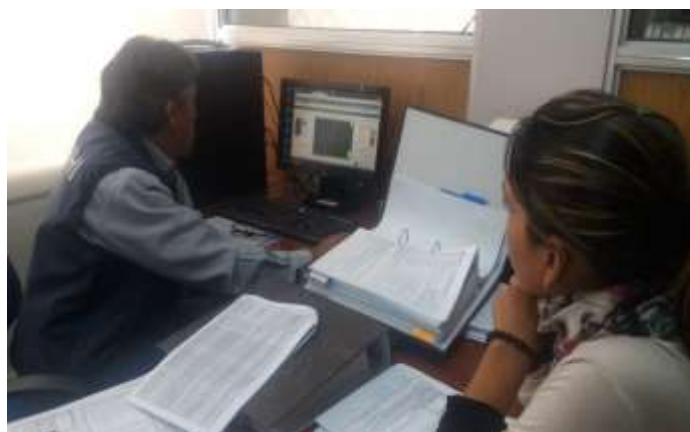
El INAMHI ubicado en Quito, está muy a gusto con la novedad del presente trabajo de titulación a implementar en la FI-UCSG, ya que de esta manera se está ayudando a la comunidad no solo a mantener informada sino a concientizar sobre esta causa, que realmente necesita que la humanidad le ponga asunto, que se busquen las herramientas necesarias, ellos creen que se debe buscar la manera de culturalizarnos sobre este caso entre nosotros, ya que lamentablemente no se cuenta con un apoyo del Estado y no notan interés alguno que por lo menos en los próximos años vayan a recibir ayuda del mismo.



*Figura 29.* Entrevista con El Ing. Gonzalo Cañizares



*Figura 30.* Toma de nota sobre la entrevista interactiva en el INAMHI de Quito.



*Figura 31.* Recolección de datos.

### 3.3.4 Análisis de la Situación Actual de medidores para índices UV.

Referente al análisis que se implementó, se indica que actualmente la única entidad que mide los índices UV en la Ciudad de Guayaquil, es la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana la misma que lo hace a través de su gran proyecto llamado HIPERIÓN desde Octubre del año 2008, obteniendo datos por medio de la agencia ambiental Canadiense, NASA y del satélite SCIAMACHY-KNMI, que mide los índices UV mundialmente, haciendo un barrido de 960km alrededor del planeta en 6 días. Ya se recalcó anteriormente en la entrevista interactiva que el INAMHI no cuenta con el factor económico para la implementación de su infraestructura en la ciudad de Guayaquil y así realizar dichas mediciones de los índices ultravioletas.

A continuación se muestra en la Figura30, los dispositivos implementados con los que cuenta el EXA en la Ciudad de Guayaquil y Quito, que se encargan de recibir los índices UV para emitir dicha información a la ciudadanía y poder prevenir afecciones en la piel



Figura 32. Estaciones robóticas de EXA en Guayaquil y Quito. Fuente: Agencia Espacial Ecuatoriana (EXA)

Esta entidad facilita dicha información a la ciudadanía a través 3 sistemas, donde uno de ellos es el sistema de monitoreo nacional de radiación (MNR) que se actualiza cada 5 minutos, otro sistema con el que cuentan es el Centro de imágenes satelitales en tiempo real (CISTR) que es el encargado de recolectar las imágenes de 10 satélites meteorológicos que son quienes toman el rol de observar y medir tanto la capa de ozono como la radiación ultravioleta, realmente se contó con este sistema hasta el año 2012 de manera gratuita, se puede observar en la figura 31 que actualmente el acceso a la misma es denegado. (Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, 2008)

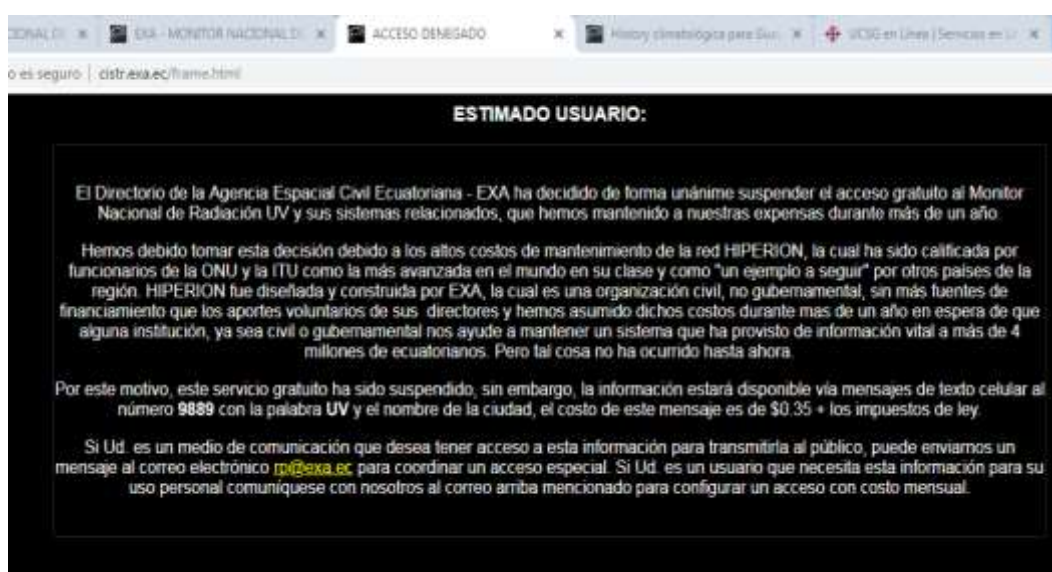


Figura 33 Centro de imágenes satelitales en tiempo real denegado. Fuente: Agencia Espacial Ecuatoriana (EXA)

El tercer sistemas con él cuenta EXA es el de reporte climático en tiempo real (RCTR) quien se encarga de consultar las estaciones climáticas de EXA a través de sus dispositivos por medio de 100 parámetros. (Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, 2008)

En la Figura32, se podrá visualizar el equipo con la agencia espacial ecuatoriana, contaba al principio de su gran proyecto llamado HIPERIÓN, como ya se mencionó por falta de apoyo del gobierno ya no se tiene acceso al sistema satelital, solo permite mantener informada a la población sobre los índices UV,



lamentablemente no dieron la información de cuanto fue el presupuesto que invirtieron en este proyecto pero si se recalcó que la implementación del mismo tuvo un costo que asumieron por cuenta propia.



*Figura 34.* Centro de imágenes satelitales en tiempo real denegado. Tomado de: Agencia Espacial Ecuatoriana (EXA)

Cabe recalcar que para poder realizar las validaciones de los índices UV que emite la agencia civil espacial ecuatoriana con los índices UV del presente trabajo de titulación a implementar en la FI-UCSG, se solicitó a la entidad EXA a través de un correo electrónico, que por favor ayuden con un reporte con los datos mínimos y máximos de los últimos 2 meses de los índices UV que se vivió en la Ciudad de Guayaquil, donde supieron dar a conocer que para poder compartir dicha información se debe realizar un pago de \$16 dólares por día en caso de ser instituciones particulares y \$12 para instituciones académicas.

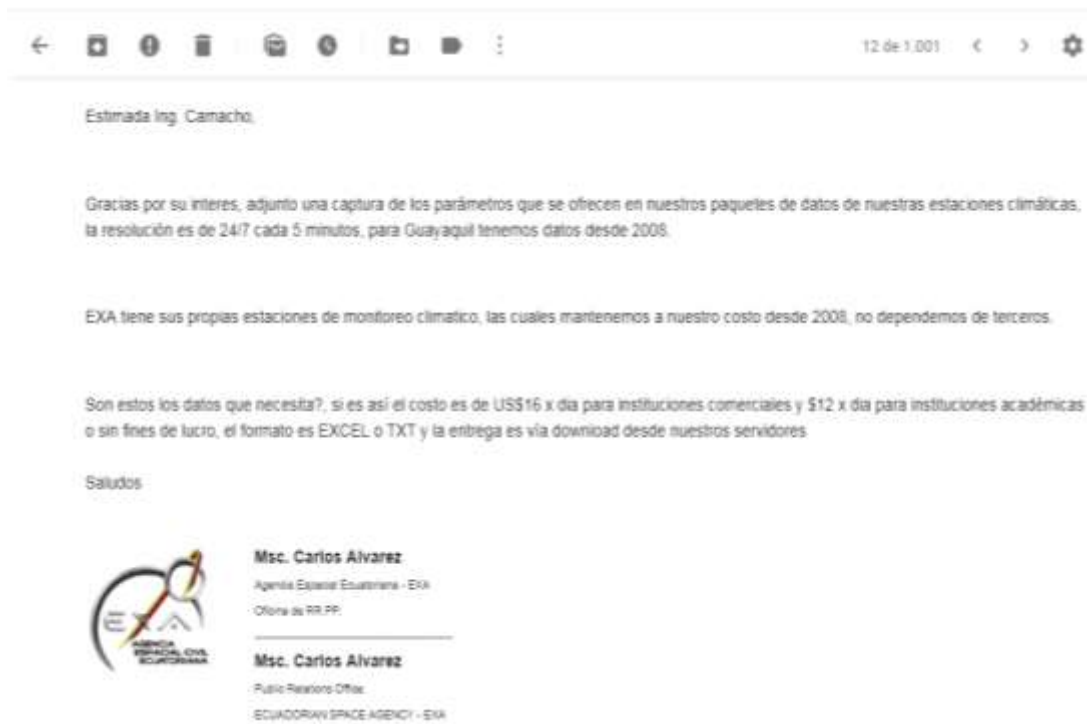


Figura 35. Respuesta EXA sobre compartir información de los índices UV

Como se puede visualizar la figura 33, la agencia espacial ecuatoriana según; MSC Carlos Álvarez; obtener los reportes de los índices UV tiene un costo, por ello adjunto esta imagen de dicho correo y así justificar porque se procedió a realizar capturas diarias cada 10 minutos, de la página web de la misma entidad, para poder realizar las validaciones correspondientes.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

En este capítulo se llevará a cabo proponer una solución IoT en la Facultad de Ingeniería en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para prevenir afecciones en la piel, provocadas por los altos índices UV. Conociendo cual es la situación que se presenta actualmente con respecto a la falencia de un medidor de índice UV, no sólo en la facultad sino también en la ciudad de Guayaquil según los datos obtenidos por el INAMHI, se da a conocer la solución a implementar ligada a la nueva red SIGFOX y al segundo capítulo, art 15. De la constitución del Ecuador, cumpliendo con los objetivos que se indicaron al principio del presente documento.

