

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“TELEMETRÍA PARA CIUDADES INTELIGENTES
CASO DE ESTUDIO LOCAL”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Telemática

Presentado por:

Erick Emmanuel Núñez Salazar

Angélica Victoria Fajardo Neira

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Dedico este proyecto integrador a Dios, por ser participe constante en cada una de mis decisiones. A mis padres Luisa Salazar, Mentor Núñez por ser los motores de mi vida, por creer en mí y haber forjado la persona que soy hoy en día. A mi hermana María Gracia Núñez por ser mi impulso en cada logro conseguido y estar a mi lado en cada momento para juntos cumplir nuestras metas trazadas. A cada uno de mis familiares, que mediante sus consejos y apoyo incondicional, me brindaron la motivación necesaria para seguir adelante en mis estudios. A esa persona especial que durante la última instancia de mi carrera, me dio la razón y el impulso adicional que necesitaba para culminar esta etapa.

Erick Núñez Salazar

DEDICATORIA

Dedico este proyecto integrador A. Dios, quien nos regala cada día el Don de la vida. Al Señor de la Divina Misericordia y a mi Madre del cielo la Virgen María por su infinita bondad y amor. Luego a mis padres Jaime Fajardo y Jacinta Neira, que son el pilar fundamental de mi vida nunca se rindieron y lo han entregado todo por sus hijos; a mis hermanos Lady, Katy, Washington por alentarme en todo momento y a mi sobrina hermosa Kyara.

Angelica Fajardo Neira

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral por haberme formado como profesional integro y competitivo. Agradezco la disponibilidad, comprensión y apoyo de mis tutores, Ing. Vladimir Sánchez Padilla y Ph.D. José Córdova García, por haber guiado el desarrollo de este proyecto integrador, para la culminación de esta etapa de mi vida. Agradezco a la M.Sc. Olga Calderón, por su colaboración durante el transcurso de este proyecto. A los profesores, que fueron partícipes con su experiencia y consejos brindados durante este camino de mi carrera universitaria. A mis amigos con quienes compartimos cada una de las vivencias durante esta travesía llamada universidad.

Erick Núñez Salazar

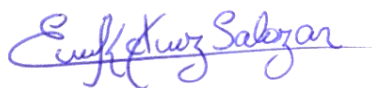
AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos son a Dios, a mis padres que siempre creyeron en mí. Aquí está este título es de ustedes, a mis padres que siempre creyeron en mí, aquí está este título es de ustedes, mis hermanos. También un agradecimiento a mis docentes, Vladimir Sánchez y José Córdova por su ética profesional, paciencia y comprensión. A mi estimado Erick Núñez compañero de este proyecto integrador que ha sido de gran ayuda para el cumplimiento de este objetivo y a mis pocos amigos (Zaida, José, Johanna, Guillermo, Germán, Señora Doris, Jimmy y Omar) por estar conmigo cuando más lo necesitaba.

Angélica Fajardo Neira

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Erick Emmanuel Núñez Salazar, Angelica Victoria Fajardo Neira* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Erick Emmanuel Núñez Salazar



Angelica Victoria Fajardo Neira

EVALUADORES

Ing. Vladimir Sánchez Padilla

PROFESOR DE LA MATERIA

José Córdova García, Ph.D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los estudios predictivos de los asentamientos de la población mundial estiman que para el año 2050, siete de cada diez personas, habitarán en espacios urbanos. Dicha circunstancia acarrea grandes problemas que pueden ser mitigados con la inclusión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), posibilitando que la ciudadanía asuma el rol de productora y consumidora de datos tecnológicos. Por esta razón, urge que instituciones gubernamentales y privadas de la ciudad de Guayaquil realicen un esfuerzo de cooperación mancomunado para configurar el modelo de ciudades inteligentes mediante la aplicación de las TIC. Ciertas instituciones ya gestionan proyectos de desarrollo urbano tecnológico en algunas áreas. Sin embargo, en ocasiones, la información es privatizada lo que limita el acceso y reutilización de los datos en proyectos de índole social.

En el presente proyecto integrador se realizó un estudio de las iniciativas de datos abiertos en ejecución o en proyecto al servicio de la ciudadanía de Guayaquil. Además, se desarrolló una plataforma digital a través de Amazon Web Services, que centralice la recopilación de datos abiertos disponibles en sistemas implementados en Guayaquil, con el propósito de establecer una infraestructura tecnológica escalable que permita conectar distintos servicios entre sí, reduciendo los costos de futuros proyectos de planificación urbana agilizando. Por ello, esto generaría información del índice de desarrollo e innovación tecnológicas de la ciudad.

Los resultados evidencian que Guayaquil está en vías de configurarse como una ciudad inteligente, innovadora e integradora, capaz de contribuir, de manera sostenible y competitiva, para mejorar la calidad de vida ciudadana gracias al desarrollo de las TIC. Es recomendable implementar la propuesta porque permitirá eficiencia y suficiencia en los servicios urbanos.

Palabras Clave: Ciudad Inteligente, Datos Abiertos, TIC, Amazon Web Services.

ABSTRACT

Predictive studies of world population settlements estimate that by 2050, seven out of ten people will be living in urban spaces. This circumstance entails major problems that can be mitigated with the inclusion of Information and Communication Technologies (ICT), enabling citizens to assume the role of producer and consumer of technological data. For this reason, it is urgent that government and private institutions of the city of Guayaquil make a cooperation effort to configure the model oriented to intelligent cities through ICT applications. Several institutions have already managed urban technological development projects in some areas. However, information related to it is not shared, which limits the access and reuse of the data in social projects.

In the present capstone project, a study of the ongoing or further open data initiatives at the service of the citizens of Guayaquil was carried out. In addition, a digital platform was developed, through Amazon Web Services for centralizing the collection of open data available in systems implemented in the city. The purpose is to establish a scalable technological infrastructure that allows the connection of different services among them, reducing the costs of future urban planning projects by streamlining. Therefore, this would generate information of both the technological development and innovation index of the city.

The results show that Guayaquil is on the way to becoming an intelligent, innovative and integrating city, capable of contributing, in a sustainable and competitive way, to improve the quality of citizen life thanks to the development of ICT. It is suggested to implement the proposal for allowing efficiency and sufficiency in urban services.

Keywords: *Amazon Web Services, ICT, Open Data, Smart City.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ABREVIATURAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Trabajos relacionados.....	4
1.4.2 Definiciones	7
1.4.3 Ciudades inteligentes en el mundo	9
1.4.4 Ciudades inteligentes en Ecuador.....	10
1.4.5 Concepto de Datos Abiertos en ciudades inteligentes	12
1.4.6 Iniciativas tecnológicas en la ciudad de Guayaquil	14
1.4.7 Disponibilidad de Datos Abiertos de telemetría.....	32
CAPÍTULO 2.....	56
2 METODOLOGÍA.....	56
2.1 Descripción general.....	56
2.2 Diseño de arquitectura de la plataforma digital.....	57
2.2.1 Adquisición de datos.....	57

2.2.2	Almacenamiento	59
2.2.3	Arquitectura de diseño de la plataforma digital.....	60
2.2.4	Visualización de datos abiertos de Telemetría.....	61
2.3	Recursos tecnológicos utilizados	68
2.3.1	Amazon Web Services.....	68
2.3.2	Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)	68
2.3.3	MongoDB y mLab	69
2.3.4	Ngnix	69
2.3.5	Redis Cache	70
CAPÍTULO 3		71
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	71
3.1	Sistema de actualización y subida de datos	71
3.2	Análisis de Datos Abiertos recopilados.....	72
3.3	Volumen de datos recopilados de INAMHI y EXA	91
3.4	Disponibilidad de los datos monitoreados	92
3.5	Instrumento de Medición	95
3.6	Análisis de Costo/Viabilidad Económica	110
CAPÍTULO 4		123
4.	EVALUACION DE SISTEMA TELEMÉTRICO.....	123
4.1	Sistema de alumbrado público inteligente	123
CAPÍTULO 5		131
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
5.1	Conclusiones.....	131
5.2	Recomendaciones.....	132
BIBLIOGRAFÍA		134
ANEXOS		143
ANEXO A: REQUERIMIENTOS DE DATOS A INAMHI		143

ANEXO B: REQUERIMIENTOS DE DATOS A EXA.....	144
ANEXO C: FALLA EN REPOSITORIO DE EXA.....	145
ANEXO D: PARÁMETROS MONITOREADOS DEL INAMHI	146
ANEXO E: PARÁMETROS MONITOREADOS DE EXA	147
ANEXO F: PORCENTAJES DE DISPONIBILIDAD DE DATOS EN LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS INAMHI	149

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
GAD	Gobiernos Autónomos Descentralizados
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología
EXA	Agencia Espacial Civil Ecuatoriana
UNECE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
OMM	Organización Meteorológica Mundial
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
SSEC	Space Science and Engineering Center
OGC	Open Geospatial Consortium
IAF	Federación Astronáutica Internacional
CIMI	Índice IESE Cities in Motion
SMG	Gobierno Metropolitano de Seúl
LBTD	Libro Blanco de Territorios Digitales del Ecuador
CNEL EP	Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad
CSCG	Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil
FUNDAPI	Fundación de Ayuda por Internet
PCD	Personas con discapacidad
CCITT	Centro de Control Integrado de Tránsito y Transporte
ATM	Autoridad de Tránsito Municipal
UPC	Unidad de Policía Comunitaria
MNR	Monitor Nacional de Radiación UV
RCTR	Reporte Climático en Tiempo Real
TI	Tecnología de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
IoT	Internet de las Cosas
WSN	Redes de sensores inalámbricos

AWS	Amazon Web Server
Amazon EC2	Amazon Elastic Compute Cloud
Redis	Remote Dictionary Server
SDK	Kit de Desarrollo de software
GE	General Electric Company
EPAS	Evolve LED Post Top - Avery StreetDreams
THD	Distorsión total armónica

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Posición actual y tendencia de las ciudades.....	5
Figura 1.2 Varianza entre las dimensiones de las ciudades	6
Figura 1.3 Características para una Ciudad Inteligente	8
Figura 1.4 Libro Blanco de Territorios Digitales del Ecuador, MINTEL	11
Figura 1.5 Las 10 ciudades mejores calificadas según FUNDAPI	14
Figura 1.6 Jóvenes bachilleres recibiendo tablets gratuitas.....	15
Figura 1.7 Ciudadanía capacitándose en Infocentro.....	15
Figura 1.8 Sistema de vigilancia de la ciudad de Guayaquil	16
Figura 1.9 Estadística de VideoConsultas atendidas.....	17
Figura 1.10 Aplicación Metro Arribo	18
Figura 1.11 Punto Wi-Fi	19
Figura 1.12 Puntos Wi-Fi - Internet gratis	19
Figura 1.13 Aerovía en Guayaquil	20
Figura 1.14 Electrolinera em Guayaquil.....	20
Figura 1.15 Monitoreo de sensores inteligente en el transporte público	21
Figura 1.16 Pantalla principal de CNEL APP	22
Figura 1.17 Datos del cliente y medidor – CNEL APP	23
Figura 1.18 Consumos KWh del cliente – CNEL APP	24
Figura 1.19 Solicitud de reclamo – CNEL APP.....	25
Figura 1.20 Lectura de medidor – CNEL APP	26
Figura 1.21 Consumos facturados – Interagua APP.....	27
Figura 1.22 Reportes y Trámites – Interagua APP	28
Figura 1.23 Facturas y pago – Interagua APP	29
Figura 1.24 Autolectura – Interagua APP	30
Figura 1.25 Mapa de hospitales, centros de salud y educativos	31
Figura 1.26 Mapa de zonas seguras y albergues	32
Figura 1.27 Estaciones Meteorológicas.....	33
Figura 1.28 Estaciones Meteorológicas.....	33
Figura 1.29 Estaciones Hidrológicas principales del Ecuador.....	36
Figura 1.30 Estación Hidrológica: PAYO AJ BULUBULU	37
Figura 1.31 Estaciones Hidrológicas: Datos de demarcación Guayas del INAMHI	38
Figura 1.32 Visualizador de datos índice UV del INAMHI	39

Figura 1.33 Visualizador de la red de radares meteorológicos para el Distrito metropolitano de Quito	39
Figura 1.34 Datos registrados de estaciones convencionales del INAMHI	40
Figura 1.35 Aplicación INAMHI TIEMPO para dispositivos móviles	41
Figura 1.36 Red de Estaciones Automáticas Hidrometeorológicas.....	42
Figura 1.37 Estaciones geolocalizadas: Guayaquil	42
Figura 1.38 Parámetros instantáneos monitoreados por las estaciones	43
Figura 1.39 Datos tomados de la estación INAMHI M1271	45
Figura 1.40 Imágenes satélites proyectadas desde EXA.....	46
Figura 1.41 Posición de la Estación Internacional en tiempo real.....	47
Figura 1.42 Coordenadas de la ubicación de la Estación Internacional	47
Figura 1.43 Gases de efecto invernadero y ozono de la región antártica	48
Figura 1.44 Historial de Radiación UV y radiación solar (últimas 12 horas)	49
Figura 1.45 Estado de la capa de ozono	50
Figura 1.46 Monitoreo de temperatura y nubosidad	50
Figura 1.47 Monitoreo de los niveles de radiación ionizante.....	51
Figura 1.48 Monitoreo de la estación climatológica EXA-ISS-1	52
Figura 1.49 Reporte en tiempo real del estado de las vías del Ecuador ante incidentes suscitados	55
Figura 2.1 Adquisición de datos abiertos.....	57
Figura 2.2 Proceso de captura de Datos Abiertos: Fuentes INAMHI y Agencia Espacial Ecuatoriana	58
Figura 2.3 Sistema de almacenamiento de los datos en AWS	59
Figura 2.4 Integración de los servicios implementados en la plataforma digital.....	60
Figura 2.5 Interfaz de datos instantáneos monitoreados desde INAHMI.....	62
62	
Figura 2.6 Interfaz de datos instantáneos monitoreados desde EXA-ISS-1.....	63
Figura 2.7 Datos monitoreados: Temperatura e Índice de radiación UV.....	64
Figura 2.8 Datos monitoreados: Humedad y Presión atmosférica	65
Figura 2.9 Visualización de parámetros en tiempo real	66
Figura 2.10 Esquema de la plataforma digital.....	67
Figura 3.1 Visualización de datos perdidos desde la estación M1271 Universidad de Guayaquil.....	77
Figura 3.2 Datos monitoreados: Presión Atmosférica y Humedad.....	78

Figura 3.3 Falla estación COE – MONTEBELLO	79
Figura 3.4 Gráficas proyectadas por INAMHI (últimas 24 horas)	80
Figura 3.5 Datos de Temperatura e Índice de radiación UV (EXA-ISS-1).....	84
Figura 3.6 Datos de Punto de condensación y Humedad (EXA-ISS-1)	85
Figura 3.7 Datos de Humedad de EXA-ISS-1.....	87
Figura 3.8 Datos monitoreados desde EXA-ISS-1.....	88
Figura 3.9 Datos monitoreados desde EXA-ISS-1.....	89
Figura 3.10 Datos históricos de la estación EXA-ISS-1	90
Figura 3.11 Género	99
Figura 3.12 Rango de Edades Encuestados	100
Figura 3.13 Grado de Educación.....	101
Figura 3.14 Término Ciudad Inteligente.....	102
Figura 3.15 Componente de una Ciudad Inteligente.....	103
Figura 3.16 Término de Telemetría	104
Figura 3.17 Importancia de Recopilar datos de Telemetría para Smart City.....	105
Figura 3.18 Término datos abiertos en Smart City	106
Figura 3.19 Repositorio Web Existente en la Actualidad	107
Figura 3.20 Interés de observar datos en tiempo real.....	108
Figura 3.21 Aceptación sobre la interfaz de la Plataforma Digital	109
Figura 3.22 Porcentaje de Recomendación de la Plataforma Digital	110
Figura 3.23 Características para instancias T2 – Amazon EC2	111
Figura 3.24 Rendimiento de red para instancias T2 – Amazon EC2.....	112
Figura 3.25 Costo/Hora para instancias T2 – Amazon EC2 Modelo de Precios	113
Figura 3.26 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Modelo de Precios	114
Figura 3.27 Porcentaje de ahorro para instancias T2 - Amazon EC2	115
Figura 3.28 Características para nodos caché T2 – Redis	116
Figura 3.29 Costo/Hora para nodos caché T2 - Redis Modelo de Precios.....	117
Figura 3.30 Costo de inversión para nodos T2 - Redis Modelo de Precios.....	119
Figura 3.31 Porcentaje de ahorro para nodos caché estándar T2 Redis - Nodo Reservado (3 años) vs Nodo Reservado (1 año).....	120
Figura 3.32 Porcentaje de ahorro para nodos caché estándar T2 Redis - Nodo Reservado (3 años) vs Nodos Bajo Demanda.....	120
Figura 3.33 Características – mLab Modelo de Plan Básico.....	121

Figura 3.34 Características – mLab Modelo de Plan Clúster Dedicado Estándar 122

Figura 3.35 Costo/Mes – mLab Modelo de Planes 122

Figura 4.1 Características de la solución Current by Ge City IQ 125

Figura 4.2 Mapa de los nodos inteligentes en la ciudad de San Diego 126

Figura 4.3 Bosquejo de diseño de la plataforma CityIQ 127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características analizadas para la información pública	13
Tabla 1.2 Servicios proporcionados por el INAMHI	35
Tabla 1.3 Ubicación de las estaciones meteorológicas en la.....	42
Tabla 3.1 Datos de la estación M1271 Universidad de Guayaquil.....	73
Tabla 3.2 Datos de la estación M5132 Monte Bello.....	74
Tabla 3.3 Datos de la estación M1253 Puerto Hondo.....	75
Tabla 3.4 Ubicación estación EXA-ISS-1	81
Tabla 3.5 Datos monitoreados de EXA-ISS-1.....	82
Tabla 3.6 Datos monitoreados de EXA-ISS-1.....	83
Tabla 3.7 EXA-ISS-1 valores instantáneos máximos y mínimos.....	86
Tabla 3.8 Datos recopilados - Estaciones operativos en Guayaquil	91
Tabla 3.9 Almacenamiento de memoria – MongoDB.....	92
Tabla 3.10 Período de muestra de datos recopilados INAMHI	92
Tabla 3.11 Porcentaje de disponibilidad - Estaciones Climatológicas INAMHI	93
Tabla 3.12 Período de muestra de datos recopilados EXA-ISS-1	93
Tabla 3.13 Porcentaje de disponibilidad – Estación EXA-ISS-1	94
Tabla 3.14 Género	99
Tabla 3.15 Rango de Edades Encuestados	100
Tabla 3.16 Grado de Educación	101
Tabla 3.17 Término Ciudad Inteligente.....	102
Tabla 3.18 Componente de una Ciudad Inteligente.....	103
Tabla 3.19 Término de Telemetría	104
Tabla 3.20 Importancia de Recopilar datos de Telemetría para Smart City	105
Tabla 3.21 Término datos abiertos en Smart City.....	106
Tabla 3.22 Repositorio Web Existente en la actualidad.....	107
Tabla 3.23 Interés de observar datos en tiempo real.....	108
Tabla 3.24 Aceptación sobre la interfaz de la Plataforma Digital	109
Tabla 3.25 Porcentaje de Recomendación de la Plataforma Digital	110
Tabla 3.26 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Plan A (1 año).....	113
Tabla 3.27 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Plan B (3 años).....	114
Tabla 3.28 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Bajo Demanda	117
Tabla 3.29 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Nodos Reservados.....	118

Tabla 3.30 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Nodos Reservados.....	118
Tabla 4.1 Características técnicas de la luminaria LED EPAS	129

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La concentración poblacional en las ciudades cada vez es mayor y tiende a incrementarse con el paso de los años. Ante ello, instituciones públicas y privadas mediante estudios de desarrollo urbano consideran la necesidad de implementar el uso de la tecnología para adoptar soluciones intensivas de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con el fin de automatizar y modernizar diversos servicios brindados a los ciudadanos.

El desarrollo de una ciudad conlleva una fuente importante de problemas que se van dando a conocer mediante el crecimiento de la población. Sin embargo, hay que reconocer que es en estas mismas ciudades donde se pueden generar oportunidades para un desarrollo sostenible mediante la implementación y despliegue de las TIC. La finalidad es mejorar la calidad y eficacia de la entrega de servicios a la población.

Este trabajo se centra en el caso local de la ciudad de Guayaquil, siendo la segunda ciudad más poblada del Ecuador (2.7 millones de habitantes según los datos obtenidos en el año 2018 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) [1,2]). Esta ciudad es una de las urbes que busca invertir en el desarrollo e implementación de tecnología para el uso de servicios públicos.

Guayaquil está en constante desarrollo e innovación para ofrecer a sus ciudadanos servicios integrales y oportunidades de acceso a una ciudad moderna. Una de las iniciativas más importantes por parte de la urbe porteña, fue la de desplegar un aproximado de 6000 puntos de acceso Wi-Fi gratuito en diferentes sectores de la ciudad con una cobertura de alrededor de 80 metros, con lo cual los ciudadanos pueden tener acceso a Internet sin costo durante un lapso de 90 minutos [3,4]. Se estima que cerca de 1.7 millones de usuarios acceden a esta red municipal, según datos proporcionados por la Alcaldía de Guayaquil [4].

Sin embargo, cabe mencionar que no basta con proporcionar acceso a Internet a la población de forma gratuita para considerar a Guayaquil como una ciudad digital y

mucho menos como una ciudad inteligente. Para lograrlo, es necesario poder implementar un proyecto a gran escala que permita que múltiples campos de estudio tecnológico puedan integrarse para el desarrollo sustancial de una ciudad moderna. Uno de los pilares que forma parte fundamental de una ciudad inteligente es el concepto de telemetría, que es la tecnología que permite la medición y la transmisión de datos desde fuentes inaccesibles o remotas a sistemas de Tecnología de la Información (TI) para su posterior monitorio y análisis respectivo de la data recopilada [5].

A continuación, se presentará el estudio de las iniciativas políticas, sociales y tecnológicas que están siendo impulsados en el ámbito local, además de los beneficios de contar con un repositorio centralizado que permite integrar datos obtenidos por medio del uso de telemetría.

1.1 Descripción del problema

Algunas instituciones públicas y privadas buscan de a poco implementar un modelo tecnológico que permita la integración de diversos tipos de tecnología como computación en la nube, Big Data, Internet de las Cosas (IoT) e inteligencia artificial en el desarrollo urbano de la ciudad. Se trata de brindar a la ciudadanía guayaquileña la capacidad de desarrollar sistemas autónomos que permitan transformar, recopilar y procesar información relevante para la implementación o mejoría de sistemas automatizados ya establecidos, a fin de convertir a la ciudad en una ciudad inteligente y ofrecer a la población cambios radicales en su calidad de vida.

Al establecer una infraestructura tecnológica por parte de instituciones se presentan dos escenarios: En el primero, instituciones privadas al contar con recursos autogestionados o por parte de terceros, maneja proyectos de desarrollo tecnológico en sistemas automatizados destinados para clientes específicos. Estos se limitan únicamente a cumplir lo solicitado, donde la información que puede llegar a ser considerada de libre acceso y relevante para la ciudadanía se mantiene limitada o impedida de ser compartida de forma pública por políticas internas y derechos de uso de la empresa de interés.

El segundo escenario se centra en las instituciones públicas, que al ser en gran parte financiadas por el estado o con recursos en asociación con otras entidades con la misma ideología, presentan dificultades al desarrollar programas de desarrollo tecnológico e innovación para la población. Esto principalmente debido a la falta de apoyo económico del estado en estas áreas estratégicas destinada al servicio de la población.

Por esto, la falta de contar con iniciativas que se centren en el servicio de la ciudadanía por parte del gobierno, municipios u otras organizaciones, para establecer un sistema centralizado de datos abiertos de fácil acceso obtenidos por medio de sistemas automatizados, limita que ciertos proyectos con innovación tecnológica puedan integrarse al servicio de la población.

1.2 Justificación del problema

Hoy en día el desarrollo de ciudades inteligentes juega un rol importante, ya que a medida que crece el índice poblacional es necesario la implementación de un modelo tecnológico que permita la automatización de procesos, servicios y el uso eficiente de recursos de cada ciudad con la inversión tecnológica adecuada. En la actualidad, Guayaquil no cuenta con una fuente centralizada de información en la que los ciudadanos, entidades e investigadores puedan conocer si la ciudad ofrece sistemas automatizados que permitan obtener datos abiertos de forma remota por medio del uso de la telemetría, y de la misma manera conocer en qué etapas de progreso tecnológico se encuentra la ciudad para ser categorizada como ciudad inteligente.

Por esta razón, este trabajo ofrece el estudio de propuestas de desarrollo e innovación tecnológico por parte de instituciones gubernamentales, municipales y privadas, así como la implementación de una plataforma tecnológica abierta que permita acceder libremente al uso y visualización de datos. Se espera que con esto Guayaquil se convierta en una ciudad moderna e inteligente, con soluciones vanguardistas e innovadores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una plataforma digital que recopile datos abiertos, características técnicas e información de diferentes iniciativas sociales, políticas y tecnológicas en ejecución o en proyecto para la potenciación del desarrollo tecnológico de Guayaquil como ciudad inteligente, mediante la implementación de soluciones de conectividad.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar una base de datos en la nube para el registro, almacenamiento y durabilidad de los datos monitoreados por parte de instituciones con iniciativas de datos abiertos.
- Estructurar un repositorio web para la visualización y utilización de los datos obtenidos mediante diversos sistemas automatizados inteligentes.
- Evaluar el rendimiento de un sistema de medición remota, realizando un análisis de su implementación en ciudades inteligentes ya establecidas para la propuesta de un modelo exitoso.

1.4 Marco teórico

La propuesta de este marco teórico se enmarca en los términos relacionados a ciudad inteligente, su definición y alcances, sus componentes, tipos de tecnologías utilizadas, mejores prácticas e iniciativas en modelos ciudades inteligentes, así como las iniciativas de territorios Inteligentes en Ecuador.

1.4.1 Trabajos relacionados

En el documento de Albino, V y otros (2015) se describen definiciones, características e iniciativas de ciudades inteligentes. Se enfatiza en la complejidad para establecer una evaluación universal de las ciudades inteligentes. Además, se destaca que existen diez de estas iniciativas en América del Sur [6], pero no se detalla ninguna de ellas. Surge, entonces, la necesidad de investigar y estudiar qué ciudad en América del Sur presenta

indicadores relevantes que pudieran ser considerados en el desarrollo de una ciudad inteligente.

El índice IESE Cities in Motion (CIMI) [7] elaborado por Ricart y Berrone, presenta un indicador sintético que permite medir la sostenibilidad, así como la calidad de vida de sus habitantes. Se evalúa a 174 ciudades principales del mundo en 9 dimensiones de análisis como capital humano, gobernación, economía, medio ambiente, movilidad y transportación, proyección internacional, cohesión social, tecnología, planificación urbana. Utiliza 101 indicadores y ubica a la ciudad de Guayaquil en el ranking 164.

En la figura 1.1, CIMI presenta la tendencia del crecimiento y potencial en los índices evaluados entre el 2017 y 2019 de diferentes ciudades del mundo. Guayaquil se encuentra en el cuadrante de situación vulnerable, que indica que está creciendo a un ritmo mucho más lento en comparación con el resto de las ciudades posicionándolo en la categoría media-baja [7].

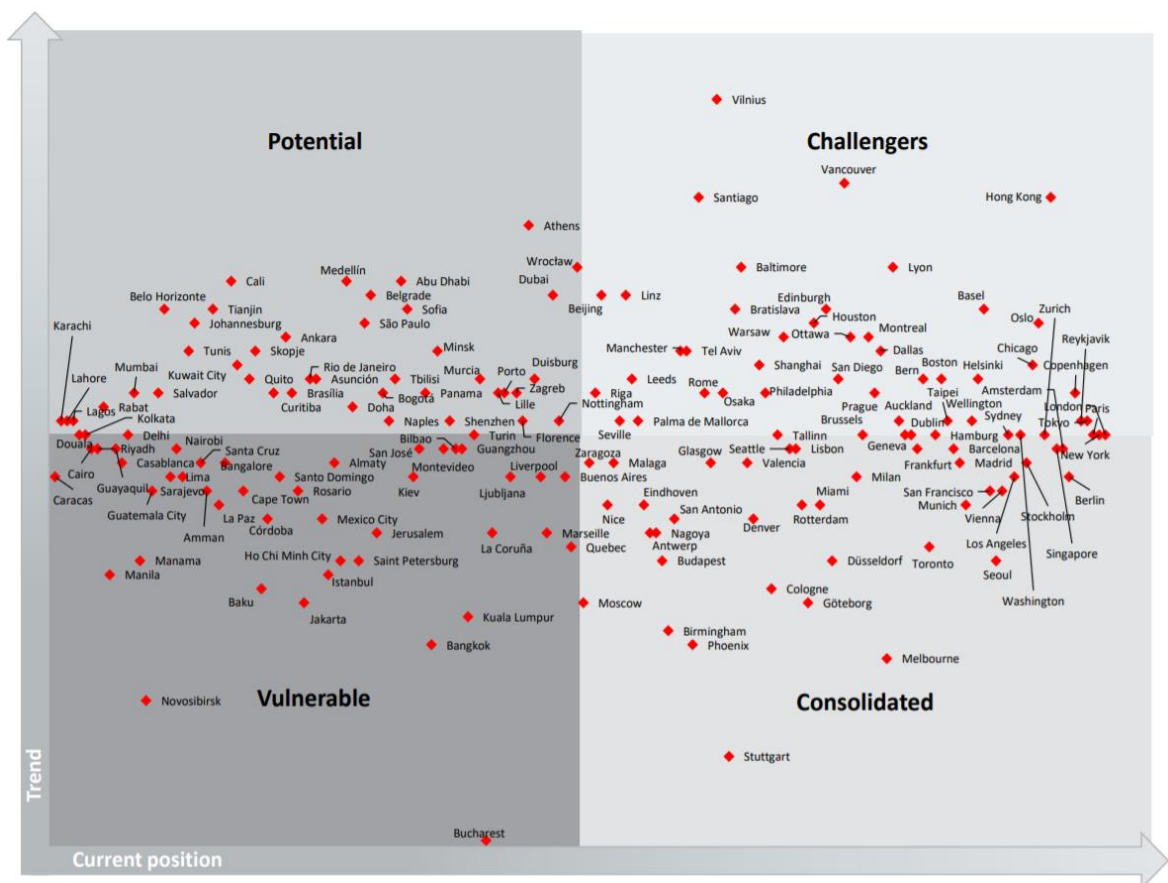


Figura 1.1 Posición actual y tendencia de las ciudades [7]

En la figura 1.2, se ubica a las ciudades en aquellos cuadrantes de acuerdo con su varianza de crecimiento en los distintos índices de medición. La zona inferior indica un crecimiento homogéneo en todos los índices ya sean en categoría estancada o en categoría equilibrada, mientras que la zona superior indica un crecimiento heterogéneo que indica que algunos índices de medición de la misma ciudad pueden estar entre las mejoras valoradas mientras que otras como pocas valoradas. Guayaquil se encuentra según CIMI en la zona estancada, ya que de acuerdo con sus criterios de índices de medición la ciudad obtuvo malos resultados en casi todas las áreas analizadas lo que refleja el estado actual de la ciudad de Guayaquil [7].

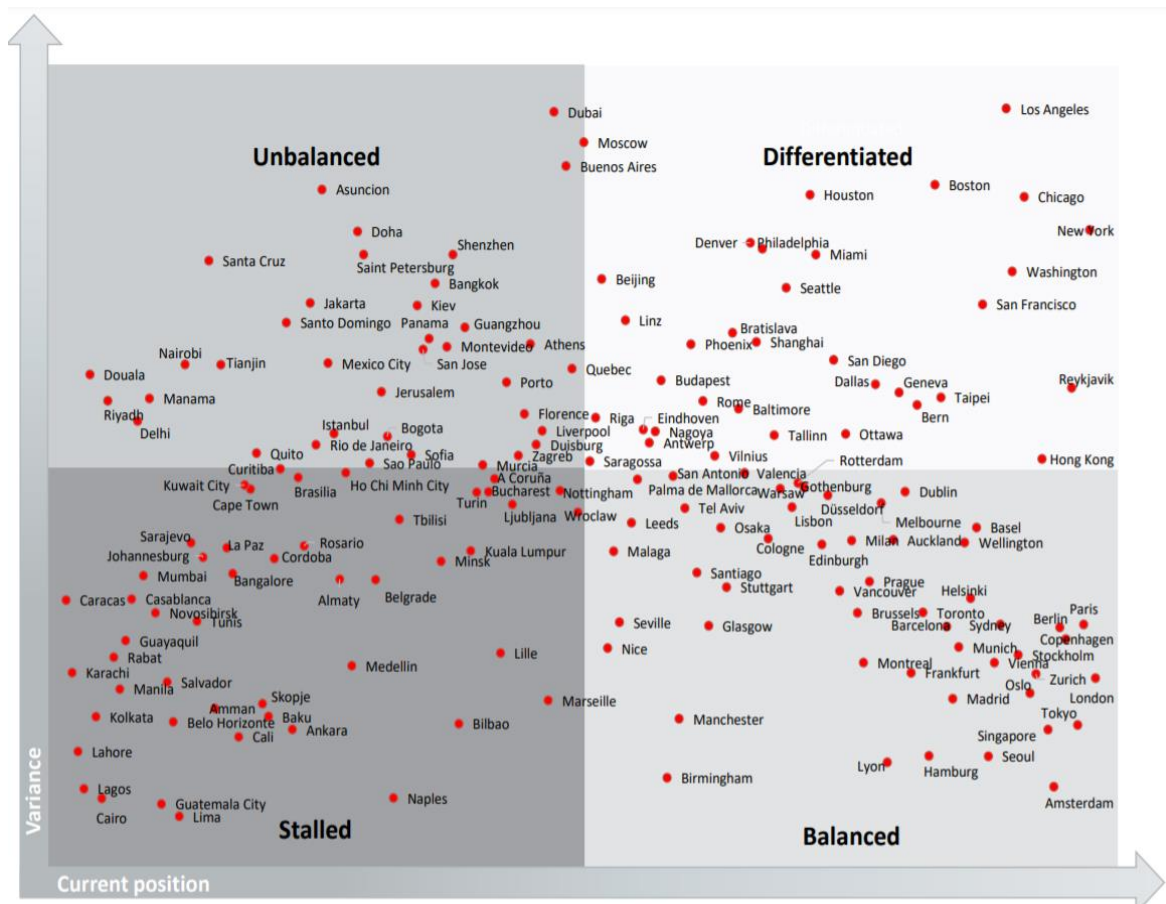


Figura 1.2 Varianza entre las dimensiones de las ciudades [7]

En [8] se presenta un diagnóstico de la ciudad de Guayaquil según la clasificación de Smart City. Ofrece una herramienta de evaluación para la ciudad de Guayaquil en la que se establecen variables e indicadores, por medio del estudio de organismos internacionales para dar a conocer su realidad.

El presente trabajo tiene como factor diferenciador la implementación de una plataforma digital para permitir tanto la visualización de datos obtenidos por telemetría de diversos sistemas inteligentes, así como también la implementación de un sistema de medición remota mediante un análisis de ciudades inteligentes ya establecidas.

1.4.2 Definiciones

Ciudad Inteligente

Una ciudad inteligente es aquella que aprovecha las TIC y otros medios para promover un desarrollo sostenible e innovador con la finalidad de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, garantizando que respondan a las necesidades sociales, económicas, medioambientales y culturales, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) en 2014 [9].

Características de una Ciudad Inteligente

Debido a que cada ciudad debe buscar su propio modelo, a partir de sus diferentes necesidades y prioridades para alcanzar sus objetivos de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, no hay un modelo único que conceptualice al concepto de ciudad inteligente. Cada uno está estructurado por una malla de características propias. Según el estudio de Mapping Smart Cities in the EU [10], existen seis aspectos que caracterizan a una ciudad inteligente las cuales se menciona en la figura 1.3.



Figura 1.3 Características para una Ciudad Inteligente [10]

Estas características son las más consideradas por distintas iniciativas y organismos, además de ser utilizada por la norma UNE 178201:2016 considerando el estudio elaborado por Giffinger y otros en Smart Cities Ranking of European medium-sized cities [11].

Tecnologías en una Ciudad Inteligente

Como se mencionó en la sección 1.1 tecnologías como computación en la nube facilitan la implementación del desarrollo de ciudades inteligentes. La computación en la nube o cloud computing contribuye con la infraestructura digital para ciudades inteligentes y permite que aplicaciones y servicios puedan almacenar su data de manera centralizada o distribuida para ser administrada de forma remota [12]. Más aún, esta infraestructura brinda la flexibilidad para incrementar el uso de los recursos computacionales como ancho de banda, almacenamiento, CPU entre otros, que de acuerdo con la demanda de requerimientos en determinados momentos, las aplicaciones implementadas puedan operar sin tener una pérdida de servicio.

Sin embargo, la transferencia de datos, procesamiento y la integración de bases de datos conlleva grandes desafíos para la implementación de ciudades inteligentes. Para su correcta implementación se debe enfocar en mecanismos de gestión que permitan que los recursos computacionales a nivel de hardware y software utilizados trabajen conjuntamente a fin de alcanzar un equilibrio de carga de trabajo en las diferentes instancias de la nube [13].

El uso de la Big Data cada vez va creciendo de forma exponencial a nivel global. Alrededor de un 90% de datos, que son digitalizados en el mundo, se recopilan para ser objeto de diferentes tipos de análisis. La Big Data permite a una ciudad desarrollarse sosteniblemente a base de los datos recopilados, ya que les posibilita a las autoridades pertinentes en base a sus estudios realizados, implementar tecnología e infraestructura a fin de mejorar la calidad de vida de la población [14].

1.4.3 Ciudades inteligentes en el mundo

La ciudad de Singapur con su proyecto Smart Nation fue elegida Smart City del 2018 en el Smart City Expo World Congress (SCEWC) convirtiéndose en un referente mundial en soluciones urbanas inteligentes [15]. Fue la primera ciudad del mundo en implementar un sistema de taxis sin conductor incluyendo buses autónomos, así como también ha diseñado policías robots; cuenta con un sistema de vigilancia remota garantizando la seguridad de sus ciudadanos [7]. El gobierno también desarrolla programas de educación como SKills Future en análisis de datos, inteligencia artificial y ciberseguridad entre otros, con el fin de fomentar la adopción de las TIC en la ciudadanía. Con ello, este país dió comienzo a la construcción de edificios eco inteligentes Zero Energy cuyo propósito es maximizar la eficiencia energética y reducir la contaminación [16].

Según el último informe de Eden Strategy Institute, ubica a la ciudad de Londres en ranking 1 en el Top 50 Smart City Governments. Esta ciudad tiene casi seis mil puntos de acceso público a Wi-Fi. Su programa de Ciudades Súper Conectadas ofrece Wi-Fi público en galerías y museos. Sin embargo, la falta de confianza en la tecnología y su costo ha promovido que Londres disponga de

programas de alfabetización digital para desarrollar su estrategia de visión. Su estrategia de política Inteligente ofrece herramientas para que su plataforma de datos abiertos trabaje con organizaciones públicas y privadas garantizando el uso transparente de los datos [16].

Por otro lado, el Gobierno Metropolitano de Seúl (SMG) desarrolla iniciativas de gobierno electrónico en el que se incorpora las TIC para mejorar la eficacia de su administración y calidad al servicio de sus ciudadanos. En 2013 lanzó sitio web para dispositivos móviles donde ofrece 60 servicios en tiempo real en 11 categorías como servicios públicos, eventos culturales, información inmobiliaria, oportunidades de empleo, operaciones de autobús y metro; además, brinda información vinculada por GPS sobre puntos de acceso a wifi, instalaciones para el uso de personas con discapacidad (PCD) y el estado de los proyectos en curso de la ciudad [16].

América Latina también tiene ciudades inteligentes como Santiago de Chile ocupando el puesto 68 en el ranking (CIMI). La característica relevante es la dimensión del medio ambiente. Ofrece también herramientas tecnológicas para que sus empresas, comunidades y ciudadanos desarrollen proyectos que favorezcan la coordinación territorial. Buenos Aires también se suma como una de las ciudades más innovadoras en América Latina [7].

1.4.4 Ciudades inteligentes en Ecuador

El Libro Blanco de Territorios Digitales del Ecuador (LBTD) [17] es una herramienta que permite a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) iniciar el proceso de transformación hasta convertirse primero en Territorio Digital, luego en una Ciudad Digital y finalmente constituirse en una Ciudad Inteligente que se beneficie de las TIC y otros medios para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. El LBTD es desarrollado por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL).

La política gubernamental “Ecuador Digital” se compone por tres programas:

- Ecuador Conectado, cuyo fin es erradicar la brecha digital para impulsar el desarrollo tecnológico del país.
- Ecuador Eficiente y Ciberseguro, busca promover a través de trámites en línea que los ciudadanos ahorren tiempo y dinero garantizando la privacidad de sus datos.
- Ecuador Innovador y competitivo, gracias al uso de las TIC promueve la innovación de la industria.