#### **4.1 Objetivo**

Mostrar a la población de la FI-UCSG los índices de radiación UV, para prevenir afecciones en la piel de los mismos, mediante las debidas protecciones que se deba tener según el índice que marque a través de la implementación que se desarrolló de la solución IoT de una herramienta que se basa en la escala establecida por la Organización Mundial de la Salud, se debe empezar a concientizar en las personas que los rayos ultravioletas son dañinos para la piel, para el Ser Humano ya que afecta de manera general al sistema inmunológico del mismo y así poder evitar casos extremos como es el cáncer a la piel.

#### **4.2 Responsable**

Para poder realizar la correspondiente implementación del hardware en la terraza de la FI-UCSG y del software, entendiéndose por la base de datos y api de escritorio en la computadora de control de cátedra, se requiere de la autorización de la directora de carrera como responsable que permita que se lleve a cabo dicho proceso para poder finalizar con éxito la propuesta brindada como trabajo de titulación.

### **4.3 Descripción de la Solución IoT a implementar**

La solución IoT a implementar en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil para medir y mostrar los índices UV, está compuesta por un sistema embebido es decir por el Hardware que es la parte que se encarga de medir a través de un sensor analógico y enviar los datos a la estación base 903D – 90E1 sobre las radiaciones ultravioletas, almacenándola en el servidor de la red sigfox y por un Software por donde se muestra dichos índices, extrayendo la información del servidor de sigfox a través del repositorio UBIDOTS y las almacena en su server para así poder mostrar finalmente la información por medio de la app de escritorio- cliente.

### **4.4 Módulos y Componentes de la solución**

La solución para el presente trabajo de titulación referente al hardware está compuesto por la tarjeta THINXTRA RCZ4 que sirve como interface a la red SIGFOX, procedente de la placa de Arduino1 la misma que se encarga de procesar la información proveniente del sensor ML8511, el cual convierte los niveles de radiación UV que recibe en un voltaje de salida que va hacer digitalizado por el conversor Analógico – digital en el microcontrolador ATMEGA 328p de ATMEL, este microcontrolador contiene un programa que fue desarrollado en el IDE de arduino lenguaje C++.

De acuerdo a la hoja de datos técnicos del sensor ML8511 da la curva voltaje de salida vs la intensidad ultravioleta, de la cual se obtiene la ecuación que permite determinar el nivel UV de acuerdo al voltaje de salida entregado por el sensor en un determinado momento, dependiendo de las condiciones de radiación en el sitio.

## OUTPUT VOLTAGE- UV INTENSITY CHARACTERISTICS

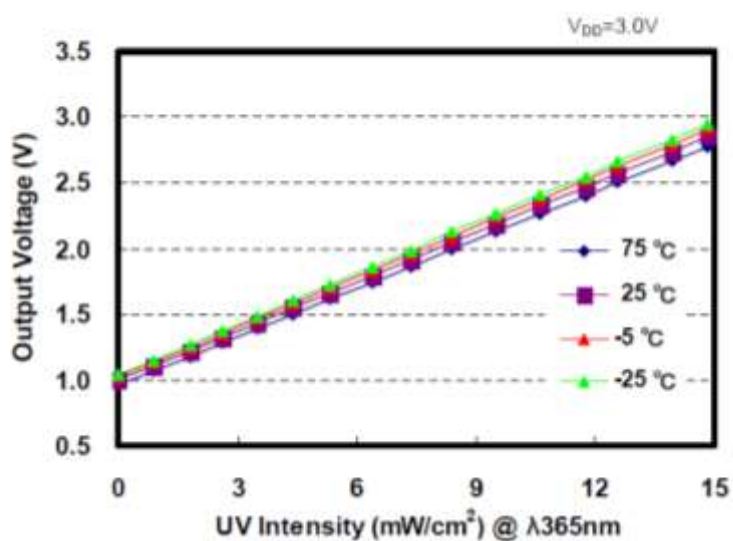


Figura 36. Curva de salida de voltaje VS índices ultravioletas.

Una vez explicada la solución IoT tal como hardware, se procede a describir la solución del Software a implementar para la correspondiente API de escritorio, la misma que funciona a través de la configuración URL del servidor, donde una vez configurado, sigfox reconoce la misma y le otorga acceso al proveedor de servicio UBIDOTS que es un repositorio donde a través de él es más fácil acceder a la información.

Por consiguiente el sistema está en los servidores de la red sigfox donde muy aparte de que guarda la información de los índices UV le envía la misma a UBIDOTS, donde para que pueda hacer dicho proceso a ese repositorio utiliza la opción de callback, cabe recalcar que hay diferentes tipos como data, Services, entre otros que son tipo UPLink es decir que acceden y toman la información desde ahí de la página de la red de SIGFOX.

Entonces, partiendo de que lo que se quiere es la data, se indica donde se desea enviar la información que es al canal URL la misma que da sigfox, es decir básicamente pide la URL que es de tipo POST ya que deposita la información en formato JSON debido a que UBIDOTS solicita que sea en ese formato para poder entender, por lo cual partiendo de los campos DATA y DEVICES donde el data es

el índice UV y devices es el ID del dispositivo que otorga SIGFOX, cabe recalcar que son los 2 campos que se necesitaran ya que la información procede con dichos campos para mostrar por medio de la api de escritorio los correspondientes índices UV bajo semáforo virtual que cumple con la escala otorgada por la Organización Mundial de la salud, donde dicha información es extraída del servidor de la red sigfox por medio de la herramienta UBIDOTS.

Para poner en función la API, el mismo repositorio(UBIDOTS) solicita el token, que se otorga cuando se crea un usuario en dicha herramienta, a la vez es necesario crear variables para poder indicar que cuando venga el campo devices y el campo data, lo asigne a ciertas variables que se crearon para depositar la información, por medio de las mismas variables se crea un GUIDE a través de UBIDOTS que son las claves para poder comunicarse con el api de Ubidots en este caso con la api de escritorio, en resumen se construye la URL, se solicita la información y se la entrega debido a que la comunicación es cliente servidor.

## **4.5 Herramientas tecnológicas**

Las herramientas a usar para el correcto funcionamiento del hardware y poder así medir dichos índices UV en la FI.UCSG, son las siguientes:

- Placa de Arduino - Microcontrolador Atmega 328P, es programado en el entorno de desarrollo (IDE) de arduino en el lenguaje C++, ya que se encargan de procesar la información proveniente del sensor de radiación y la envían a la placa THINXTRA RCZ4.
- Placa sigfox thinxtra RCZ4 - Módulo Wisol, Su función es conectar la placa arduino a la red sigfox.
- Sensor UV ML8511, recibe la radiación solar y proceso un espectro de dicha radiación que corresponde al rango de los rayos ultravioleta, el mismo que convierte esta radiación en una señal de voltaje el cual se conecta a una entrada analógica de la placa arduino.

- Panel solar, se encargará de alimentar de energía al hardware.
- Red SIGFOX, este trabajo de titulación se basa en esta red debido a que es económica y brinda una cobertura amplia de baja potencia para así conectar el hardware como tal al internet de las cosas bajo la tecnología Ultra Narrow Band la misma que se encarga de transmitir 1 KHz para poder alcanzar enlaces a largas distancias que en este caso el enfoque es a una distancia de 5km, cabe recalcar que esta red funciona para este proyecto, en un solo sentido por decirlo de otra manera ayuda a que el sensor en este caso el ML8511 se conecte a la estación base las 24horas del día los 7 días de la semana debido a que toda la información está en la nube y se almacena en el servidor de sigfox. Una de las claves de esta red es que permite enviar hasta 144 mensajes diarios de 12bytes cada uno sin problema alguno.
- Plataforma Backend, se encarga de que se pueda gestionar el dispositivo que se encuentra conectado a la red sigfox, para así configurar los datos obtenidos y poder visualizarlos, redirigiendo la información del servidor sigfox al repositorio ubidots para mostrar los índices UV en la app cliente.
- URL Callback, es la devolución de llamada que permite recoger los datos que están en la plataforma de sigfox y se usa para leer los datos UV.
- Entorno de Desarrollo (IDE) arduino, es el más usado y recomendado para el desarrollo en línea electrónica por ende fue una herramienta esencial para la elaboración de este proyecto en cuanto a la programación del microcontrolador que procesara la información que proviene del sensor ML8511.

A continuación se describirá lo que básicamente se necesita para el correcto funcionamiento de la aplicación de escritorio, para poder así mostrar los índices UV en la FI – UCSG:

- Crear una cuenta de usuario en el repositorio UBIDOTS Función para programar la función como tal, que asigna un toque y una URL que se crea para autorizar la extracción de la información del servidor - plataforma sigfox.