El MINTEL propone el Modelo de Territorio Digital considerando como actor central al ciudadano. Este modelo consta de dos elementos:

- Eje fundamental: gobierno electrónico, aislamiento digital, esenciales y productivos.
- Componente transversal: infraestructura, sistemas de información y normativa

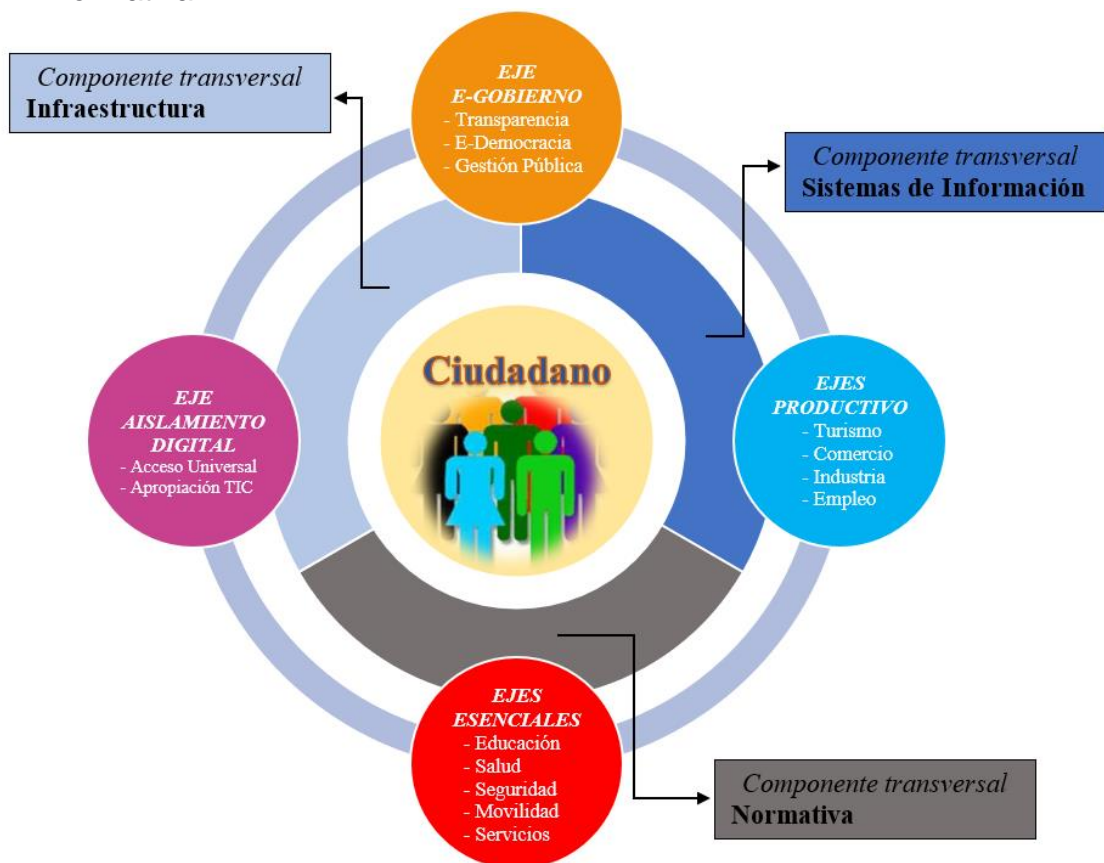


Figura 1.4 Libro Blanco de Territorios Digitales del Ecuador, MINTEL [17]

1.4.5 Concepto de Datos Abiertos en ciudades inteligentes

Cada vez la población se va centrando en el núcleo de las ciudades siendo estos los principales ejes de actividad económica, social y desarrollo integral, proporcionando la infraestructura competente para solventar las necesidades de la población [18]. La necesidad de brindar servicios efectivos y sostenibles por parte de los gobiernos a los ciudadanos crea la importancia de promover nuevos mecanismos que brinde la apertura al diálogo y cooperación mutua con entidades públicas y privadas para potenciar estrategias de desarrollo urbano.

Como parte de las obligaciones que mantienen el gobierno con sus ciudadanos, es dar acceso a la información que controlan y administran en la ciudad, siendo uno de los principales retos de los gobiernos establecer una política de datos abiertos que permita resolver barreras sociales, administrativas, tecnológicas y legales [18], cuya finalidad sea contribuir a un modelo estratégico que integre y haga participe a la población.

Las iniciativas de Datos Abiertos es un factor que cada vez es más considerado como elemento indispensable de las ciudades inteligentes [19]. Una de las etapas previas del estudio de la disponibilidad de datos abiertos en una ciudad, es poder evidenciar de manera formal las iniciativas que existen o están siendo promovidas en los gobiernos, además del futuro impacto que tendrá esta información en ámbitos como la gobernanza, economía, medio ambiente e infraestructura tecnológica implementada dentro de la ciudad [20].

La diversidad de datos que se recopilan de una ciudad cada vez toma la importancia adecuada en las decisiones de los gobiernos, ante las necesidades y requerimientos de la población. La tecnología de la información y comunicación aplicada en las ciudades permite desarrollar nuevos sistemas inteligentes que contribuye a desarrollar servicios eficientes y de calidad para la población [21].

Índice de Datos Abiertos en el Ecuador

El Ecuador cuenta con una iniciativa de medición del índice de Datos abiertos de los 100 cantones con mayor población, esta se realiza por segundo año

consecutivo por parte de la Fundación de Ayuda por Internet (FUNDAPI), que es una organización sin fines de lucro fundada desde el año 2001 que desarrolla proyectos relacionados con las TIC [22,23].

Esta organización mide indicadores que son funciones de las competencias de los gobiernos autónomos descentralizados municipales como: lista de funcionarios públicos, ordenanzas municipales, ejecución presupuestaria, presupuesto municipal anual, contrataciones realizadas, límites administrativos cantonal, ubicaciones de lugares públicos, datos medioambientales, horarios y rutas de transporte público, e indicadores sociales [23].

Uno de los propósitos es evidenciar el porcentaje de datos abiertos disponibles de cada ciudad y motivar el uso de este modelo de transparencia de información. A continuación, se detalla las características que los datos proporcionados por los municipios deben presentar.

Licencia abierta	Se analiza en los sitios web de los municipios el tipo de licencia bajo el cual se publican los datos y si cumple con los criterios de licencia abierta
Disponibilidad gratuita	Se valida si los datos están disponibles libremente sin necesidad que los ciudadanos tengan que llenar una solicitud de registro.
Descargables	Se verifica si los datos mostrados en los sitios web, cuentan con la opción de ser descargados de manera fácil por el ciudadano.
Actualizados	Se examina que los datos disponibles sean actuales.
Formato abierto	Los datos deben presentarse en formatos de archivos abiertos.

Tabla 1.1 Características analizadas para la información pública [23]

En la figura 1.5, se muestra el ranking de los 10 cantones con mejor calificación de acuerdo con los índices medidos de FUNDAPI. La ciudad de Guayaquil cuenta con el 58% de avance en apertura de datos abiertos al público.

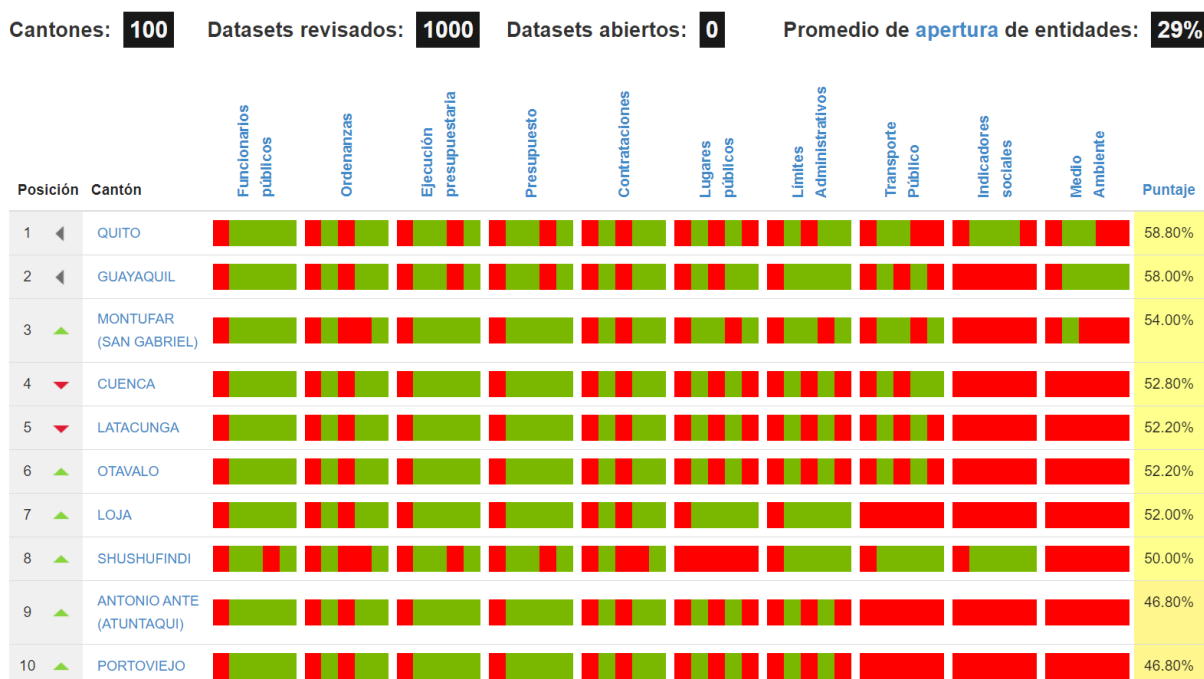


Figura 1.5 Las 10 ciudades mejores calificadas según FUNDAPI [24]

FUNDAPI menciona que la adopción y uso de los Datos abiertos aún se encuentra limitado y que se necesita fortalecer esta iniciativa para transparentar el manejo de la información [23].

1.4.6 Iniciativas tecnológicas en la ciudad de Guayaquil

Bachiller Digital

El municipio de Guayaquil, a través del programa Más Educación con el proyecto Bachiller Digital, entrega desde el año 2014 a todos los bachilleres de establecimientos educativos fiscales y fiscomisionales del cantón una herramienta tecnológica con la finalidad de que estos jóvenes que se integran a una vida universitaria o laboral tengan la oportunidad de contar con una Tablet Gratis para mejorar su calidad de estudios y aumentar su oferta laboral en el futuro [25]. Desde el comienzo de este programa hasta el 2019 se han beneficiado 150 000 bachilleres solo en el año 2018 se entregaron 25 000 tablets gratis [26,27].



Figura 1.6 Jóvenes bachilleres recibiendo tablets gratuitas [28]

Infocentros

Guayaquil cuenta con catorce Infocentros comunitarios según el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) [29]. Estos espacios tecnológicos ofrecen acceso gratuito a los ciudadanos para que se capaciten en TIC, impulsando las nuevas tecnologías con el fin de reducir el alfabetismo digital en la ciudad.



Figura 1.7 Ciudadanía capacitándose en Infocentro [29]

Cámaras de Seguridad

La Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil (CSCG) tiene instaladas 1100 cámaras mientras que el ECU911 tienen cerca de 500. En el 2019 la alcaldía de Guayaquil, mediante el plan municipal Más Seguridad en conjunto trabajo con CSCG, busca desplegar 2200 cámaras y fortalecer el sistema de llamadas de emergencias con el ECU911 para reducir la inseguridad de la ciudad [30, 31].



Figura 1.8 Sistema de vigilancia de la ciudad de Guayaquil [32]

Telemedicina

La ciudad de Guayaquil cuenta con una red de hospitales que están cerca de las áreas residenciales, estos brindan videoconferencia y diagnósticos a pacientes que visitan estas clínicas con el objetivo de que los ciudadanos ahorren tiempo en movilización y exista un mejor acceso de los pacientes a estos hospitales locales [33].



Figura 1.9 Estadística de VideoConsultas atendidas

Fecha de corte abril 2020 [34]

Metro Arribo

Es una aplicación móvil por el Consorcio Tranvía que se encuentra disponible en la tienda App Store permite a los usuarios que utilizan el transporte masivo urbano de la metrovia tener una proyección del tiempo de arribo de las unidades, así como también visualizar las paradas cercanas a su ubicación actual o ubicación seleccionada. Se puede visualizar en el mapa el recorrido de cada ruta, ver el listado de las rutas y paradas [35].

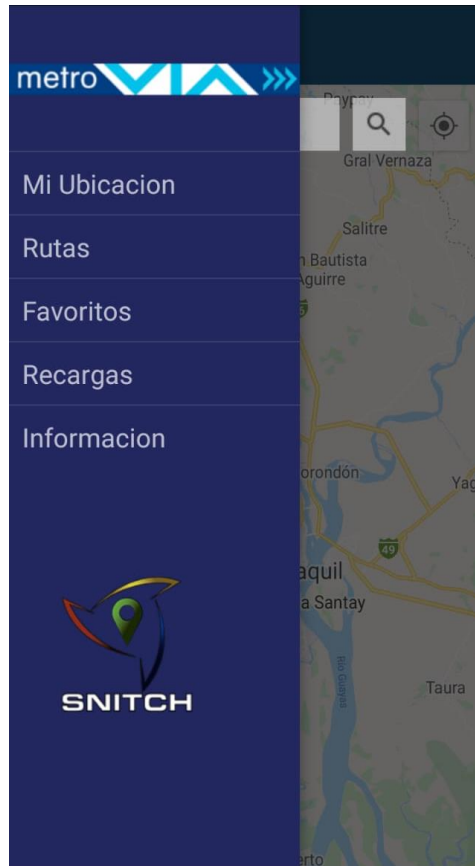


Figura 1.10 Aplicación Metro Arribo [35]

Punto WI-FI Gratis

En el 2018, periodo de la Alcaldía de Guayaquil por Jaime Nebot instalo en las calles 50 y Chambers el punto de internet gratuito número 6.000, donde se cubren 24.000 manzanas de la ciudad. El radio de cobertura de los puntos Wi-Fi es de 80 metros; actualmente los ciudadanos pueden tener acceso a Internet sin costo durante un lapso de 90 minutos y se benefician 1'800.000 usuarios, este proyecto ha permitido dotar a toda la ciudad de internet gratuito convirtiéndola en Ciudad Digital [26,27].



Figura 1.11 Punto Wi-Fi [36]

En la figura 1.12, se observa las ubicaciones de los puntos de acceso Wi-Fi desplegadas en la ciudad de Guayaquil.

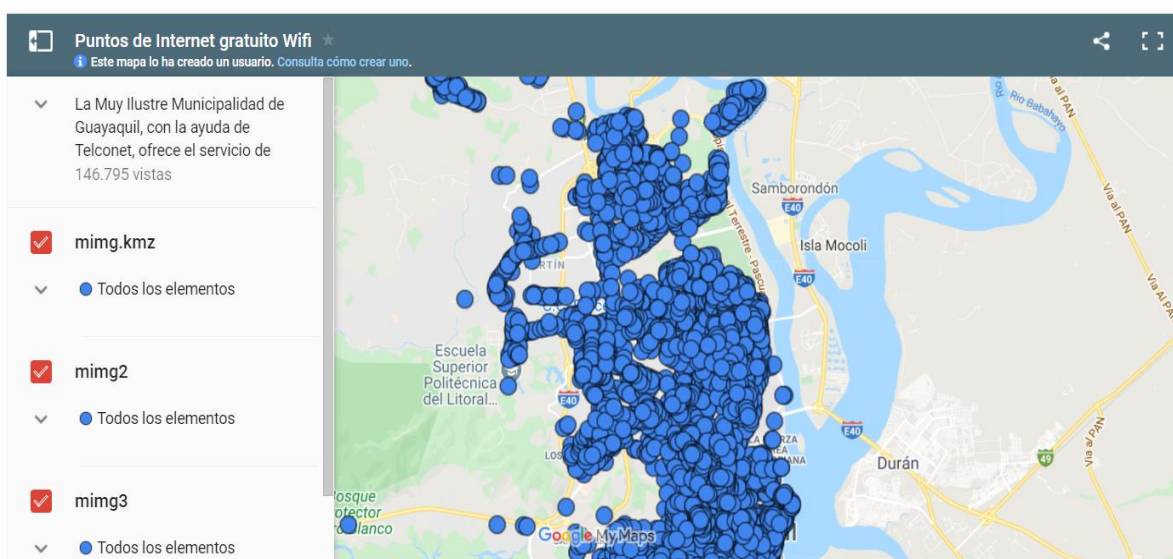


Figura 1.12 Puntos Wi-Fi - Internet gratis [37]

Aerovía

Entre las iniciativas en ejecución se encuentra el proyecto del Municipio de Guayaquil y la empresa francesa POMA el sistema aerotransportado Aerovía que consta 154 cabinas con capacidad de 10 personas cada una, se estima que

se verán beneficiadas 40.000 ciudadanos diariamente. Los ciudadanos ahorran una hora de viaje entre Durán y Guayaquil, con un trayecto de 4,1 Km en 20 minutos de recorrido aproximado, impulsando un transporte rápido y no contaminante [26,27].



Figura 1.13 Aerovía en Guayaquil [38]

Electrolinera

En el tema de transportación y vialidad, además del sistema de aerotransportado Aerovía se encuentra también en ejecución el proyecto Electrolinera con una potencia de un megavatio, será la primera en el Ecuador y abastecerá a veinte buses eléctricos que circulan en el norte de la ciudad. Guayaquil busca impulsar un transporte ecológico y sustentable enfocado en la protección ambiental [39].



Figura 1.14 Electrolinera em Guayaquil [39]

Sistema de monitoreo para la seguridad en la transportación pública

La Autoridad de Tránsito Municipal (ATM) en el 2018 mantuvo su proceso de innovación tecnológica instalando 2.600 sensores a los buses urbanos de la ciudad de Guayaquil. Estos sensores monitorean en tiempo real el cierre y apertura de puertas, permiten controlar que los buses mantengan las puertas cerradas mientras realizan sus recorridos y que se detengan en las paradas establecidas por la ATM. Para la seguridad de los pasajeros el kit incluye un botón de pánico ubicado cerca del conductor que se interconecta con la Corporación de Seguridad Ciudadana, ECU911, Centro de Control Integrado de Tránsito y Transporte (CCITT) para disminuir la delincuencia [40].



Figura 1.15 Monitoreo de sensores inteligente en el transporte público [40]

Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) regulada por el estado [41], se encarga del servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica, esta conformada por 12 Unidades de Negocio: Bolívar, El Oro; Esmeraldas, Guayaquil; Guayas Los Ríos, Los Ríos, Manabí, Milagro, Santa Elena, Santo Domingo, Sucumbios [42] a nivel nacional. Los medidores que usan se basan a las categorías de tarifas: residencial y general. La categoría residencial es para la unidad de negocio residencial, es de uso domestico para bajos consumos y de escasos recursos economicos. La categoría general es para unidades de negocios que

comprenden una de las siguientes actividades: comercio, industria y la prestación de servicios públicos y privados y para estos se establecen tres niveles de tensión: baja, media y alta tensión cada una de éstas tendrá su tipo de tarifa [43]. CNEL EP ha desarrollado plataformas digitales disponibles para los usuarios, estos pueden consultar diferentes tipos de servicios como consultas de planillas, servicio de reclamos, agencias y atención al cliente.

CNEL APP

El sitio web, centro de atención telefónica 1800 CNEL EP y la aplicación móvil están disponibles para las 12 unidades de negocio que esta empresa pública abarca. El servicio chat en línea al momento sólo está disponible para las unidades de negocio de Guayaquil. La aplicación móvil CNEL APP se encuentra disponible en las tiendas virtuales App Store y Google Play y da servicio de atención a 2.5 millones de clientes [44]. El cliente una vez instalada la aplicación en el dispositivo móvil, se procede a registrar los datos del usuario para acceder a los beneficios detallados en la figura 1.16.



Figura 1.16 Pantalla principal de CNEL APP

La opción servicios le brinda al cliente la siguiente información: datos, facturación, consumos y trámites. En la figura 1.17 se observa que en la opción datos el cliente puede ver sus datos correspondientes a la cuenta agregada como su unidad de negocio y los datos del medidor del mismo.



Figura 1.17 Datos del cliente y medidor – CNEC APP

El usuario puede observar los detalles de facturación de cada mes, así como también los consumos en energía eléctrica figura 1.18. Estos consumos que se muestra al usuario no son realmente el consumo exacto son mediciones promedio de energía, lo cual perjudica al usuario y a la empresa [45].

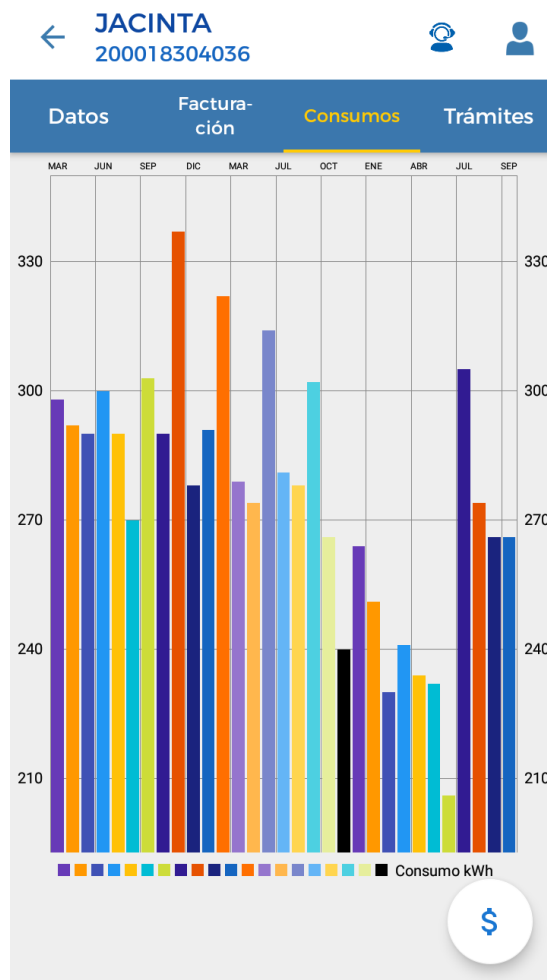


Figura 1.18 Consumos KWh del cliente – CNEL APP

Para una solicitud de reclamo el cliente lo puede realizar a través de la aplicación para ahorrar tiempo y movilización (figura 1.19). A su vez, se observa que la aplicación tiene la opción de tomar foto al medidor para proceder a observar el valor de lectura de este (figura 1.20). También se encuentra la opción de formas de pago que le permite al cliente a través online establecer convenios de pago de su valor de factura que van desde un plazo de tres meses en adelante con la finalidad de evitar congestionamiento en las ventanillas de servicio al cliente.

← SOLICITUD DE RECLAMOS

CÓDIGO DE SERVICIO

TIPO DE RECLAMO

CLASIFICACIÓN

DIRECCIÓN

OBSERVACIÓN

 SUBIR FOTO



Enviar >

Figura 1.19 Solicitud de reclamo – CNEL APP

LECTURA DEL MEDIDOR
JACINTA - 200018304036



Figura 1.20 Lectura de medidor – CNEL APP

A partir del 2010 el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), a través de la CNEL EP ha brindado a los clientes de la unidad de negocio de Guayaquil la instalación de 106.771 medidores inteligentes con la tecnología Infraestructura Avanzada de Medición (AMI). Los sectores que se ven beneficiados con estos medidores inteligentes son: Ceibos, Puerto Azul, ciudadelas de la vía a la costa, Urdesa, Álamos, Alborada entre otras [46].

Este tipo de tecnología AMI permite que los medidores inteligentes se interconecten por medio de radiofrecuencias haciendo repeticiones entre sí y la información que recaban es enviada a un colector, el cual después la envía a las redes de la empresa eléctrica, permite a los clientes un servicio de calidad ya que cuenta con reconexión inmediata, calcula el consumo exacto del usuario por hora, día, semana y mes con un margen de error del 0.5% [45] pueden reportar eventos de pérdida de energía a través de comunicación inalámbrica.

Interagua

Interagua es la primera empresa ecuatoriana de servicios básicos encargada de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial (aguas lluvias) para Guayaquil [47,48]. La ciudadanía puede acceder y visualizar información de facturas de planillas, ver consumo, trámites, ver pagos, reclamos, simulador de convenio, pago en línea a través de los canales virtuales como: centro de atención telefónica 134, página web, chatea con Suri desde la página web y en Facebook y desde la App de la agenda virtual Interagua.

Interagua APP

La aplicación Interagua está disponible para Android e IOS en Google Play y App Store. En la figura 1.21 se observa que el usuario puede revisar el valor facturado de su consumo de agua potable.



Figura 1.21 Consumos facturados – Interagua APP

En la figura 1.22 se observa que el cliente tiene las opción disponibles en tiempo real para reportes y trámites respectivos.



Figura 1.22 Reportes y Trámites – Interagua APP

El cliente tiene la opción de revisar sus facturas de consumo y pagos realizados de acuerdo a las fechas de búsqueda como se observa en la figura 1.23.

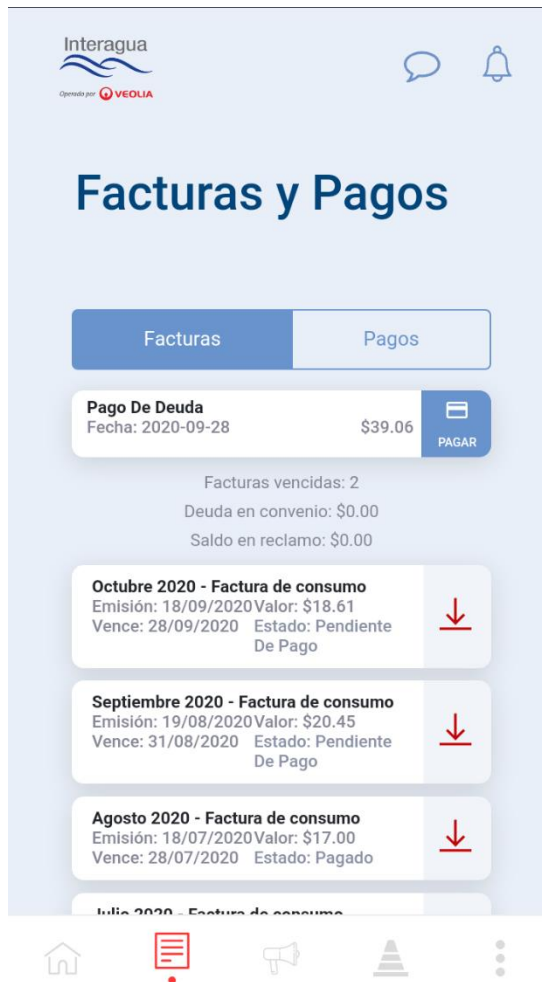


Figura 1.23 Facturas y pago – Interagua APP

En la figura 1.24 se observa la opción de tomar la captura de consumo eléctrico en el medidor e ingresar la lectura respectiva para de forma remota proceder a facturar por parte de la institución.



Figura 1.24 Autolectura – Interagua APP

Geoportal del GAD Municipal de Guayaquil

El municipio de Guayaquil presenta la iniciativa de datos abiertos, en la que desde el repositorio Geoportal del GAD Municipal de Guayaquil se aprecia la información que se encuentra disponible a la ciudadanía.

Entre las categorías de datos ofrecidos se tiene datos sobre vialidad, cartografía base, infraestructura, suelo, Gestión de Riesgos de Desastres y Cooperación, documentos públicos, medio ambiente, servicio Open Geospatial Consortium (OGC) además, se cuenta con mapas interactivos que proveen el acceso a las ubicaciones y planos de sitios desplegados dentro de la ciudad de Guayaquil como: Hospitales y centros educativos, ubicación de pluviómetros, zonas seguras y albergues, uso de suelo, información catastral de predios urbanos y rurales [49]. A continuación, se observa dos de estos mapas interactivos. En la

figura 1.25, se presenta de forma detallada la ubicación de hospitales, centros de salud y educativos.

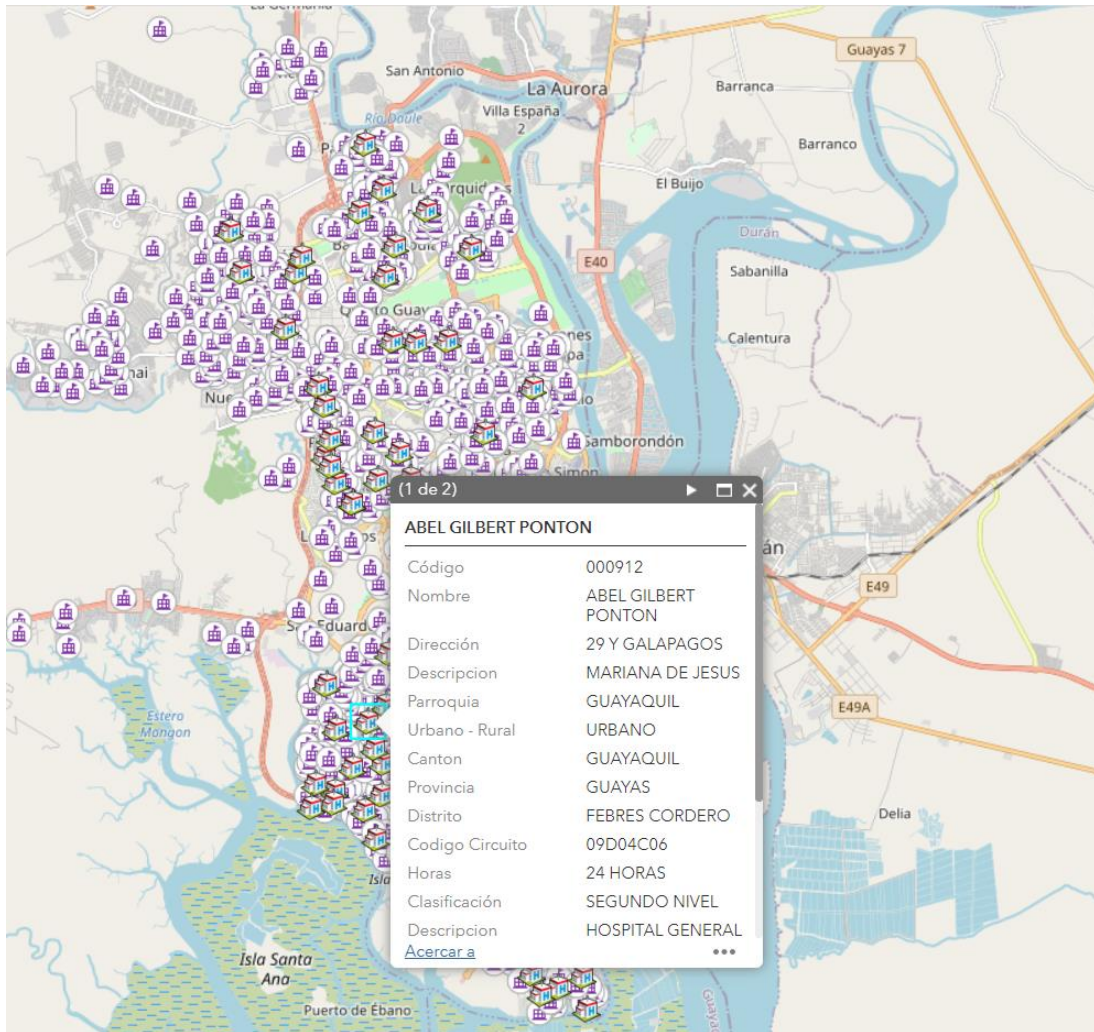


Figura 1.25 Mapa de hospitales, centros de salud y educativos [50]

En la figura 1.26, se muestra la ubicación de zonas seguras, albergues en la que la ciudadanía puede acudir en caso de desastres naturales.

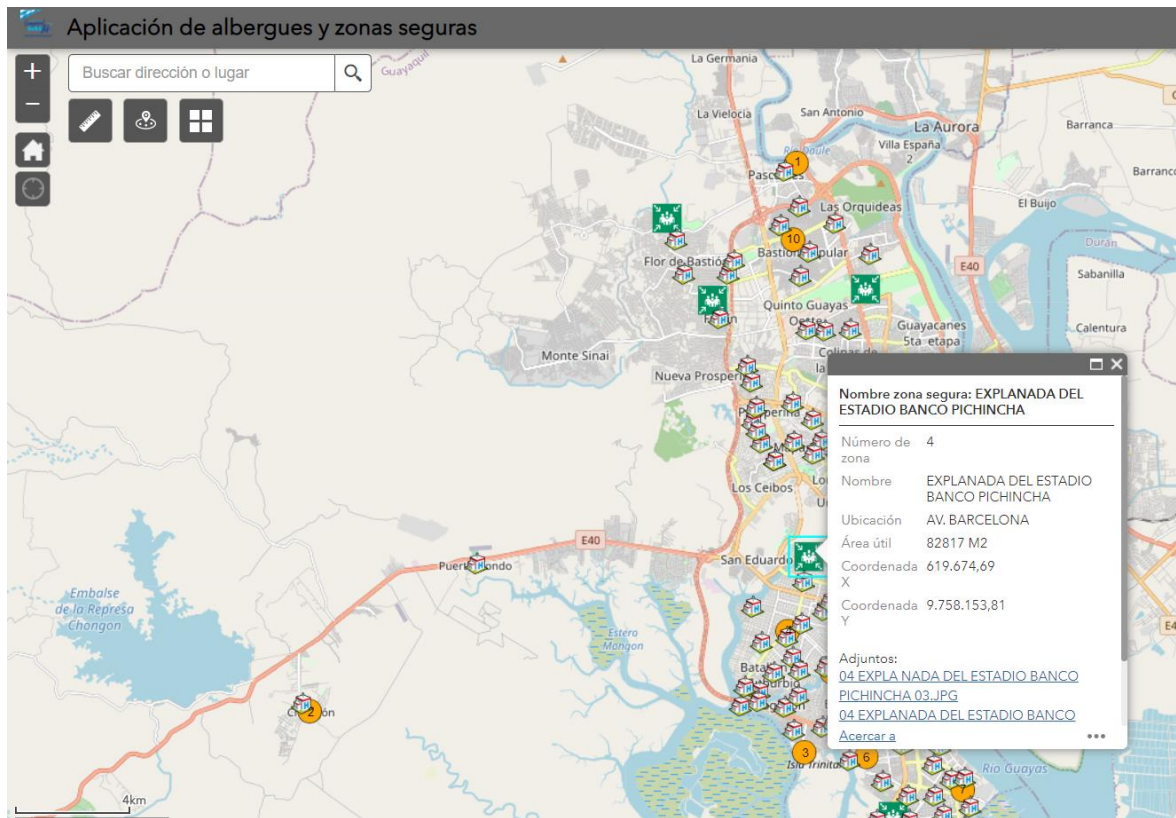


Figura 1.26 Mapa de zonas seguras y albergues [51]

1.4.7 Disponibilidad de Datos Abiertos de telemetría

En esta sección se presenta un estudio de los tipos de datos que son obtenidos por medio de la telemetría en la ciudad de Guayaquil.

Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI)

INAMHI es un Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador cuyo propósito es de proporcionar información fundamental sobre condiciones del tiempo, el clima y recursos hídricos a lo largo del tiempo para cumplir la necesidad y derecho de los ciudadanos. El INAMHI el contexto nacional está adscrito a la Secretaria de Gestión de Riesgos y es miembro de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organización intergubernamental especializada de las Naciones Unidas para la Meteorología, la Hidrología Operativa y las Ciencias Conexas [52]

Esta institución cuenta con tecnología aplicada para vigilar y predecir el comportamiento atmosférico y las aguas interiores con la posibilidad de emitir alertas tempranas sobre condiciones atmosféricas que permiten salvaguardar las

vidas de las personas y daños en el medio ambiente. Cuenta con sistemas de cooperación y canales de comunicación con instituciones de otros países de acuerdo con las políticas a nivel internacional, para el suministro de información y trabajo en conjunto sobre temas relacionados a condiciones climáticas, además presenta un dialogo oportuno con los medios de comunicación en todos los campos tecnológicos para la entrega del pronóstico diario del tiempo en el Ecuador [52].

El INAMHI opera con dos tipos de estaciones: Una son las estaciones convencionales que son más antiguas y las estaciones automáticas instaladas en los últimos años; estas estaciones se observan en las figuras 1.27 y 1.28 respectivamente.



Figura 1.27 Estaciones Meteorológicas [53]



Figura 1.28 Estaciones Meteorológicas [54]

De acuerdo con [55] el INAMHI contaba con 118 estaciones meteorológicas en el año 2018. Sin embargo, a la fecha de esta investigación, INAMHI cuenta con 133 estaciones meteorológicas automáticas desplegadas a lo largo del territorio nacional según se muestra en el mapa esta institución.

EL INAMHI brinda diversos servicios a nivel nacional, las cuales se detallan a continuación de acuerdo con la información proporcionada en su página web [56].

<p>Pronósticos del tiempo</p>	<p>Se detalla fenómenos meteorológicos con incidencia en los próximos 3 días de las principales ciudades desde la consulta realizada por la ciudadanía [57].</p>
<p>Pronósticos de radiación UV</p>	<p>Indica una previsión para el siguiente día sobre los niveles de radiación UV. Estos datos son obtenidos de forma satelital. La emisión del boletín es de forma diaria en horas de la noche [58].</p>
<p>Pronósticos de focos de calor</p>	<p>Emisión de posibles variables propensos a activar y propagar incendios forestales. La emisión del boletín se efectúa de forma diaria en horas de la noche [59].</p>
<p>Nowcasting (Pronostico a muy corto plazo)</p>	<p>Detalla fenómenos meteorológicos que tendrá vigencia durante las próximas 3 horas desde la consulta realizada por el ciudadano [60].</p>
<p>Boletines de alerta temprana</p>	<p>Informes emitidos que se detallan según el protocolo de 48 a 72 horas antes de ocurrir un evento que pueda presentar un potencial riesgo para la seguridad de los ciudadanos [61].</p>

Pronostico climático	Informe con detalles de los próximos días y una tendencia sobre los 3 meses siguientes basada en el historial estadístico desde hace 30 años para cada región del Ecuador [62].
Pronostico Agroclimatológico	Detalles sobre condiciones climatológicas aplicado en las diferentes regiones sobre los productos agrícolas [63].
Pronostico cuantitativo	Datos estadísticos sobre la cantidad de lluvia que se prevé caiga en cada región del Ecuador [64].
Pronósticos de trayectoria del viento	Presenta detalles sobre la dirección del viento en localidades particulares en caso de alguna dispersión de ceniza ocasionada por alguna actividad volcánica. La emisión del boletín es de forma diaria y en caso de actividad volcánica [65].
Pronóstico de perspectivas hidrológicas	Determina el comportamiento de los caudales de los ríos mediante el uso de software especializado y estudio meteorológico [66].
Modelos numéricos	Mediante modelos físico-matemáticos y con software especializado, permite determinar información predictiva en varias escalas de tiempo [67].
Pronósticos especiales	Emisión de boletines atmosféricos en feriados nacionales o a nivel local, eventos públicos masivos, info flash publicados en redes sociales [56].

Tabla 1.2 Servicios proporcionados por el INAMHI [54]

Gran parte de estos servicios son emitidos y detallados por medio de boletines públicos para que puedan conocer los pronósticos de varios factores climáticos del Ecuador. Esta información es posible conocer una vez que sean emitidos por parte del INAMHI y no son datos que se pueda visualizar en tiempo real. Además, estos boletines son predicciones climáticas y en algunos casos no se encuentra con información actualizada desde sus repositorios. Sin embargo, con base a la investigación realizada en la ciudad de Guayaquil, esta si cuenta con fuentes de datos que son obtenidos por medio de la telemetría. A continuación, se detallan estas iniciativas:

Red de estaciones hidrológicas

Se presentan datos del estado de los niveles de los caudales de varios ríos monitoreados del Ecuador [68]. En la figura 1.29 se observa las estaciones hidrológicas con transmisión GOES el cual es un medio de comunicación en la red de estaciones automáticas del INAMHI [56] que permiten la medición de parámetros en tiempo real.