- Framework 4.5 debido que visual Studio y la base SQL 2017 express es lo último que ha salido por lo tanto es más fuerte la herramienta, rápida para los procesos por ello se basa en dicho framework.
- Instalar la base SQL server express 2017 ya que más allá de sus grandes ventajas que le brinda al desarrollador, es porque es gratuito y omite gastos para la FI-UCSG. Sql server, se configurará en la máquina de manera local en la que estará instalada la api y cabe recalcar que en caso de que se ponga la franja izquierda inferior en color rojo que aparece en la api significa que no está operativo ya sea por falta de internet o error de configuración y no permitirá visualizar los índices UV.
- Instalar Visual Studio para programar el app cliente que es la herramienta final que muestra por pantalla los índices UV.

## 4.6 Proceso

Para poder realizar la implementación y pruebas correspondientes a la propuesta brindada en la FI-UCSG se procedió:

Primeramente a conocer la ubicación idónea, la misma que permita que el hardware a instalar reciba las radiaciones ultravioletas y no se encuentre el área cubierta ya sea por zinc, techo o losa que impida el acceso de los rayos ultravioletas al sensor ML8511.

**Ubicación  
seleccionada.**



*Figura 37.* Ubicación seleccionada para la instalación de la solución IoT



Segundo, se instaló el hardware como tal en la terraza de la Facultad de Ingeniería en la universidad católica de Santiago de Guayaquil el mismo que estará dentro de una caja plástica tipo intemperie, para protegerlo de la lluvia e insectos, dentro de la caja estará el dispositivo con el mini panel solar que lo alimentará de energía



*Figura 36 Solución IoT instalada en su caja correspondiente.*

En cuanto a la comunicación entre el dispositivo instalado con la red sigfox se basa en los siguientes procesos, como se ve en la figura37:

- El sensor ML58511, recibe las radiaciones ultravioletas y las convierte a una señal de voltaje.
- La tarjeta arduino, recibe el voltaje del sensor.
- La tarjeta arduino, envía la información al módulo thinxtra RCZ4, la misma que se encarga de enviar la información al Backend usando la red sigfox
- La red sigfox permite que a través de la plataforma ubidots se descargue los información sobre sobre los índices UV a la plataforma del cliente es decir a la plataforma Backend, que permitió procesar y gestionar los datos a través de sigfox cloud.

- Por Ultimo el servidor UBIDOTS procede a extraer la información de sigfox mediante el proceso callback a través de la URL y Token asignados al momento de crear el usuario en dicho repositorio ya que son necesarios debido a que mediante esos datos permite mostrar la información (índices UV) a través de la app cliente en la FI-UCSG por medio de la pantalla ubicada en los pasillos de la misma.

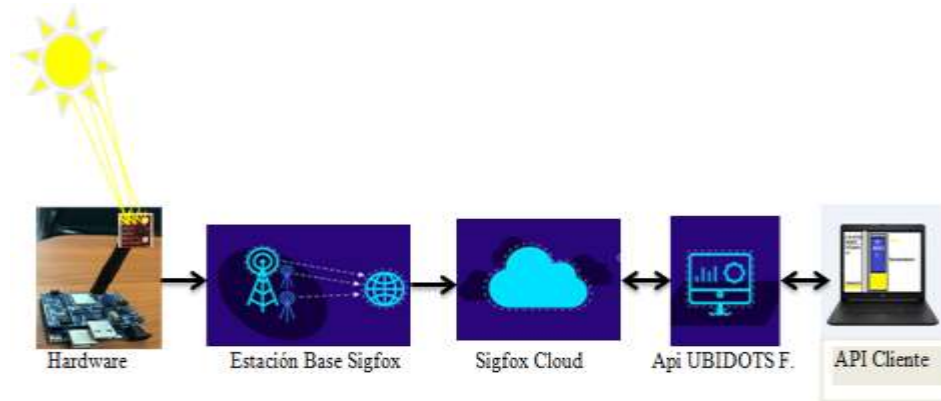


Figura 38. Ciclo de vida de la comunicación Sigfox a la API Cliente.

Tercero, en cuanto al proceso que se cumple con respecto a la aplicación cliente para poder extraer la información de los índices UV del servidor de sigfox al servidor del repositorio UBIDOTS, son los siguientes, tales como se muestran en la figura38.

- Se crea un usuario en UBIDOTS FUNCIÓN que permite hacer UPLINK, es simplemente configurar una URL servidor en este repositorio y sigfox reconoce dicha URL y autoriza el acceso a su servidor.



Figura 39. Creación de cuenta en el repositorio UBIDOTS.



Figura 40 URL servidor en el repositorio UBIDOTS

- Una vez creada la cuenta combina la misma con el api ubidots, y así asignarle el token que se otorgó al momento de que se creó la cuenta.

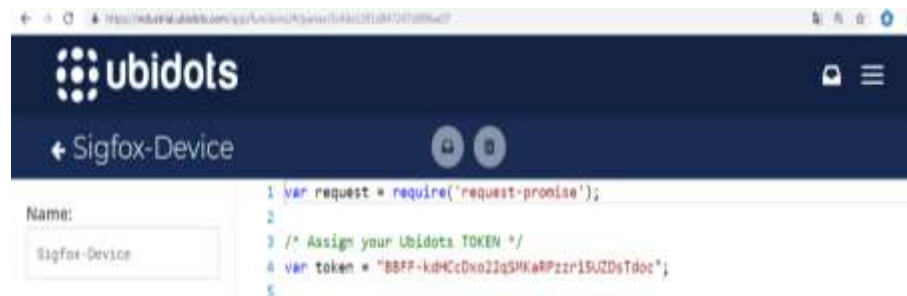


Figura 41 Token Ubidots

- Se procede a crear la función que sea de tipo POST, al momento de crear la misma por requerimiento de sigfox pide que primero se anteponga el nombre de su red, en este caso la función se llamará SIGFOX-DEVICE tal como se puede visualizar en la figurar41.



Figura 42 Función SIGFOX-DEVICE

- Se codifica para obtener los índices UV, a través de la DATA, solicitando los dos primeros significativos es decir los primeros hexadecimales que da sigfox dividido para 1000, la función creada que ya se mencionó en el punto anterior llamada SIGDOX-DEVICES permite manipular la DATA, en otras palabras en lugar de mostrar los datos puros que arroja SIGFOX en hexadecimal los asigna en valores que se basan en las normas de la organización Mundial de la Salud.



Figura 43 Codificación DATA



Figura 44 Escala de índices bajo las normas de la Organización Mundial de la Salud y la organización mundial meteorológica.

- Se solicita la información en JSON para hacer las correspondientes pruebas a través de la URL, para verificar que realmente se obtiene la DATA asignando el ID que otorgó sigfox al momento de registrar el dispositivo.

- Una vez obtenida la DATA, UBIDOTS pregunta a donde envía la misma, entonces la migra al server del repositorio, a través del token que otorgo el mismo.

```

.....
*----- POST Request to Ubidots -----*
.....
}

async function ubidotsPost(token, device_label, data) {
  var options = {
    method: 'POST',
    url: 'https://things.ubidots.com/api/v1.6/devices/' + device_label + '?token=' + token,
    body: data,
    json: true,
    headers: {
      'Content-Type': 'application/json'
    }
  };
  return request.post(options);
}

```

Figura 45 Solicitud de envío a UBIDOTS en formato Json a través del token Ubidots

- SIGFOX envía únicamente al repositorio UBIDOTS, el ID del dispositivo con la DATA es decir los índices UV para mostrarlos en la api en control de cátedra.

DEVICE    DEVICE TYPE    USER    GROUP    ▼

**Device type Medidor UV - Callback edition**

URL: curl: http://host/path?id={device}&time={time}&key={var1}&key2={var2}...  
 Available variables: device, time, duplicate, src, station, data, avgDev, lat, lng, rssi, seqNumber  
 Custom variables:

The feature send duplicate and the following information: src, station, avgDev, lat, lng, rssi, will not be available anymore for customers in the SIGFOX callback feature from the first of June 2019.

URI pattern: https://parse.ubidots.com/private/your-terms/sigfox-device

Use HTTP method: POST

Send SHI:  (Server Name Indication) for SSL/TLS connections

Headers: header    value

Content type: application/json

Body:

```

{
  "device_id": "[device]",
  "data": "[data]"
}

```

Figura 46 Envío del ID y de la DATA al repositorio Ubidots

- Luego se le asigna el formato de cómo quiere recibir la información, primeramente del ID y segundo la DATA.



Figura 47 ID, DATA en repositorio ubidots

- Partiendo del servidor de sigfox, que muy aparte de guardar la información se encarga de compartirla con el repositorio que se seleccionó para trabajar que en este caso es UBIDOTS, pero cabe recalcar que para que pueda enviar dicha información lo hace a través de un callback.