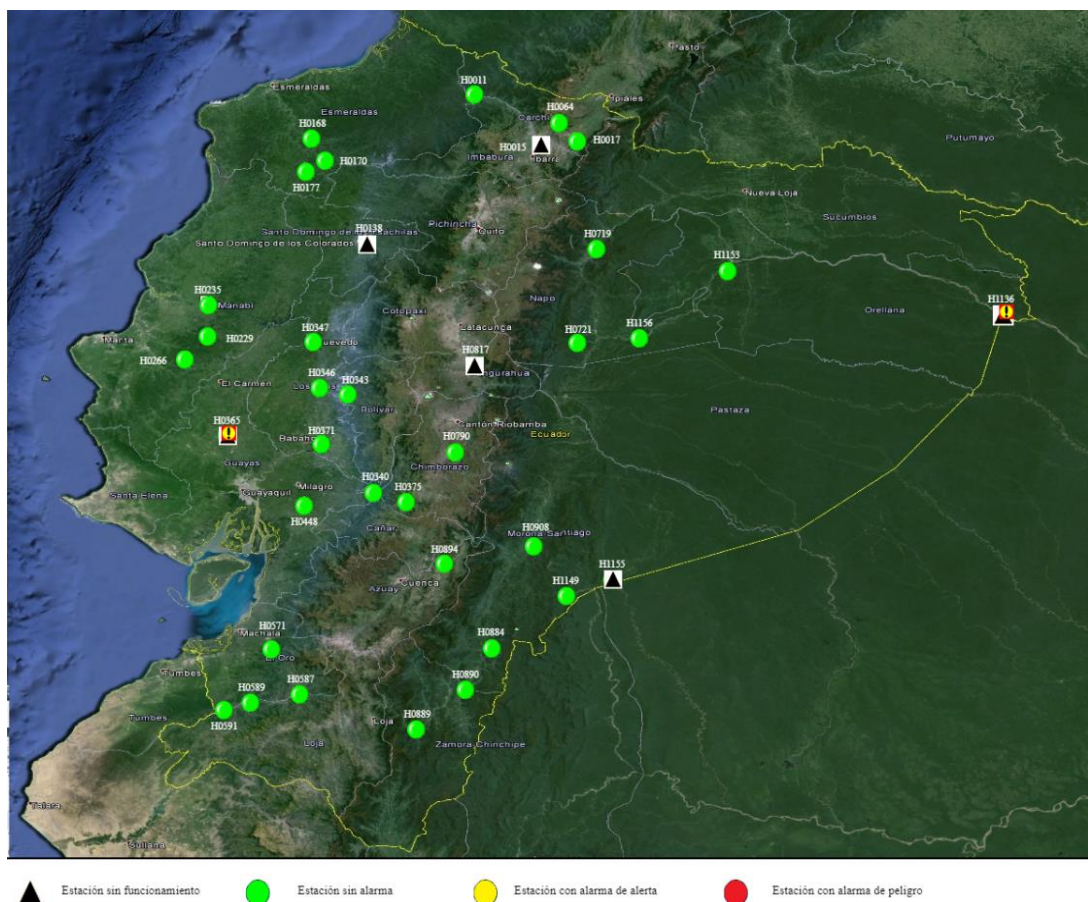


Figura 1.29 Estaciones Hidrológicas principales del Ecuador [68]

En la figura 1.30 se muestra los niveles de agua del río Payo monitoreada por la estación Payo AJ BULUBULU con código H0448 ubicada en el cantón El Triunfo.

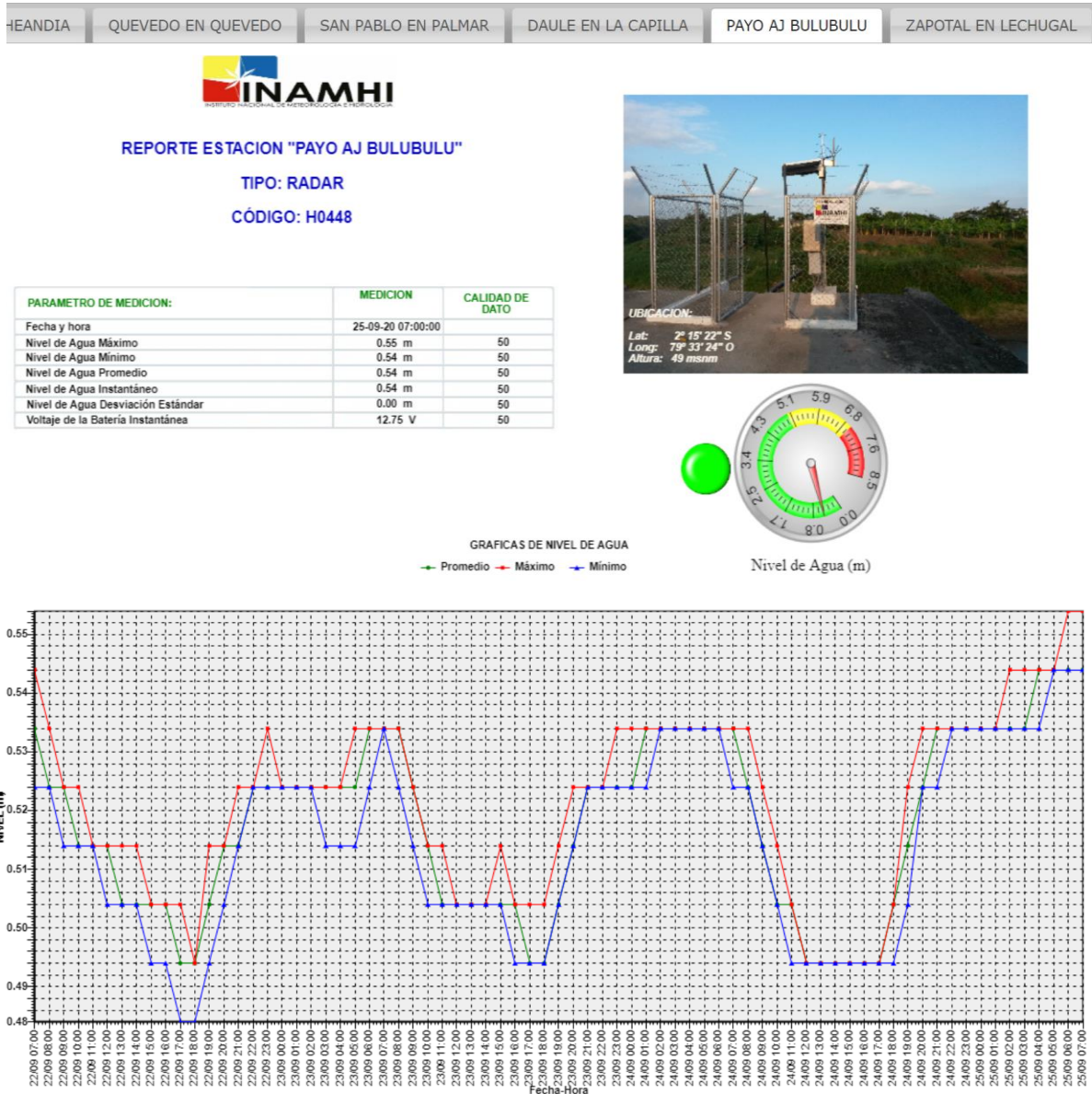


Figura 1.30 Estación Hidrológica: PAYO AJ BULUBULU [68]

En la figura 1.31, se muestran datos en tiempo real de estaciones hidrológicas sobre los niveles de los caudales de varios ríos, en este caso se presenta datos relacionados a la demarcación del Guayas

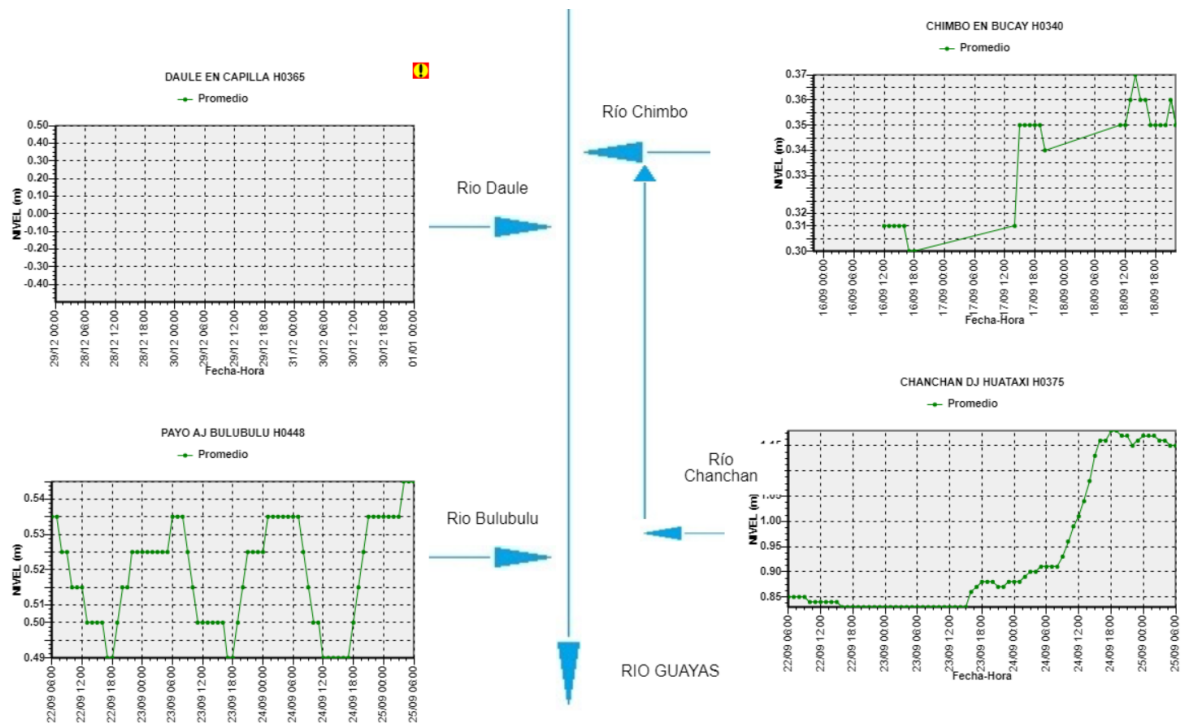


Figura 1.31 Estaciones Hidrológicas: Datos de demarcación Guayas del INAMHI [68]

Adicionalmente, presentan un sistema de visualización interactiva de datos hidrológicas, pero en la presenta investigación esta interfaz tenía problemas y no mostraba datos en tiempo real. [69].

Monitoreo de radiación ultravioleta

Se muestra un sistema de visualización sobre los índices de radiación UV de varias regiones del Ecuador en tiempo real en la siguiente figura 1.32 [70].

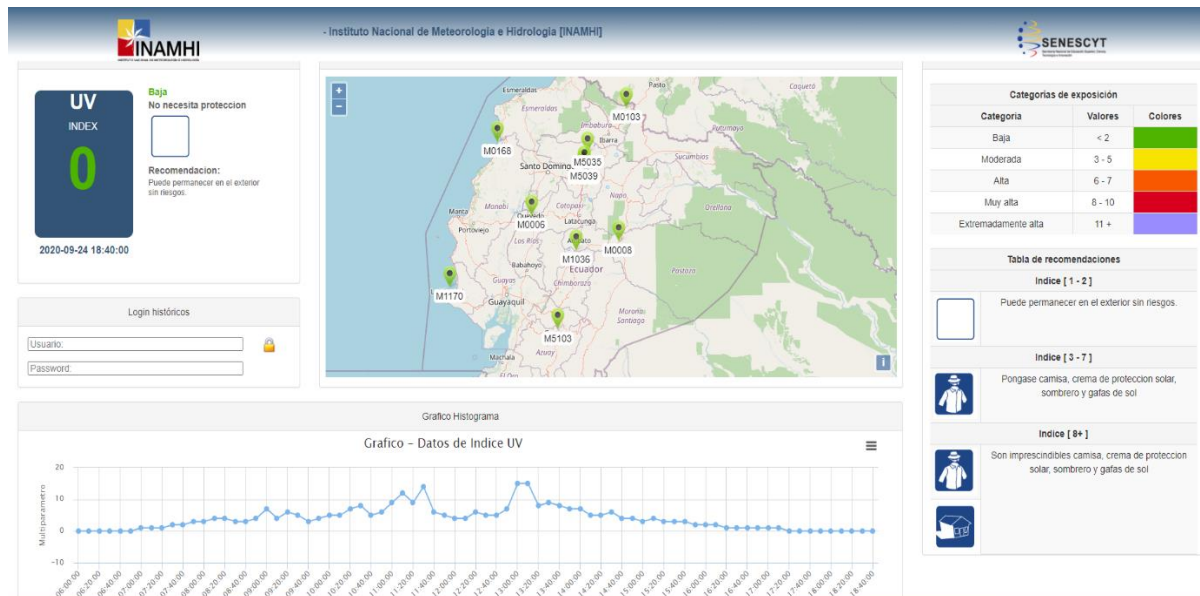


Figura 1.32 Visualizador de datos índice UV del INAMHI [70]

Red de Radares en el DMQ

Muestra la ubicación de los radares meteorológicos y los índices que monitorean. Se puede verificar información hasta las últimas 24 horas desde su consulta. Cabe recalcar que este servicio se limita únicamente para la ciudad de Quito.

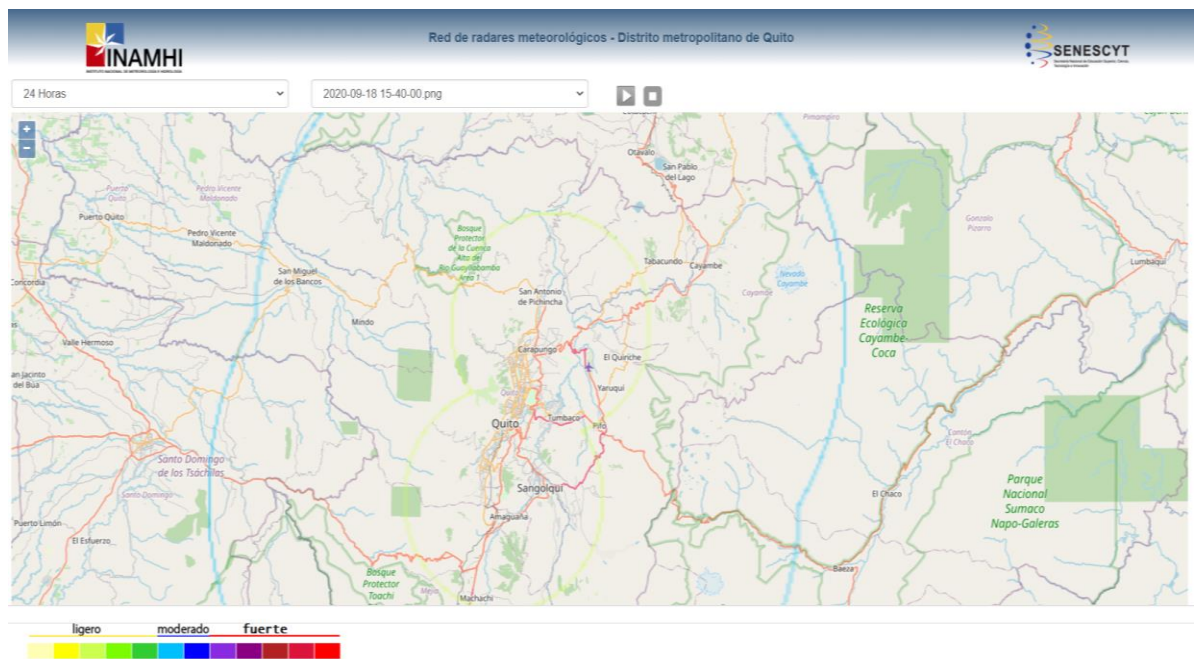


Figura 1.33 Visualizador de la red de radares meteorológicos para el Distrito metropolitano de Quito [71]

Secuencias diarias de estaciones meteorológicas convencionales

Se presenta información sobre los datos registrados en la red estaciones meteorológicas convencionales a nivel nacional. Estos datos no se muestran actualizados a la fecha según se observa en la figura 1.34.

I	MAX	MIN	RR	12Z	15Z	18Z	21Z	00Z	MAX	MIN	RR	12Z	15Z	18Z	21Z	00Z	
	30.3	23.9	0.0	24 111 16 0-07 23-10	26 127 20 0-09 24-6	29 126 20 0-05 23-9	28 109 24 0-01 22-8	28 105 20 0-02 22-6		SANTA ELENA 84298	30.4	26.0	0.0	26 121 18 0-06 23-5	28 137 18 0-04 23-6	29 123 16 0-03 23-6	29 093 16 0-06 24-10
BALTRA AER. 84001	21.8	0.0	22 116 20 0-00 21-0	29 128 25 0-00 23-0				SALINAS AER. 84200	29.1	23.3	57.4	24 113 8 1-00 23-1	26 124 14 0-05 24-4	28 104 16 0-03 24-2	29 075 15 0-05 24-2	28 083 12 0-02 25-2	
SAN CRISTOBAL X3E 84008	30.2	22.4	0.0	22 094 20 0-03 20-3	26 110 24 0-10 23-5	29 109 20 0-03 24-5	30 089 20 0-04 23-5	28 086 20 0-02 23-4	MILAGRO 84202	30.6	25.0	10.0	25 119 5 6 1-02 24-7	26 136 16 0-03 24-1	30 114 16 0-04 25-7	29 083 16 0-03 24-5	28 099 16 0-02 21-8
S. CRISTOBAL AER 84010	29.5	23.5	0.3	24 129 20 0-04 24-0		28 123 20 0-04 23-6	27 100 20 0-01 25-4		CUAYAQUIL AER 84203								
ESMERALDAS AER 84018									CUAYAQUIL M216 84204								
MUISNE 84029	29.8	21.4	21.2	22 110 5 2-0 22-0	25 110 15 0-02 22-2	28 110 15 0-02 22-2	29 110 20 0-02 22-2	24 110 18 0-04 23-4	LA TRONCAL L003 84214								
LA CONCORDIA EBS 84050	27.8	20.0	73.5	21 110 2 1-0 21-0	24 110 18 0-00 22-0	27 110 18 0-02 24-2	26 110 6 2-0 22-0	5 24 110 42 2-0 21-0	SANTA ISABEL M032 84249	31.1	24.9	0.0	25 123 12 0-01 23-2	29 133 12 0-01 24-2	30 113 12 0-03 24-9	29 092 12 0-02 24-3	28 110 12 0-00 24-4
S. DOMINGO AER 84069									STA. ROSA AER 84252								
S. VICENTE AER 84101									ZARUMA Z019 84257	31.6	23.8	0.3	24 136 20 0-06 23-5	29 148 20 0-07 24-2	30 127 20 0-01 24-3	31 085 20 0-04 24-8	
CHONE M441 84102	31.4	22.2	17.0	22 103 18 0-00 22-2	27 103 25 0-00 23-4	30 101 20 0-01 24-4	31 100 25 0-03 23-4	27 100 18 0-00 23-4	NUEVA LOJA AER 84063	31.8	23.7	0.1	24 125 20 0-06 23-1	29 126 20 0-07 24-4	31 113 20 0-04 24-4	31 071 20 0-05 24-3	
PUERTO ILA PILA 84105	29.7	24.9	T	26 126 16 0-03 24-1	27 144 16 0-03 24-4	29 124 16 0-01 25-6	30 096 16 0-01 25-7	27 111 18 0-03 23-4	EL COCA AER. 84099	33.4	24.4	0.5	25 120 20 0-05 24-5	30 126 20 0-04 25-4	32 113 20 0-04 25-4	32 080 20 0-04 24-4	
MANTA AER. 84117	29.2	18.2	75.5	22 110 5 2-0 21-0		28 110 5 2-0 21-0		26 110 5 2-0 21-0	NUO. ROCAFUERTE N046 84132								
S. JUAN LA MAMA M12A 84120	32.9	23.8	0.2														

Figura 1.34 Datos registrados de estaciones convencionales del INAMHI [72]

Aplicación INAMHI TIEMPO

Es una aplicación para dispositivos móviles en la que la ciudadanía puede visualizar un pronóstico del tiempo dentro de los próximos 3 días de las principales ciudades del territorio ecuatoriano.



INAMHI-TIEMPO

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Tiempo ★★★★★ 39

Todos

Esta app es compatible con todos tus dispositivos.

Agregar a la lista de deseos

Instalar



Figura 1.35 Aplicación INAMHI TIEMPO para dispositivos móviles [73]

Red de Estaciones Meteorológicas

Estas estaciones recopilan datos climáticos y están disponibles para su visualización en tiempo real [74]. En la figura 1.36, se muestra las estaciones desplegadas en todo el territorio nacional con las coordenadas respectivas de sus ubicaciones.

Además, en la figura 1.38 se muestran algunos parámetros climatológicos instantáneos de ciertas ciudades del territorio ecuatoriano.

Fecha Hora (GMT-5)	Estación	T(°C)	H(%)	Pr(mm)	Pa(Hpa)	Wd(°)	Ws(m/s)
2020-09-18 12:00:00	BAHIA DE CARAQUEZ-PUCE	26.4	1		1009.7		1.9
2020-09-18 12:00:00	CARIAMANGA	22.4	64		806.2		0.9
2020-09-18 12:00:00	CAÑAR	12.4	88		708.9		1.5
2020-09-18 12:00:00	CHONE-U.CATOLICA	26.3	73		1009.1		1.5
2020-09-18 12:00:00	EL ANGEL	16.9	61		715.4		4.2
2020-09-18 12:00:00	EMOV - EP CUENCA	20.6	50		751.5		1.3
2020-09-18 12:00:00	IBARRA - 1	20.4	67		780.7		3.6
2020-09-18 12:00:00	IZOBAMBA	15.7	66		708.5		4.1
2020-09-18 12:00:00	IÑAQUITO	19.4	46		731.8		0.7
2020-09-18 12:00:00	LA TOLA	20.7	51		758.3		0.4
2020-09-18 12:00:00	LOJA - LA ARGELIA	17.2	82		789.1		2.7
2020-09-18 12:00:00	MACAS SAN ISIDRO-PNS	24.4	80		499.8		0.8
2020-09-18 12:00:00	MILAGRO (INGENIO VALDEZ)	26.2	71		1010.8		1.6
2020-09-18 12:00:00	OTAVALO	19.9	55		754.3		0.5
2020-09-18 12:00:00	PICHILINGUE	26.8	73		1004.9		1.1

Figura 1.38 Parámetros instantáneos monitoreados por las estaciones del INAMHI [74]

Esta iniciativa de Datos Abiertos presentada por el INAMHI muestra de forma diaria sus datos en tiempo real, estando disponible su visualización las últimas 24 horas. Sin embargo, no se evidenció la opción para observar datos de fechas anteriores monitoreadas por las estaciones meteorológicas.

En caso de requerir una base de datos histórica, se debe realizar la debida solicitud por escrito dirigida al instituto INAMHI, como se detalla en el ANEXO A.

Según la entrevista realizada al INAMHI en la ciudad de Quito en el año 2018, se indicó que no cuentan con los recursos económicos suficientes por parte del Gobierno para implementar una plataforma que les permita almacenar los datos monitoreados en algún repositorio web [75]. Según la figura 1.39, se puede visualizar los datos monitoreados de las últimas 24 horas a partir de la consulta realizada, posterior a este período los datos no están disponibles.

ESTACION: GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN)

Exportar Tabla a Excel

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION (°) INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
2020-08-10 20:00:00	73				620.2	25.6			142	1.8
2020-08-10 19:00:00	62	73	62	0	744.6	27.2	27.2	25.7	168	0.4
2020-08-10 18:00:00	62	64	61	0	787.6	28.1	28.1	27	109	1.6
2020-08-10 17:00:00	58	62	58	0	767.2	29.2	29.4	28.1	101	1.5
2020-08-10 16:00:00	54	58	52	0	700	30.3	30.9	29	103	2.8
2020-08-10 15:00:00	52	56	51	0	693.1	30.8	30.9	29.2	93	2.2
2020-08-10 14:00:00	55	57	52	0	672.5	28.6	30.5	28.4	75	2.3
2020-08-10 13:00:00	51	56	51	0	656.7	29.5	30.2	28.4	128	1.6
2020-08-10 12:00:00	56	58	52	0	658	27.7	29.1	27.2	296	0.3
2020-08-10 11:00:00	65	69	56	0	758.3	24.7	27.6	24.1	204	2.5
2020-08-10 10:00:00	74	77	62	0	748.5	22.6	25.8	22.2	143	1.8
2020-08-10 09:00:00	83	83	72	0	576.3	20.9	23.1	20.8	163	1.5
2020-08-10 08:00:00	87	88	80	0	567.7	20	21.3	19.7	170	0.7
2020-08-10 07:00:00	90	91	87	0	566.5	19.6	20.1	19.4	193	1.6
2020-08-10 06:00:00	90	91	89	0	566.7	19.4	19.7	19.2	198	2
2020-08-10 05:00:00	89	90	88	0	560.9	19.5	19.8	19.2	137	0.7
2020-08-10 04:00:00	88	90	88	0.1	555.1	19.8	19.8	19.1	186	2.5
2020-08-10 03:00:00	87	89	87	0	561.7	20	20	19.3	192	2.2
2020-08-10 02:00:00	88	88	87	0	560.7	19.6	20	19.4	179	1.5
2020-08-10 01:00:00	85	87	84	0	553	20.2	20.3	19.8	157	1.5
2020-08-10 00:00:00	84	85	82	0	556.1	20.4	20.7	19.9	154	1.8
2020-08-09 23:00:00	83	85	83	0	660	20.6	20.6	20.1	134	2.4
2020-08-09 22:00:00	80	83	79	0	547.7	21.1	21.1	20.5	138	1.8

Figura 1.39 Datos tomados de la estación INAMHI M1271 [74]

Agencia Espacial Civil Ecuatoriana

La Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA) es un organismo civil independiente de desarrollo e investigación fundada el 1 de noviembre del 2007 en la ciudad de Guayaquil, que se encarga de la investigación científica en campos de la ciencia espacial y planetaria, además de la gestión del Programa Espacial Civil Ecuatoriano. El 29 de septiembre del 2008, EXA forma miembro de la Federación Astronáutica Internacional (IAF) en calidad de Agencia Espacial [76]. Cuenta con un repositorio web que brinda diversos servicios a la ciudadanía, los cuales se detallan a continuación:

Centro de Imágenes Satelitales de Tiempo Real

Se presenta en la figura 1.40 algunas imágenes satelitales en tiempo real desde las fuentes SSEC - Universidad de Wisconsin/Madison - KNMI – ESA - NASA - DLR World Data Center Alemania - Environmental Canadá según se menciona en su repositorio web [77].

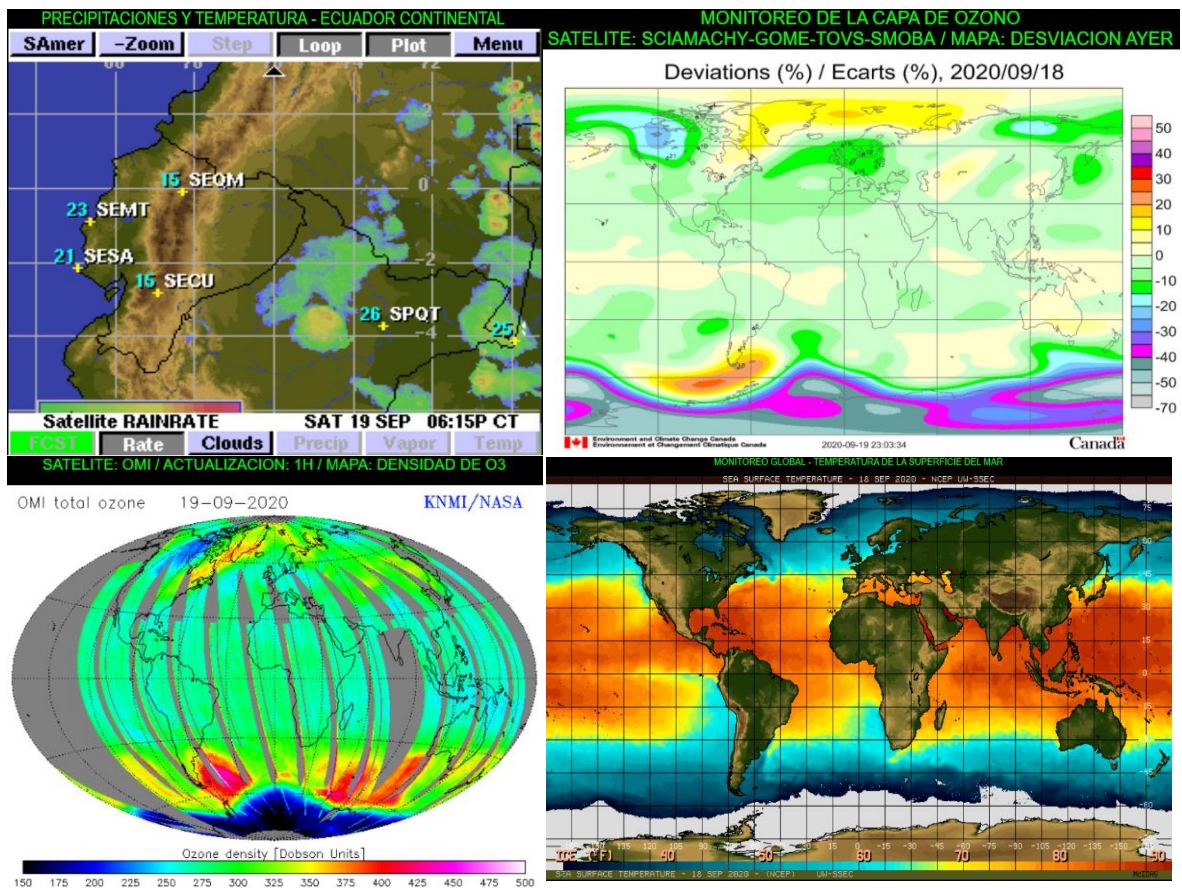


Figura 1.40 Imágenes satélites proyectadas desde EXA [77]

Reporte de la posición de la Estación Espacial

Se muestra en tiempo real la posición actual de la Estación Internacional y las coordenadas que se predecirá se encuentra esta estación en los próximos 10 días en las figuras 1.41 y 1.42 respectivamente.

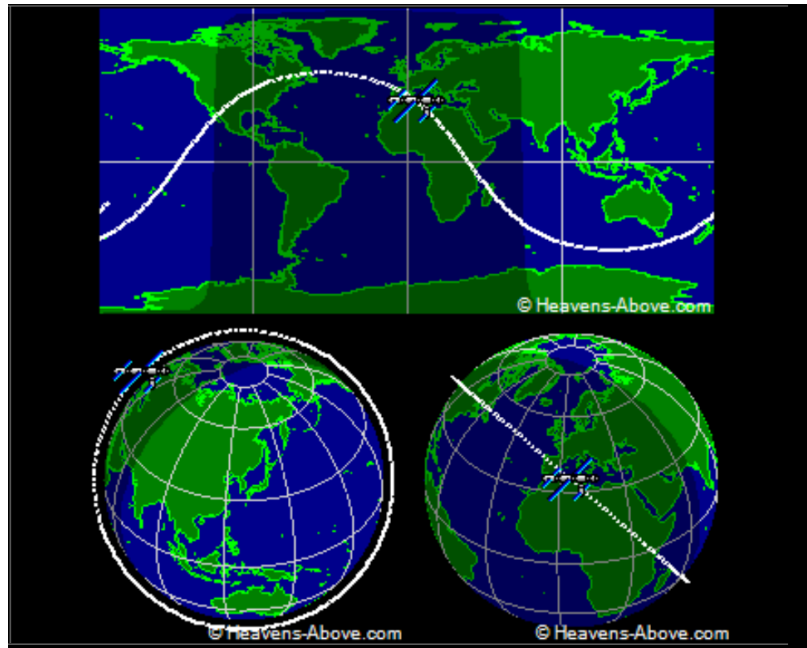


Figura 1.41 Posición de la Estación Internacional en tiempo real [78]

10-DAY PREDICTIONS								
Object name SPACE STATION Live tracking More info Catalog # 25544 📍 , 1998-067A 📍 Observing location 190.131.29.36 Observing coord. Lat: -2.17°, Lng: -79.9° Change Local time zone GMT -5 📍				Uplink (MHz): 437.550 Downlink (MHz): 437.550 Beacon (MHz): Mode: 1200bps AFSK Call sign: RS0ISS-4 -11 Status: Inactive				
Visible passes		Standard time		Local time		Print as PDF		
Start ↑		Max altitude			End ↓		All passes	
Date, UTC	Az	UTC	Az	EI	UTC	Az	Mag ↑	Info
20-Sep 09:16 am	NW 322°	09:21 am	SW 225°	75°	09:26 am	SE 147°	+0.3	Map and details
20-Sep 08:51 pm	SW 218°	08:57 pm	WNW 292°	73°	09:02 pm	NE 32°	-2.3	Map and details
21-Sep 08:29 am	NNW 335°	08:34 am	NE 58°	41°	08:39 am	SE 133°	-	Map and details
21-Sep 08:04 pm	SSW 205°	08:09 pm	SE 129°	42°	08:14 pm	NE 46°	-1.6	Map and details
22-Sep 07:42 am	N 350°	07:47 am	NE 56°	19°	07:51 am	ESE 119°	-	Map and details
22-Sep 09:19 am	WNW 292°	09:23 am	SW 234°	14°	09:28 am	S 175°	-	Map and details
22-Sep 07:17 pm	S 192°	07:22 pm	SE 127°	19°	07:27 pm	ENE 62°	-0.4	Map and details
22-Sep 08:54 pm	WSW 247°	08:59 pm	NW 306°	13°	09:03 pm	N 3°	+0.1	Map and details
23-Sep 08:31 am	NW 308°	08:36 am	SW 234°	29°	08:41 am	SSE 161°	-	Map and details
23-Sep 08:06 pm	SW 232°	08:11 pm	NW 308°	29°	08:16 pm	NNE 18°	-1.0	Map and details
24-Sep 07:43 am	NW 322°	07:48 am	SW 228°	74°	07:54 am	SE 147°	-	Map and details

Figura 1.42 Coordenadas de la ubicación de la Estación Internacional [79]

Sara: Sensores Atmosféricos Remotos Antárticos

Se presenta en la figura 1.43, algunas imágenes satélites sobre la Antártica ARE/FAE-01 cuyos datos obtenidos son desde las fuentes WDC/DLR - SSEC - NASA – ESA según se menciona en su repositorio web [80].

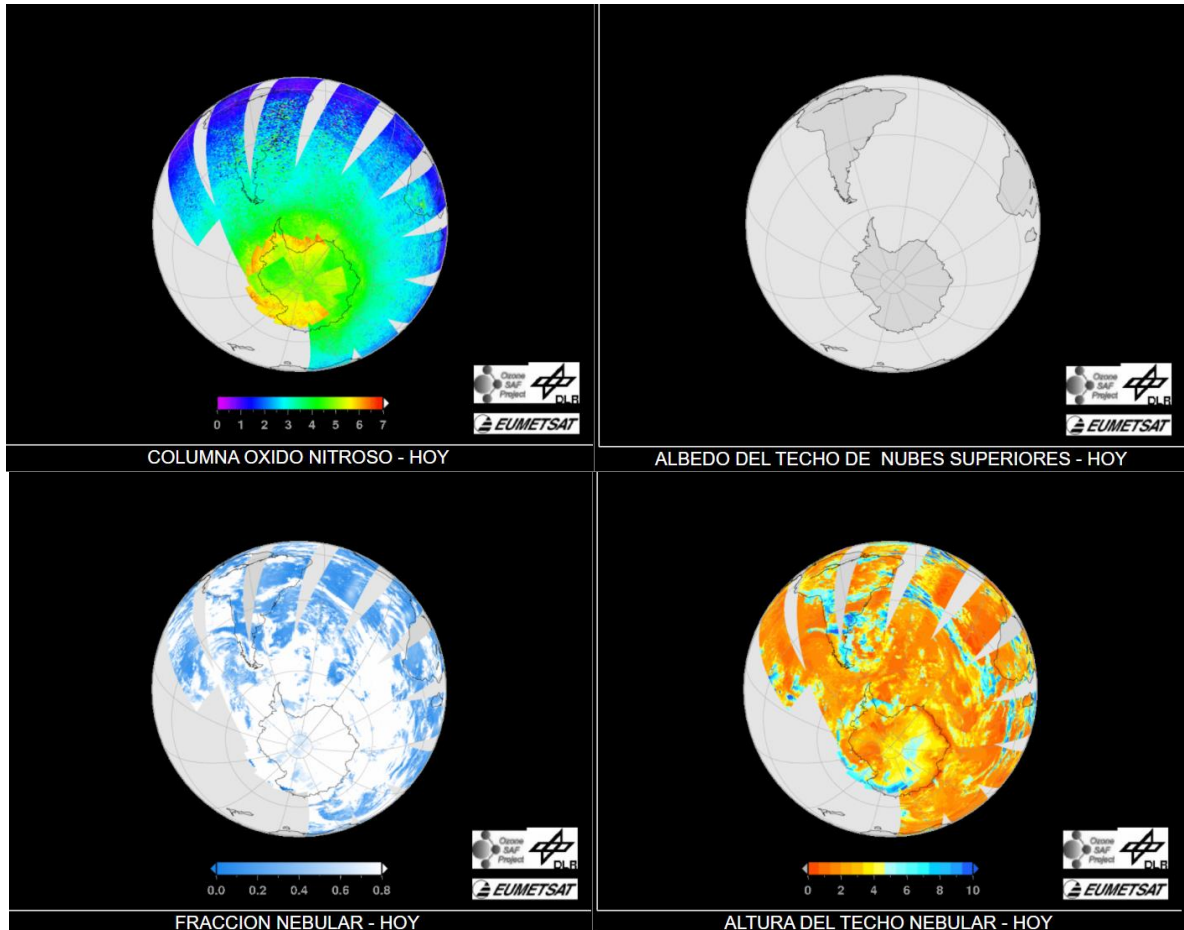


Figura 1.43 Gases de efecto invernadero y ozono de la región antártica [80]

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA GUAYAQUIL: EXA-ISS-1

Monitor Nacional de Radiación UV(MNR)

Este servicio brinda información sobre la radiación UV de Guayaquil, cuyos datos son reportados desde la estación EXA-ISS-1 ubicado en la ciudad. Estos datos se actualizan cada 5 minutos según indican en su repositorio [81]. En la figura 1.44 se muestra las últimas 12 horas de los datos monitoreados.

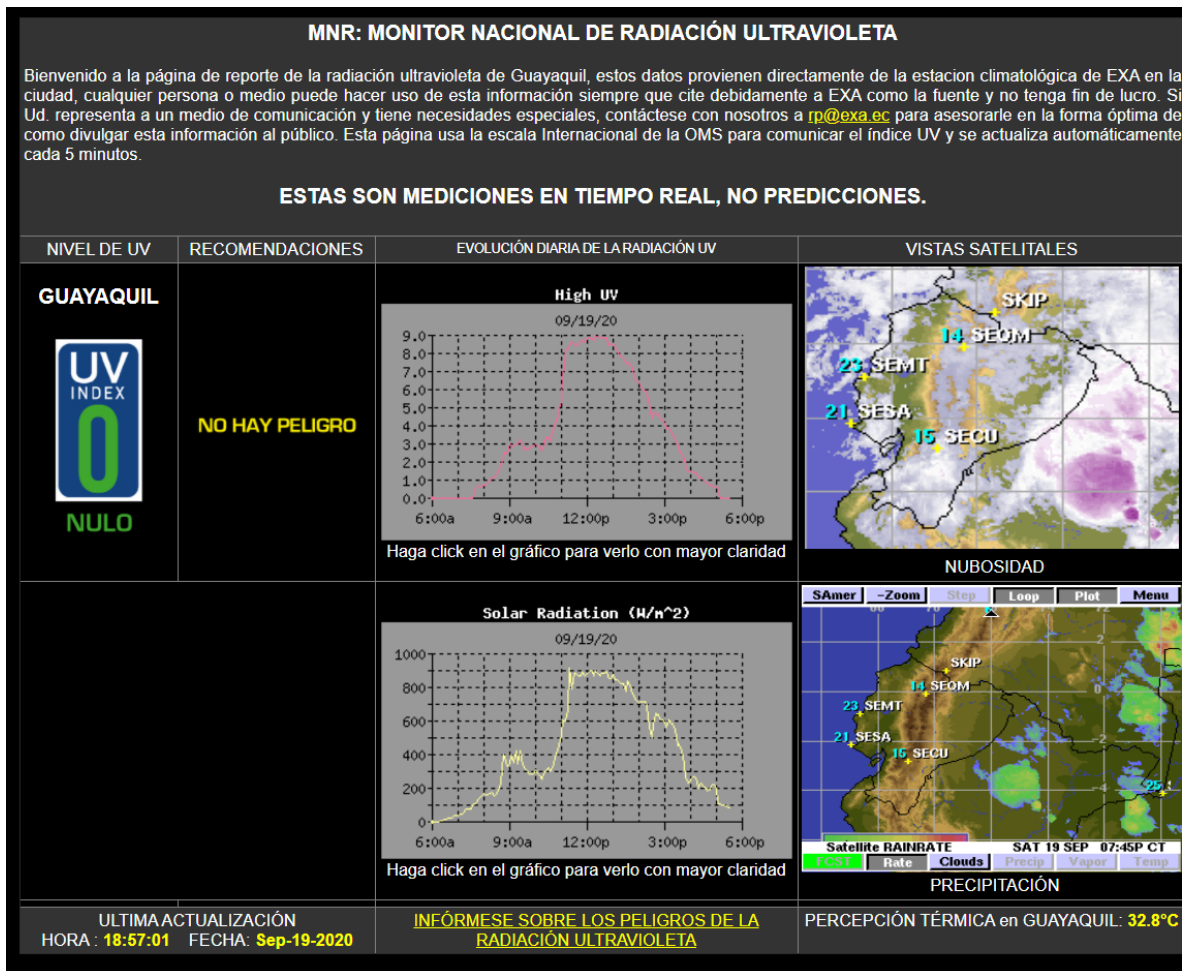


Figura 1.44 Historial de Radiación UV y radiación solar (últimas 12 horas) [82]

La figura 1.45 brinda el estado de la capa de ozono el cual varía dependiendo de las condiciones meteorológicas, temperatura, puntos de latitud y altitud. [82]

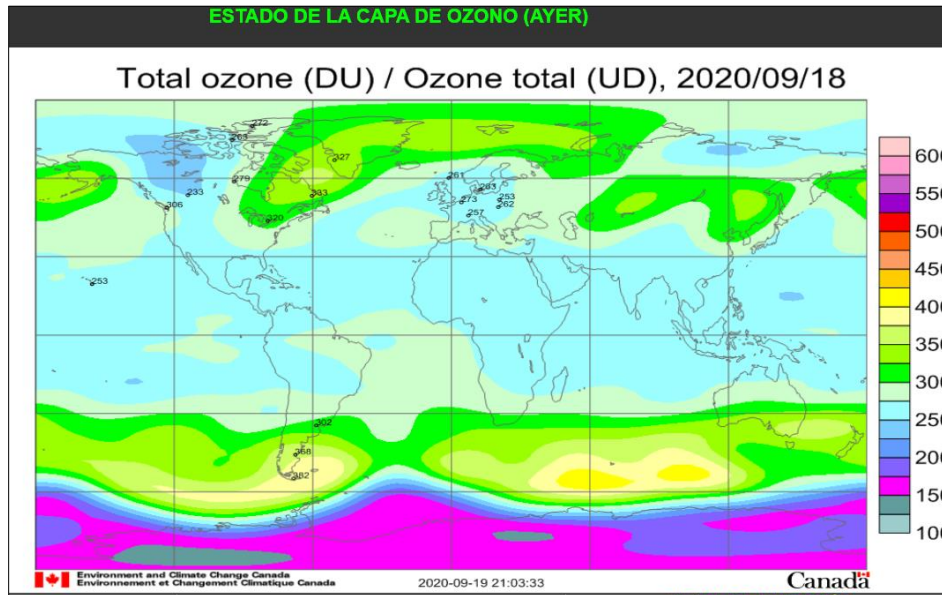


Figura 1.45 Estado de la capa de ozono [81]

Reporte Climático en Tiempo Real (RCTR)

Uno de los datos que se proyectan en el mapa, son temperatura y nubosidad del Ecuador utilizando sensores digitales propios de EXA y satélites meteorológicos de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Y EL Space Science and Engineering Center (SSEC). Las imágenes satélites se actualizan cada 30 minutos según mencionan en su repositorio web [83].

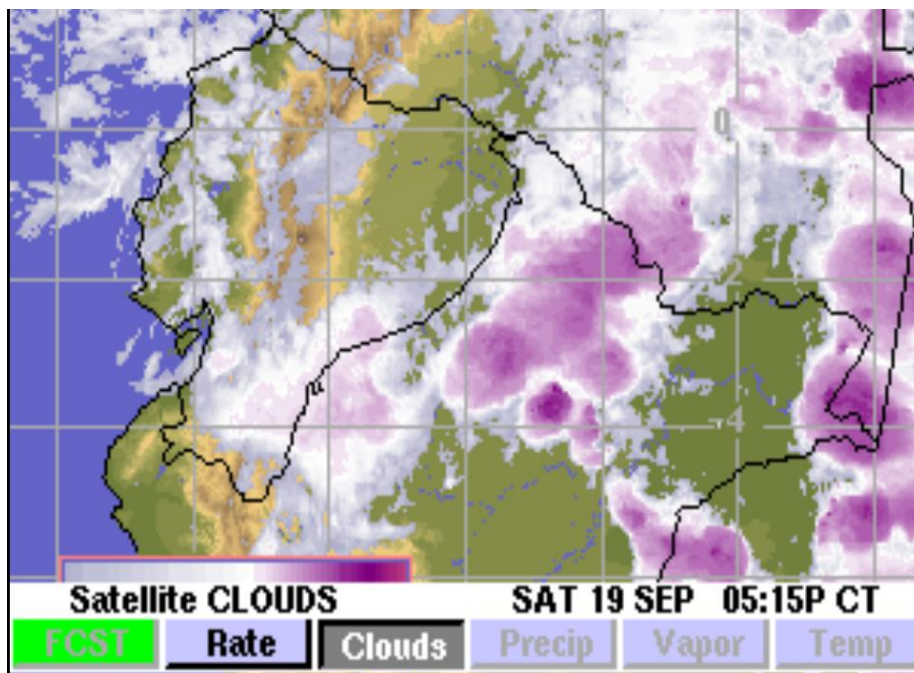


Figura 1.46 Monitoreo de temperatura y nubosidad [83]

En la figura 1.47, se presenta datos sobre los niveles de radiación ionizante proporcionados a la comunidad por el Sr. Jorge Mira según lo menciona [88].

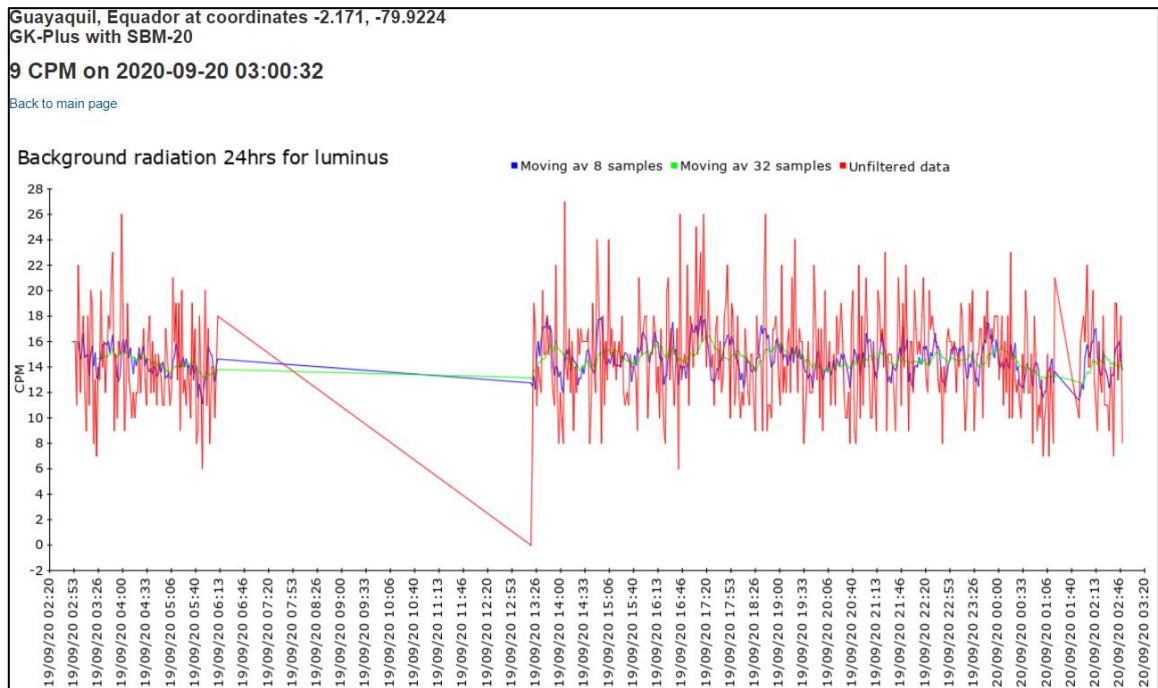


Figura 1.47 Monitoreo de los niveles de radiación ionizante [84]

Observatorio Climatológico EXA-ISS-1

La Agencia Espacial Ecuatoriana con el servicio denominado División de Ciencias Planetarias, brinda el reporte climatológico en tiempo real de la ciudad de Guayaquil. Esta institución presenta esta iniciativa al servicio de la comunidad en la que se muestra varios parámetros climatológicos cada 5 minutos según lo indica su repositorio web [85]. En la figura 1.48 se presenta la interfaz en que se proyectan los diferentes parámetros monitoreados por EXA-ISS-1.

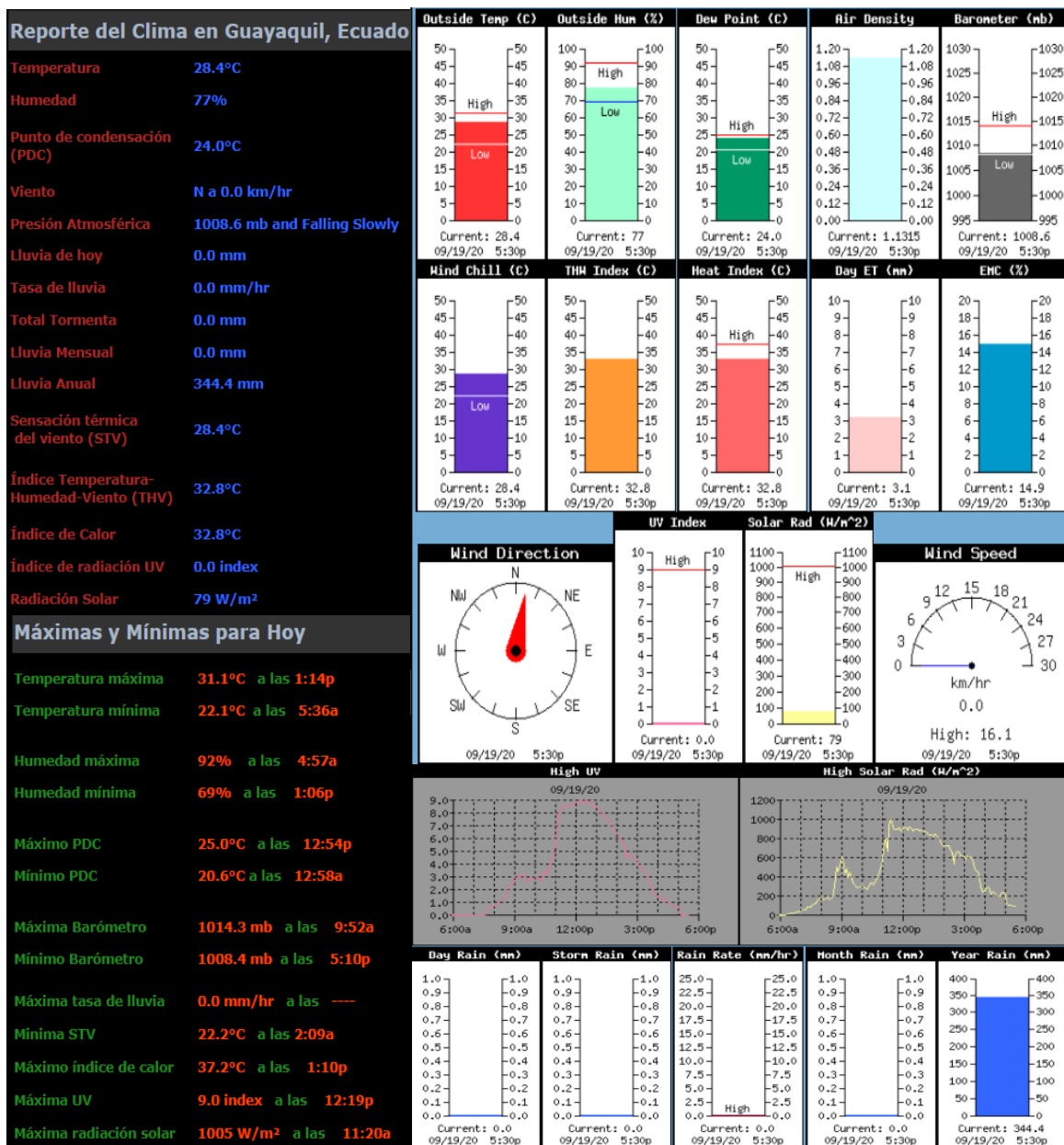


Figura 1.48 Monitoreo de la estación climatológica EXA-ISS-1 [85]

Esta institución presenta los datos proyectados gráficamente que pueden ser accedidos y visualizados dentro de las últimas 12 a 24 horas, 1 a 3 días, 1 a 2 semanas, 1 a 3 meses y como máximo un año de acuerdo con su historial climatológico mostrado. A pesar de brindar este servicio climatológico a la comunidad sin costo alguno, indica que cuenta con dispositivos limitados para obtener ciertos parámetros climatológicos y de la misma manera que el instituto el Inamhi, menciona que no cuenta con el respaldo suficiente para aumentar su infraestructura y expandir sus servicios a los ciudadanos [75].

Para esta investigación, se solicitó el acceso a los datos monitoreados por la estación EXA-ISS-1, en la que nos indicaron que para facilitarnos dichos datos estos tenían un costo de \$20 para instituciones comerciales y \$12 para instituciones académicas o sin fines de lucro por día. En el ANEXO B se presenta la solicitud realizada y respuesta por parte de la institución.

Servicio Integrado de Seguridad ECU 911

Es un servicio de respuesta inmediata e integral a nivel nacional a favor de la ciudadanía, que coordina y moviliza recursos en conjunto con instituciones como Ministerio de Salud Pública, Las Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Comisión Nacional de Tránsito, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Secretaría de Gestión de Riesgos, Cruz Roja Ecuatoriana entre otros organismos locales. [86,87]. Esta institución forma parte de la Administración Pública Central, cuya gestión de recursos depende del Ejecutivo y por ende del Presupuesto General del Estado [88].

El ECU 911 presenta una cobertura del 100% del territorio nacional, mantiene desplegadas más de 4000 cámaras de videovigilancia y 70000 kits de seguridad que han sido instalados en los taxis y buses de transporte con la iniciativa de Transporte Seguro de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). Para la provincia del Guayas su centro de operación se encuentra en el cantón Samborondón [89]

Cuenta con un data center compuesto por servidores virtuales y físicos que se encargan de gestionar y proveer diversos servicios como la administración de videos de videovigilancia, almacenamiento, centro de comunicaciones con otras entidades de apoyo, monitoreo de GPS y botones de pánico, recepciones de alertas por llamadas o por la aplicación ECU 911 entre otros servicios [86].

Este servicio se encarga del monitoreo de las cámaras de vigilancia desplegadas en el territorio ecuatoriano, que permite detectar actividades de situaciones de riesgo para la población. Otro de los servicios brindados son los botones de auxilio, que gestiona las alertas emitidas por parte de las unidades de transporte

público como buses interprovinciales, urbanos y taxis. Este proyecto es dirigido por parte de la comisión de Transito del Ecuador [90].

Los botones comunitarios es un sistema que consiste en emitir una alerta a la Unidad de Policía Comunitaria (UPC) más cercana al punto en que el ciudadano fue registrado previamente. Este servicio ofrecido por el Ministerio del Interior y la Policía nacional puede ser adquirido de forma gratuita para reportar incidentes en la que la ciudadanía puede acceder al dispositivo por medio de teléfonos móviles y línea fija [91].

Aplicativo móvil ECU 911

Una de las herramientas tecnológica proporcionada a la ciudadanía de forma gratuita, es la aplicación ECU911 para dispositivo móviles con sistema operativo OS, Android y IOS que permite a los ciudadanos dar aviso sobre emergencia o incidentes que estén ocurriendo en el momento.

Este aplicativo solicita información personal, datos del dispositivo y utiliza el sistema de geolocalización GPS de los dispositivos móviles para localizar y atender la petición realizada por el usuario. Cuenta con opciones para escoger el tipo de emergencias que se esté suscitando para dirigir la alerta a la entidad pertinente [86,92,93].

Sistema de consulta del estado de las vías del Ecuador

Este servicio reporta el estado actualizado de las vías a nivel nacional, en la que se reporta sobre algún evento que sea necesario comunicar a la población como medida de prevención. Se muestra información detallada sobre las condiciones en que se encuentra las carreteras indicando sus condiciones de estados como: habilitada en su totalidad, parcialmente habilitado y cerrada, además se informa sobre los horarios de circulación en dichas vías y rutas alternaras que la ciudadana puede optar para evitar retrasos o inconvenientes en su movilización.

En la figura 1.49, se muestra de forma detallada en tiempo real sobre las condiciones de las vías de cada provincia que presenta alguna eventualidad y las observaciones realizadas para poder ser consideradas por parte de la ciudadanía.

Revise aquí las vías del país que presentan novedades.

20/09/2020, 18:04:08

Provincia	Vía	Estado	Observaciones
AZUAY	CUENCA - GIRON - PASAJE - MACHALA	PARCIALMENTE HABILITADA	PARCIALMENTE HABILITADO, CONDUCIR CON PRECAUCIÓN EN EL KM 86
AZUAY	CUENCA - GUARUMALES - MENDEZ - MACAS	CERRADA	CERRADA / ALUVION KM 76 Vías alternas • CUENCA - CHORDELEG - SIGSIG- GUALAQUIZA
AZUAY	CUENCA - GUALACEO - LIMON - MACAS	PARCIALMENTE HABILITADA	HPARCIALMENTE HABILITADA/06H00 A 18H00 SECTOR INGAMULLO II, DESLIZAMIENTOS EN LA VIA CONDUCIR CON PRECAUCION KM 6, 11, 12, 32, 44+910, 47, 54 Y 57 Vías alternas • CUENCA - GUARUMALES - MENDEZ - MACAS
AZUAY	SEVILLA DE ORO - PALMAS	PARCIALMENTE HABILITADA	DOS CARRILES HABILITADOS EN EL KM 74+800, ANTES DE LLEGAR A LA ENTRADA DE TUBAN-SEVILLA DE ORO
CAÑAR	CUENCA - ZHUD - COCHANCAJ	PARCIALMENTE HABILITADA	PARCIALMENTE HABILITADA EN EL SECTOR SAN CAMILO (BIBLIAN), KM 0+860, CONDUCIR CON PRECAUCION
CARCHI	PANAMERICANA NORTE SECTOR PUENTE INTERNACIONAL DE RUMICHACA	CERRADA	PRODUCTO DE LA EMERGENCIA SANITARIA, SE CIERRA EL PASO VEHICULAR EN EL PUENTE INTERNACIONAL DE RUMICHACA
CARCHI	CHICAL - SAN JUAN DE LACHAS	CERRADA	NINGUNA
ESMERALDAS	QUININDE-CUBE-EL MIRADOR-SECTOR EL VERGEL	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA PARCIALMENTE HABILITADA A CAUSA DE UN SOCAVAMIENTO
GUAYAS	VIA EL TRIUNFO - BUCAY	CERRADA	CERRADA/A LA ALTURA DEL PEAJE/ACTIVIDAD SANGAY
GUAYAS	VIA NARANJITO - BUCAY	CERRADA	CERRADA/NARANJITO/ACTIVIDAD SANGAY
MANABI	JIJAJAPA - LIMITE PROVINCIAL MANABI/GUAYAS (LA CADENA)	PARCIALMENTE HABILITADA	AFECTACION PARCIALMENTE DE UN CARRIL EN EL KM 75 DE LA VIA PAJAN - CASCOL POR HUNDIMIENTO DE VIA
MORONA SANTIAGO	MACAS - RIOBAMBA	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA CON DAÑO EN KM 47, 49, 62 Y 79 / A CAUSA DE DESLIZAMIENTOS / HABILITACION APROXIMADA TIEMPO INDETERMINADO Vías alternas • PUENTE BASTAZA - MACAS

Figura 1.49 Reporte en tiempo real del estado de las vías del Ecuador ante incidentes suscitados [94]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción general

Los Datos Abiertos tienen como propósito estar disponibles de manera libre para que los ciudadanos puedan acceder y hacer uso de ellos sin la necesidad de mecanismos de control o propiedad intelectual por parte de sus originarios. La falta de un repositorio centralizado donde se pueda tener acceso a datos abiertos es el motivo por el cual se diseñó un repositorio web con la finalidad de recopilar información sobre iniciativas tecnológicas, sociales y políticas para el desarrollo de la ciudad de Guayaquil. Los datos monitoreados por parte de instituciones con la iniciativa de datos abiertos pueden estar disponibles para brindar la apertura de forma clara y transparente sobre las gestiones realizadas y sus datos recopilados que impulsen innovaciones tecnológicas con valor social para la ciudadanía.

La data recopilada será almacenada en el servicio de la nube Amazon Web Server (AWS) que garantiza la disponibilidad y durabilidad de la información para que luego pueda ser visualizada y accedida por los ciudadanos a través del repositorio web. Este repositorio está dividido en varias etapas las cuales se clasifican en:

- Adquisición de datos abiertos de instituciones con estas iniciativas para su actualización y recopilación en el repositorio web, con el propósito de impulsar adiciones de nuevas fuentes de datos abiertos para el desarrollo e innovación tecnológicos de la ciudad.
- Almacenamiento y disponibilidad de la información en una instancia de Amazon Web Server (AWS), con las máquinas virtuales necesarias alojadas en la nube para el procesamiento de la información.
- Visualización interactiva del diseño de la implementación de datos monitoreados en el repositorio web proporcionados por instituciones públicas, privadas e investigadores.

2.2 Diseño de arquitectura de la plataforma digital

2.2.1 Adquisición de datos

Se presenta en la figura 2.1, los datos monitoreados por los sistemas automatizados de instituciones públicas o privadas son recopilados para ser alojados en el servicio de almacenamiento de la nube AWS con la finalidad de integrar los diversos servicios brindados a la ciudadanía de Guayaquil. Las fuentes de datos presentan varios tipos de parámetros dependiendo del tipo de información que monitorean. Luego, estos datos son procesados y alojados en los servicios de AWS que se gestionaran en este proyecto.

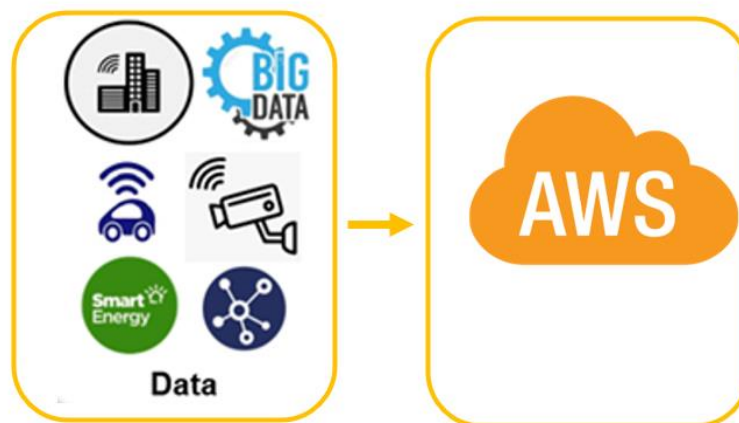


Figura 2.1 Adquisición de datos abiertos [Autoría propia]

Descripción de script Automatizado

Para acceder a los repositorios web que contienen datos abiertos al servicio de la ciudadanía, se procedió a implementar un script de programación automatizado desarrollado en el lenguaje JavaScript (Node.js) para cada fuente de datos analizados en este proyecto. Node.js es un lenguaje Node.js basado en el lenguaje JavaScript es rápido y confiable para gestionar aplicaciones destinadas para IOT [95], que brinda la facilidad a los desarrolladores front-end el cual se encarga de gestionar la parte interactiva y visual de una aplicación web o móvil [96], que con tan solo aprender pocas funciones del lado del servidor pueda convertirse en un desarrollador Full Stack [97][98], que administra tanto la parte de cliente como del mantenimiento del aplicativo [95][96].

La Figura 2.2 se muestra el procedimiento del script automatizado nos permitió capturar los datos monitoreados de forma remota para luego ser almacenados en la base de datos MongoDB junto al servicio de mLab, que permite administrar el volumen de datos obtenidos de manera eficiente. Una vez que estos datos se encuentran en nuestra plataforma digital, podrán ser accedidos y visualizados por los usuarios.

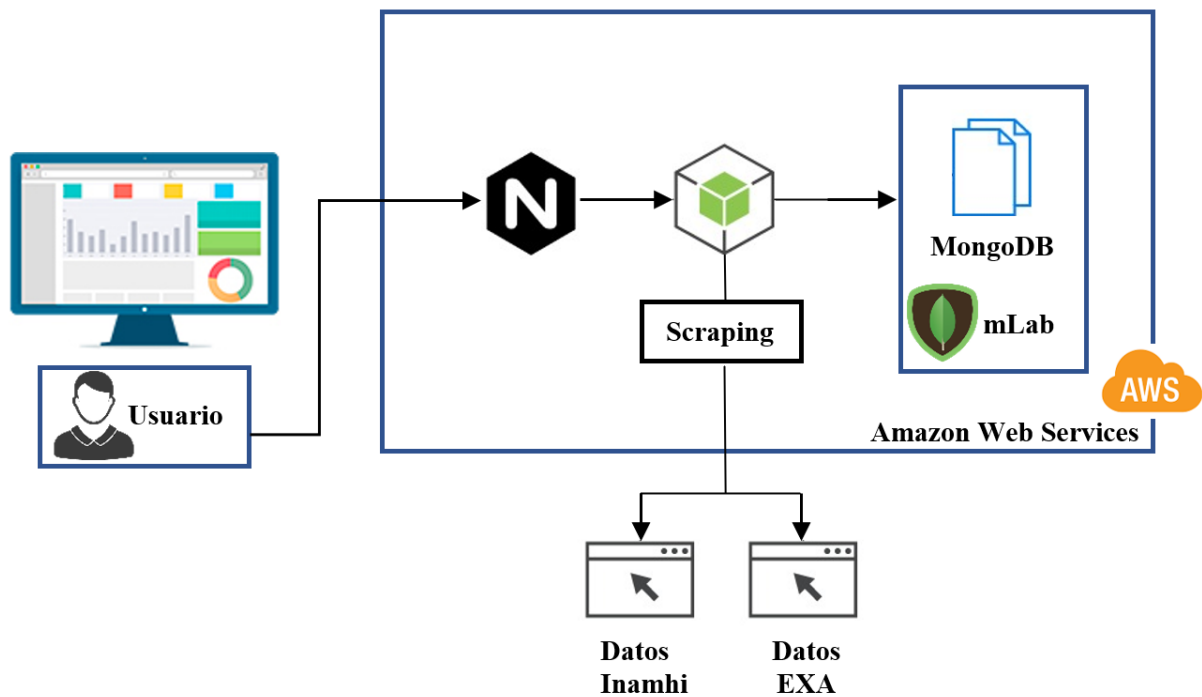


Figura 2.2 Proceso de captura de Datos Abiertos: Fuentes INAMHI y Agencia Espacial Ecuatoriana [Autoría propia]

Estos datos son actualizados de forma permanente por el sistema de captura de datos implementado, cuyo propósito es brindar a la ciudadanía datos abiertos en tiempo real y motivar futuras incorporaciones de fuentes de datos adicionales que permitan integrar diversos servicios en favor a la población.

2.2.2 Almacenamiento

En esta etapa esquematizada en la figura 2.3, se observa el proceso de almacenamiento de la data que se guarda en el repositorio web, en el que se instalan las dependencias, librerías y recursos necesarios para operar. Este esquema propuesto internamente interactúa con la instancia en AWS alojada en Amazon EC2 que cuenta con máquinas virtuales alojadas en su nube basadas en el sistema operativo Linux.

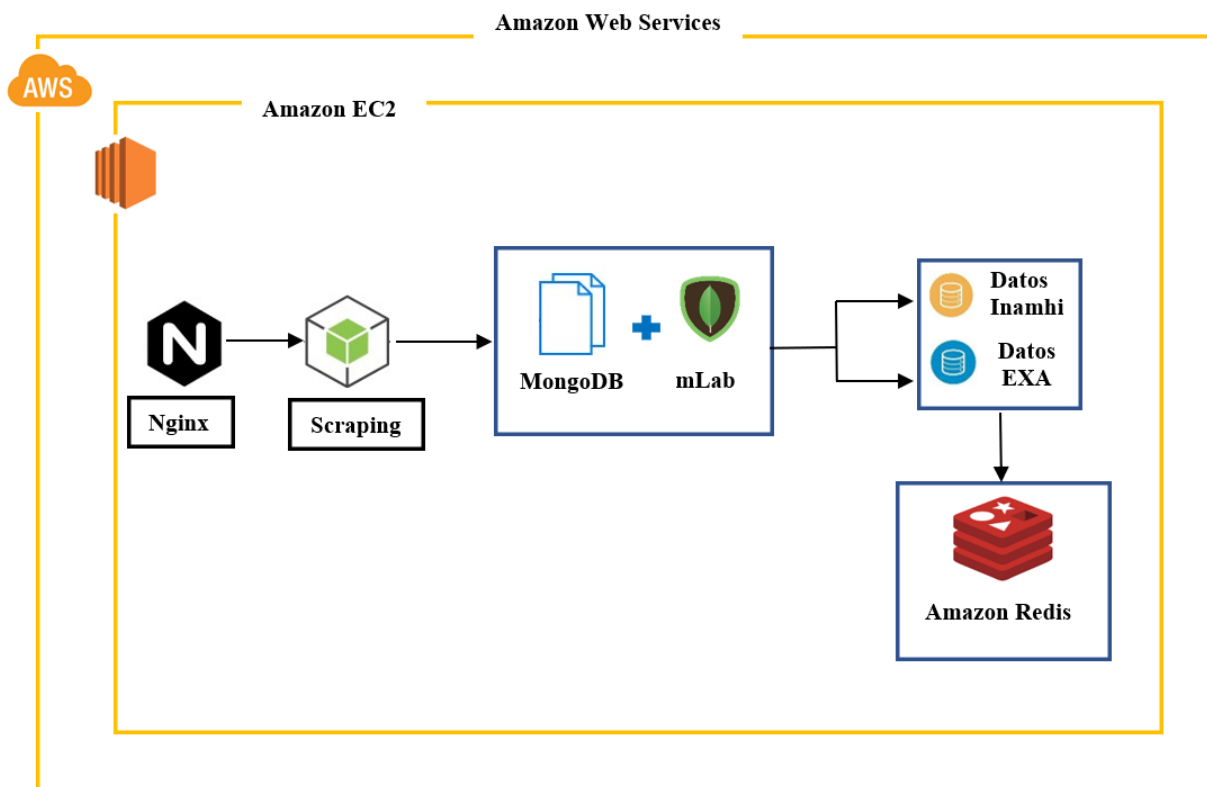


Figura 2.3 Sistema de almacenamiento de los datos en AWS [Autoría propia]

El servicio Nginx actúa como intermediario entre las conexiones cliente-servidor para atender las solicitudes de los usuarios enviadas al repositorio web.

Para esta propuesta, los datos capturados serán almacenados en la base de datos MongoDB usando el servicio de mLab en la nube para que dichos datos puedan ser accedidos de forma eficiente para poder ser integrada y gestionada en AWS.

Una vez que los datos se encuentren alojados en MongoDB, los usuarios podrán acceder al repositorio web para su visualización. Una de las métricas de rendimiento que es visible para los usuarios al momento de acceder a una página web es la latencia, que es el tiempo de transmisión de un paquete en la red. Tener una latencia excesiva en la red ocasiona que las aplicaciones tengan que esperar un tiempo prolongado para obtener una respuesta afectando al rendimiento del aplicativo [99].

Para esta gestión, se implementó una cache haciendo uso del servicio de nodo cache Redis cuyo proceso actúa al momento que el usuario selecciona el rango de fechas de búsqueda de la data para luego ser visualizada junto a las gráficas en tiempo real obteniendo flexibilidad al momento de manipular los datos.

2.2.3 Arquitectura de diseño de la plataforma digital

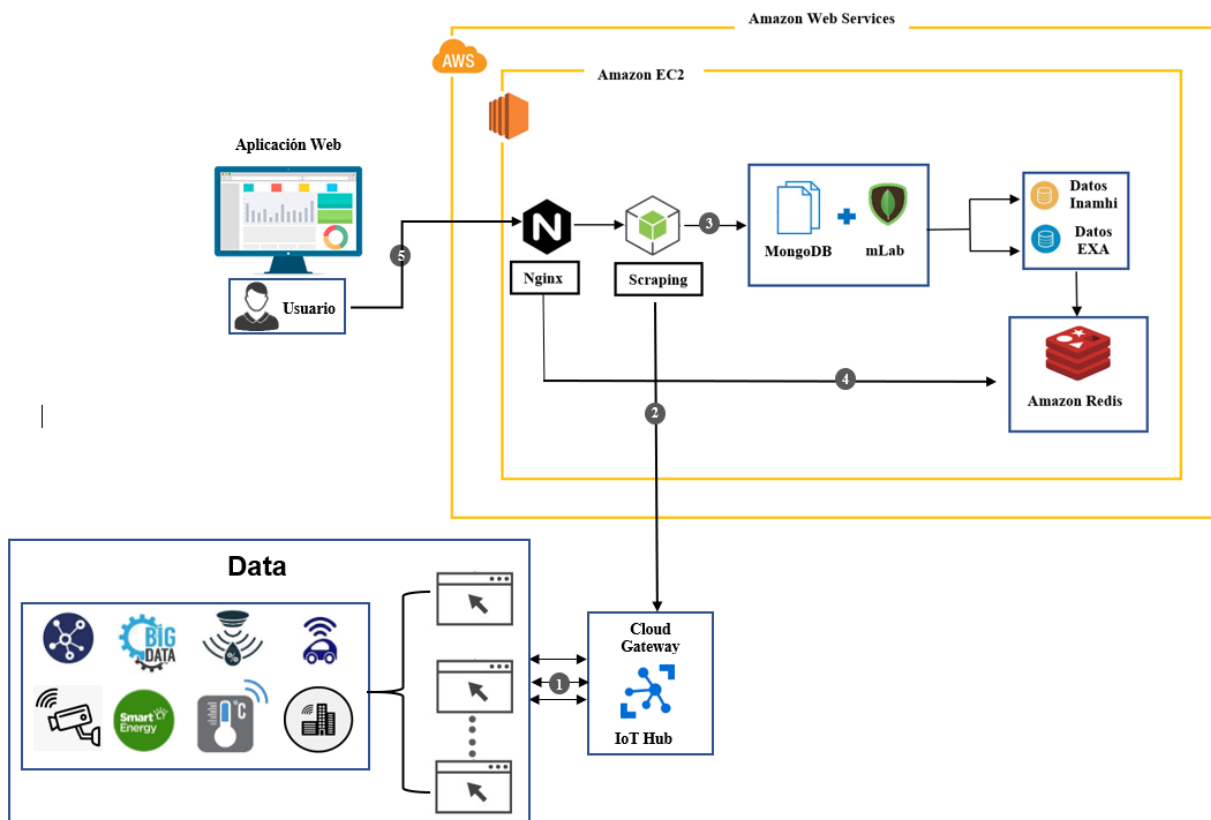


Figura 2.4 Integración de los servicios implementados en la plataforma digital [Autoría propia]

En la figura 2.4 se presenta cada una de las etapas que conforman la plataforma digital desarrollada. La primera etapa consta de la búsqueda de fuentes de datos abiertos que permita integrar diversos servicios en favor a la ciudad. La segunda etapa se procede a capturar dichos datos por medio del script automatizado por medio del proceso de Scraping que consiste en extraer el código HTML sitio web y los datos almacenados en la base de datos.

Luego, la tercera etapa se procede a almacenar dichos datos capturados en la base de datos MongoDB haciendo uso adicional del servicio de mLab para que dichos datos sean gestionados en la nube.

La cuarta etapa se desarrolló con la finalidad de disminuir la latencia de acceso a nuestra plataforma digital, implementándose una cache (Redis) para la búsqueda de datos, generación de gráficas y descarga de historial de los datos alojados en la base de datos.

Finalmente, la quinta etapa es el desarrollo de la interfaz de usuario que permita que la visualización de datos abiertos sea de manera amigable, fácil de acceder e interactiva con la finalidad de dar a conocer las iniciativas de datos abiertos encontrados en la ciudad de Guayaquil.

2.2.4 Visualización de datos abiertos de Telemetría

Interfaz de datos instantáneos

En la figura 2.5 se visualiza los parámetros instantáneos monitoreados de forma remota desde el INAMHI por la plataforma digital.

El usuario podrá acceder a los datos almacenados de las tres estaciones meteorológicas y de acuerdo con el rango de fecha seleccionado, se mostrarán estos datos haciendo uso del botón “Buscar”. Luego, se podrá descargar dicha data en formato de archivo csv de forma gratuita, seleccionando el botón redondeado color azul de “Descarga”.

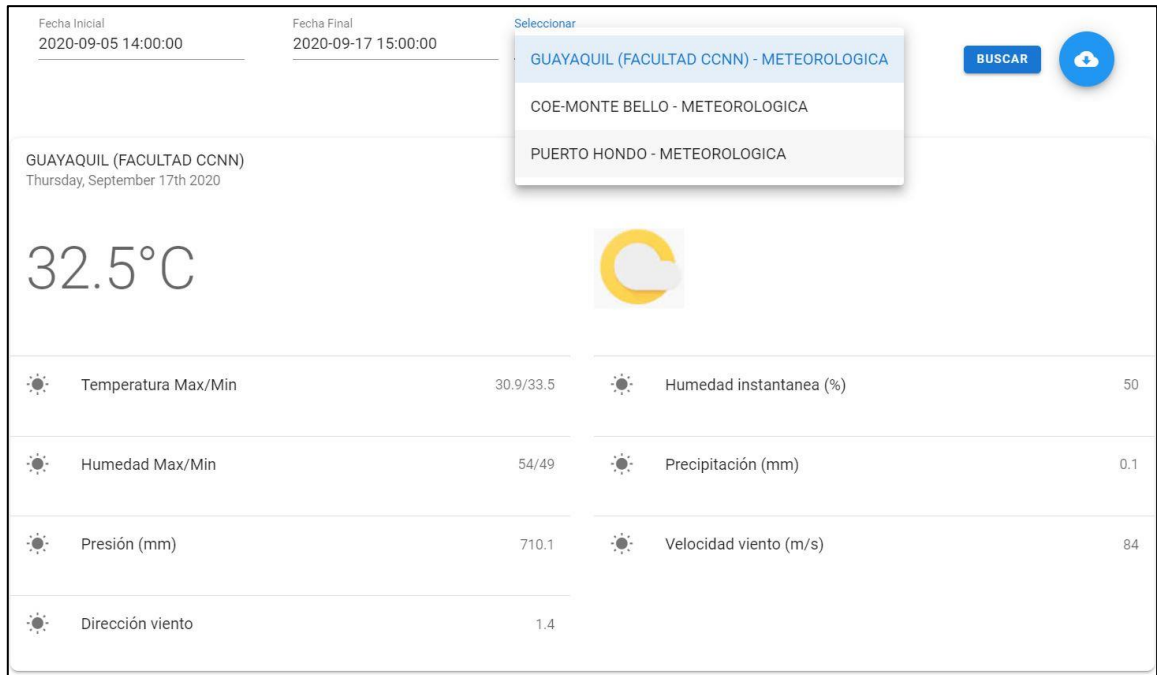
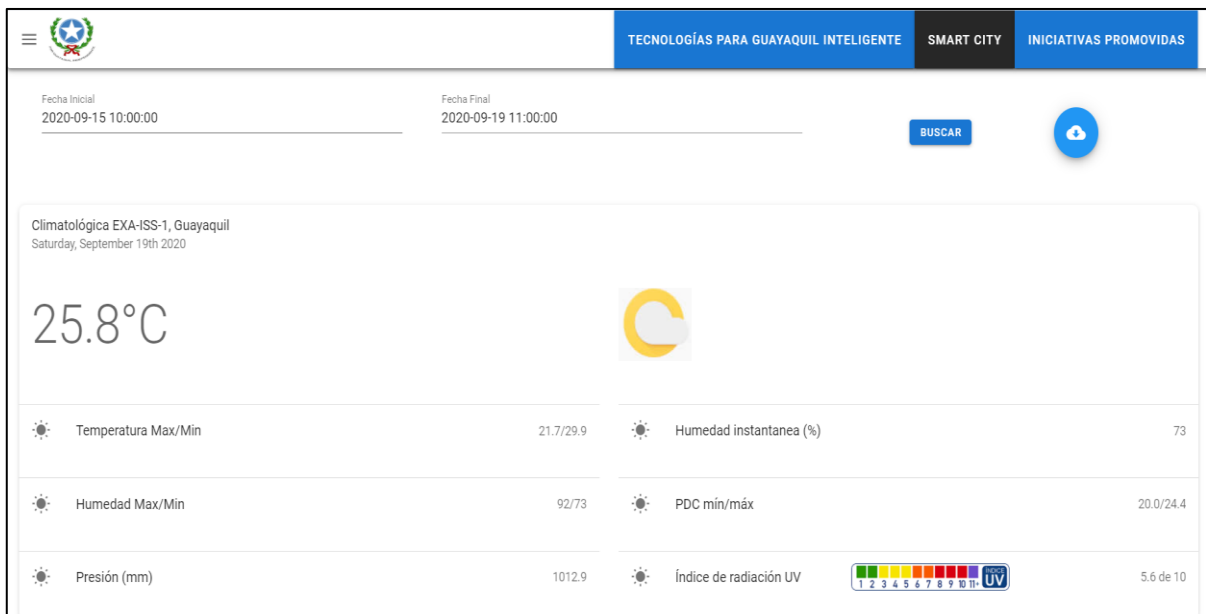


Figura 2.5 Interfaz de datos instantáneos monitoreados desde INAHMI
[Autoría propia]

En la figura 2.6 se visualiza los parámetros instantáneos desde la estación climatológica EXA-ISS-1, en la que se visualiza como referencia la escala de índice de radiación UV como medio de advertencia a exponerse a la radiación solar si es o no aconsejable en el momento.