Figura 48 Envío de información del servidor sigfox al servidor Ubidots a través del CALLBACK

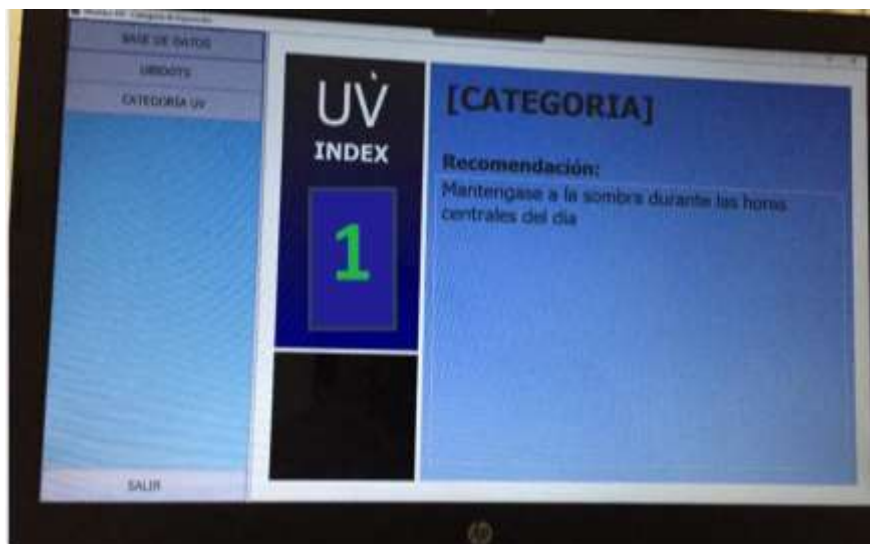


Figura 49 Muestra de la DATA y del ID con la respectiva información del índice UV en el repositorio ubidots

- Hasta ahora lo que se ha realizado es extraer la información de sigfox y almacenarla en el servidor de UBIDOTS, por consiguiente hay que obtener la información de dicho server que de una manera u otra es más fácil abstraerla del repositorio que de la propia red sigfox.
- Se obtiene la información del server de ubidots para mostrar a través del aplicativo mediante la URL y token que fueron asignados al momento de crear la cuenta en UBIDOTS para así obtener el último registro ya que no almacena los datos sino que muestra la última data obtenida de sigfox, todo registro está almacenado tanto en el server de Ubidots como de sigfox.
- La información que se encuentra en el server de Ubidots se la obtiene a través de inicializar una instancia con la clase WEBCLIENT.NET, ya que la misma sirve para descargar los datos del servidor Ubidots.
- Una vez instanciado WebClient se utiliza WebRequest ya que debido a que es un modelo solicitud/respuesta de red, el mismo permite poder tener acceso a datos desde internet al servidor.
- Luego una vez descargados los datos se los muestra mediante la consola del sistema, se escribe dichos datos en un archivo cargando los

valores en el server y finalmente se logra recibir respuestas desde cualquier recurso de internet que sea identificado por una URI.

- El repositorio Ubidots expone el servicio para poder consumirlo por medio de la aplicación de escritorio llamada medidor UV.



*Figura 50* Aplicación de escritorio Medidor UV

Cuarto, se procedió a instalar la base de datos sql server 2012 junto al sql server management studio.

En cuanto a la base de datos sql server express 2017 que se instaló en la computadora de control de cátedra, se lo hizo con la finalidad de poder ejecutar y arrancar a través de ella la aplicación de escritorio con el último registro que se va obteniendo cada 10 minutos diariamente.

A continuación se adjuntaran los pasos a pasos para la correspondiente instalación de la base de datos sql server express 2017.

En la figura 50, se puede visualizar que para la instalación de la base de datos en el presente trabajo de titulación se basará en una instalación básica ya que la misma viene con la configuración predeterminada.





Figura 51 Selección de instalación de base de datos tipo básica

Se continúa aceptando los términos de la licencia correspondiente a Microsoft sql server y en este segundo paso a la vez se selecciona el idioma del mismo, lo recomendable es escoger Inglés para que al final de la base no haya problema al ejecutar la misma.



Figura 52 Aceptación de términos y selección de idioma

En la figura 52 que está a continuación se puede visualizar que se prosigue con la especificación de la ruta donde se instalará sql server express, para que no surjan problemas de ubicación de la misma.

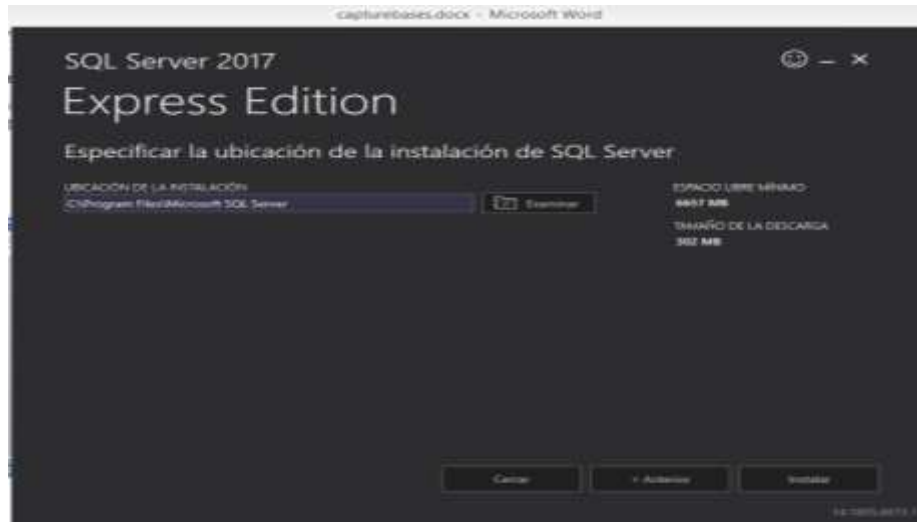


Figura 53 Especificación de ruta para instalación.

El siguiente paso se basa en llevar adelante la descarga del paquete de instalación, para luego poder proceder sin novedad alguna con la instalación de la base de datos sql server express 2017



Figura 54 Descarga del paquete de instalación-sql server 2017



Figura 55 Descarga del paquete con éxito.

Una vez que la descarga del paquete de instalación concluye se procede por ende a la instalación del mismo extrayendo los archivos del paquete que fueron descargados.

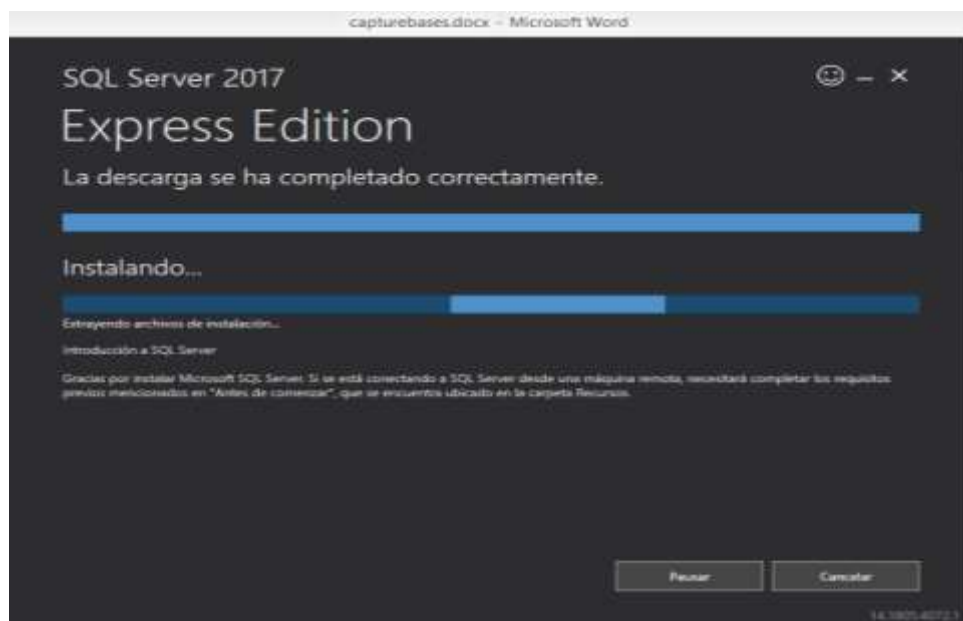


Figura 56 Instalación del paquete descargado

Luego de que se cumplió con cada uno de los pasos correctamente para la instalación de sql server express 2017, una de sus últimas fases de instalación es donde únicamente se verifican que los datos de administrador e instancia son los correctos y se selecciona cerrar.

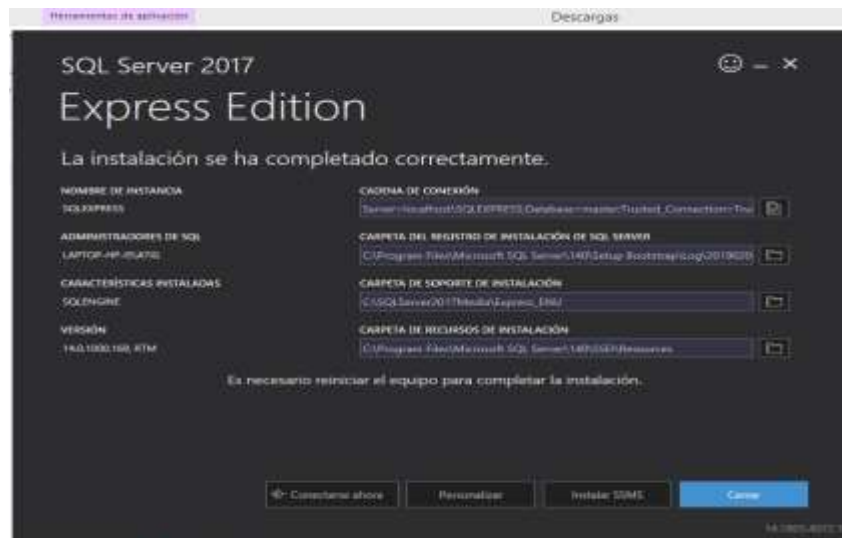


Figura 57 Instalación exitosa de sql server express 2017

Finalmente se completa la instalación de sql server 2017 de manera exitosa, donde automáticamente cada proceso se fue cumpliendo sin problema alguno.

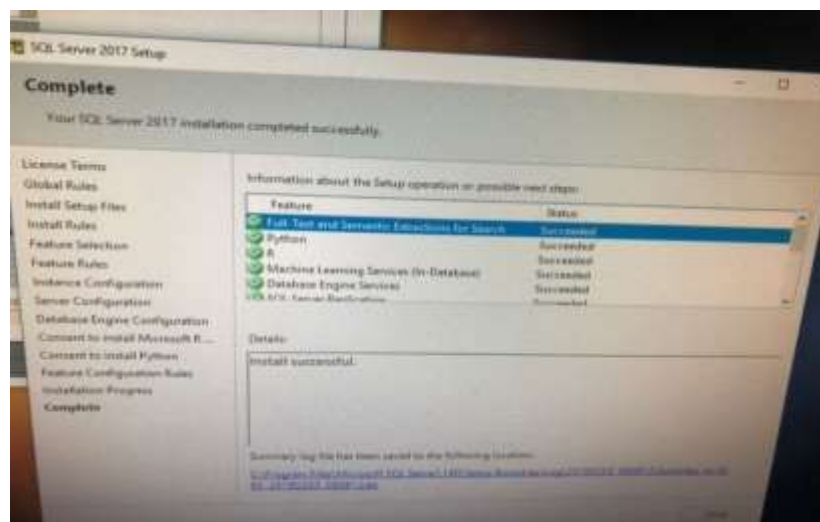


Figura 58 Instalación completa con éxito

Se procede a reiniciar el equipo para realizar la instalación de Microsoft SQL server Management Studio el mismo que permitirá administrar, configurar y desarrollar todos los componentes a usar en la base sql server express 2017.



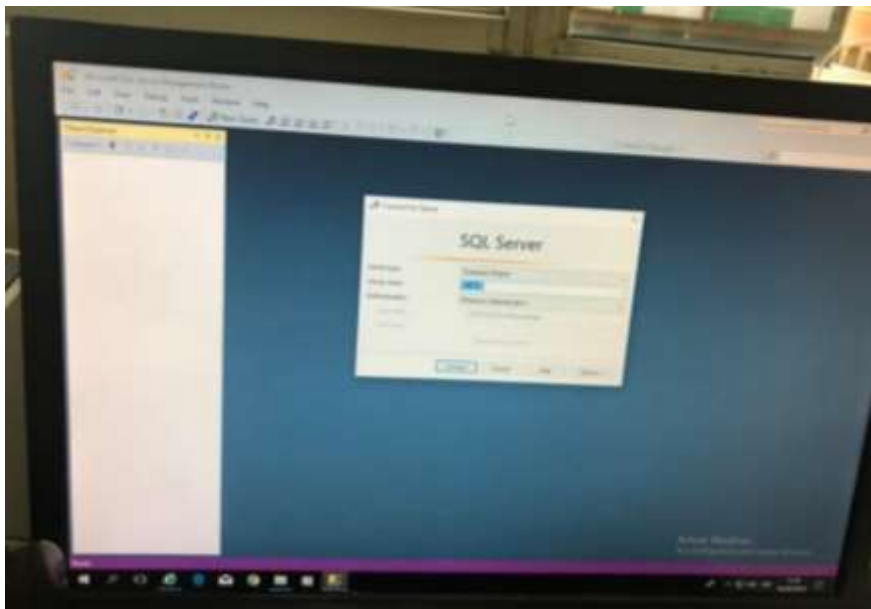
*Figura 59* Progreso general del paquete para la instalación – SSMS

Instalación culminada de manera exitosa en la computadora que utilizan en control de cátedra de la facultad de ingeniería en la universidad católica de Santiago de Guayaquil



*Figura 60* Instalación del SSMS finalizada con éxito.

La base de datos como se puede ver en la Figura 60, está conectada y lista para proceder a la correspondiente instalación de la aplicación de escritorio llamada medidor UV, pasos que se indicaran a continuación.



*Figura 61* Base de datos conectada.

## **4.7 Requerimientos para la implementación**

### **4.7.1 Requerimiento para implementación: Funcionamiento del hardware**

Para la implementación del hardware como tal, se solicitó permiso a las autoridades correspondientes de la FI-UCSG para proceder a la instalación del mismo en la terraza de la facultad, de la misma manera se hizo para poder tener autorización de instalar la aplicación de escritorio y base de datos en la computadora que utilizan en control de cátedra.

En cuanto a la red Sigfox, para poder hacer uso de sus servicios, tales como acceso a sus estaciones base, servidor e implementar la solución IoT propuesta a través de su red, se realizó una certificación por parte del operador y se llevó a cabo

un convenio de fidelidad lo que autoriza a un partner para tener acceso a la red, en este caso fue con el tutor el Ing. Lenin Morejón.

Cabe recalcar que la licencia para acceder a la información de la red sigfox es gratuita por el lapso de un año; una vez que se cumple los 365 días; se debe proceder a una contratación nueva por un valor aproximado de \$7.00 anual y así se volverá a obtener acceso a la misma.

Se debe disponer de acceso a la web en el computador que está en control de cátedra, debido a que los servidores están en la nube y de ahí se obtienen los datos a mostrar en la aplicación de escritorio.

#### **4.7.2 Requerimiento para implementación: Funcionamiento del software**

En cuanto a la instalación de la aplicación de escritorio, se requiere que la computadora que está en control de cátedra tenga las características que se mencionaran a continuación, debido a que por medio de esa PC, se mostrará en la pantalla que está en el pasillo de la FI-UCSG, los índices UV con sus respectivas recomendaciones.

- Procesador: Core I3
- Memoria RAM: 4GB
- Sistema Operativo: Puede ser de 32 bits
- NetFramework:4.5
- Base de Datos SQL express 2017
- Acceso a la Web.

Cabe recalcar que uno de los puntos más importantes del repositorio Ubidots es que solo otorga un mes de licencia gratis, una vez que se cumplen los 31 días hay que pagar un valor de \$20.00 mensual para seguir haciendo uso de su repositorio en la nube y poder mostrar los datos obtenidos de la red sigfox a través del sensor ML8511 o como alternativa sin costo sería el desarrollo de una aplicación para extraer la información directamente desde el Backend de sigfox, sin utilizar un repositorio tercero como es en el caso Ubidots.

## 4.8 Materiales

En las tablas que se muestran a continuación, se presentan los materiales a utilizar para la implementación de la solución IoT (Hardware-software) en la FI-UCSG con sus correspondientes precios.

Tabla 14

Materiales a usar en la implementación y diseño del hardware

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
1	Placa Sigfox Thinxtra RCZ4	\$36.25	\$36.25
1	Sensor ML8511	\$15.00	\$15.00
1	Panel solar	\$15.00	\$15.00
1	Caja plástica	\$15.00	\$15.00
4	Cables Jumper Hembra-Macho	\$0.25	\$1.00
1	Licencia anual sigfox	\$7.00	\$7.00
1	Servicio de envío Courier y Aduana	\$190.00	\$190.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$279.25</b>

Tabla 15

Materiales a usar en la implementación de la aplicación cliente para mostrar los índices UV

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Base de Datos Sql Server Express 2017	\$0.00	\$0.00
1	Microsoft Sql Server Management Studio	\$0.00	\$0.00
1	Licencia anual de ubidots	\$240.00	\$240.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$240.00</b>



Finalmente se muestra la tabla16 con el costo total que se invierte en el Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red(SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia(LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Tabla16

Total de costos de materiales para la implementación de la presente solución IoT

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO</b>
Implementación Hardware	\$279.25
Implementation Software	\$240.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$519.25</b>

#### **4.9 Análisis Costo/Beneficio**

En cuanto a la importancia debida en base a la presente propuesta que se ha redactado en el documento sobre el diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red(SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia(LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, cabe recalcar que una de las falencias que se presentan hoy en día, es la falta de información que tiene la humanidad en referencia a este tema, por ello es de gran utilidad y beneficio para la población que se mantengan informados sobre las radiaciones ultravioletas y sus efectos al estar expuestos de manera indebida a los mismos.

Hay que enfocarse que dicha implementación más allá de informar, ayudará a prevenir afecciones en la piel que son provocadas por las radiaciones UV si se toman las recomendaciones adecuadas ya que hay que recordar que los altos rayos UV son considerados según la Organización Mundial de la Salud como un factor de riesgo de enfermedad humana.

En vista de que realmente las fuertes radiaciones ultravioletas están siendo dañinas para la humanidad y no se mantiene informada a la misma, se realizó la presente solución haciendo uso de la gran herramienta llamada tecnología(Solución IoT) que va de la mano con toda rama para brindar a las personas soluciones a las problemáticas presentes.

Sin duda alguna este trabajo de titulación, es viable debido a que actualmente no se cuenta con una entidad que brinde información de los índices UV de manera exacta, ya que el instituto nacional de meteorología e hidrología no cuentan con el presupuesto para la instalación de medios tecnológicos que realicen dichas mediciones en Guayaquil, ya que su infraestructura sobrepasa los \$40.000. Por otra parte está la agencia espacial civil ecuatoriana, la cual si monitorea los índices UV pero bajo a pruebas realizadas en un día sombreado marca un elevado índice de radiación de 10UV, mientras que mi equipo marcaba una radiación de 3UV, por ello bajo mi punto de vista, dicha agencia no debe marcar un índice de radiación extremadamente alto en un día sombreado.



Figura 62 Comparación de medidores UV en día sombreado

Cabe recalcar que en cuanto a costo, como ya se mencionó el INAMHI tiene precios muy elevados que el Estado no está dispuesto a asumir para realizar implementación de medidores de índices UV a diferencia de EXA, que para emitir reportes del monitoreo que realizan sobre las radiaciones ultravioletas como se pudo ver en la figura 33, tiene un costo diario de \$16.00 diarios es decir \$5376 al año en caso de instituciones comerciales y de \$12.00 diarios que viene a dar un valor de \$4.032 anuales de ser instituciones académicas, mientras que la presente solución no supera los \$1000.00.

#### **4.9 Resultados Esperados del Aplicativo**

Mediante la implementación de la propuesta referente al presente trabajo de titulación se logró con éxito el desarrollo e implementación de la solución IoT para medir los índices UV, a través de la placa thinxtra rcz4.