**Figura 2.6 Interfaz de datos instantáneos monitoreados desde EXA-ISS-1
[Autoría propia]**

Datos proyectados gráficamente

En la figura 2.7 y 2.8 se presenta algunas gráficas generadas a partir de los datos obtenidos desde las fuentes de datos abiertos. Se visualizan valores máximos, mínimos e instantáneos en una escala de tiempo de cada hora.

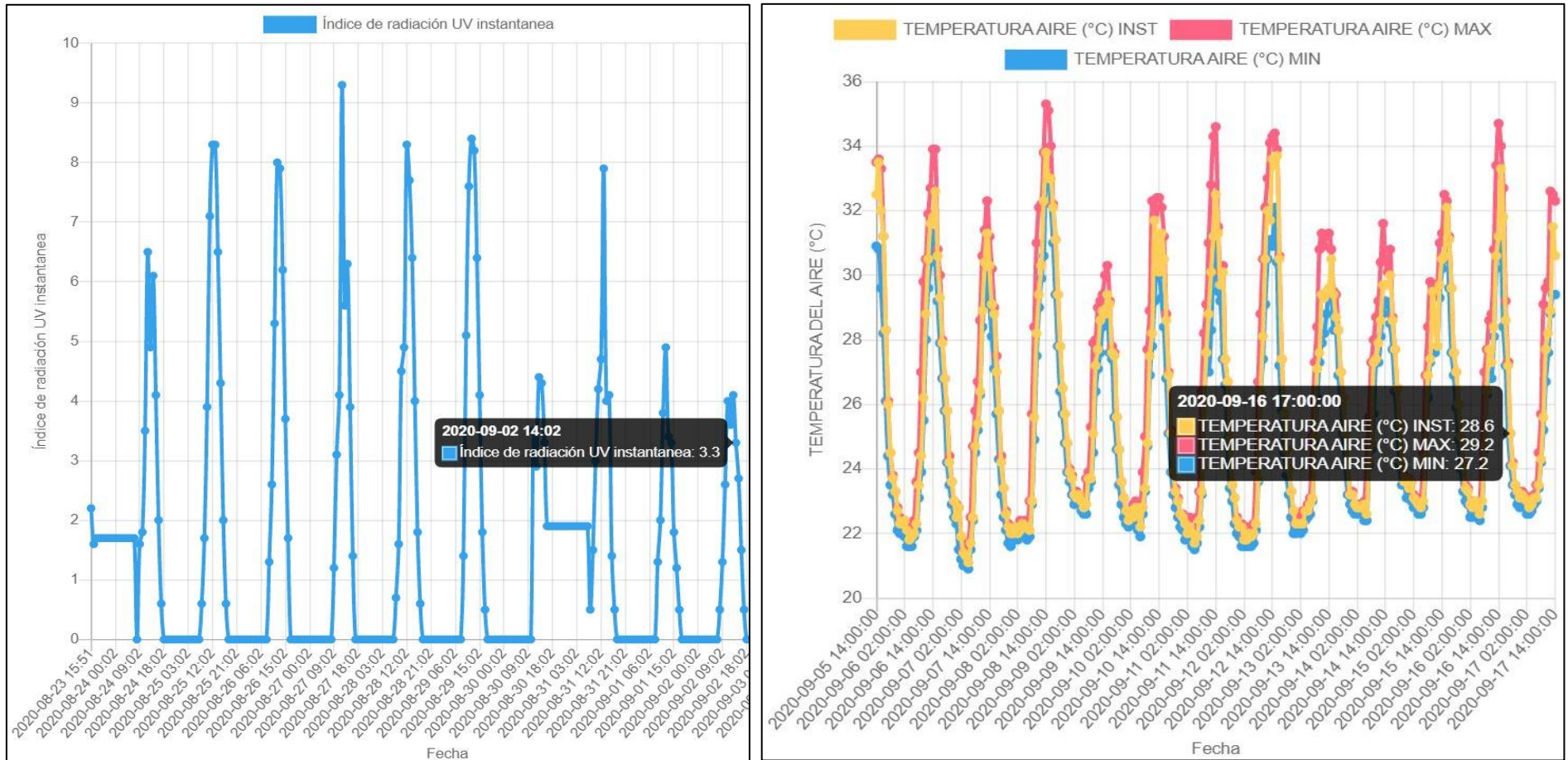


Figura 2.7 Datos monitoreados: Temperatura e Índice de radiación UV [Autoría propia]

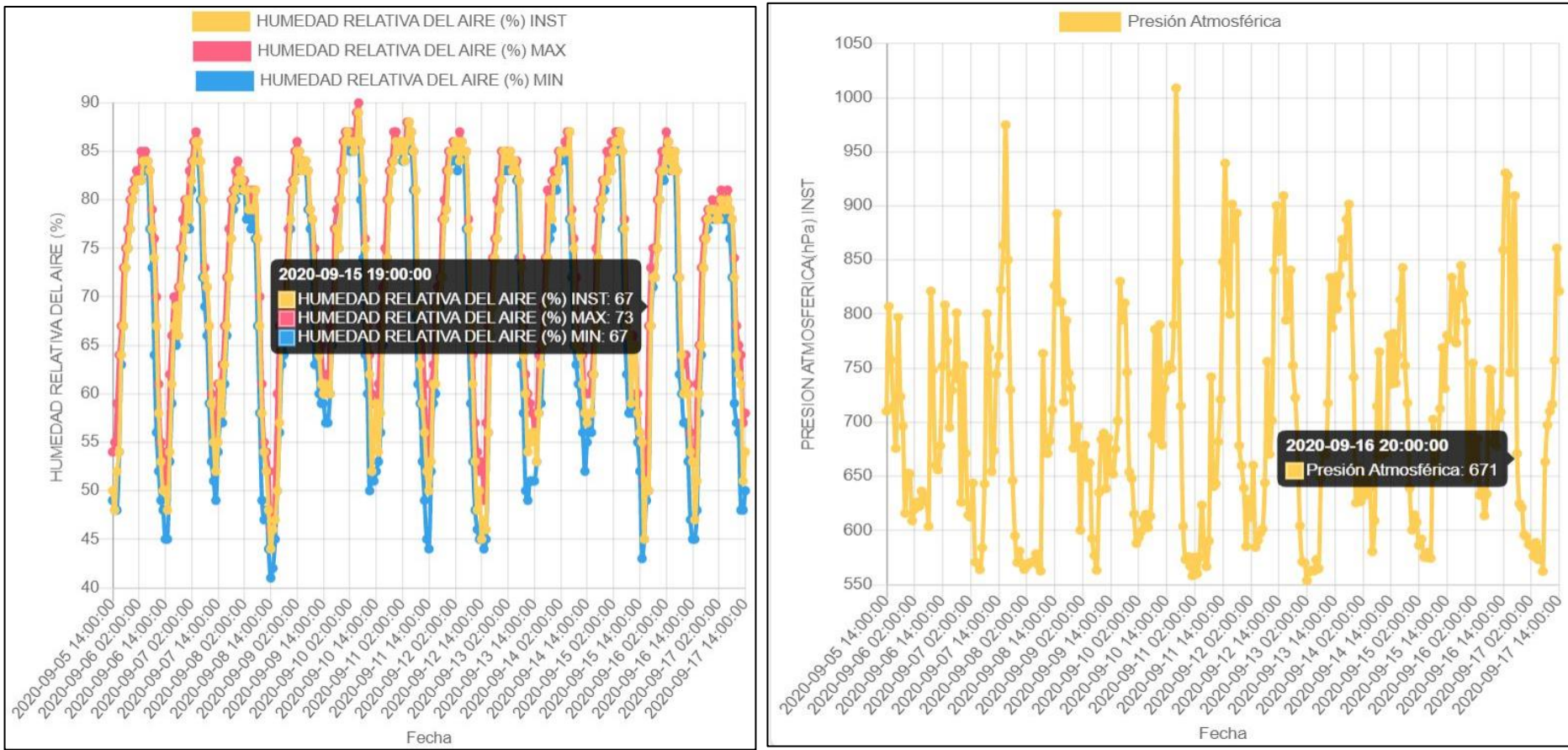


Figura 2.8 Datos monitoreados: Humedad y Presión atmosférica [Autoría propia]

En la figura 2.9 se presenta los datos recopilados de acuerdo con el rango de fecha seleccionado. Se muestra cada parámetro obtenido durante cada hora, además se visualiza el número de datos perdidos que no fueron monitoreados por las estaciones climatológicas. En la sección 3.4 se detalla un análisis de la disponibilidad de los datos.

Datos Perdidos: 0

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
16/09, 10 am	60	63	57	0	681.5	27.7	28.6	26.9	123	1.6
16/09, 9 am	64	64	60	0	747.3	26.4	27.7	26.3	184	2.2
16/09, 8 am	72	72	62	0	748.7	24.7	27	24.6	178	2.5
16/09, 7 am	83	83	72	0	633.4	23	24.7	22.8	178	2.2
16/09, 6 am	85	85	83	0	613.6	22.6	23	22.4	170	1.8
16/09, 5 am	83	85	83	0	636.4	22.8	22.9	22.5	178	2.6
16/09, 4 am	84	84	83	0	632.4	23	23	22.7	160	1.1
16/09, 3 am	86	86	84	0	684.6	22.8	23	22.5	171	1.3
16/09, 2 am	85	87	85	0	662.8	22.9	22.9	22.5	161	0.8
16/09, 1 am	83	85	82	0	754.5	23.3	23.4	22.9	173	1.9
16/09, 12 am	83	85	83	0	655.9	23.4	23.5	23	172	2.6
15/09, 11 pm	80	83	80	0	647.8	24.1	24.1	23.3	145	1.8

Figura 2.9 Visualización de parámetros en tiempo real [Autoría propia]

En la figura 2.10, se muestra el esquema completo de la interfaz de la plataforma digital, en la que se visualiza cada una de las secciones que conforma la plataforma digital.

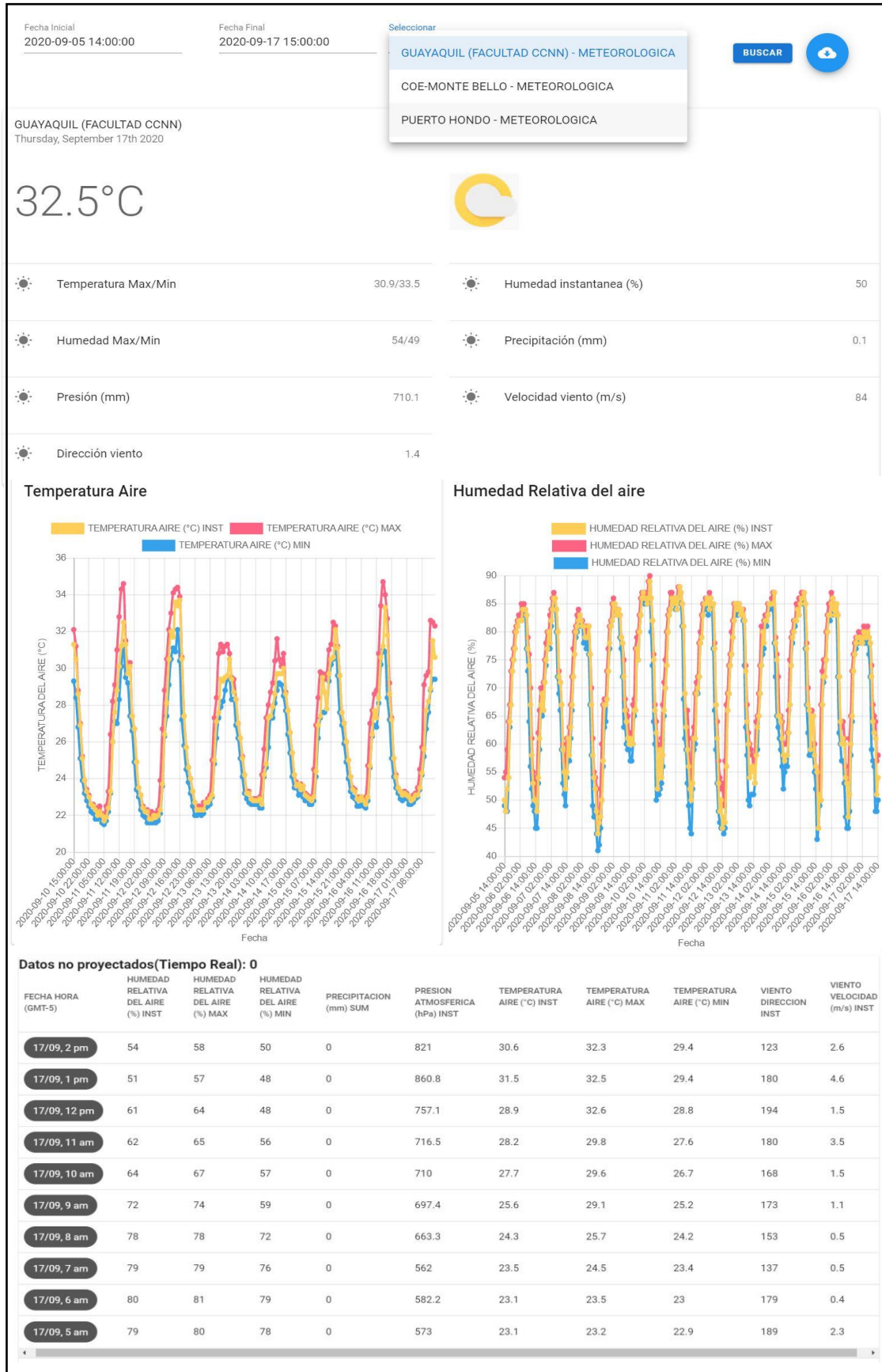


Figura 2.10 Esquema de la plataforma digital [Autoría propia]

2.3 Recursos tecnológicos utilizados

Componentes de Software

- AMAZON WEB SERVER
- AMAZON EC2
- MongoDB
- mLab
- NGNIX
- Remote Dictionary Server (Redis)

2.3.1 Amazon Web Services

AWS es una de las plataformas en la nube que se caracteriza por su fácil manejo e implementación. Consta con herramientas y servicios que se adaptan a los requerimientos de los clientes. Los desarrolladores de software optan por esta plataforma fundamentalmente por dos factores. Primero, por su compatibilidad con diversos lenguajes de programación como Java, C, Python y segundo, por la disponibilidad de herramientas tecnológicas como el Kit de desarrollo de software (SDK) para dispositivos móviles tanto para iOS y Android y para plataformas como Arduino y raspberry pi [100].

2.3.2 Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)

Amazon EC2 es un servicio web que permite alquilar servidores denominados instancias por cada hora de uso proporcionando la capacidad tecnológica en la nube de manera segura. Los usuarios pueden ejecutar máquinas preinstaladas o personalizadas de acuerdo con los requerimientos de la aplicación y control de los recursos informáticos que se gestionara [101, 102]. Una de las razones por la se utilizó este servicio es por su almacenamiento tolerante a fallos [103], tiempo mínimo de respuesta al iniciar las instancias del servidor y la capacidad de redimensionar el almacenamiento de sus recursos informáticos. Además, este servicio presenta un ahorro económico al contar con la característica de cancelar únicamente la capacidad que se utiliza del aplicativo [104].

2.3.3 MongoDB y mLab

MongoDB es una base de datos NOSQL basado en documentos más utilizadas. Brinda flexibilidad a manejar diversos tipos de contenido ya que no cuenta con un esquema preestablecido, además es compatible con diversos tipos formatos como XML, JSON, BLOBS y BSON [105, 106]. MongoDB permite administrarla desde la nube usando el servicio de mLab que es un proveedor DBaaS considerado como por ser estable y su fácil gestión en el manejo de un cluster con las réplicas en la nube sin la necesidad de sobrecargar el servidor [107].

2.3.4 Nginx

Al implementar un repositorio web en la nube, la máquina virtual que se encarga de ofrecer el servicio necesita de un programa cuya función sea la de servidor, que permita atender la demanda de las solicitudes de los usuarios. A lo largo del tiempo el rendimiento del servidor web es pieza fundamental para una comunicación eficiente de la información. Softwares como Apache y Nginx atienden peticiones de acuerdo a la demanda requerida por parte de los usuarios, donde ambas tecnologías han tenido como objetivo en ser el escogido por sus características de rendimiento. Nginx fue creado en sus inicios como un servidor web y posteriormente fue mejorado para ser usado como un balanceador de carga o proxy inverso lo cual saca con estas funcionalidades ventaja frente a Apache. Con el aumento de los requerimientos de los recursos en las aplicaciones, cada vez hay la necesidad de optimizar la velocidad y eficiencia de hardware por medio del uso de un software más robusto [108].

En el análisis de los factores para medir el rendimiento de un servidor web, se considera el tiempo de respuesta para archivos estáticos y dinámicos, uso de CPU bajo carga de trabajo, uso de memoria compartida, tiempo de disponibilidad y velocidad de la página. Los estudios realizados en los que se compararon tanto Apache como Nginx, dieron como resultados que ambos son servidores web flexibles y potentes; sin embargo, Nginx demostró que ante el incremento del número de peticiones el uso de memoria no aumenta, lo que indica que su desempeño es más eficiente de cara a una concurrencia alta de solicitudes en comparación con Apache. Además, Nginx tiene un uso eficiente en cuanto al contenido estático por su cuenta para que el contenido se visualice de una

manera más rápida al momento acceder y buscar en la página web [109]. Por esta razón, se escogió Nginx como servidor de nuestro repositorio web para que por medio del uso de cache propio de Nginx pueda la información ser mostrada en un tiempo de respuesta corto y eficiente.

2.3.5 Redis Cache

Redis es implementado en el diseño de la arquitectura de software con la finalidad de mejorar el rendimiento y es escogido por su facilidad de uso, compatibilidad con diversos tipos de datos y eficiencia [110]. En el presente proyecto se optó por utilizar Redis debido a que Redis permite mantener los datos más recurrentes en memoria para aumentar el rendimiento del servidor y por la disminución de latencia que ofrece al acceder a los datos almacenados con una leve sobrecarga de tiempo y espacio [110, 111].

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se muestran los resultados obtenidos a partir de la implementación de la plataforma digital con base a los datos recopilados de fuentes de Datos Abiertos. Además, se analiza los beneficios que conllevaría a tener de forma centralizada los datos originados dentro de la ciudad de Guayaquil y como contribuiría en la mejoría de la calidad de vida de sus ciudadanos. Para concluir se presenta un análisis de la viabilidad económica en la que se incluye sus costos de implementación.

3.1 Sistema de actualización y subida de datos

Para nuestra plataforma la data analizada es de aquellas fuentes de datos con iniciativas de índole abierto desde base de datos relacionales, ficheros o desde APIs de repositorios web, que nos permiten integrar toda esta información recolectada en la plataforma digital centralizada. Estos datos son capturados de forma remota por el script de programación automatizado, luego son almacenados en la base de datos MongoDB. Una vez que la data se encuentre disponible, podrá ser visualizada y accedida por el usuario.

Para el correspondiente análisis de los Datos Abiertos que se encuentran disponibles en la actualidad, será objeto de estudio las fuentes de datos proporcionados directamente desde los repositorios web de las instituciones INAMHI y Agencia Espacial Civil Ecuatoriana. Estos datos son recopilados y mostrados en nuestra plataforma digital en la que la ciudadanía podrá contar con opciones de visualización por rango de fechas, generación de sus gráficas y opción a descargar estos datos en formato de archivo csv debido a su flexibilidad y compatibilidad con diversas plataformas para que puedan ser reutilizados para proyectos de índole social que contribuya a la ciudad de Guayaquil.

Los usuarios que hagan uso de estos datos deberán realizar la debida referencia y mención a las instituciones propietarias de los datos mencionadas anteriormente. Estos datos serán actualizados en nuestra plataforma digital con una frecuencia de reporte de

cada hora diaria para que los ciudadanos puedan contar con información actualizada y relevante.

Hay que mencionar que podrá haber momentos que los datos recopilados no se encuentren actualizados en tiempo real, ocasionado por problemas de infraestructura de las estaciones de monitorización, mantenimiento programado, desactualización de softwares, entre otros por parte de las instituciones propietarias de los datos. Por esta razón, se procederá a este análisis de los Datos Abiertos en la que se procederá a revisar las limitaciones encontradas.

3.2 Análisis de Datos Abiertos recopilados

La investigación realizada permitió analizar y obtener una descripción de la realidad de las iniciativas actuales y de aquellas que se encuentran en ejecución en la ciudad de Guayaquil; además, se recopiló la data abierta facilitada por instituciones públicas y autónomas cuyo propósito es de ofrecer servicios que contribuyan al desarrollo y progreso de la ciudad de Guayaquil hacia una ciudad inteligente.

INAMHI

Se presenta los datos obtenidos de las tres estaciones de monitorio que se encuentran en estado operativo del Inamhi en la ciudad de Guayaquil al momento de esta investigación: Monte Bello, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil y Puerto Hondo.

En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3, se observa que los datos que se encuentran disponibles en el repositorio web del INAMHI [74] son solo de las últimas 24 horas para cada estación meteorológica y no es posible visualizar fechas anteriores.

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION (°) INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
04/08/2020 7:00	90				607.2	21			161	1.2
04/08/2020 6:00	91	92	90	0	596.7	20.7	21.2	20.4	163	1.4
04/08/2020 5:00	91	92	91	0	573.7	20.6	20.7	20.3	172	3.8
04/08/2020 4:00	90	92	90	0	608.4	20.6	20.7	20.3	159	2
04/08/2020 3:00	87	90	87	0	618.6	20.9	20.9	20.4	162	2.1
04/08/2020 2:00	86	87	86	0	899.3	21.2	21.2	20.7	166	2.3
04/08/2020 1:00	83	86	83	0	677.9	21.8	21.8	21	161	1
04/08/2020 0:00	81	84	81	0	592.7	22.4	22.4	21.7		
03/08/2020 23:00	74	81	74	0	638.4	23.5	23.5	22.3	155	1.7
03/08/2020 22:00	73	74	72	0	621.2	24.2	24.2	23.3	174	1.7
03/08/2020 21:00	70	73	70	0	652.4	25.5	25.5	24.1	158	2
03/08/2020 20:00	70	72	70	0	667	26.6	26.6	25.4	185	2.9
03/08/2020 19:00	70	72	69	0	729.4	27	27.1	26.6	145	1.2
03/08/2020 18:00	58	71	58	0	880.9	29.8	29.8	27	167	0.6
03/08/2020 17:00	52	58	49	0	886.9	31	32	29.8	134	1.2
03/08/2020 16:00	50	53	50	0	995.5	31.5	32	30.5	64	2.8
03/08/2020 15:00	51	54	49	0	963.5	31.6	32	30.5	83	2.4
03/08/2020 14:00	52	54	50	0	998.5	31.3	31.9	30.5	48	3.2
03/08/2020 13:00		54	44	0			33.1	30.5		
03/08/2020 12:00	46	49	43	0	808.5	31.4	32.5	30.5	184	2
03/08/2020 11:00		58	44	0			32	28.1		
03/08/2020 10:00	64	64	51	0	677.2	26.4	30.4	26.3		
03/08/2020 9:00		66	57	0			28.4	25.7		
03/08/2020 8:00	82	82	64	0	591.5	22.3	26.4	22.2	188	5.2

Tabla 3.1 Datos de la estación M1271 Universidad de Guayaquil [74]

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION (°) INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
04/08/2020 7:00	89				1011.2	21				
04/08/2020 6:00	91	91	89	0	1011	20.4	20.9	20.3		
04/08/2020 5:00	89	92	89	0	1010.3	20.5	20.6	20.2		
04/08/2020 4:00	86	89	86	0	1010.2	20.8	20.8	20.4		
04/08/2020 3:00	84	86	83	0	1010.3	21.2	21.2	20.8		
04/08/2020 2:00	82	84	82	0	1010.7	21.7	21.7	21.1		
04/08/2020 1:00	79	82	79	0	1011.1	22.4	22.4	21.7		
04/08/2020 0:00	76	79	76	0	1011.2	23	23	22.3		
03/08/2020 23:00	70	76	70	0	1011.2	24.1	24.1	23		
03/08/2020 22:00	67	71	67	0	1011	24.5	24.5	23.8		
03/08/2020 21:00	65	67	65	0	1010.7	25.6	25.6	24.5		
03/08/2020 20:00	69	69	65	0	1009.9	26.6	26.6	25.6		
03/08/2020 19:00	67	70	67	0	1009.2	27.3	27.3	26.6		
03/08/2020 18:00	56	67	56	0	1008.5	29.1	29.1	27.3		
03/08/2020 17:00	53	56	52	0.2	1008	30.2	30.4	29	4	1.5
03/08/2020 16:00	51	54	50	0	1008.1	31	31.2	30.2	27.5	1.9
03/08/2020 15:00	49	54	48	0	1008.4	31.7	31.9	30.2	22	2
03/08/2020 14:00	49	51	47	0	1009.2	31.5	32.2	31	12	2.4
03/08/2020 13:00	45	52	44	0	1009.8	32.1	32.4	30.8	1	2.5
03/08/2020 12:00	49	51	45	0	1010.5	30.8	32.6	30.7		
03/08/2020 11:00	48	53	46	0	1010.9	30.6	31.1	29.3		
03/08/2020 10:00	60	61	47	0	1011.5	27.1	30.7	27.1		
03/08/2020 9:00	66	67	56	0	1011.9	25.6	28.3	25.6		
03/08/2020 8:00	76	76	65	0	1012	23.7	25.6	23.7		

Tabla 3.2 Datos de la estación M5132 Monte Bello [74]

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) PROM	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION (°) INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
04/08/2020 6:00	86	86	85	86	0	1013	20.7	20.8	20.7	282	0.8
04/08/2020 5:00	86	86	85	86	0	1012.5	20.6	20.8	20.6	306	1.4
04/08/2020 4:00	87	87	86	86	0	1012.5	20.3	20.6	20.2	304	0.8
04/08/2020 3:00	87	88	86	86.9	0	1012.9	19.8	20.3	19.8	304	0.3
04/08/2020 2:00	86	87	86	86.6	0	1013.2	20.3	20.3	19.8	298	1.8
04/08/2020 1:00	84	86	84	85	0	1013.6	20.7	20.7	20.3	300	1.8
04/08/2020 0:00	83	84	83	83.7	0	1013.7	21.1	21.2	20.7	317	1
03/08/2020 23:00	79	83	79	80.6	0	1013.6	21.9	22	21.1	300	1.2
03/08/2020 22:00	72	79	72	75.8	0	1013.3	23.3	23.3	21.9	299	2
03/08/2020 21:00	71	72	71	71.4	0	1012.8	24.1	24.1	23.3	243	1.1
03/08/2020 20:00	69	71	68	69.8	0	1012	25.7	25.7	24.2	267	1
03/08/2020 19:00		70	68	69.7	0			26.5	25.8		
03/08/2020 18:00	67	72	67	69.7	0	1010.5	27.6	27.7	26.4	156	1.1
03/08/2020 17:00	59	67	59	63.3	0	1010	29.2	29.2	27.7	142	0.9
03/08/2020 16:00		59	53	56	0			30.7	29.2		
03/08/2020 15:00		54	51	52	0			31.3	30.6		
03/08/2020 14:00	54	55	52	53.5	0	1011.4	30.1	30.7	29.8	200	1.9
03/08/2020 13:00	55	57	52	54.2	0	1011.8	29.5	30.4	29.5	122	1.8
03/08/2020 12:00	55	56	51	53.1	0	1012.5	28.8	30.3	28.6	173	1.9
03/08/2020 11:00	57	59	53	56.3	0	1013.2	27.6	28.8	27.3	320	0.5
03/08/2020 10:00	68	69	57	63.1	0	1014.1	24.9	27.4	24.5	261	2.1
03/08/2020 9:00	76	76	67	71.5	0	1014.2	22.7	24.9	22.7	273	1.1
03/08/2020 8:00	83	83	75	79.1	0	1014.2	21.5	23	21.5	269	3.3

Tabla 3.3 Datos de la estación M1253 Puerto Hondo [74]

Datos perdidos de las estaciones meteorológicas INAMHI

Para la captura de los datos de las 3 estaciones meteorológicas, se observó que alrededor de cada hora los datos se actualizaban desde su repositorio web. Sin embargo, se detectó que en ocasiones los datos presentaban un retraso de 3 a 4 horas hasta llegar a actualizarse en tiempo real, llegando incluso hasta la pérdida total de la data por día como se visualiza en la figura 3.1.

Además, conjuntamente se observa en la figura 3.2 valores aberrantes que indican los intervalos de tiempo de aquellos datos no presentados en tiempo real por parte de la institución.

ESTACION: GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN) Exportar Tabla a Excel

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN	VIENTO DIRECCION (°) INST	VIENTO VELOCIDAD (m/s) INST
2020-09-19 16:00:00	59				937.9	29.5				88	3.4
2020-09-19 15:00:00	57	59	54		899.9	29.9	31.3	29.6		110	3.9
2020-09-19 14:00:00	55	58	53		899.8	29.9	31.4	29.7		60	4.1
2020-09-19 13:00:00	55	57	51	0	870.8	30.2	31.7	29.7		84	2.3
2020-09-19 12:00:00	56	56	50	0	839.6	29.6	31.7	29.4			
2020-09-19 11:00:00		62	51	0			31.3	28.1			
2020-09-19 10:00:00	69	71	63	0	688.7	25.9	28	25.5			
2020-09-19 09:00:00	72	76	66	0	653.2	25.2	26.8	24.2			
2020-09-19 08:00:00	78	79	72	0	695.8	23.8	25.2	23.6			
2020-09-19 07:00:00		83	79	0			23.8	22.8			
2020-09-19 06:00:00		86	83	0			22.9	21.9			
2020-09-19 05:00:00		87	86	0			22.3	21.9			
2020-09-19 04:00:00		87	86	0			22.2	21.8			
2020-09-19 03:00:00		88	87	0			22.1	21.7			
2020-09-19 02:00:00		87	85	0			22.3	21.9			
2020-09-19 01:00:00		85	84	0			22.5	22.2			
2020-09-19 00:00:00	81	83	81	0	576.2	22.8	22.8	22.3		190	2.5
2020-09-18 23:00:00	80	82	80	0	568.8	23	23	22.6		162	2.2
2020-09-18 22:00:00	79	80	79	0	621.7	23.3	23.4	22.9		181	2.9
2020-09-18 21:00:00	77	79	77	0	598.4	23.9	24	23.3		188	3.2
2020-09-18 20:00:00	76	77	74	0	974.9	25.2	25.2	24		142	1.9
2020-09-18 19:00:00	72	76	72	0	1009.1	26.2	26.3	25.1		157	1.7

Datos Perdidos

Figura 3.1 Visualización de datos perdidos desde la estación M1271 Universidad de Guayaquil [74]

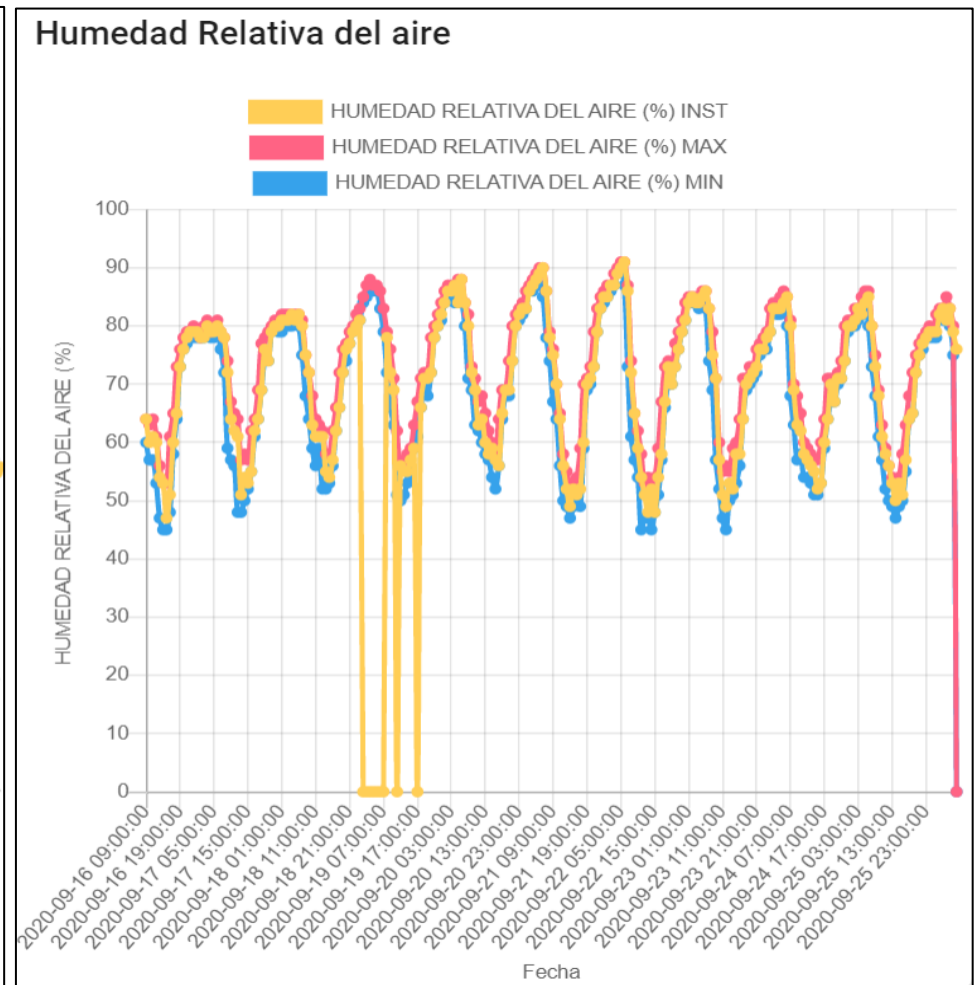
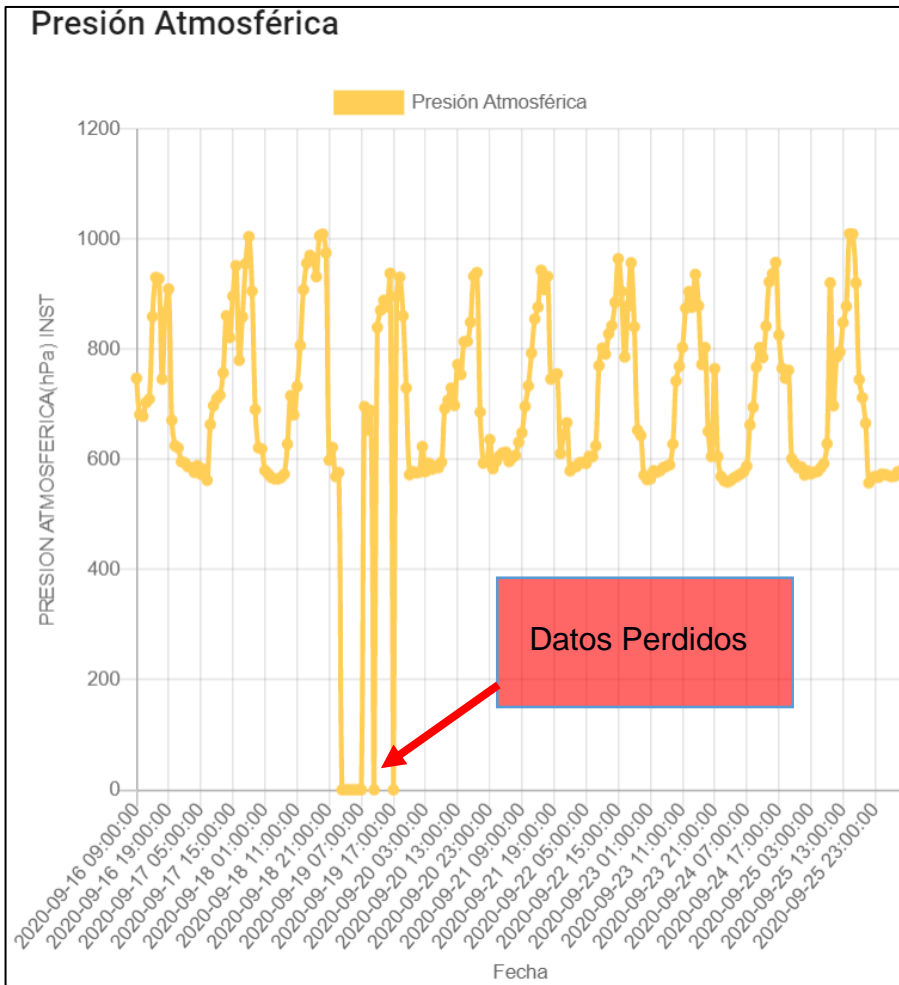


Figura 3.2 Datos monitoreados: Presión Atmosférica y Humedad [Autoría propia]

Durante nuestra monitorización de las estaciones meteorológicas, nuestra plataforma detectó un caso crítico de la estación COE–MONTE BELLO. Se presentó una perdida de visualización de datos en tiempo real durante varios días como se visualiza en la figura 3.3.

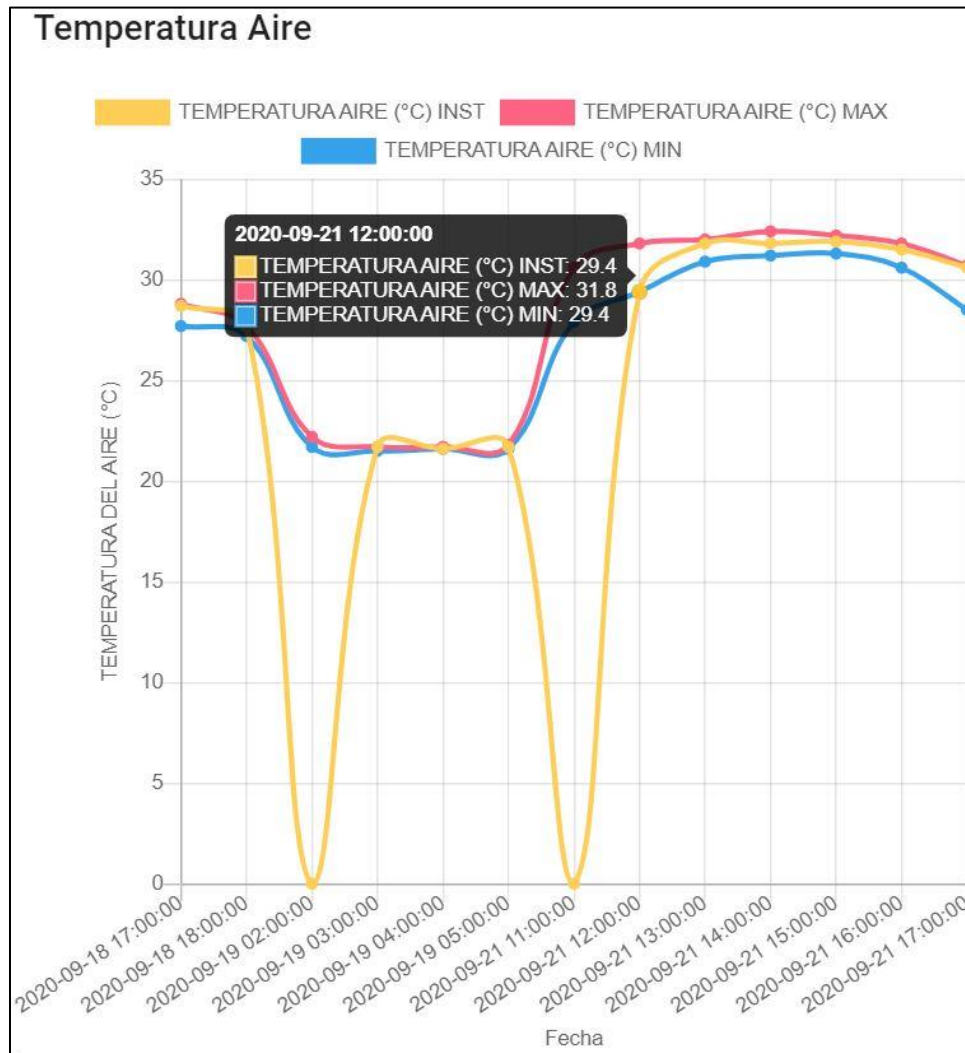


Figura 3.3 Falla estación COE – MONTEBELLO [Autoría propia]

Este es uno de los beneficios que ofrece nuestra plataforma, en la que por medio de los datos históricos almacenados en nuestro servidor alojado en la nube, es posible evidenciar en que estaciones y cuando ocurrió algún incidente, debido a que los datos en el repositorio del INAMHI pueden ser visualizados únicamente dentro de las últimas 24 horas como es mostrada a continuación en la siguiente figura 3.4.