Se obtuvo un convenio con el operador WND de la red sigfox aquí en Ecuador para poder hacer uso de sus estaciones bases.

La aplicación escritorio que tenía como finalidad, mostrar la información extraída del servidor sigfox de una manera más dinámica y entendible a través de un semáforo virtual indicando la escala de los niveles de radiación ultravioleta, se realizó con éxito.

Los permisos por parte de las autoridades correspondientes en la facultad de ingeniería de la universidad católica de Santiago de Guayaquil, para proceder con la instalación del hardware y software, se obtuvieron sin novedad alguna.

Bajo pruebas realizadas, tomando datos de la agencia civil espacial ecuatoriana y datos de la solución que se implementó a través de la red sigfox, las validaciones fueron exitosas.

Se trabajó el desarrollo de la solución IoT, con una red que es lo más actual en cuanto a tecnología (sigfox), la misma que brinda cobertura a larga distancia ya que se realizaron pruebas en diferentes puntos de la ciudad y media dicho índices UV.



## CONCLUSIONES

En el proceso de la elaboración del presente documento con base a la información que se logró recopilar, haciendo uso de las herramientas para el levantamiento de información, se pudo conocer y concluir que realmente está presente la carencia de medios tecnológicos para medir y mostrar los índices UV tanto en Guayaquil como en la FI-UCSG de manera exacta, por ello se implementó el presente trabajo de titulación para solucionar la problemática planteada, por medio del hardware que se instaló en la terraza.

Cumpliendo los requerimientos y observaciones enfocados en los objetivos y lineamientos se concluye:

- Las Radiaciones Ultravioletas, están afectando a la humanidad ocasionando afecciones en la piel, debido a que no se está informado de manera correcta sobre este fenómeno.
- Finalmente se logró diseñar e implementar una solución IoT, que permita medir los índices UV mediante la ecuación que se obtiene de la curva del sensor ML8511 y almacenar dicha información, a través de la red sigfox.
- La aplicación muestra de manera dinámica a través de semáforos virtuales los índices UV en la pantalla que está ubicada en el pasillo de la FI-UCSG de control de cátedra.

## RECOMENDACIONES

Cabe recalcar que el presente trabajo de titulación fue diseñado e implementado como una medida de prevención para mantener a la población de la FI-UCSG, informada sobre los índices ultravioletas que están ocasionando afecciones en la piel, por ello una vez que se instaló la solución como tal, tanto el hardware como la aplicación, se recomienda :

Desarrollar una Base de datos que permita:

- Obtener un Historial de los índices UV con día y hora correspondiente.
- Imprimir reportes de los índices UV.
- Buscar por Max y Min los índices UV, según la necesidad requerida.
- Enviar alerta al correo de la población de la FI-UCSG, cuando el índice UV se encuentre extremadamente alto.
- Crear una aplicación, que esté disponible tanto en play store como app store para que la población la pueda descargar y estar informados fuera y dentro del campo universitario.
- Finalmente, que la presente propuesta, sea de acceso público para mantener a toda la población de la Ciudad de Guayaquil informada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Espacial Civil Ecuatoriana. (22 de Octubre de 2008). *Índices UV*.  
Recuperado el 29 de Enero de 2019, de <http://exa.ec/>
- American Cancer Society;. (19 de Abril de 2017). *¿Qué es la radiación de luz ultravioleta*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de  
<https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-es-la-radiacion-de-luz-ultravioleta.html>
- Anónimo. (2016-2018). *Gemalto Security to be free*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <https://safenet.gemalto.es/data-encryption/hardware-security-modules-hsms/>
- Anónimo. (2018). *WND UK*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de ¿QUÉ HACE A SIGFOX TAN SEGURO PARA EL INTERNET DE LAS COSAS?:  
<https://www.wndgroup.io/2017/09/18/sigfox-security-internet-things/>
- Aprendiendo Arduino*. (23 de 1 de 2018). Recuperado el 10 de 12 de 2018, de  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/ide/>
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Recuperado el 07 de Diciembre de 2018, de  
[https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Averos Vargas, J. E. (25 de Enero de 2017). Estudio del Estándar IEEE 802.15.6 y Simulación de los Parámetros de Transmisión en una Red de Área Corporal en la Banda de Frecuencia de 2.4 GHz. *Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional*. Quito. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de Estudio del Estándar IEEE 802.15.6 y Simulación de los Parámetros de

Transmisión en una Red de Área Corporal en la Banda de Frecuencia de 2.4 GHz.: <http://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:15000-17019/Description#tabnav>

Barbancho Concejero, J., Benjumea Mondejar, J., Rivera Romero, O., Romero Terner, M., Roperro Rodriguez, J., Sanchez Anton, G., & Sivianes Castillo, F. (2014). Caracterización de redes de área local. En J. B. Julio Barbancho Concejero, *Redes Locales* (pág. 49). Paraninfo, S.A.: Madrid-España.

Benito de la Morena, S. M. (2015). Del cosmos a la irracionalidad. El ayer y el hoy de nuestra atmósfera. En S. M. Benito de la Morena, *La radiación solar: efectos en la salud y el medio ambiente*. (pág. 14). Sevilla: UNIA - Universidad Internacional de Andalucía.

Cañarte Soledispa, K. (Agosto de 2010). Radiación ultravioleta y su efecto en la salud. *Revista Ciencia UNEMI*, 3(4). Recuperado el 07 de Diciembre de 2018, de <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/2970>

Darín Rivera, J. (2016). *Redes*. IT Campus Academy.

Eskes, H. (23 de Septiembre de 2002). *Agujero en la capa de ozono es más débil que lo habitual*. Recuperado el 09 de Febrero de 2019, de Instituto meteorológico holandés:

<https://www.emol.com/noticias/internacional/2002/09/23/95119/agujero-en-la-capa-de-ozono-es-mas-debil-que-lo-habitual.html>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw Hill. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <https://www.sisinternational.com/investigacion-cuantitativa/>



- INAMHI. (19 de abril de 2018). Radiacion costa-sierra Ecuador. *El Telégrafo*.  
Recuperado el 9 de Febrero de 2019, de  
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/radiacion-costa-sierra-ecuador>
- Lessconec, n. (Julio de 2018). *GitHub*. Recuperado el 28 de noviembre de 2018, de  
<https://github.com/nicolsc/xkit-switch-RCZ2/blob/master/README.md>
- M2Communication Inc. (1 de Enero de 2018). *Uplynx RCZ2 / 4 SIGFOX Module*.  
Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de  
<https://www.m2comm.co/portfolio-view/uplynx-rcz24/>
- Mendoza, I. (29 de Julio de 2013). *Universidad Tecnológica Latinoamericana*.  
Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <https://www.utel.edu.mx/blog/10-consejos-para/investigacion-cuantitativa/>
- Microsoft. (12 de febrero de 2018). *Microsoft*. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de Soporte técnico de microsoft: <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/ide/whats-new-in-visual-studio?view=vs-2017>
- Microsoft. (2019). *Base de datos SQL*. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de  
<https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-editions-express>
- Ministerio de Educación. (Octubre de 2018). *Acuerdo Nro.MINEDUC-MINEDUC-ME-2018-00098-A*. Recuperado el 07 de Diciembre de 2018, de  
<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/10/MINEDUC-MINEDUC-2018-00098-A.pdf>
- Nader, R. (19 de Noviembre de 2016). Peligrosos niveles de radiación UV en Quito por su posición geográfica. *Peligrosos niveles de radiación UV en Quito por su posición geográfica*. Quito.

- Narbona López, F. (2015). La Radiación solar y los efectos en la salud Humana. En A. J. Mar Sorribas Panero, *La radiación solar: efectos en la salud y el medio ambiente* (págs. 121-125-126). Sevilla: UNIA - Universidad Internacional de Andalucía.
- Network world. (3 de Febrero de 2018). *Estándares de wifi y velocidades*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de <https://www.networkworld.es/wifi/80211-estandares-de-wifi-y-velocidades>
- OMS, Organización Mundial Meteorológica. (s.f.). *Índice UV- Solar Mundial*. <https://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>.
- Rojas, E. (13 de SEPTIEMBRE de 2012). *MCPRO*. Recuperado el 11 de ENERO de 2019, de <https://www.muycomputerpro.com/2012/09/13/microsoft-visual-studio-2012-net-framework-4-5>
- SAP. (25 de Julio de 2016). *¿Qué es Internet de las Cosas (IoT)?* Recuperado el 26 de 11 de 2018, de <https://www.sap.com/latinamerica/trends/internet-of-things.html>
- Semiconductor, L. (s.f.). *ML8511-UV Sensor with Voltage Output*.
- sigfox. (25 de Enero de 2018). *Cobertura de la red*. Recuperado el 26 de noviembre de 2018, de <https://www.sigfox.com/en/news/sigfox-adding-4-new-countries-and-set-cover-more-80-latin-american-population>
- Sigfox. (25 de ENERO de 2018). *Qué es .sigfox*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de <https://www.sigfox.com/en>
- Sigfox. (25 de Enero de 2018). *sigfox global iot network*. Recuperado el 26 de NOVIEMBRE de 2018, de <https://www.sigfox.com/en/sigfox-global-iot-network>

Sigfox. (27 de Enero de 2018). *Sigfox partner network*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de <https://partners.sigfox.com/products/uplynx-sigfox-ready-rcz1-module>

Sigfox. (25 de Enero de 2018). *solutions/sigfox iot connectivity*. Recuperado el 26 de NOVIEMBRE de 2018, de <https://www.sigfox.com/en/solutions/sigfox-iot-connectivity>

Sigfox. (25 de Enero de 2018). *Steps*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de <https://build.sigfox.com/steps/sigfox>

Solca, S. d. (13 de Junio de 2018). ElTelégrafo. *650 casos de cáncer de piel se registran al año*.

Tecnología, M. E. (s.f.). SENSOR DE RAYOS UV UVM-30A. Bogota, Chapinero.

THINXTRA . (2018). *Empowering internet of things*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de [https://m2mconnectivity.com.au/downloads/Data%20Sheets/Sigfox/Sigfox\\_Xkit\\_Product\\_Brief.pdf](https://m2mconnectivity.com.au/downloads/Data%20Sheets/Sigfox/Sigfox_Xkit_Product_Brief.pdf)

THINXTRA *Empowering Internet of things* . (s.f.). Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de <https://www.thinxtra.com/overview/devicemakers/>

Triquet, J. (29 de Junio de 2018). *La tecnología me gusta*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de <http://director-it.com/index.php/es/ssoluciones/comunicacion-entre-maquinas/202-%C2%BFcu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-sigfox-y-lora.html>

Universidad Católica de Santa María. (25 de Octubre de 2016). *Radiación solar, efectos y prevención*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2018, de <http://www.ucsm.edu.pe/foro-radiacion-solar-efectos-y-prevencion/>

*vLex Ecuador - Información Jurídica Inteligente.* (2017). Recuperado el 10 de 12 de 2018, de Ley de Propiedad Intelectual: [https://vlex.ec/vid/ley-propiedad-intelectual-435777617#section\\_17](https://vlex.ec/vid/ley-propiedad-intelectual-435777617#section_17)

*WND Group - SIGFOX operator .* (2018). Recuperado el 10 de 12 de 2018, de QUÉ HACE QUE @SIGFOX SEA TAN SEGURO Y CONFIABLE PARA EL IOT?: <https://www.wndgroup.io/2017/12/03/que-hace-que-sigfox-sea-tan-seguro-y-confiable-para-el-iot/>

WND GROUP. (15 de Enero de 2018). *Arquitectura topologia de la red sigfox.* Recuperado el 08 de Diciembre de 2018, de <https://www.wndgroup.io/2016/11/25/introduciendo-la-tecnologia-sigfox-la-arquitectura-de-la-red-sigfox/>

## APÉNDICES

### Apéndice A. Formato de encuesta: Radiación Solar y sus Efectos

---

Esta encuesta tiene como propósito identificar cuánto conocen estudiantes, profesores, directivos y personal administrativo/operativo de la Facultad de Ingeniería de la UCSG, sobre los altos índices de radiación ultravioleta y sus posibles efectos en la salud.

Su opinión es importante. Se solicita leer con atención y cuidadosamente cada pregunta y marcar con una X la opción respuesta según su criterio.

---

El sol es un gran reactor nuclear natural. Emite radiaciones electromagnéticas. A unos da la vida, a otros la muerte...

*"Diástole" (2011), Emilio Bueso*

1. ¿Es usted...?  
 Estudiante                       Profesor  
 Directivo                               Personal administrativo/operativo
  
2. ¿Qué entiende por radiación solar?  
 Incidencia masiva de rayos solares en la piel.  
 Propagación de energía en forma de ondas o partículas.  
 Conjunto de rayos solares capaces de atravesar la capa de ozono.
  
3. ¿Qué efectos perjudiciales cree Usted que ocasiona estar demasiado tiempo expuestos a la radiación solar?  
 Foto-envejecimiento, cataratas  
 Vitamina D en la piel.  
 Cáncer de piel e inflamación.  
 Todas las anteriores.  
 Ninguna de las anteriores.
  
4. ¿Qué entiende Usted por índice UV (Radiación Ultravioleta)  
 Número que indica la cantidad de radiación a las que están expuestas las personas.  
 Método que se usa para medir el factor de protección solar.  
 Radiación electromagnética que tiene una longitud de onda entre 100nm y 400nm.  
 Ninguna de las anteriores.

5. ¿Cuál cree Usted que según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) es el principal trastorno a la salud relacionada con la exposición excesiva a la radiación ultravioleta?
- Envejecimiento prematuro de la piel.  
 Cáncer de piel.  
 Cataratas entre otras afecciones oculares.  
 Todas las anteriores
6. ¿Cuántas categorías de rayos UV, existen?
- 4             3             10
7. De los tipos de radiación ultravioleta ¿cuál cree Usted que son las que penetran en la piel y ojos generando alteraciones?
- UV-A     UV-B     UV-C     Las dos primeras     Todas
8. ¿Conoce Usted la escala de índice UV establecida por la Organización Mundial de la salud?
- Sí             Sabe leer la escala de índices UV  
 No
9. ¿Le gustaría mantenerse informado sobre los índices diarios de radiación ultravioleta, con el fin de prevenir sus efectos en la salud?
- Sí             No
10. ¿Conoce Usted de alguna herramienta que lo ayude con dicha información exacta, aparte de su Smartphone?
- Sí             No             Otros \_\_\_\_\_
11. ¿Qué tan importante considera que se deba implementar alguna solución tecnológica de uso general, para conocer los niveles de radiación solar, con el fin de que usted pueda tomar las precauciones necesarias para prevenir o disminuir su efecto en la salud?
- Muy importante             Poco importante             Nada importante

\* \* \*

Se agradece su apoyo



## **Apéndice B. Formato de ENTREVISTA: Radiación Solar y sus Efectos**

1. ¿Cuántas personas han acudido a consulta médica por las afecciones en la piel causadas x los rayos ultravioleta?
2. ¿Considera usted que los rayos Ultravioleta UV-A, UV-B, UV-C, todos son igualmente dañinos para la piel de las personas?
3. ¿Cuáles son las recomendaciones que usted daría a las personas con respecto a los índices UV-A, UV-B, UV-C?
4. ¿Considera usted que estar expuesto a los altos índices de radiación ultravioleta sin la debida información de los mismos es dañino para la salud de las personas?
5. ¿Cree usted necesario implementar una herramienta que informe a la ciudadanía sobre los índices Ultravioleta?



# ANEXOS



Anexo 1 Figura 63 Carta del coordinador del INAMHI de Guayaquil.



PROCESO DESCONCENTRADO DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS

Guayaquil, 1 de Febrero de 2019

**Para: Josselyn Tatiana Bermeo Carranza**  
Estudiante de titulación UCSG

**Asunto:**  
Respuesta a inquietudes

**A través de que medios tecnológicos, obtiene la información de la radiación solar y temperatura que es emitida a la población en la ciudad de Guayaquil?**

La información de radiación solar y temperaturas es proveniente de la red de estaciones meteorológicas automáticas que están dispuestas en la ciudad, que en la actualidad son en número de 5. Los sensores que miden estos parámetros son el piranómetro para la radiación solar y el sensor híbrido para la temperatura y humedad relativa.

**El INAMHI cancela algún costo ya sea anual o mensual a terceros para obtener dicha información mencionada anteriormente (radiación y temperatura)?**

Por tratarse de estaciones meteorológicas automáticas, el INAMHI sólo paga el costo de transmisión (GPRS) de la información a las operadoras de servicio de telefonía móvil.

**El INAMHI cuenta con algún medio tecnológico para medir los índices de radiación ultravioleta (UV) dentro de la Ciudad de Guayaquil?**

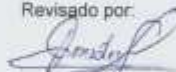
El INAMHI no cuenta con este sensor de radiación UV en la ciudad de Guayaquil, a nivel de la región litoral, actualmente están dispuestas en las estaciones meteorológicas automáticas de: Pichilingue (Quevedo) y Santa Elena.

Elaborado por:

  
Ing. Jefferson Lucas  
Atención Usuario

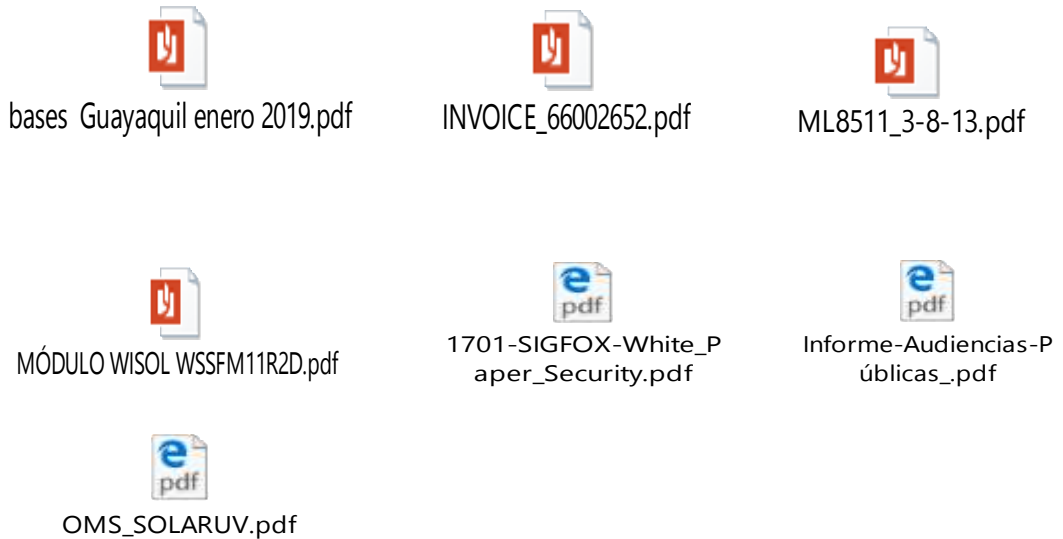


Revisado por:

  
Ing. José González  
Coordinador Proceso Desconcentrado  
Cuenca del Río Guayas

**Anexo 2 Figura 65** Carta de respuesta revisada coordinador del INAMHI de Guayaquil.

### **Anexo 3** Fichas Técnicas – Bases Sigfox



Nota: Los archivos PDF; que están indicados anteriormente; se encuentran en la carpeta con el nombre “ANEXOS” que está dentro de la carpeta Complementos.