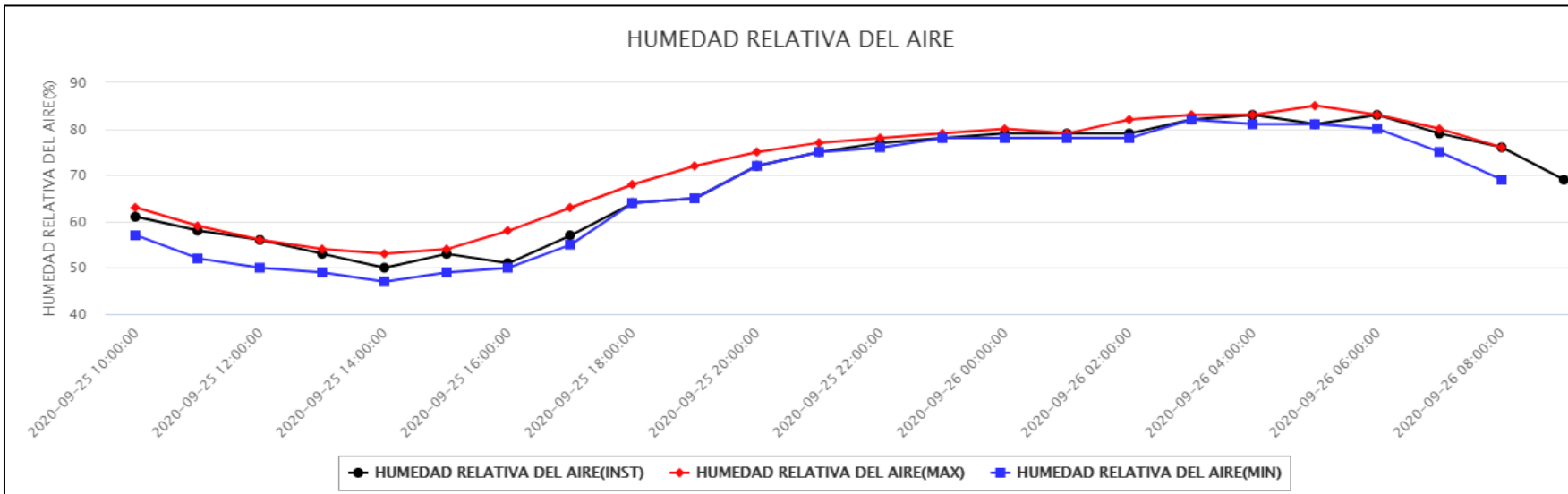
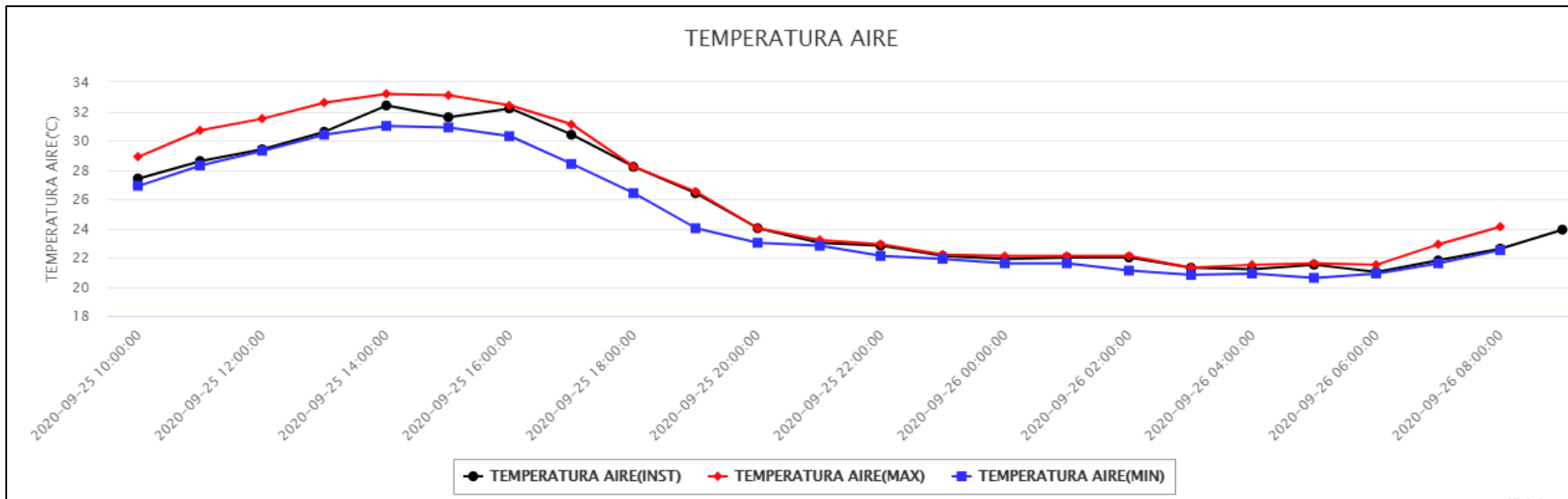


Figura 3.4 Gráficas proyectadas por INAMHI (últimas 24 horas) [74]

Agencia Espacial Civil Ecuatoriana

La Agencia Espacial Civil Ecuatoriana cuenta con la estación climatológica EXA-ISS-1 para la ciudad de Guayaquil como se menciona en la sección 1.4.7. Este es un centro de información pública donde muestra condiciones climatológicas a la comunidad. La tabla 3.4 se presenta la ubicación donde se encuentra la estación y la frecuencia que reporta sus datos en tiempo real es cada cinco minutos.

LUGAR	CIUDAD	PROPIETARIO	LATITUD	LONGITUD	TIPO	ESTADO	REPORTE
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	EXA-ISS-0	-2.133334	-79.882778	CLIMATOLÓGICO	EN LINEA	5 MINUTOS

Tabla 3.4 Ubicacion estación EXA-ISS-1 [85]

Datos perdidos de la estación EXA-ISS-1

Nuestro análisis reside en los datos que EXA muestra publicamente en tiempo real desde su repositorio web, por lo que si se presenta períodos de no visualización de la data, esta se considera como datos no disponibles. Durante el monitoreo, se observó que al finalizar el día a cierta hora de la noche, esta estación deja de mostrar sus datos sensados en tiempo real hasta el siguiente día.

No se tiene una hora determinada exacta del momento en que los datos dejan de ser proyectados, debido a la variación en la que sucede este evento en cada día, pero con base al seguimiento dado de 3 semanas podemos estimar que es alrededor de las 7:45 pm. Las tablas 3.5 y 3.6 generadas por nuestra plataforma, se presenta los datos que son proyectados desde el repositorio web de EXA.

FECHA	TEMPERATURA (C) INSTANTANEA	TEMPERATURA (C) MAX	TEMPERATURA (C) MIN	HUMEDAD (%) INST	HUMEDAD (%) MAX	HUMEDAD (%) MIN	PUNTO DE CONDENSACION	PUNTO DE CONDENSACION MAX	PUNTO DE CONDENSACION (C) MIN	PRESION ATMOSFERICA
2020-09-25T16:02:00	28.2	28.2	21.1	75	90	75	23.4	23.3	19.4	1014.9
2020-09-25T15:02:00	25.6	25.6	21.1	81	90	81	22.1	22.2	19.4	1015.4
2020-09-25T14:02:00	24.1	24.1	21.1	85	90	85	21.4	21.7	19.4	1015.8
2020-09-25T13:02:00	22.8	23.1	21.1	88	90	86	20.7	20.6	19.4	1015.2
2020-09-25T00:02:00	26.8	32.4	20.4	80	90	65	23.1	25.6	18.9	1011.4
2020-09-24T23:02:00	28.4	32.4	20.4	77	90	65	24	25.6	18.9	1010.7
2020-09-24T22:02:00	29.8	32.4	20.4	72	90	65	24.2	25.6	18.9	1010.2
2020-09-24T21:02:00	32.2	32.4	20.4	66	90	65	25.1	25.6	18.9	1010.4
2020-09-24T20:02:00	32.3	32.3	20.4	66	90	65	25.2	25.6	18.9	1010.3
2020-09-24T19:02:00	31.1	31.2	20.4	68	90	68	24.5	25	18.9	1010.9
2020-09-24T00:02:00	24.7	30.2	20.9	83	91	68	21.6	23.9	19.4	1011.4
2020-09-23T23:02:00	25.5	30.2	20.9	81	91	68	22	23.9	19.4	1011.1
2020-09-23T22:02:00	26.6	30.2	20.9	79	91	68	22.6	23.9	19.4	1010.5
2020-09-23T21:02:00	27.6	30.2	20.9	76	91	68	23	23.9	19.4	1009.9
2020-09-23T20:02:00	28.8	30.2	20.9	73	91	68	23.5	23.9	19.4	1009.9
2020-09-23T19:02:01	28.7	30.2	20.9	73	91	68	23.4	23.9	19.4	1010.7
2020-09-23T18:02:00	28.7	30.2	20.9	73	91	68	23.3	23.9	19.4	1011.3
2020-09-23T17:02:01	28.2	30.2	20.9	73	91	68	22.9	23.9	19.4	1012.1
2020-09-23T16:02:00	29.7	29.7	20.9	69	91	69	23.4	23.9	19.4	1012.8

Tabla 3.5 Datos monitoreados de EXA-ISS-1 [Autoría propia]

FECHA	LLUVIA HOY	TASA DE LLUVIA	TOTAL TORMENT	LLUVIA MENSU	LLUVIA ANUAL	SENSACION TERMICA	INDICE TEMPERATU	INDICE DE CALOR	INDICE DE RADIACION	RADIACION SOLAR	MAXIMA TASA DE	MINIMA STV	MAXIMO INDICE DE	MAXIMA UV	MAXIMA RADIACION
2020-09-25T16:02:00	0	0	0	0	344.4	28.2	32	32	5.8	587	0	21.1	32.2	5.8	621
2020-09-25T15:02:00	0	0	0	0	344.4	25.6	27.6	27.6	3	230	0	21.1	27.2	3.1	329
2020-09-25T14:02:00	0	0	0	0	344.4	24.1	25.8	25.8	1.3	165	0	21.1	25.6	1.3	192
2020-09-25T13:02:00	0	0	0	0	344.4	22.8	24.1	24.1	0.7	100	0	21.1	24.4	0.7	105
2020-09-25T00:02:00	0	0	0	0	344.4	26.8	29.5	29.5	0	0	0	20.6	40.6	7	636
2020-09-24T23:02:00	0	0	0	0	344.4	28.4	32.9	32.9	0	0	0	20.6	40.6	7	636
2020-09-24T22:02:00	0	0	0	0	344.4	29.8	35.2	35.2	0	49	0	20.6	40.6	7	636
2020-09-24T21:02:00	0	0	0	0	344.4	32.2	39.7	39.7	1.2	318	0	20.6	40.6	7	636
2020-09-24T20:02:00	0	0	0	0	344.4	32.3	40	40	3.6	559	0	20.6	40.6	7	636
2020-09-24T19:02:00	0	0	0	0	344.4	31.1	36.7	36.7	5.1	552	0	20.6	37.2	7	636
2020-09-24T00:02:00	0	0	0	0	344.4	24.7	26.4	26.4	0	0	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T23:02:00	0	0	0	0	344.4	25.5	27.4	27.4	0	12	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T22:02:00	0	0	0	0	344.4	26.6	28.9	28.9	0	39	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T21:02:00	0	0	0	0	344.4	27.6	30.6	30.6	0.9	123	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T20:02:00	0	0	0	0	344.4	28.8	33.1	33.1	2.8	366	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T19:02:01	0	0	0	0	344.4	28.7	32.9	32.9	4.9	554	0	21.1	35	6.8	733
2020-09-23T18:02:00	0	0	0	0	344.4	28.7	32.8	32.8	6.2	619	0	21.1	35	6.7	731
2020-09-23T17:02:01	0	0	0	0	344.4	28.2	31.5	31.5	4	373	0	21.1	35	6.2	677
2020-09-23T16:02:00	0	0	0	0	344.4	29.7	34.3	34.3	4.3	494	0	21.1	34.4	4.8	557

Tabla 3.6 Datos monitoreados de EXA-ISS-1 [Autoría propia]

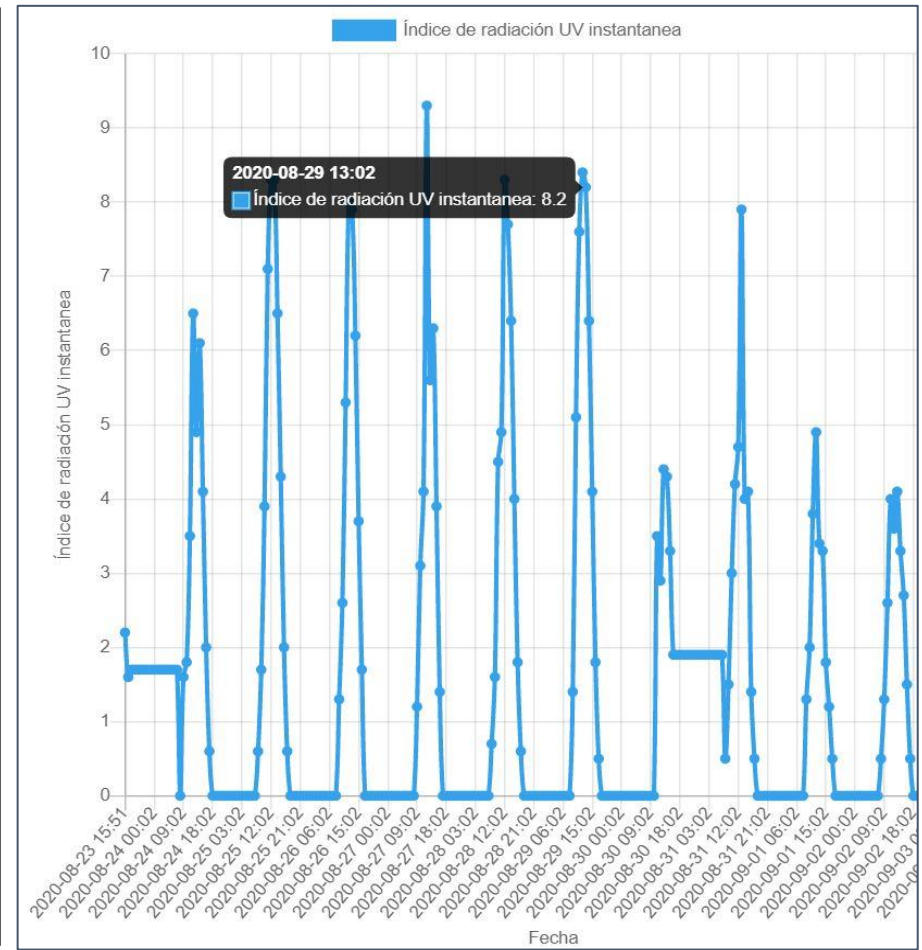
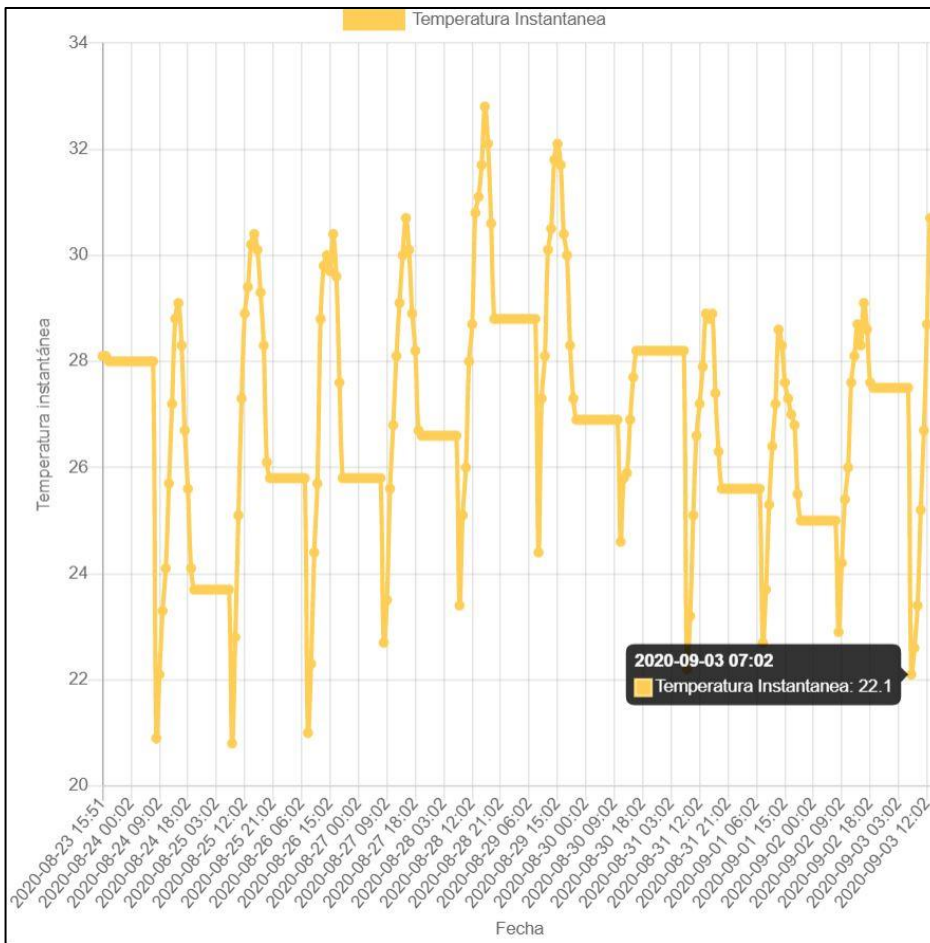


Figura 3.5 Datos de Temperatura e Índice de radiación UV (EXA-ISS-1) [Autoría propia]

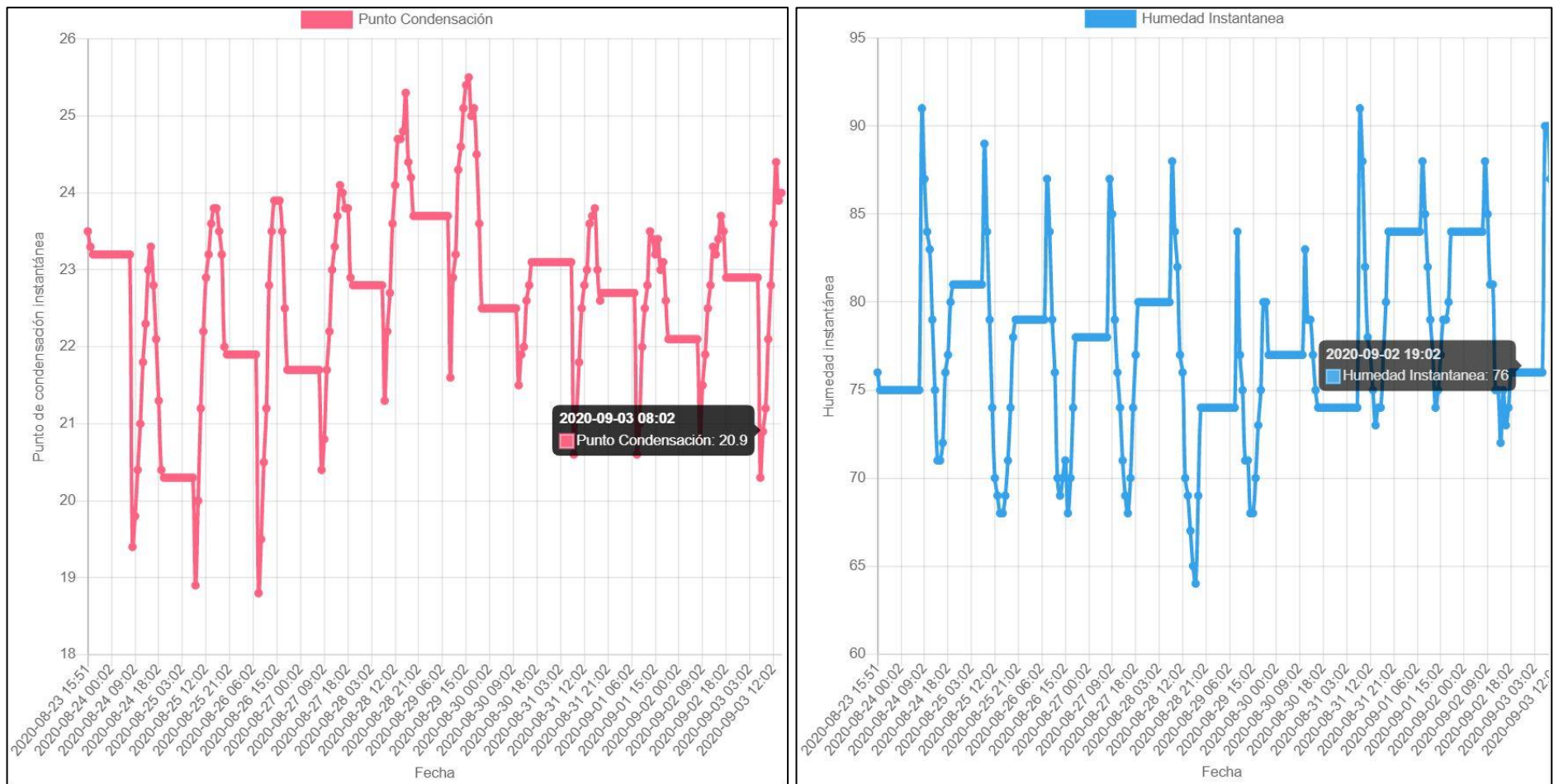


Figura 3.6 Datos de Punto de condensación y Humedad (EXA-ISS-1) [Autoría propia]

Este inconveniente detectado de no presentar los datos en tiempo real las 24 horas del día, limita a que los ciudadanos no puedan conocer en todo momento las condiciones climáticas reales. En la figura 3.5 y 3.6, se presenta algunas gráficas en la que se visualiza pendientes constantes que representan las horas en que los datos no se encuentran disponibles en tiempo real y únicamente se mantienen con el último valor sensada durante largos períodos. En la Tabla 3.7, se observa valores máximos y mínimos de algunos parámetros monitoreados por esta estación, así como también la hora exacta que fueron sensados y proyectados en su repositorio web al finalizar el día.

MÁXIMAS Y MÍNIMAS		FECHA	HORA (GMT-5)
TEMPERATURA MÁXIMA	30.6 °C	04/08/2020	12:40:00 PM
TEMPERATURA MÍNIMA	20.8 °C	04/08/2020	4:29:00 AM
HUMEDAD MÁXIMA	93 (%)	04/08/2020	4:48:00 AM
HUMEDAD MÍNIMA	68 (%)	04/08/2020	12:12:00 PM
MÁXIMO PUNTO DE CONDENSACIÓN	23.9 °C	04/08/2020	11:30:00 PM
MÍNIMO PUNTO DE CONDENSACIÓN	19.4 °C	04/08/2020	2:30:00 AM
MÁXIMO PRESIÓN ATMOSFÉRICA	1014.0 MB	04/08/2020	9:48:00 AM
MÍNIMO PRESIÓN ATMOSFÉRICA	1011.1 MB	04/08/2020	12:44:00 PM
MÁXIMA TASA DE LLUVIA	0.0 MM/HR	04/08/2020	
MÍNIMA SENSACIÓN TÉRMICA DEL VIENTO	21.1 °C	04/08/2020	2:30:00 AM
MÁXIMO ÍNDICE DE CALOR	35.6 °C	04/08/2020	12:29:00 PM
MÁXIMA ÍNDICE DE RADIACIÓN UV	7.5 Index	04/08/2020	12:05:00 PM
MÁXIMA RADIACIÓN SOLAR	826 W/m	04/08/2020	12:30:00 PM

Tabla 3.7 EXA-ISS-1 valores instantáneos máximos y mínimos [Autoría propia]

Se observa que estos datos no presentan una sincronización de monitoreo lo que nos indica que no siempre se encuentran actualizados en tiempo real. Esta limitante del repositorio web de EXA de mostrar valores máximos y mínimos poco actualizados, se hace evidente al momento de proyectar los datos gráficamente como se observa en la figura 3.7.



Figura 3.7 Datos de Humedad de EXA-ISS-1[Autoría propia]

Otro de los casos que se presentó en el transcurso de este proyecto integrador, fue cuando el repositorio web de EXA dejó de mostrar sus datos monitoreados durante varios días, siendo las fechas del 5 de septiembre a partir de las 11:00 am hasta las 14:00 pm del 16 de septiembre del presente año. En este período los datos no fueron proyectados en tiempo real, pero de igual forma nuestra plataforma siguió monitoreando el repositorio de EXA. Dada la fecha del 16 de septiembre, por parte de nuestra iniciativa se reportó este incidente a EXA por medio de su correo institucional. Hubo una respuesta oportuna indicando que no se habían percatado de la no proyección de sus datos desde su repositorio y que resolverían el inconveniente presentado lo antes posible, caso que efectivamente fue resuelto. Se presenta en el ANEXO C el correo enviado y la respuesta obtenida por EXA. Una vez solucionado este inconveniente se procedió a analizar este evento entre los datos mostrados gráficamente desde nuestra plataforma digital y la base de datos de los registros de EXA durante el período mencionado. En las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 se presentan las gráficas generadas a partir de los datos monitoreados tanto de nuestra plataforma digital como de EXA.

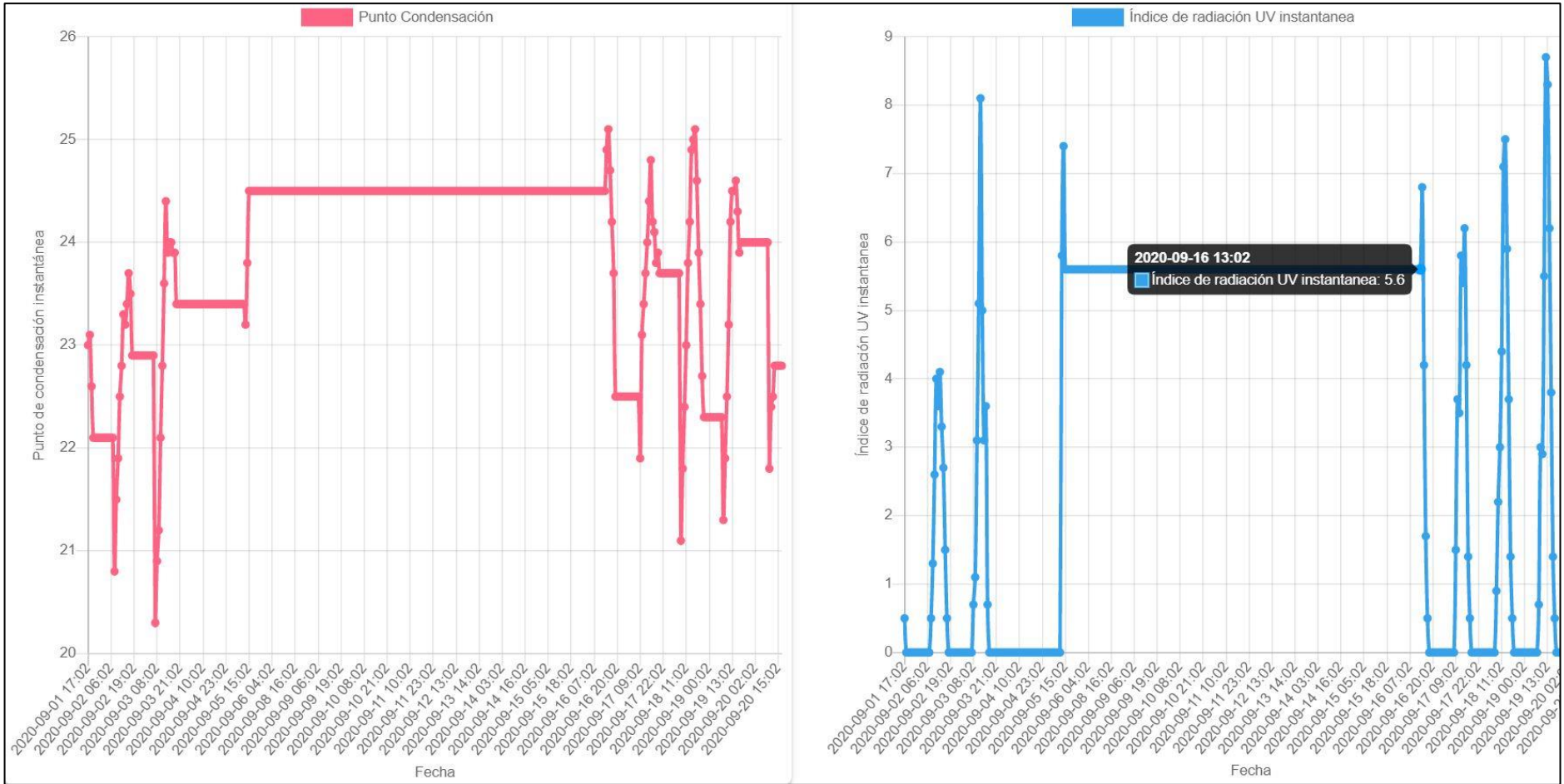


Figura 3.8 Datos monitoreados desde EXA-ISS-1[Autoría propia]

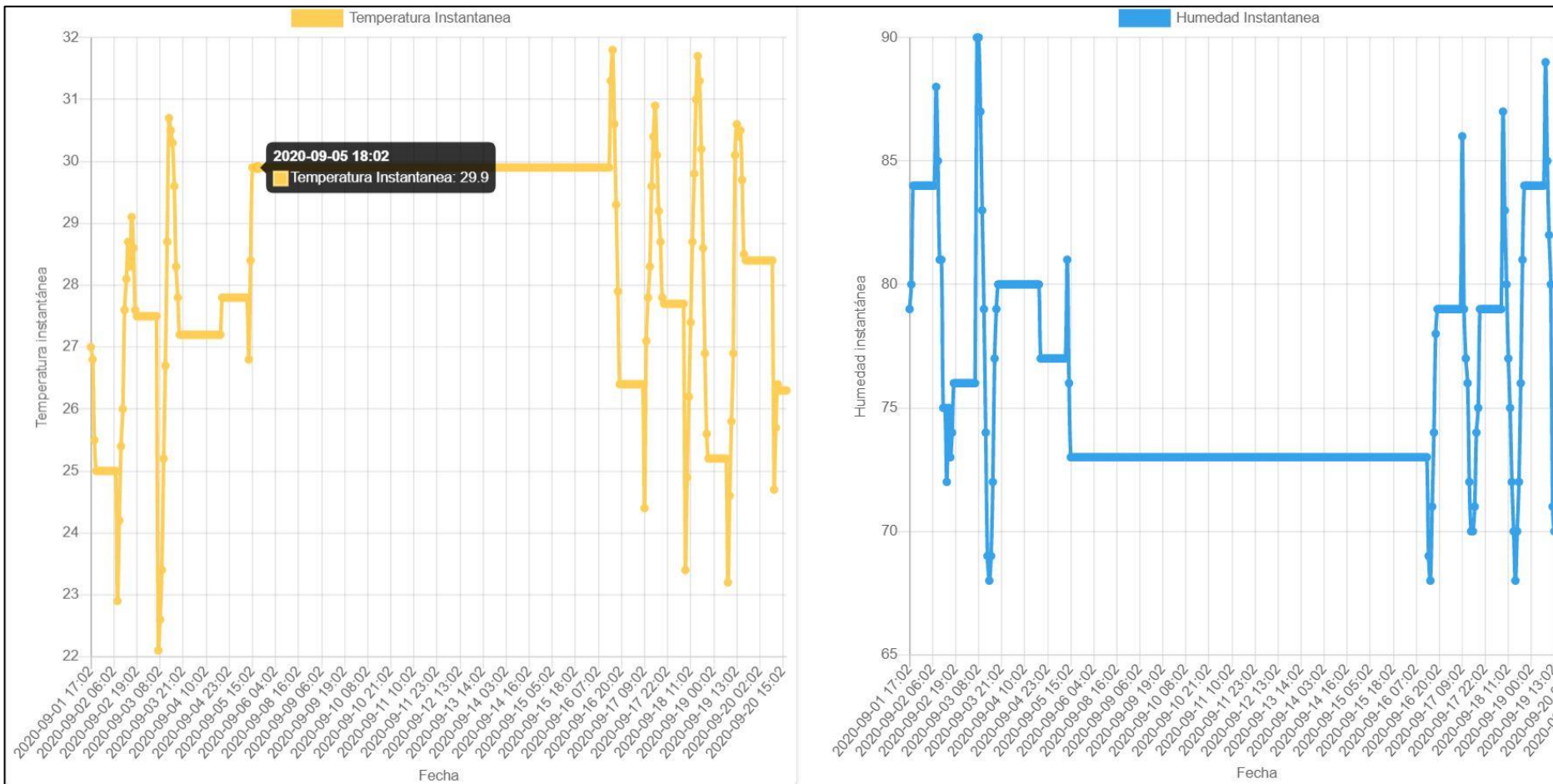


Figura 3.9 Datos monitoreados desde EXA-ISS-1 [Autoría propia]

Historia Climatológica para Guayaquil, Ecuador

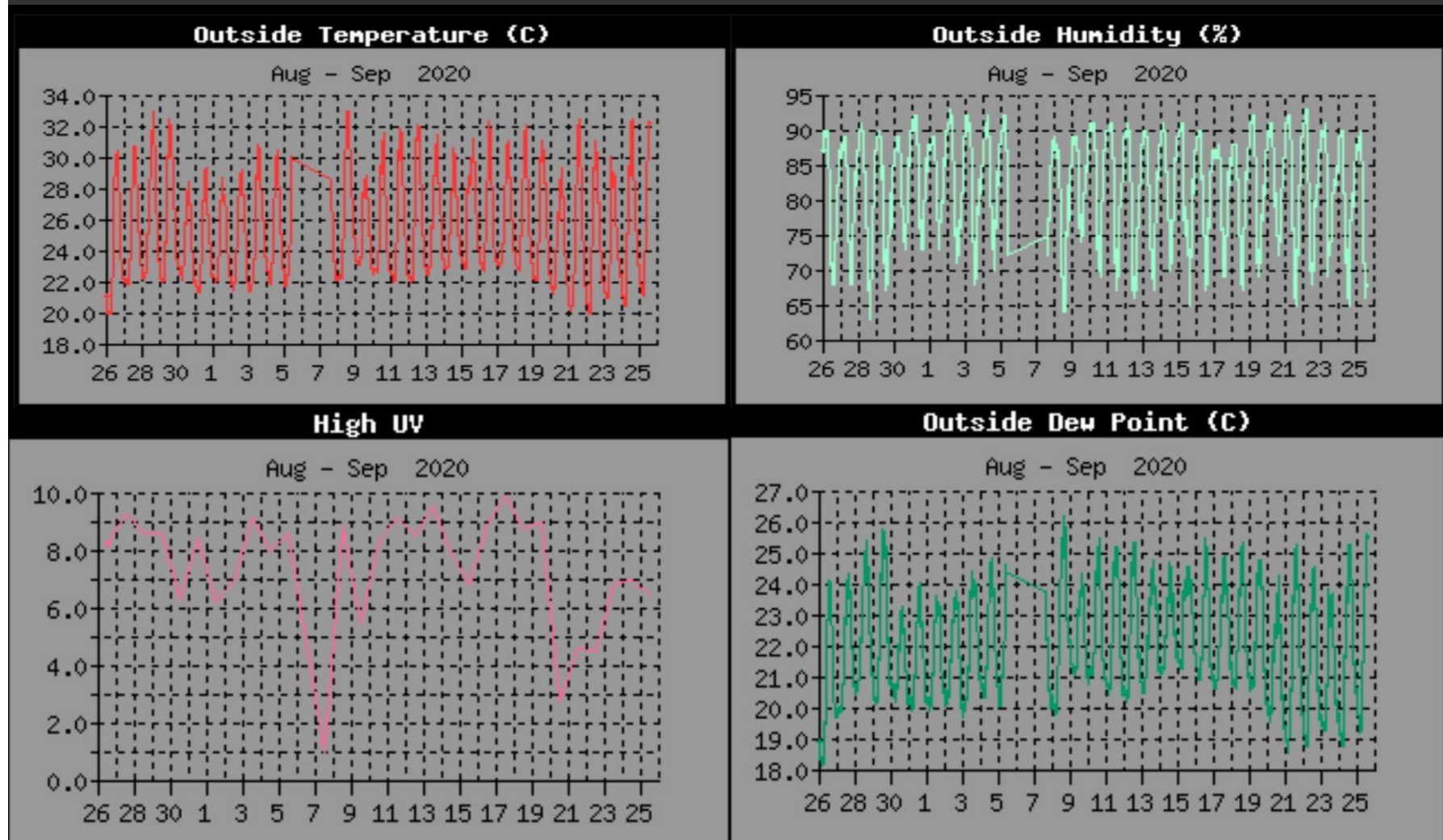


Figura 3.10 Datos históricos de la estación EXA-ISS-1 [85]

Como se observa en la figura 3.8 y 3.9, a pesar de que EXA dejó de mostrar sus datos en tiempo real desde su repositorio web, internamente si almacenaban en sus servidores los datos obtenidos desde su estación meteorológica, dado que al constatar sus datos históricos estos se reflejaban gráficamente como se presenta en la figura 3.10.

3.3 Volumen de datos recopilados de INAMHI y EXA

En la tabla 3.8 se presenta la cantidad total de datos que se recopilan por hora, día, mes y finalmente al año en nuestra plataforma digital desde las fuentes de Datos Abiertos. Cabe mencionar que la estación EXA-ISS-1 de la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, proyecta datos alrededor de 12 horas/día en tiempo real, por lo que cantidad de datos obtenidos serán menores en comparación con INAMHI. Los diferentes datos recopilados de las instituciones INAMHI y EXA se observa en los Anexos D y E respectivamente.

Estación Climatológica		Datos/hora	Datos/día	Datos/mes	Datos/año
Nombre	Propietario				
Facultad CCNN	INAMHI	10	240	7300	87600
COE-Monte Bello	INAMHI	10	240	7300	87600
Puerto Hondo	INAMHI	10	240	7300	87600
EXA-ISS-1	Agencia Espacial Civil Ecuatoriana	25	300	18250	219000
TOTAL DE DATOS		55	1020	40150	481800

Tabla 3.8 Datos recopilados - Estaciones operativos en Guayaquil

[Autoría propia]

Estos datos recopilados se alojan en la base de datos MongoDB junto con el servicio mLab, que nos permite administrar un gran volumen de datos de manera eficiente. Adicionalmente, el valor de almacenamiento de 0.12 MB/día equivale a un día promedio sin que exista pérdida de datos, por lo que este valor pudiera disminuir o aumentar en ocasiones que se presente alguna anomalía en las estaciones meteorológicas. En la tabla 3.9 se presenta el espacio de memoria que ocupa estos datos recopilados

Fecha		Almacenamiento Sandbox		
17/09/2020	18/09/2020	MB/día	MB/mes	MB/año
4.05 MB	4.17 MB	0.12	87.6	1051.2

Tabla 3.9 Almacenamiento de memoria – MongoDB [Autoría propia]

3.4 Disponibilidad de los datos monitoreados

INAMHI

Mediante una muestra de 47 días entre los meses de agosto - septiembre, se procedió a analizar el porcentaje de disponibilidad de los datos de las estaciones de INAMHI.

07/08/2020	08/08/2020	09/08/2020	10/08/2020	11/08/2020	12/08/2020	13/08/2020
14/08/2020	15/08/2020	16/08/2020	17/08/2020	18/08/2020	19/08/2020	20/08/2020
21/08/2020	22/08/2020	23/08/2020	24/08/2020	25/08/2020	26/08/2020	27/08/2020
28/08/2020	29/08/2020	30/08/2020	31/08/2020	01/09/2020	02/09/2020	03/09/2020
04/09/2020	05/09/2020	06/09/2020	07/09/2020	08/09/2020	09/09/2020	10/09/2020
11/09/2020	12/09/2020	13/09/2020	14/09/2020	15/09/2020	16/09/2020	17/09/2020
18/09/2020	19/09/2020	20/09/2020	21/09/2020	22/09/2020	23/09/2020	TOTAL 47días

Tabla 3.10 Período de muestra de datos recopilados INAMHI [Autoría propia]

Cálculos por estación:

$$47 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 1128 \text{ horas}$$

$$1128 \text{ horas} \times 10 \text{ Datos} = 11280 \frac{\text{Datos}}{\text{hora}}$$

- Numero de parámetros de cada estación:10 datos
- Horas de monitoreo: 24 horas/día
- Tamaño de la muestra:47 días
- Total: 11280 datos/hora

Estación Climatológica		Datos/hora	Datos Perdidos	Disponibilidad
Nombre	Propietario			
Facultad CCNN	Inamhi	11280	154	98.63%
COE-Monte Bello	Inamhi	11280	1740	84.57%
Puerto Hondo	Inamhi	11280	141	98.75%
TOTAL		33840	2035	93.98%

Tabla 3.11 Porcentaje de disponibilidad - Estaciones Climatológicas INAMHI
[Autoría propia]

De acuerdo con los resultados obtenidos, se muestra que la estación ubicada en la Facultad CCNN, presenta el mayor porcentaje de disponibilidad con un 98.63% de datos validos monitoreados. En el ANEXO F, se muestra la disponibilidad de los datos de las 3 estaciones meteorológicas entre el año 2019 y los meses de Enero y Febrero del año 2020, cuyos datos estadísticos fueron obtenidos desde el repositorio del INAMHI [74].

Agencia Espacial Civil Ecuatoriana

Para medir el porcentaje de la disponibilidad de los datos, se tomó una muestra de 30 días para la estación EXA-ISS-1, con un promedio de operatividad de la estación de 12 horas/día.

23/08/2020	24/08/2020	25/08/2020	26/08/2020	27/08/2020
28/08/2020	29/08/2020	30/08/2020	31/08/2020	01/09/2020
02/09/2020	03/09/2020	04/09/2020	05/09/2020	06/09/2020
07/09/2020	08/09/2020	09/09/2020	10/09/2020	11/09/2020
12/09/2020	13/09/2020	14/09/2020	15/09/2020	16/09/2020
17/09/2020	18/09/2020	19/09/2020	20/09/2020	21/09/2020
22/09/2020	23/09/2020	24/09/2020	25/09/2020	26/09/2020
27/09/2020	28/09/2020	29/09/2020	TOTAL 37 días	

Tabla 3.12 Período de muestra de datos recopilados EXA-ISS-1 [Autoría propia]

Total datos/hora de la muestra

$$37 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 888 \text{ horas}$$

$$888 \text{ horas} \times 25 \text{ Datos} = 22200 \frac{\text{Datos}}{\text{hora}}$$

Total datos/hora (Período de inactividad del 05-16 de septiembre)

$$11 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 264 \text{ horas} + 3 \text{ horas} = 267 \text{ horas}$$

$$267 \text{ horas} \times 25 \text{ Datos} = 6675 \frac{\text{Datos}}{\text{hora}}$$

Total datos/hora (Período operativo)

$$25 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 600 \text{ horas} + 21 \text{ horas} = 621 \text{ horas}$$

$$621 \text{ horas} \times 25 \text{ Datos} = 15525 \frac{\text{Datos}}{\text{hora}}$$

Del 100% de los datos, se estima que el 50% fueron mostrados en tiempo real:

$$15.525 / 2 = 7.762,5 \text{ datos mostrados}$$

Total de datos perdidos: $6675 + 7762.5 = 14437.5$ datos

Estación Climatológica		Datos/hora	Datos Perdidos	Disponibilidad
Nombre	Propietario			
EXA-ISS-1	Agencia Espacial Civil Ecuatoriana	22200	14437.5	34.97%

Tabla 3.13 Porcentaje de disponibilidad – Estación EXA-ISS-1 [Autoría propia]

3.5 Instrumento de Medición

Diseño de encuesta

Una de las etapas de investigación fue la de conocer el conocimiento que tienen los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil sobre conceptos de ciudad inteligente, iniciativas de desarrollo tecnológico a nivel local, y la accesibilidad que se tiene a datos de tipo abierto. En esta sección se detalla el medio utilizado el cual fue el de formular una encuesta a escala local que nos permitieron recopilar información sobre varios puntos de análisis.

Uno de los criterios por el cual se optó usar una encuesta como medio de medición de información, fue la de evaluar las opiniones de los ciudadanos y brindar credibilidad a las investigaciones realizadas sobre la disponibilidad de datos abiertos. A continuación, se muestra de forma detallada las preguntas formuladas en la encuesta en base a una muestra de habitantes de la ciudad Guayaquil.

Datos Personales

Genero

Femenino	
Masculino	

Edad

15-24	
25-39	
40-64	
65-mas	

Educación

Educación Básica completa	
Educación media/Bachillerato completa	
Superior y/o postgrado	
Ignora	

Plataforma Digital IoT

1.- ¿Conoce el termino Smart City o Ciudad Inteligente?

Si	
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	
No	

2.- ¿Cuáles son los componentes que usted atribuye que caracterizan una Smart City o Ciudad Inteligente?

Ciudadanía Inteligente	
Conectividad gratuita de Wifi	
Tecnología	
Servicios para los Ciudadanos	
Gestión de control de trafico	
Gobernanza Inteligente	

3.- ¿Conoce el termino de Telemetría?

Si	
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	
No	

4.- Valore del 1 al 4, siendo 1 nada importante y 4 muy importante. ¿Es importante recopilar datos de Telemetría para la transformación de una Ciudad Tradicional en una Ciudad Inteligente?

1 nada importante	
2 poco importante	
3 importante	
4 muy importante	

5.- ¿Conoce usted el concepto de datos abiertos como parte esencial de una Ciudad Inteligente?

Si	
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	
No	

6.- ¿Conoce usted si la Ciudad de Guayaquil cuenta con un repositorio web donde muestra a los ciudadanos datos abiertos por parte de sistemas automatizados de sensores inteligentes (climatológico, tráfico, parqueo, servicios urbanos)?

Si	
No	
Ignoro	

7.- ¿Le gustaría poder visualizar esta información en tiempo real?

Si	
No	
Ignoro	

8.- Valore del 1 al 5, siendo 1 insatisfecho y 5 muy satisfactorio. ¿Le parece interesante la información presentada en la plataforma digital IoT para que Guayaquil sea categorizada como ciudad Inteligente?

Fecha Inicial: 2020-09-05 14:00:00
Fecha Final: 2020-09-17 15:00:00

Seleccionar:
 GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN) - METEOROLOGICA
 COE-MONTE BELLO - METEOROLOGICA
 PUERTO HONDO - METEOROLOGICA

BUSCAR

GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN)
Thursday, September 17th 2020

32.5°C

Temperatura Max/Min	30.9/33.5	Humedad instantanea (%)	50
Humedad Max/Min	54/49	Precipitación (mm)	0.1
Presión (mm)	710.1	Velocidad viento (m/s)	84
Dirección viento	1.4		

1 insatisfactoria	
2 un poco insatisfactoria	
3 un poco satisfactoria	
4 satisfactoria	
5 muy satisfactoria	

9.- En una escala del 0 a 10, en la que 0 es “nada probable” y 10 “extremadamente probable”, ¿Qué tan probable es que recomiendes esta plataforma digital a un amigo?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Análisis de los datos obtenidos mediante el instrumento de medición

Con base a las preguntas planteadas, se obtuvo un perfil del encuestado el cual nos permitió obtener información sobre el grado de conocimiento que tiene la ciudadanía sobre los conceptos relacionados de ciudad inteligente y que tipos de beneficios obtuvieran.

Género

De acuerdo con nuestra muestra de habitantes, indica que el 60 % de los encuestados fueron hombres y un 40% son mujeres.

Hombre	150	60%
Mujer	100	40%
Muestra	250	100%

Tabla 3.14 Género [Autoría propia]

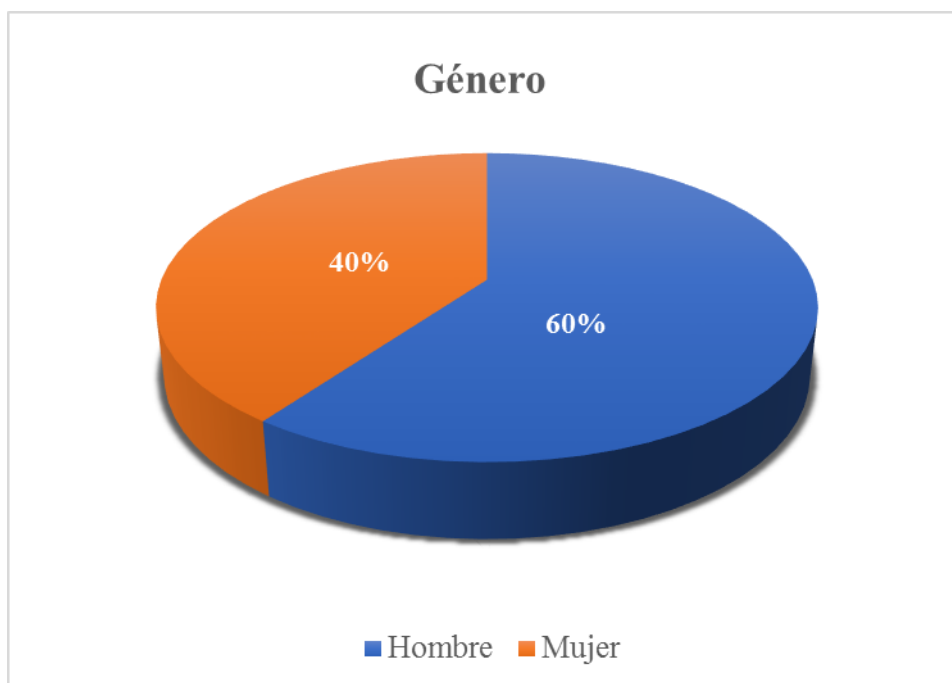


Figura 3.11 Género [Autoría propia]

Rango de Edades

De acuerdo con el rango de edades, se verifico que un 62 % de los encuestados oscila entre los 25 -39 años, el cual nos indica que son perfiles de público joven que nos ayuda a tener de forma clara opiniones de personas con un mayor manejo de acceso a dispositivos tecnológicos.

15 - 24 años	55	22%
25 - 39 años	155	62%
40 - 64 años	30	12%
más de 65 años	10	4%
Muestra	250	100%

Tabla 3.15 Rango de Edades Encuestados [Autoría propia]

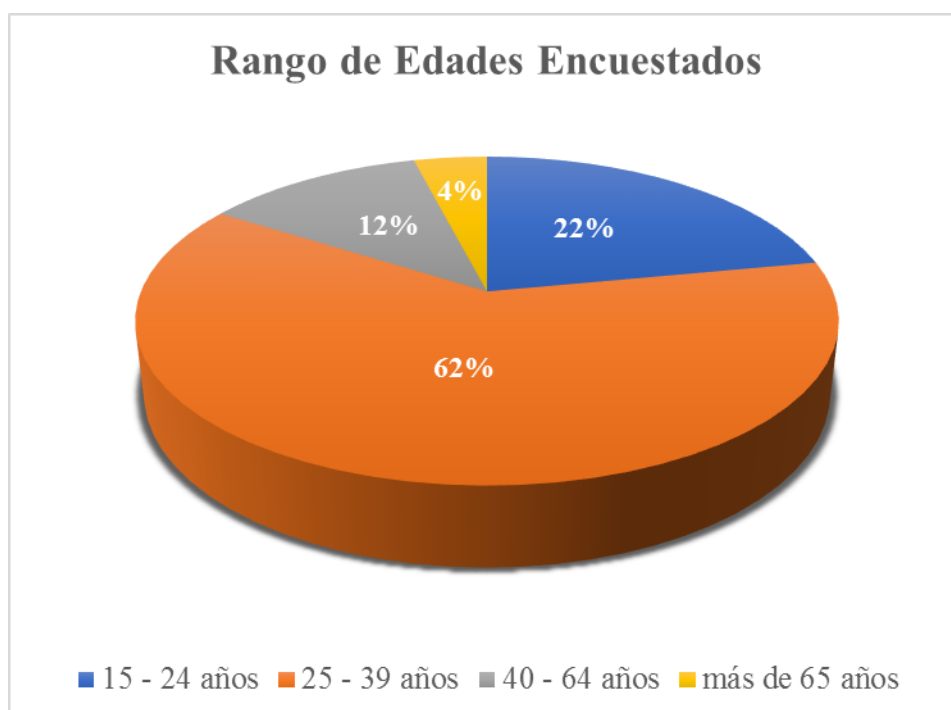


Figura 3.12 Rango de Edades Encuestados [Autoría propia]

Grado de Educación

El grado de educación nos indica que un 78 % de los encuestados poseen un grado académico superior, el cual se estima que probablemente la mayoría de los encuestados deberían estar familiarizados con términos asociados a tecnología y sistemas de automatización actuales. Por otro lado, tenemos que un 20% alcanzaron grado de bachiller y tan solo un 2 % llegaron a completar educación básica, en la que será importante estos datos para conocer el grado de conocimiento sobre tecnología de estos grupos que no han podido optar por una educación superior.

Educación Básica completa	50	20%
Educación media/Bachillerato completa	195	78%
Superior y/o postgrado	5	2%
Muestra	250	100%

Tabla 3.16 Grado de Educación [Autoría propia]

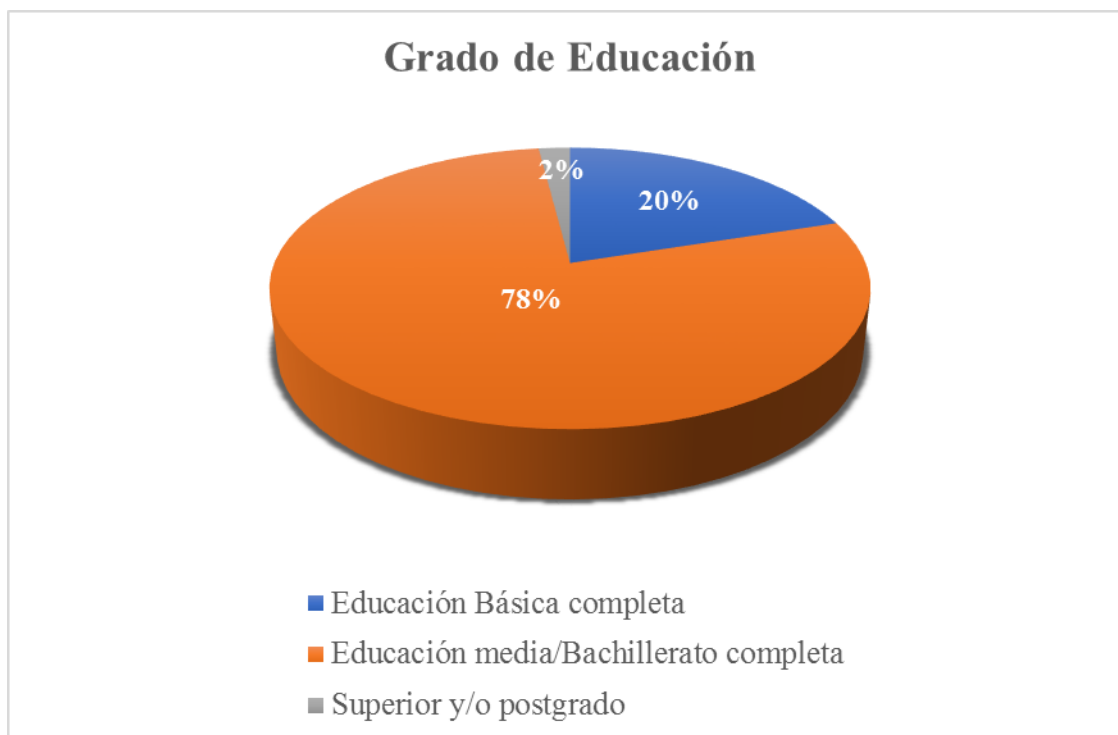


Figura 3.13 Grado de Educación [Autoría propia]

1.- Conocimiento de Término Smart City

Como era de esperarse un gran porcentaje conoce el término asociado a Smart City con un 78% de los encuestados, un 14 % indicaron que han escuchado este término, pero no tiene claro de forma clara a que se refiere y un 8% no tienen conocimiento alguno. Esto nos indica que incluso las personas con un grado de bachiller tienen algún tipo de conocimiento sobre este término.

Si	195	78%
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	35	14%
No	20	8%
Muestra	250	100%

Tabla 3.17 Término Ciudad Inteligente [Autoría propia]



Figura 3.14 Término Ciudad Inteligente [Autoría propia]

2.- Componentes de una Ciudad Inteligente

En cuanto a los componentes que forman parte de una ciudad Inteligente, los encuestados asociaron como un componente fundamental al concepto de conectividad gratuita de wifi, los cuales es una de las iniciativas que por parte del Municipio de Guayaquil ha dado a conocer con mayor realce a la población. Además, se observó que el componente menos asociado a ciudad inteligente es la gestión de control de tráfico. Este punto puede ser asociado a que su control se deber por parte de ATM. Esto nos da un indicativo que la ciudadanía de Guayaquil cuenta con una gran oportunidad de implementar tecnología en la que los ciudadanos puedan hacer uso de ella en su vida cotidiana.

	Si	No	Tal Vez	Total
Ciudadanía Inteligente	6%	58%	36%	100%
Conectividad gratuita de Wi-Fi	62%	12%	26%	100%
Tecnología	14%	26%	60%	100%
Servicios para los Ciudadanos	8%	12%	80%	100%
Gestión de control de trafico	4%	70%	26%	100%
Gobernanza Inteligente	6%	56%	38%	100%

Tabla 3.18 Componente de una Ciudad Inteligente [Autoría propia]

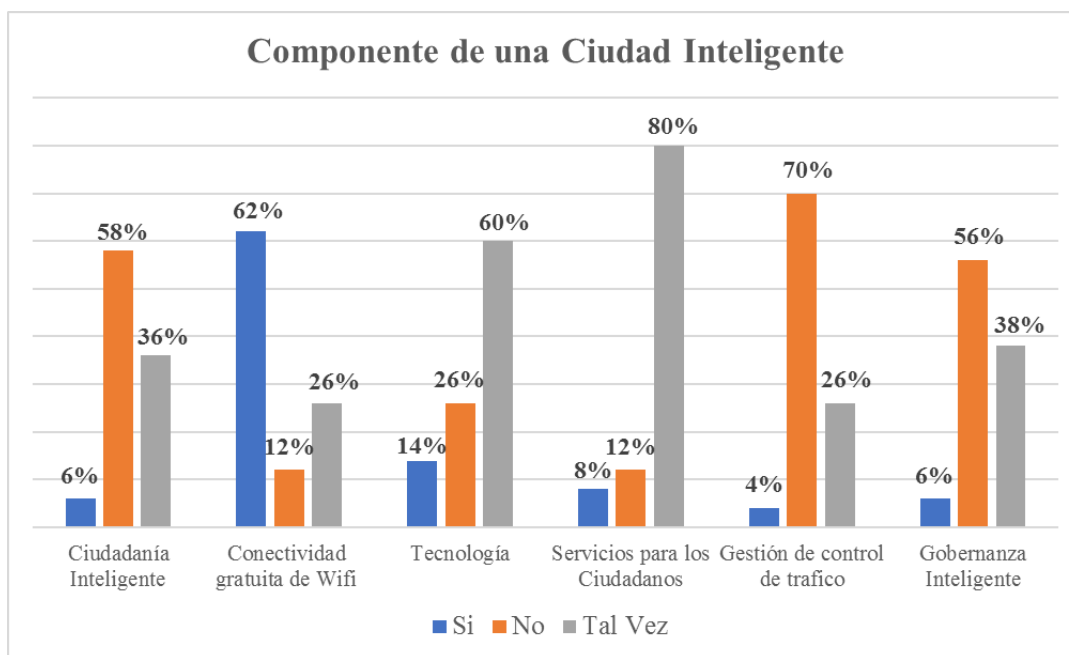


Figura 3.15 Componente de una Ciudad Inteligente [Autoría propia]

3.- Conocimiento del Término Telemetría

Para esta pregunta en comparación con el concepto de ciudad inteligente, observamos que tal solo un 32 % conocen el término de telemetría, un 20 % han escuchado este término, pero no tienen claro su uso en el campo de la tecnología. El mayor porcentaje con un 48% lo tiene aquellos encuestados que no tienen conocimiento alguno sobre telemetría lo cual nos indica que la ciudadanía a pesar de tener un grado superior de estudios no siempre pueda tener claro ciertos términos empleados en una ciudad inteligente. Esto se debe a que, de acuerdo con el total de los encuestados con grado superior, no todos tienen carreras profesionales relacionados al campo de la tecnología el cual puede ser un factor que indica su amplio desconocimiento por parte de la ciudadanía.

Si	80	32%
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	50	20%
No	120	48%
Muestra	250	100%

Tabla 3.19 Término de Telemetría [Autoría propia]

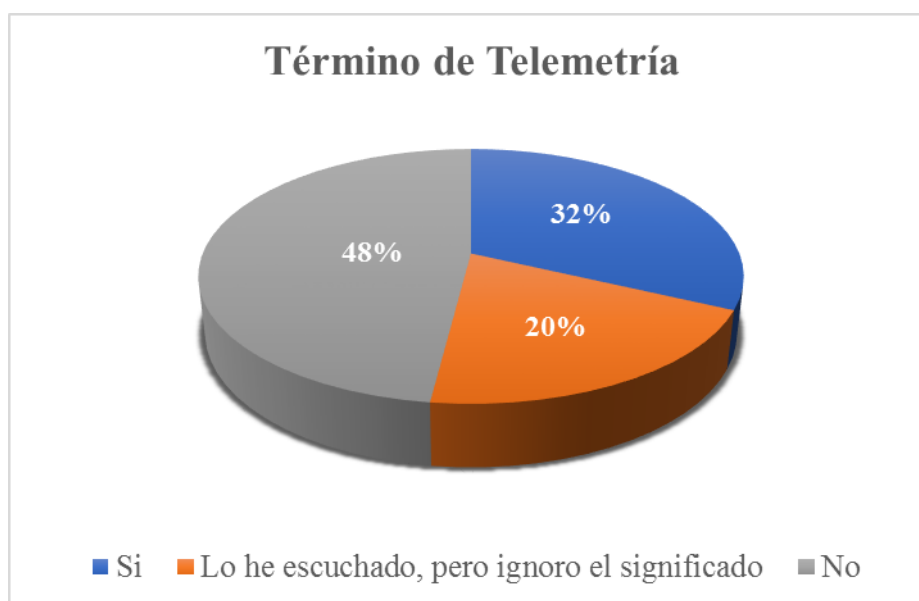


Figura 3.16 Término de Telemetría [Autoría propia]

4.- Análisis de capturar Datos por medio de la Telemetría para Smart City

1 nada importante	150	60%
2 poco importante	60	24%
3 importante	25	10%
4 muy importante	15	6%
Muestra	250	100%

Tabla 3.20 Importancia de Recopilar datos de Telemetría para Smart City [Autoría propia]

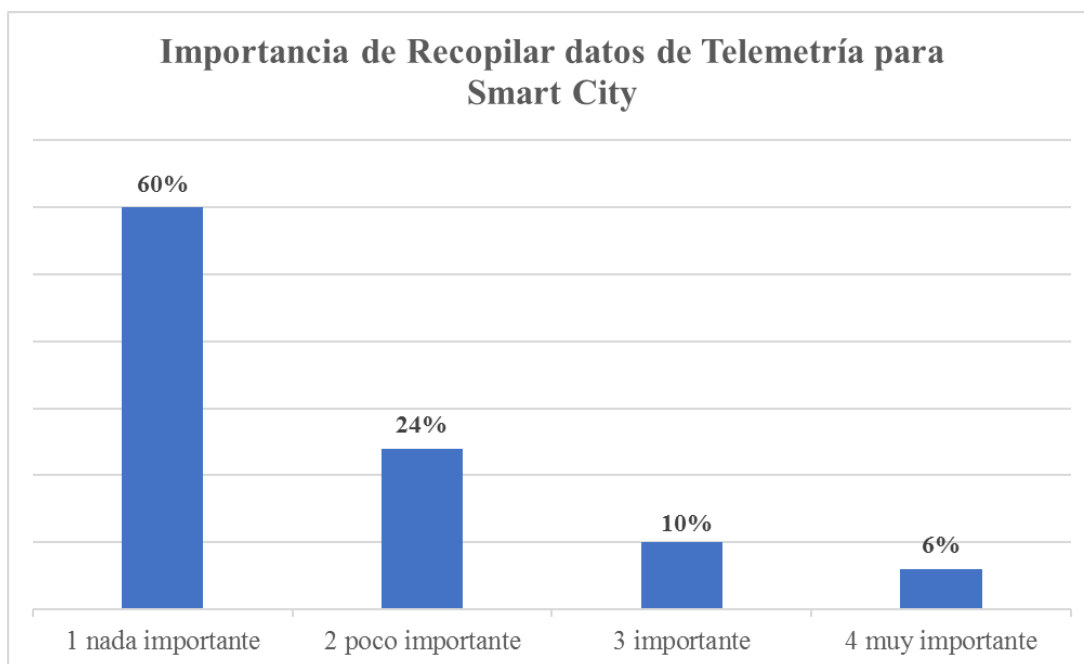


Figura 3.17 Importancia de Recopilar datos de Telemetría para Smart City [Autoría propia]

5.- Concepto de Datos Abiertos de Ciudad Inteligente

Como resultado de datos abiertos como parte de una ciudad inteligente, tenemos que un 30% asocian este término en contraste con un pronunciado 54% que desconocen su uso y la importancia que tienen este concepto como parte fundamental de ciudad inteligente. Un 16% de los encuestado indicaron que han escuchado este término, pero desconocen su función en una ciudad inteligente.

Si	75	30%
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	40	16%
No	135	54%
Muestra	250	100%

Tabla 3.21 Término datos abiertos en Smart City [Autoría propia]

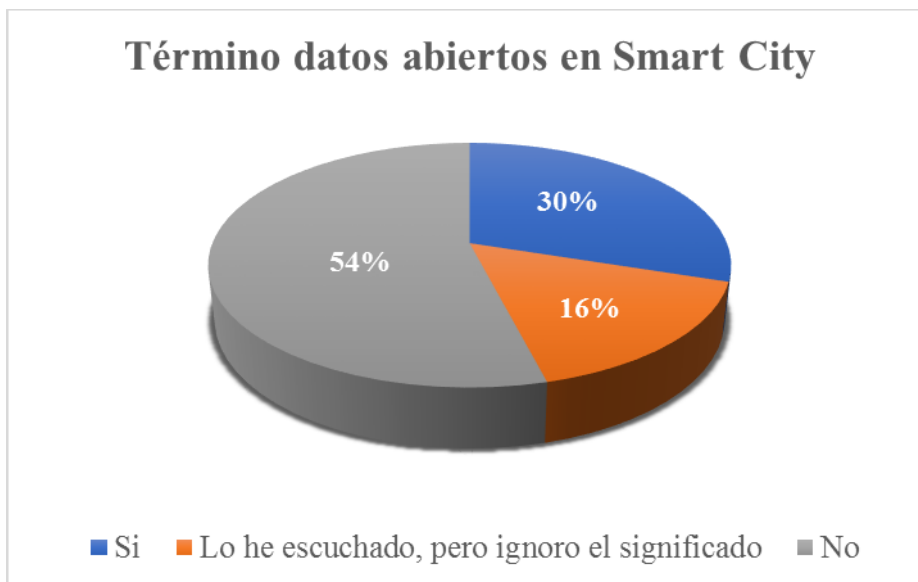


Figura 3.18 Término datos abiertos en Smart City [Autoría propia]

6.- Conocimiento de algún Repositorio Web Existente actual

Esta pregunta plateada para conocer qué tanto del porcentaje de los habitantes de la ciudad conocen sobre alguna iniciativa o de algún medio digital en la que puedan acceder a datos monitoreados por sistemas automatizados, nos indicaron que tan solo un 29% de los encuestados conocen algún medio que proporcione alguna data monitoreada y mostraba a los habitantes. Este resultado es muy bajo y se puede apreciar la falta conocimiento por para de la ciudadanía sobre aquellos repositorios web que sin bien es cierto son muy limitados, aportan de alguna forma data monitoreada por sistemas de automatización en tiempo real. Además, un 58 % indica que ignoran si existe en la ciudad de Guayaquil algún medio digital que proporcione este tipo de información en tiempo real.

Si	75	30%
Lo he escuchado, pero ignoro el significado	145	58%
No	30	12%
Muestra	250	100%

Tabla 3.22 Repositorio Web Existente en la actualidad [Autoría propia]



Figura 3.19 Repositorio Web Existente en la Actualidad [Autoría propia]

7.- ¿Le gustaría poder visualizar esta información en tiempo real?

Con un 96% de los encuestados, nos indicaron que muestran interés por observar datos de sistemas automatizados que puedan de alguna manera mejora la calidad de vida de los ciudadanos. Esto nos da un indicativo que la ciudadanía de Guayaquil cuenta con una gran oportunidad de implementar tecnología en la que los ciudadanos puedan hacer uso de ella en su vida cotidiana.

Si	240	96%
No	10	4%
Muestra	250	100%

Tabla 3.23 Interés de observar datos en tiempo real [Autoría propia]



Figura 3.20 Interés de observar datos en tiempo real [Autoría propia]

8.- Aceptación sobre la interfaz de la Plataforma Digital IoT

Si bien es cierto, una captura de imagen de nuestra plataforma digital propuesta no demuestra del todo los beneficios que brinda a la ciudadanía, la interfaz mostrada presentó una gran aceptación del público encuestado con un 76% que de acuerdo con las preguntas consultadas anteriormente puedan darse una idea de la propuesta de nuestro proyecto.

1. insatisfactoria	15	6%
2. un poco insatisfactoria	5	2%
3. un poco satisfactoria	30	12%
4. satisfactoria	10	4%
5. muy satisfactoria	190	76%
Muestra	250	100%

Tabla 3.24 Aceptación sobre la interfaz de la Plataforma Digital [Autoría propia]

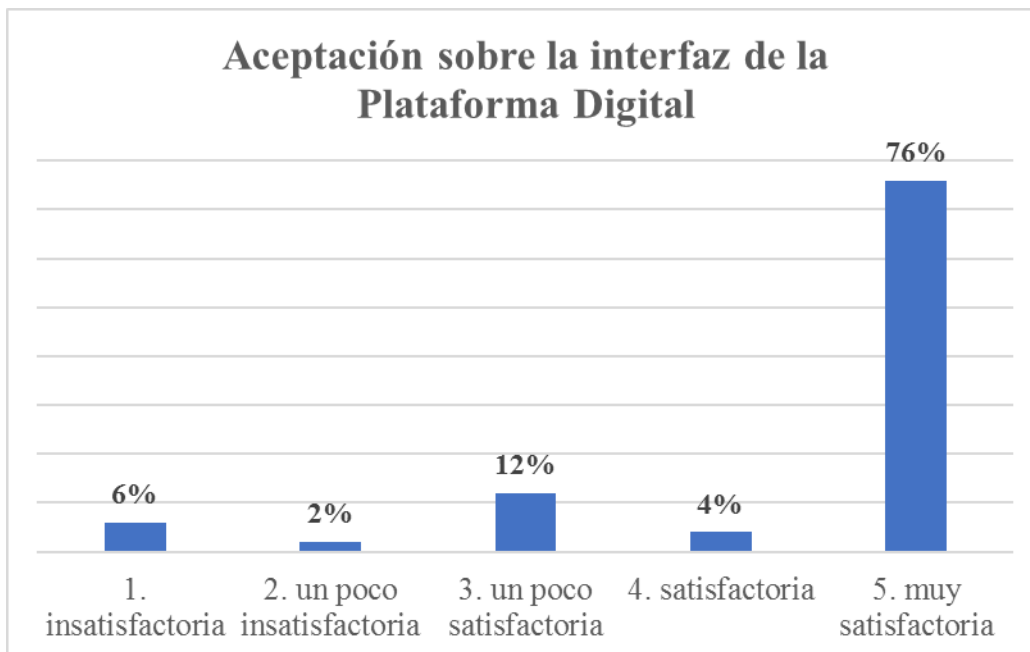


Figura 3.21 Aceptación sobre la interfaz de la Plataforma Digital [Autoría propia]

9.- Porcentaje de Recomendación de la plataforma Digital Propuesta

Se obtuvo un 78% en que los encuestados calificaron con una nota superior o igual a 8, lo que representa un potencial índice de recomendación de la plataforma hacia otras personas.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
0%	0%	4%	0%	0%	2%	6%	10%	26%	20%	32%	100%

Tabla 3.25 Porcentaje de Recomendación de la Plataforma Digital

[Autoría propia]

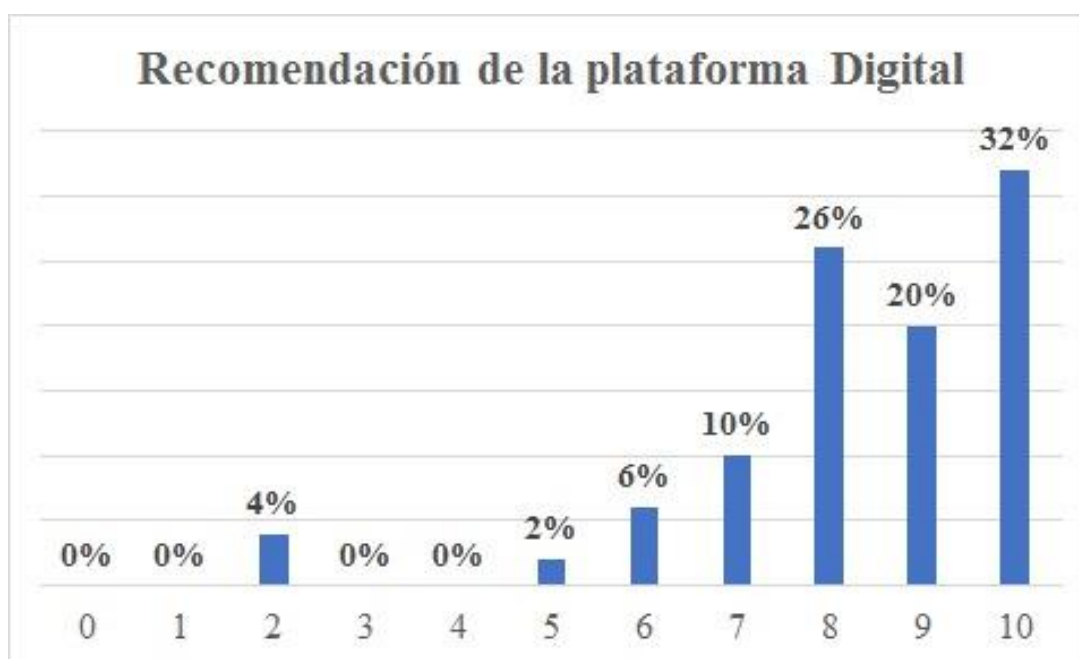


Figura 3.22 Porcentaje de Recomendación de la Plataforma Digital

[Autoría propia]

3.6 Análisis de Costo/Viabilidad Económica

Costo de Implementación

El servicio en la nube de AWS ofrece 60 productos. El periodo de gratuidad de muchos de ellos alcanzan los 12 meses a partir del registro inicial en AWS, sin embargo posterior a este período los servicios utilizados presentan un costo de acuerdo los recursos computacionales utilizados. Por esta razón, se presenta

un análisis de estos recursos en de dos planes de períodos de contratación: Plan A(1 año) y Plan B(3 años).

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)

Amazon EC2 proporciona una amplia selección de tipos de instancias como: uso general, optimizadas para informática, optimizadas para memoria, informática acelerada, optimizadas para almacenamiento [112]. En la figura 3.23 se presenta 7 tipos de instancias para la categoría de uso general T2, cada una de ellas brinda un número de CPU virtual y una capacidad de memoria (GiB).

La instancia t2.micro se implementó en nuestra plataforma digital; es la única instancia incluida en la capa gratuita compuesta por 1 CPU virtual y 1 de Memoria GiB. Como se lo mencionó en la metodología en la sección 2, la instancia t2.micro del servicio Amazon EC2 aloja al servidor NGINX, más los datos obtenidos mediante el scraping a las páginas del INAMHI y la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana

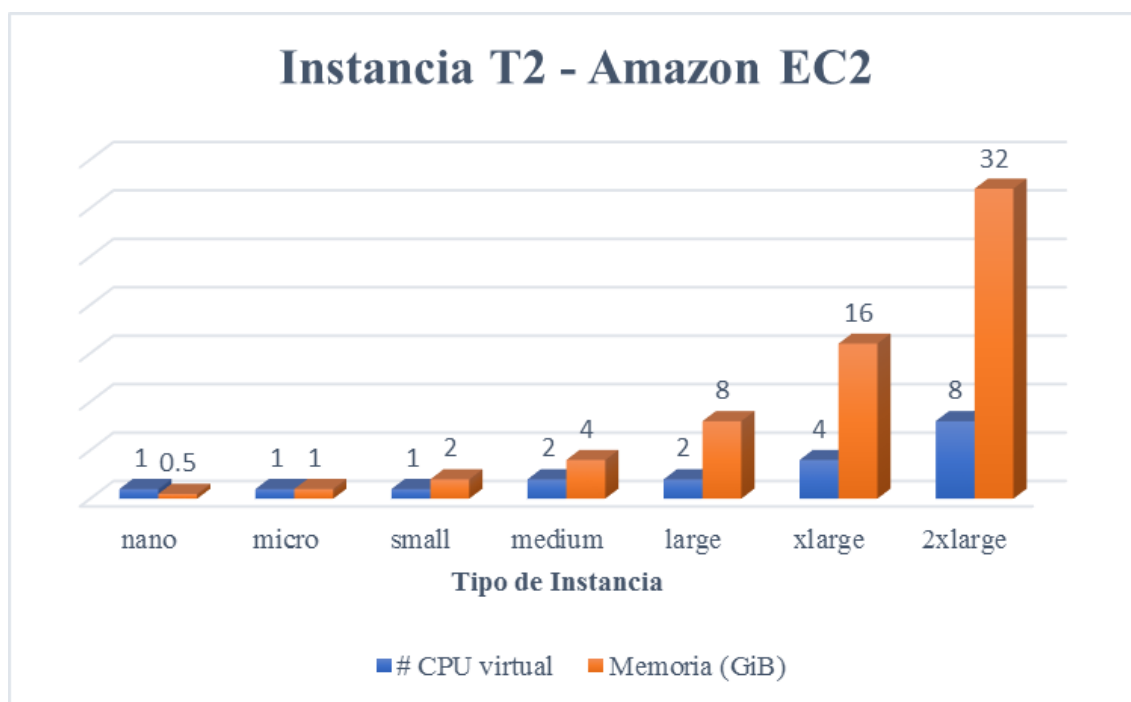


Figura 3.23 Características para instancias T2 – Amazon EC2 [112]

Estas instancias T2 de uso general brindan un nivel base de rendimiento de CPU, con la posibilidad de ampliarse si se requiere mayor uso de CPU para sus cargas de trabajo. Se observa en la figura 3.24 que para cada tipo de instancia T2 tiene un rendimiento de red de acuerdo a las especificaciones que proporciona la página oficial de AWS [112].

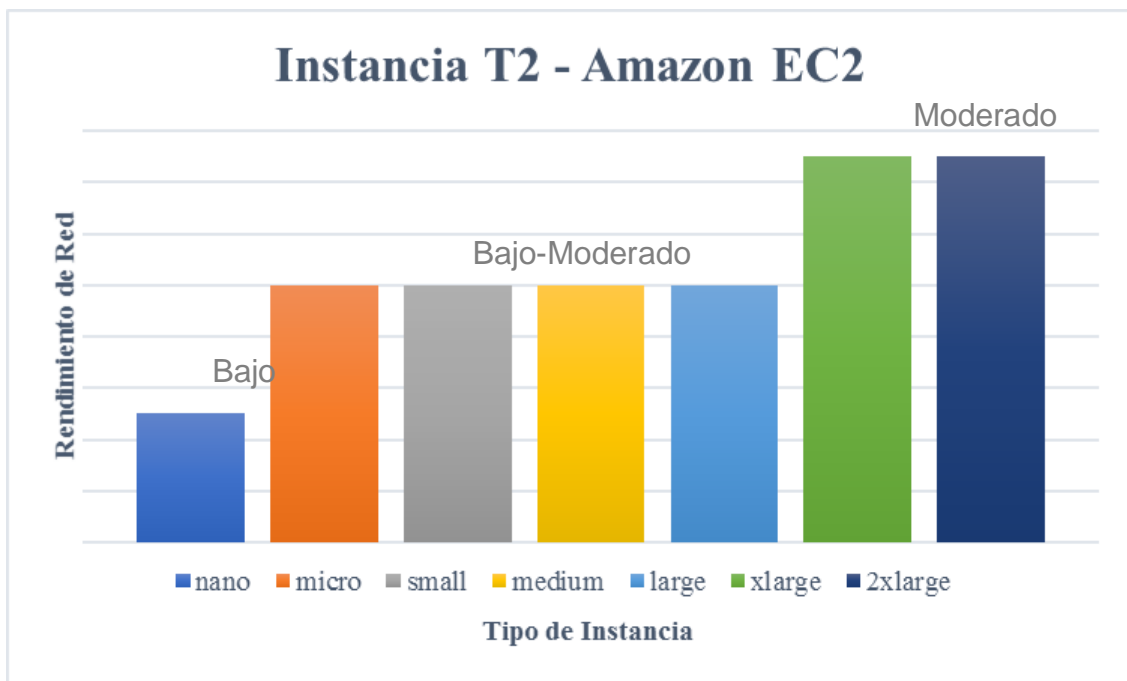


Figura 3.24 Rendimiento de red para instancias T2 – Amazon EC2 [112]

Costo/Hora (Amazon EC2)

Amazon EC2 ofrece algunos modelos de precios por su servicio de web en la nube. Los planes de ahorro de instancias EC2 son recomendados porque brindan mejores precios dependiendo de la cantidad constante de uso. Dentro de los planes más económicos están el de 1 y 3 años de contratación [113]. En la figura 3.25 se presenta los planes de ahorro para cada tipo de instancia T2 en la que el costo/hora para la instancia t2.micro es de \$0.0072 por el uso del plan A (1 año) y \$0.0050 por el uso del plan B (3 años).