### **Anexo 4** Manual De Usuario – Sistema De Visualización De Radiación UV

#### **Introducción.-**

En el presente manual de usuario, se encontrará todo lo necesario del manejo y funcionamiento del sistema. Donde se destaca, la explicación de cada una de las opciones y sus operaciones principales.

Entre las opciones que tiene el sistema son:

- Configuración de base de datos
- Configuración de UBIDOTS
- Configuración de Categoría UV



Figura 64 Opciones del sistema.

## 1. Opciones del Sistema

### a. Pantalla principal.-

La pantalla principal, tiene como objetivo mostrar o visualizar los índices UV, a la vez en que categoría se encuentran con su respectiva recomendación.

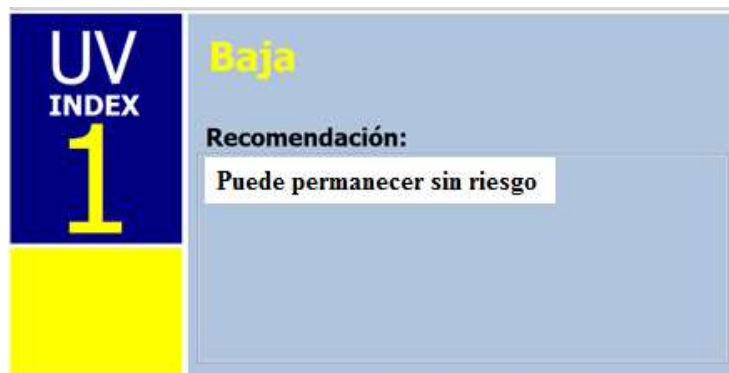


Figura 65 Pantalla principal.

También permite visualizar una imagen la cual contiene las categorías actuales de los índices de escala UV.



Figura 66 Categorías de los índices UV

Del lado izquierdo se nos presenta las opciones que contiene el sistema, así como también en la parte inferior la conexión existente con UBIDOTS y un reloj la cual indica la fecha y hora actual.

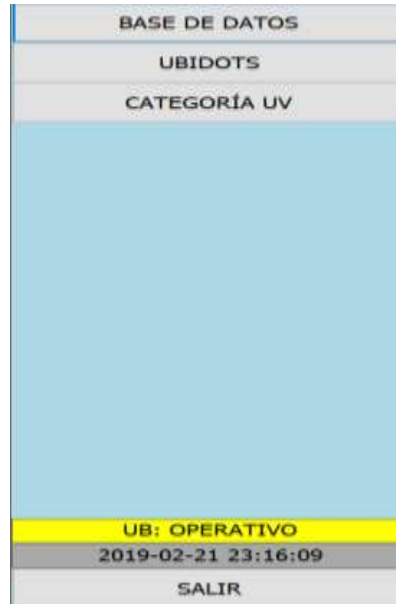


Figura 67 Opciones del sistema

#### b. Configuración base de datos.-

Esta opción permite configurar la conexión de la base de datos que maneja el sistema. Cabe recalcar que esta pantalla está diseñada con los criterios de conexión que realiza el sistema operativo Windows.

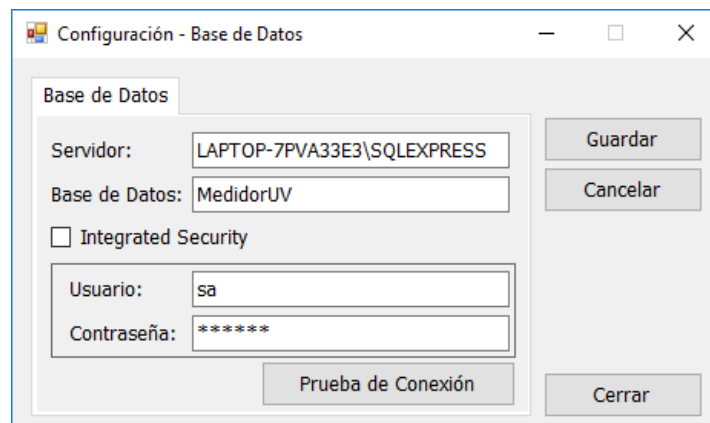


Figura 68 Configuración de la conexión a la base de datos

### c. Configuración de UBIDOTS.-

Esta opción facilita realizar la configuración de los parámetros que utilizará UBIDOTS para mostrar los índices de escala UV, así como también de temperatura, pero en el presente trabajo de titulación el enfoque es únicamente en las radiaciones ultravioletas.

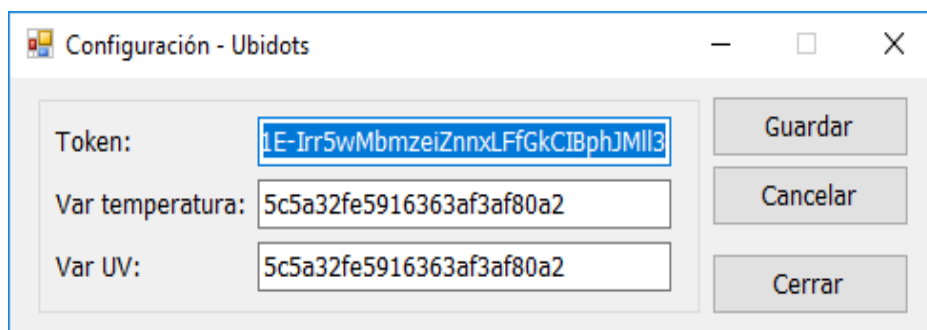


Figura 69 Configuración de parámetros.

### d. Configuración de Categoría UV.-

En esta opción se procede a la configuración de los índices de la escala UV, donde la finalidad es de colocar los colores y recomendación, de acuerdo a la tabla actual de la escala de los mismos a nivel mundial.

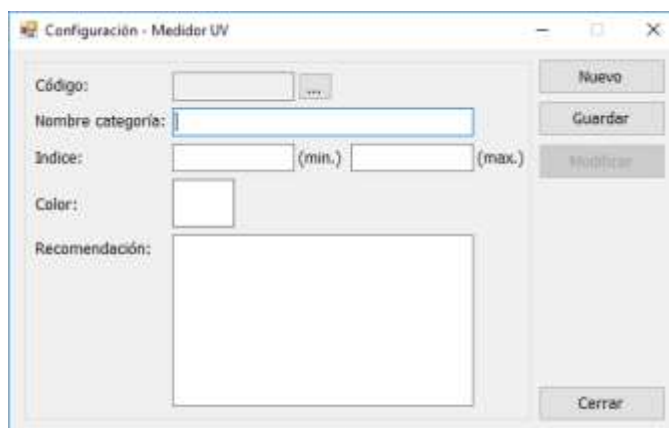


Figura 70 Configuración de los índices UV.

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Bermeo Carranza Joselyn Tatiana** con C.C.: # 0928618230, autora del trabajo de titulación: **Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 12 de marzo del 2019



---

**Bermeo Carranza Joselyn Tatiana**

C.C: 0928618230

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño, desarrollo e implementación de una solución IoT para medir los niveles de radiación solar, usando una red (SIGFOX) de cobertura amplia de baja potencia (LPWAN) en la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
<b>AUTORA:</b>	Bermeo Carranza Joselyn Tatiana		
<b>TUTOR:</b>	Ing. José Lenín Morejón Campoverde		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería		
<b>CARRERA</b>	Ingeniería en Sistemas Computacionales		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Sistemas Computacionales		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	12 de marzo del 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	122
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Ingeniería en Computación		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	IOT; SENSOR ML8511; PLACA THINXTRA RCZ4; MÓDULO WISOL; RED; SIGFOX		

#### **RESUMEN:**

La elaboración del presente trabajo de titulación, se realizó con la finalidad de implementar una solución IoT en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para medir los índices UV y mantener a la población de la misma informada, utilizando como tecnología la red SIGFOX para almacenar dicha información en sus servidores.

En base a las metodologías que se plantearon, para la correspondiente recolección de datos se hizo uso de la investigación cuantitativa y cualitativa, ya que fueron de gran ayuda para describir los procesos a seguir en el desarrollo del presente documento, de la mano de las herramientas para el levantamiento de información tales como: entrevista, encuestas, formularios y análisis de la presente situación sobre entidades que se enfocan en la medición de los índices UV y así poder enriquecer la justificación del porqué del presente proyecto y a través de la misma se logró determinar las conclusiones en base a los objetivos planteados.

En cuanto al análisis del trabajo de campo que se realizó, sirvió para observar que en cuanto a las entidades analizadas, una de ellas no posee medios tecnológicos para medir los índices UV en la Ciudad de Guayaquil mientras que la otra entidad que si posee estaciones meteorológicas en Guayaquil, no brinda información exacta, en base a ello se implementó un sensor ML8511 con la placa thinxtra RCZ4 de la red SIGFOX para medir los índices Ultravioletas bajo la escala determinada por la norma de la organización mundial de la salud y la organización... Al final de la propuesta se elaboró el bosquejo en cuanto al presupuesto económico que costo implementar la presente solución IoT, con el cual la población de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, podrá mantenerse informada bajo los lineamientos indicados en la elaboración del documento.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-994356655	E-mail: <a href="mailto:jbermeo.atig1@gmail.com">jbermeo.atig1@gmail.com</a>
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Edison José Toala Quimí	
	<b>Teléfono:</b> +593-042 20 27 63 / 593-9-90976776	
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edison.toala@cu.ucsg.edu.ec">edison.toala@cu.ucsg.edu.ec</a>	