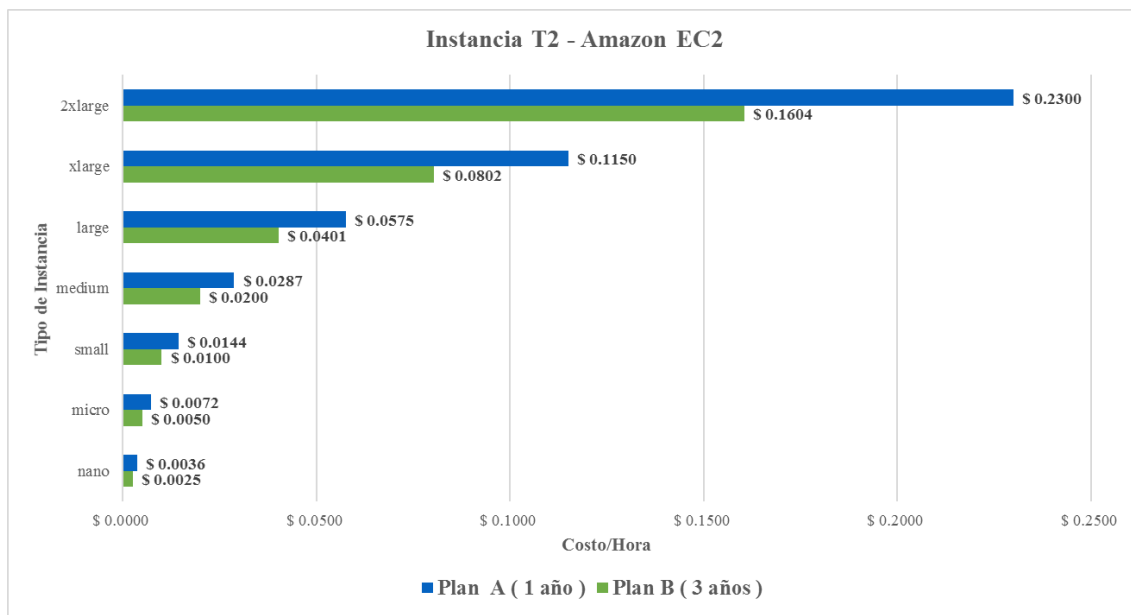


Figura 3.25 Costo/Hora para instancias T2 – Amazon EC2 Modelo de Precios
[113]

Costo de inversión (Amazon EC2)

En la tabla 3.26 se observa los cálculos estimados para el período de un año del plan A de cada instancia T2, en la que para la instancia t2.micro su valor es de \$99.07. Adicionalmente, se presenta que el costo/mes de almacenamiento de las instancias T2 es de \$3.00 y el costo/hora por el uso de las instancias T2 varía de acuerdo con la cantidad de recursos asignados a cada instancia, según valores obtenidos mediante la calculadora de precios de AWS [114].

Instancia T2 - Amazon EC2			Almacenamiento (30 GB)	Costo Total	Costo Total
Tipo	Costo/Hora	Costo/Mes	Costo/Mes	Mes	1 año
nano	\$ 0.0036	\$ 2.63	\$ 3.00	\$ 5.63	\$ 67.54
micro	\$ 0.0072	\$ 5.26	\$ 3.00	\$ 8.26	\$ 99.07
small	\$ 0.0144	\$ 10.51	\$ 3.00	\$ 13.51	\$ 162.14
medium	\$ 0.0287	\$ 20.95	\$ 3.00	\$ 23.95	\$ 287.41
large	\$ 0.0575	\$ 41.98	\$ 3.00	\$ 44.98	\$ 539.70
xlarge	\$ 0.1150	\$ 83.95	\$ 3.00	\$ 86.95	\$ 1,043.40
2xlarge	\$ 0.2300	\$ 167.90	\$ 3.00	\$ 170.90	\$ 2,050.80
Plan A (1 año)					

Tabla 3.26 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Plan A (1 año)

[114]

En la tabla 3.27, el costo estimado del plan B (3 años) de la instancia t2. micro es de \$239.40.

Instancia T2 - Amazon EC2			Almacenamiento (30 GB) Costo/Mes	Costo Total Mes	Costo Total 3 años
Tipo	Costo/Hora	Costo/Mes			
nano	\$ 0.0025	\$ 1.83	\$ 3.00	\$ 4.825	\$ 173.70
micro	\$ 0.0050	\$ 3.65	\$ 3.00	\$ 6.650	\$ 239.40
small	\$ 0.0100	\$ 7.30	\$ 3.00	\$ 10.300	\$ 370.80
medium	\$ 0.0200	\$ 14.60	\$ 3.00	\$ 17.600	\$ 633.60
large	\$ 0.0401	\$ 29.27	\$ 3.00	\$ 32.273	\$ 1,161.83
xlarge	\$ 0.0802	\$ 58.55	\$ 3.00	\$ 61.546	\$ 2,215.66
2xlarge	\$ 0.1604	\$ 117.09	\$ 3.00	\$ 120.092	\$ 4,323.31
Plan B (3 años)					

Tabla 3.27 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Plan B (3 años)
[114]

En la figura 3.26 podemos observar los costos de inversión según el plan de ahorro para cada tipo de instancia de T2 obtenidos mediante las tablas 3.26 y 3.27.

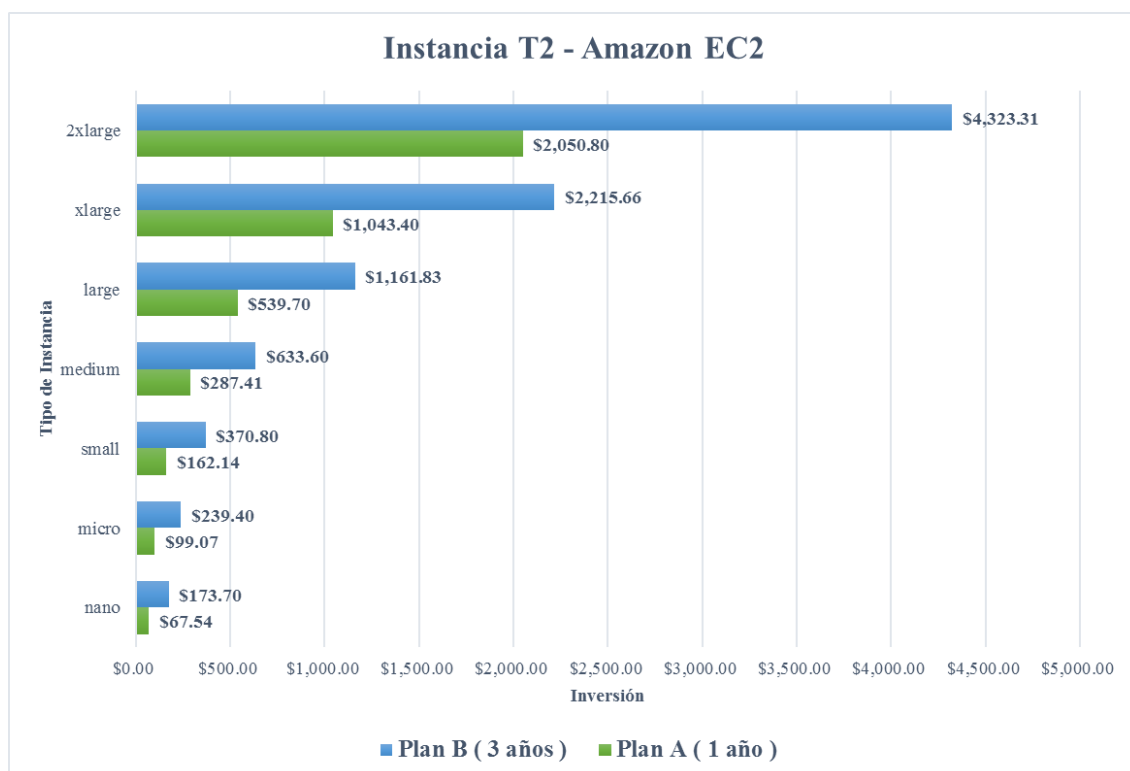


Figura 3.26 Costo de inversión para instancias T2 - Amazon EC2 Modelo de Precios [114]

En la figura 3.27, se muestra los porcentajes de ahorro del Plan B (3 años) comparado con el plan A (1 año) de cada instancia T2, en la que se destaca que para la instancia t2.micro el plan B presenta un ahorro del 19.45% en comparación a un pago recurrente de 3 años por el plan A.



Figura 3.27 Porcentaje de ahorro para instancias T2 - Amazon EC2 (Plan B vs Plan A) [Autoría propia]

Amazon ElastiCache – Redis

Amazon ElastiCache brinda dos tipos de nodos de caché: nodo de caché estándar y nodo de caché con optimización para memoria que son utilizadas para el almacén de datos en memoria y estos son compatibles con Memcached y Remote Dictionary Server (Redis). Redis se utilizó para la implementación de búsqueda de datos.

En la figura 3.28 se muestra 3 tipos de nodos de caché estándar T2 para Redis, cada una de ellas brinda un número de CPU virtual y una capacidad de memoria (GiB) para el almacenamiento de la data. El nodo de caché que se implementó en nuestra plataforma digital fue el estándar t2.micro y es el único

incluido en la capa gratuita compuesta por 1 CPU virtual y 0.555 de Memoria (GiB) [115].

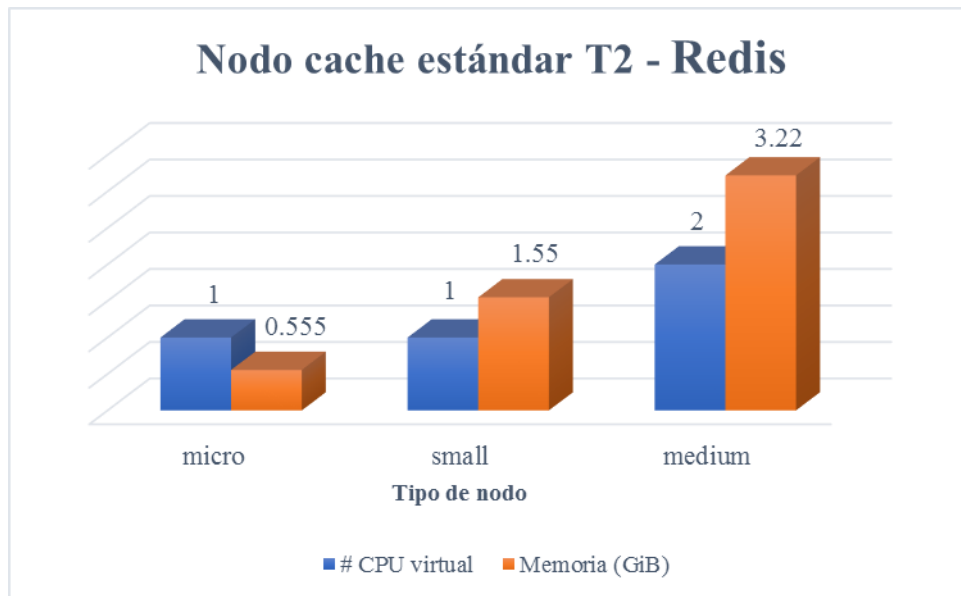


Figura 3.28 Características para nodos caché T2 – Redis [114]

Modelos de Precios - Redis

Amazon ElastiCache ofrece dos modelos de precio: El primero “**nodos bajo demanda**”, en la que de acuerdo con los recursos computacionales utilizados al mes su valor tiende a incrementar por cada hora de uso, con la ventaja de no tener compromisos de contrato a largo plazo. El segundo modelo de precio denominado “**nodos reservados**”, que permite reservar el número de nodos cache deseados por un periodo 1 o 3 años en la que se obtiene un descuento considerable en el cargo por horas con respecto al modelo de nodos bajo demanda [115].

Costo/hora - Modelos de precio Redis

En la figura 3.29 se observa el costo/hora para cada tipo de nodo cache estándar T2. Se aprecia que al contratar el modelo de nodos bajo demanda, el costo/hora presenta un aproximado del 76.47% y 64.71% mayor en comparación con los planes A (1 año) y B(3años) respectivamente.

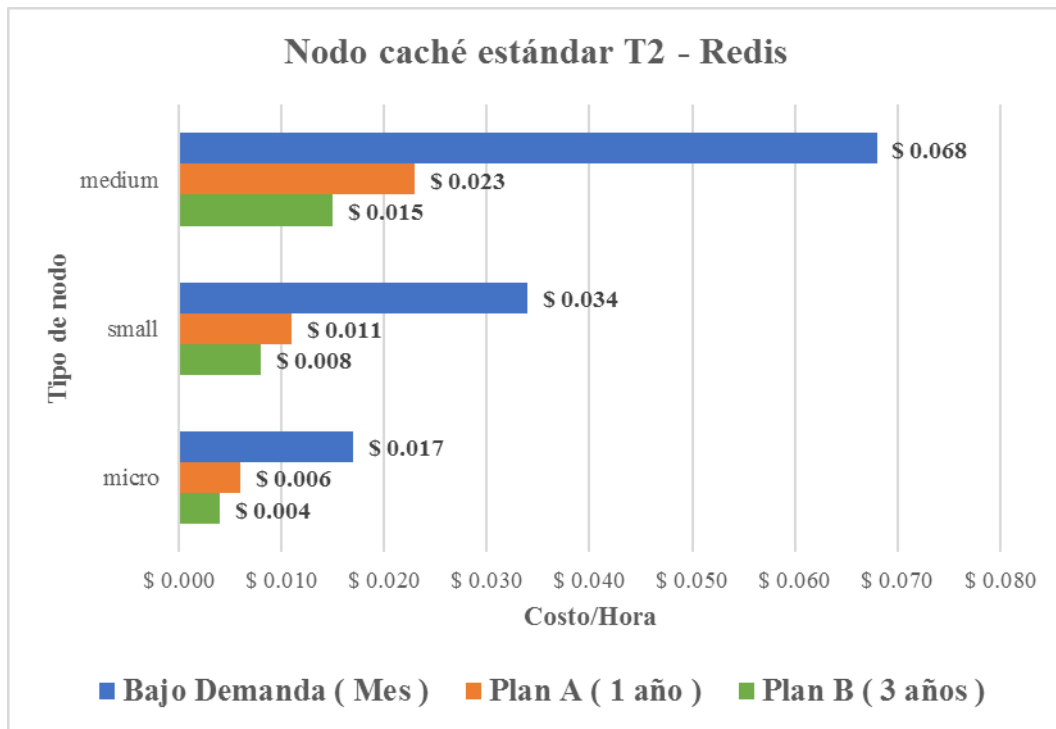


Figura 3.29 Costo/Hora para nodos caché T2 - Redis Modelo de Precios

[114]

Costo de inversión - Redis

En las tablas 3.28, 3.29 y 3.30 se presenta los costos de inversión para cada tipo de nodo cache T2 según los valores obtenidos mediante la calculadora de AWS [114]. Para el nodo caché estándar t2. micro su valor es de \$12.41 al mes para el modelo de nodos bajo demanda, mientras que para el modelo de nodos reservados los valores son de \$52.56 y \$105.12 para el plan A(1año) y plan B (3 años) respectivamente.

Nodo caché estándar T2 - Redis		
Tipo	Costo/Hora	Costo/Mes
micro	0.017	\$ 12.41
small	0.034	\$ 24.82
medium	0.068	\$ 49.64
Bajo Demanda		

Tabla 3.28 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Bajo Demanda [114]

Nodo caché estándar T2 - Redis			
Tipo	Costo/Hora	Costo/Mes	Costo/1 Año
micro	0.006	\$ 4.38	\$ 52.56
small	0.011	\$ 8.03	\$ 96.36
medium	0.023	\$ 16.79	\$ 201.48
Plan A (1 año)			

Tabla 3.29 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Nodos Reservados (1 año) [114]

Nodo caché estándar T2 - Redis			
Tipo	Costo/Hora	Costo/Mes	Costo/3 Años
micro	0.004	\$ 2.92	\$ 105.12
small	0.008	\$ 5.84	\$ 210.24
medium	0.015	\$ 10.95	\$ 394.20
Plan B (3 años)			

Tabla 3.30 Costo de inversión para nodos caché T2 - Redis Nodos Reservados (3 años) [114]

En la figura 3.30 se presenta el costo de inversión según el modelo de precios de Amazon ElastiCache para cada tipo de nodo caché estándar T2 obtenidos mediante las tablas 3.28, 3.29, 3.30.

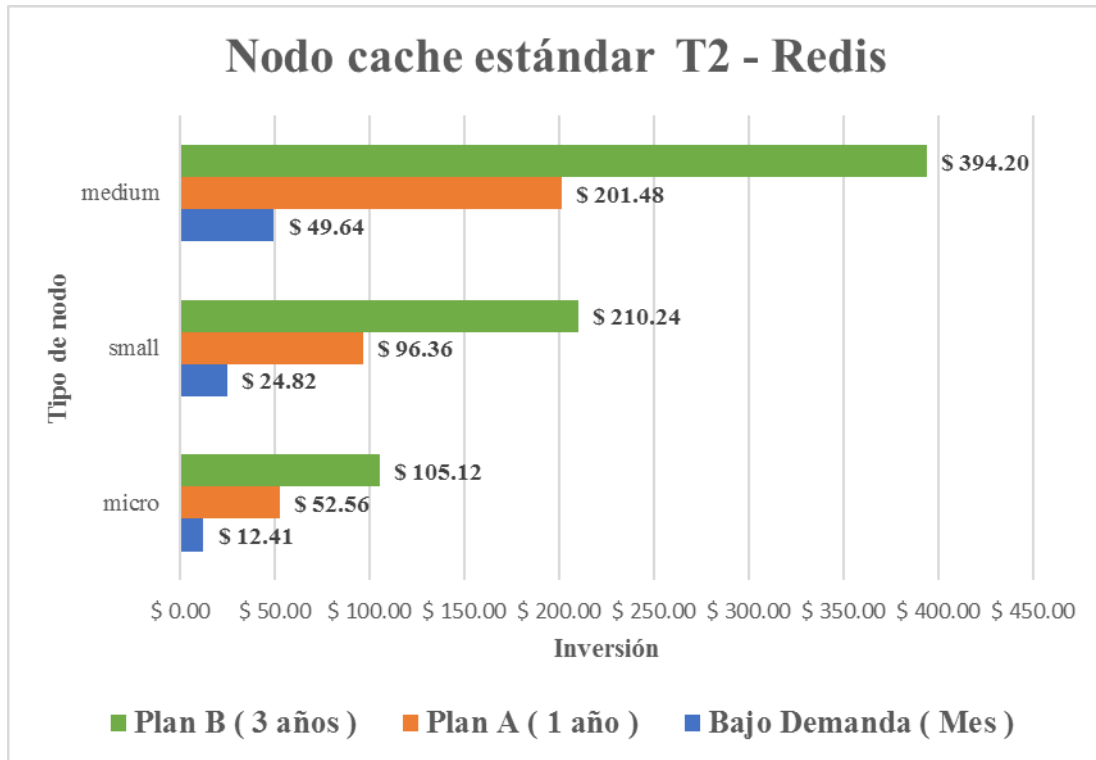


Figura 3.30 Costo de inversión para nodos T2 - Redis Modelo de Precios [114]

Nodos cache Redis – Porcentajes de ahorro

A continuación, se presenta los porcentajes de ahorro de precios en términos de contratación por 3 años para los dos modelos de Redis.

En la figura 3.31, se observa que al adquirir el plan B(3años) de nodos reservados presenta un ahorro del 64 .71% frente al pago anual del plan A(1año) llevado a 3 años.

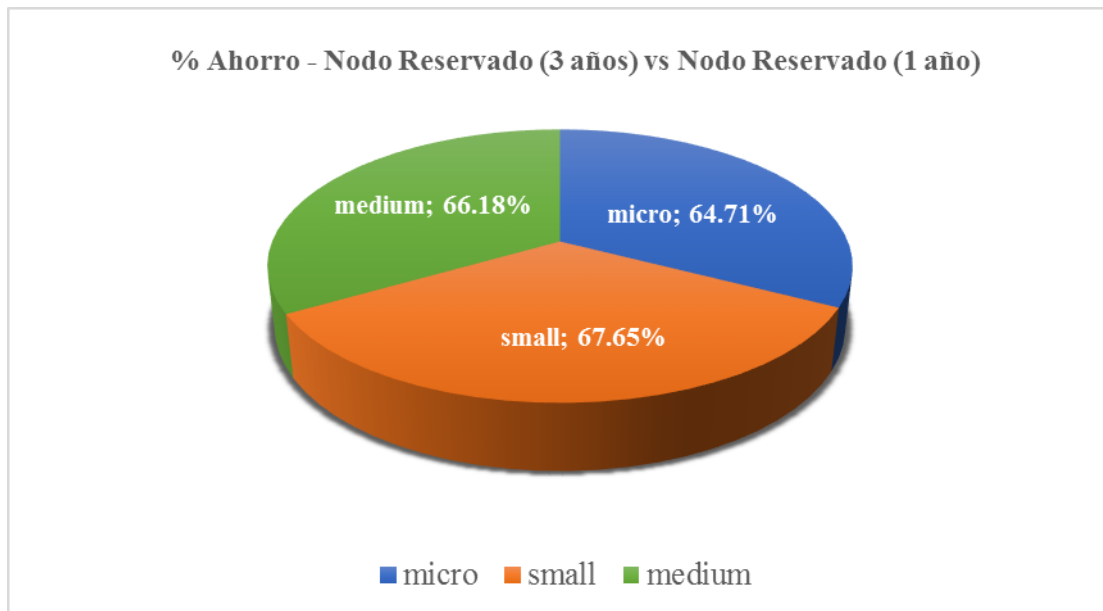


Figura 3.31 Porcentaje de ahorro para nodos caché estándar T2 Redis - Nodo Reservado (3 años) vs Nodo Reservado (1 año) [Autoría propia]

En la figura 3.32, se muestra que el plan B (3 años) de nodos reservados presenta un ahorro considerable del 76.47% comparado con el plan de nodos bajo demanda al tener que cancelar de forma mensual por un periodo de 3 años.

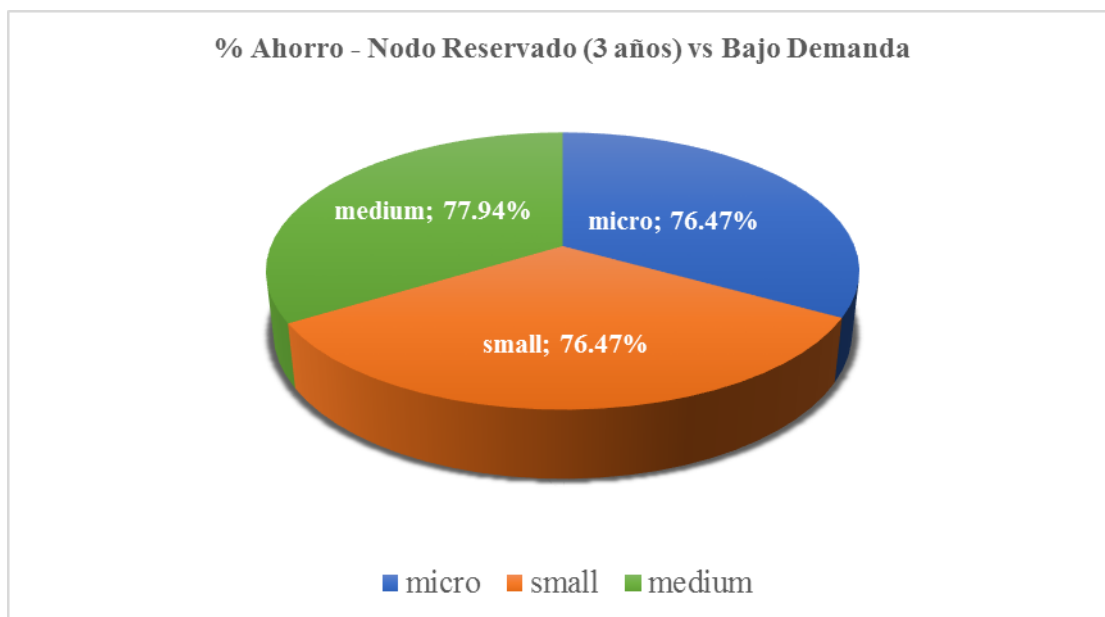


Figura 3.32 Porcentaje de ahorro para nodos caché estándar T2 Redis - Nodo Reservado (3 años) vs Nodos Bajo Demanda [Autoría propia]

mLab como servicio de base de datos MongoDB

mLab me permite implementar en la nube bases de datos MongoDB, esta se puede alojar y ejecutar en AWS, Google Cloud Platform, Microsoft Azure. En la figura 3.33 se observa dos planes básicos para este servicio, cada plan brinda un número de base de datos y un espacio de Almacenamiento (GB). El plan Sandbox se escogió para ser implementada en nuestra plataforma ya que es un plan gratuito que brinda una sola base de datos con 0,5 GB de almacenamiento. El Plan Clúster compartido permite desde 1 GB hasta 8 GB de almacenamiento [116].

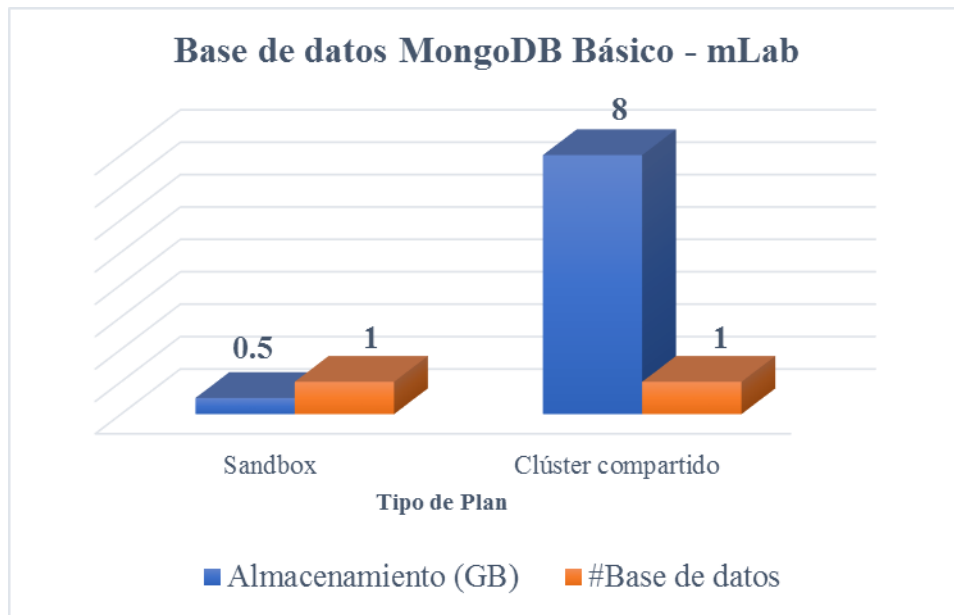


Figura 3.33 Características – mLab Modelo de Plan Básico [116]

mLab ofrece otros planes de Clúster dedicado como: estándar, alto almacenamiento, alto rendimiento y fragmentado horizontal que permiten la gestión de múltiples bases de datos. Un clúster dedicado estándar ofrece los planes más económicos.

En la figura 3.34 se observa los tipos de planes para un clúster dedicado tipo estándar, en la que cada plan brinda un número de CPU virtual, espacio de Almacenamiento (GB) y una cantidad específica de RAM (GB).

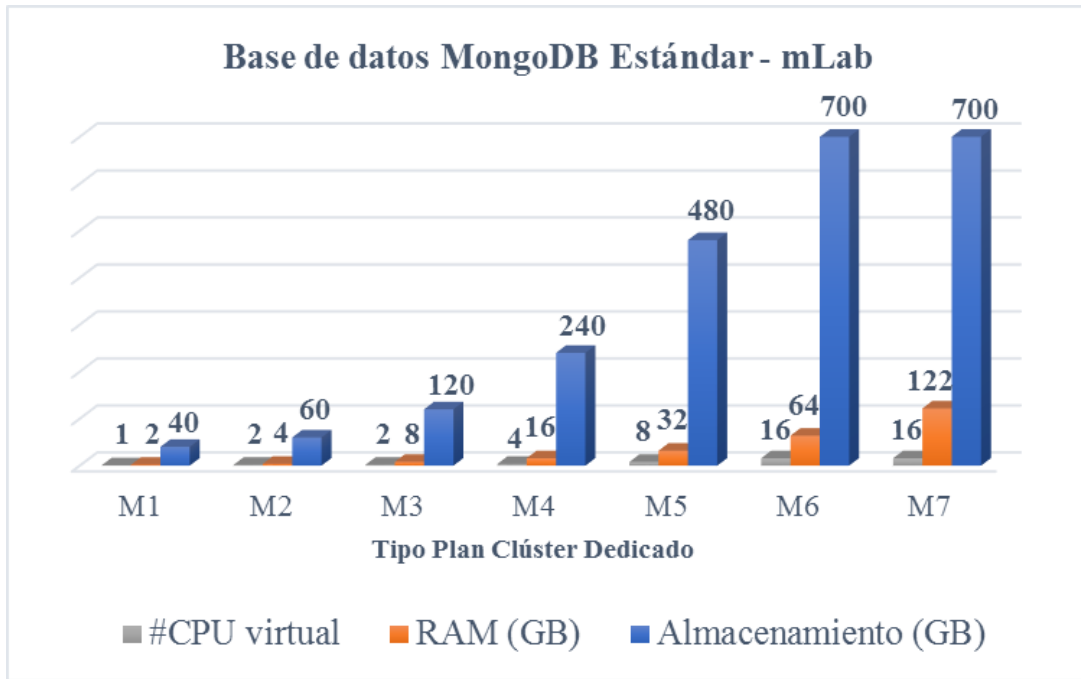


Figura 3.34 Características – mLab Modelo de Plan Clúster Dedicado Estándar [116]

En la figura 3.35 se observa el costo mensual para cada plan del servicio mLab como base de datos MongoDB en la nube.

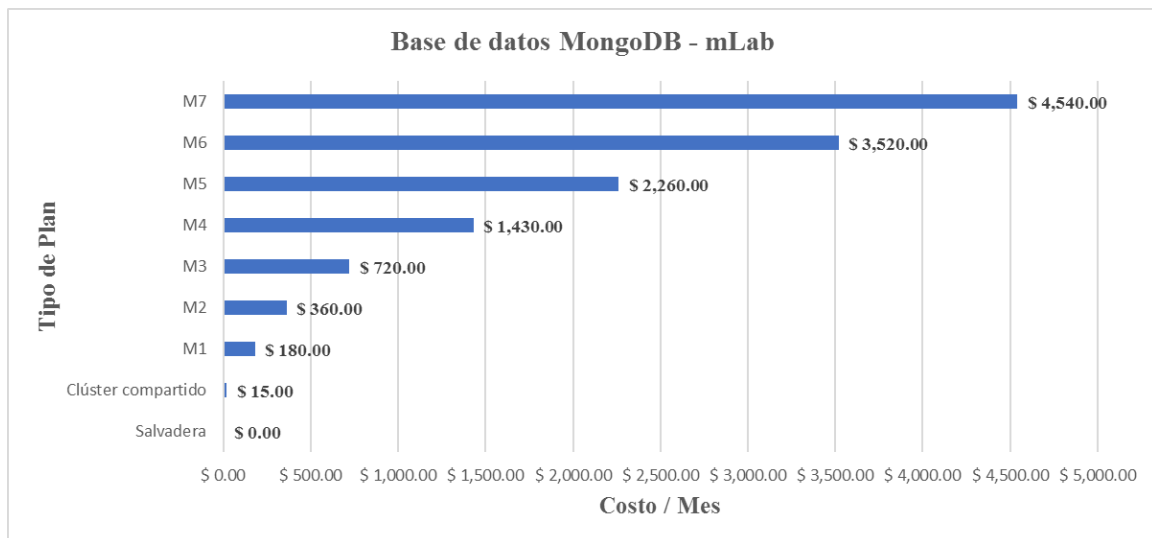


Figura 3.35 Costo/Mes – mLab Modelo de Planes [116]

CAPÍTULO 4

4. EVALUACION DE SISTEMA TELEMÉTRICO

4.1 Sistema de alumbrado público inteligente

Caso de estudio exitoso de la ciudad de San Diego

La tecnología es una herramienta que brinda oportunidades en desarrollar equipos cada vez más avanzados y sofisticados que permiten a sistemas inteligentes ser aplicados a la gestión y monitorización de grandes centros urbanos [117]. Cada vez la tecnología forma parte principal de programas de ciudades inteligentes como sistemas de tráfico inteligente, sistemas de seguridad, sistema para el manejo de recursos, sistemas de alumbrado urbano, sistemas de movilización,

Para ciudades en camino a convertirse en una ciudad inteligente necesita recursos y esfuerzos mayores, una de ellas es la infraestructura requerida para el proceso de modernización y los cambios radicales necesarios en sus gestiones como gobierno. Estas ciudades deben tomar un punto de partida y analizar la vía más factible para su progreso como ciudad inteligente. Una de las opciones es evaluar modelos de sistemas inteligentes ya establecidos en otras ciudades para ser objeto de estudio con el propósito de implantar dicho modelo exitoso para la mejoría de los servicios ofrecidos a los ciudadanos [118].

El enfoque de la presente investigación, se evaluará el Sistema Inteligente de Alumbrado Urbano como caso de estudio en la ciudad de San Diego (USA), en la que se analizara las ventajas que tiene en la ciudad, costos de implementación y disponibilidad de ser replicado en otras ciudades. La razón es que San Diego fue una de las primeras ciudades de los Estados Unidos en implementar un sistema inteligente de alumbrado público en que la iluminación urbana contaba con transmisores inalámbricos, sensores, controles y microprocesador para la recopilación y análisis de los datos que se producen en la ciudad [119,1120,121]. Uno de los socios estratégicos del gobierno de la ciudad de San Diego, es la empresa GE Lighting que desarrollo un sistema que

consistía en sustituir 35000 puntos de luz que formaban parte del alumbrado público por luminarias con tecnología LED que contaba con tecnología inalámbrica y GPS para la transmisión de información [122,119,121], siendo una de las redes municipales IoT más grandes desarrolladas [121].

Con esta nueva tecnología instalada en la ciudad se redujo un 60 % de consumo de energía generando un estimado de ahorro de \$2.2 millones al año [122]. Sin embargo, como parte de la planificación urbana se buscaba aprovechar el uso de la tecnología en otros campos que contribuya al desarrollo de la ciudad como ciudad inteligente.

Programa LightGrid en San Diego

Uno de los programas como parte de la estrategia tecnológica fue LightGrid de GE que consistía en monitorear y controlar remotamente las luminarias Led desplegadas en la ciudad proporcionando la medición exacta de energía permitiendo a los municipios locales cancelar el consumo eléctrico real [123,124]. Otro de los programas implementados en el centro de la ciudad de San Diego en los distritos de Little Italy y Gaslight fue el programa de Entornos Inteligentes que consistía en la implementación de una plataforma digital que monitorea luminarias conformados con software de visión y sensores inteligentes. Esta estructura brinda la posibilidad de recopilar datos anónimos sobre eventos que suceden a su alrededor como conteo de personas, número de vehículos y bicicletas que transitan y datos sobre el estacionamiento público; además, permite monitorear condiciones ambientales como humedad, temperatura y presión que pueden ser reutilizados para el desarrollo de nuevos sistemas y aplicaciones que beneficien a los ciudadanos. [123,125]. En la figura 4.1 se muestra algunas características de las luminarias que conforman este sistema de alumbrado inteligente.



Figura 4.1 Características de la solución Current by Ge City IQ [126]

Este sistema basado en la tecnología de Intel proporciona un nodo inteligente universal que es compatible con los postes instalados previamente en la ciudad, además permite su integración con múltiples sensores por medio de la red inalámbrica [126,127]. La ciudad de San Diego cuenta con la red ShotSpotter que permite la localización de fuentes de disparos en rango de aproximado de 4 cuadradas o 10 km cuadrados. Con la integración del sistema de alumbrado inteligente a la red de ShotSpotter, se da la posibilidad de aumentar la cobertura de este programa permitiendo alertar de forma rápida y automatizada situaciones de emergencia o peligro detectando sonidos de cristales rotos, accidentes de tránsito al Departamento de Policía [128]. Estos datos son almacenados en el repositorio de la nube CityIQ y están disponibles para que puedan ser descargados de forma gratuita. Esta iniciativa forma parte de la política de datos abiertos que contribuye al acceso y reutilización de la información en beneficios de futuros proyectos de innovación en la ciudad [125]. En la figura 4.2, se presenta los nodos de sensores desplegados en la ciudad de San Diego y detalles de las coordenadas de sus ubicaciones.

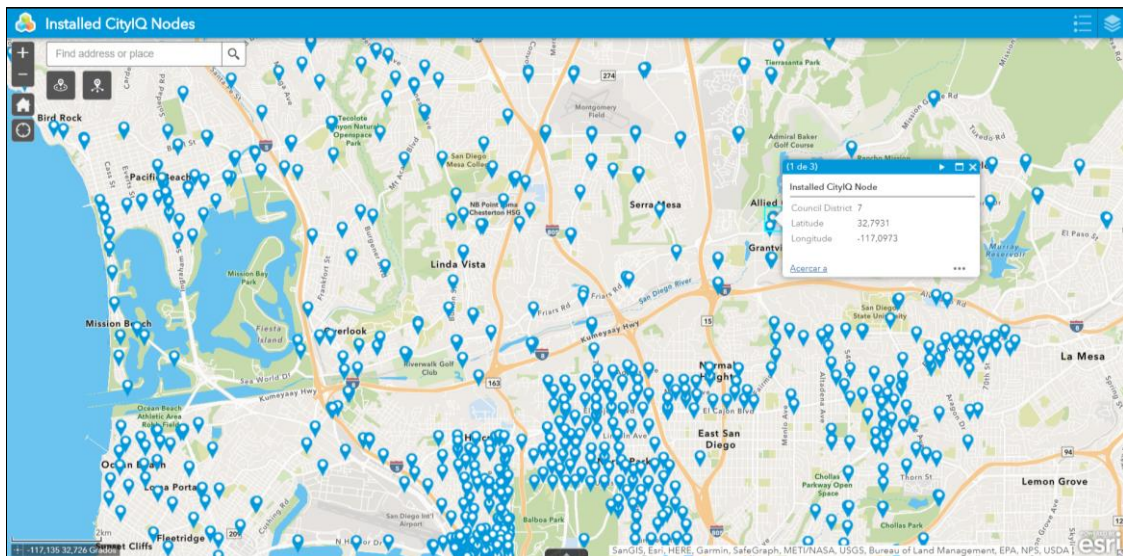


Figura 4.2 Mapa de los nodos inteligentes en la ciudad de San Diego [129]

Plataforma de Datos Abiertos CityIQ

CityIQ es una plataforma abierta que proporciona la API para el desarrollo de aplicaciones que contribuyen a mejorar la experiencia y calidad vida de los ciudadanos dentro del entorno urbano. Esta plataforma proporciona los datos abiertos obtenidos por las luminarias inteligentes desplegadas en la ciudad de San Diego [130]. El servicio de Energy Metering brinda el acceso a los datos registros en los nodos activos que son reutilizados por parte de las empresas eléctricas locales para su estudio específico y por los ciudadanos que deseen acceder a la data en tiempo real o datos históricos registrados. Los ciudadanos mediante las configuraciones a nivel de software y script de programación pueden acceder al repositorio con sus credenciales previamente registrados a la fuente de datos de medición de energía y datos abiertos proporcionados desde su repositorio [131]

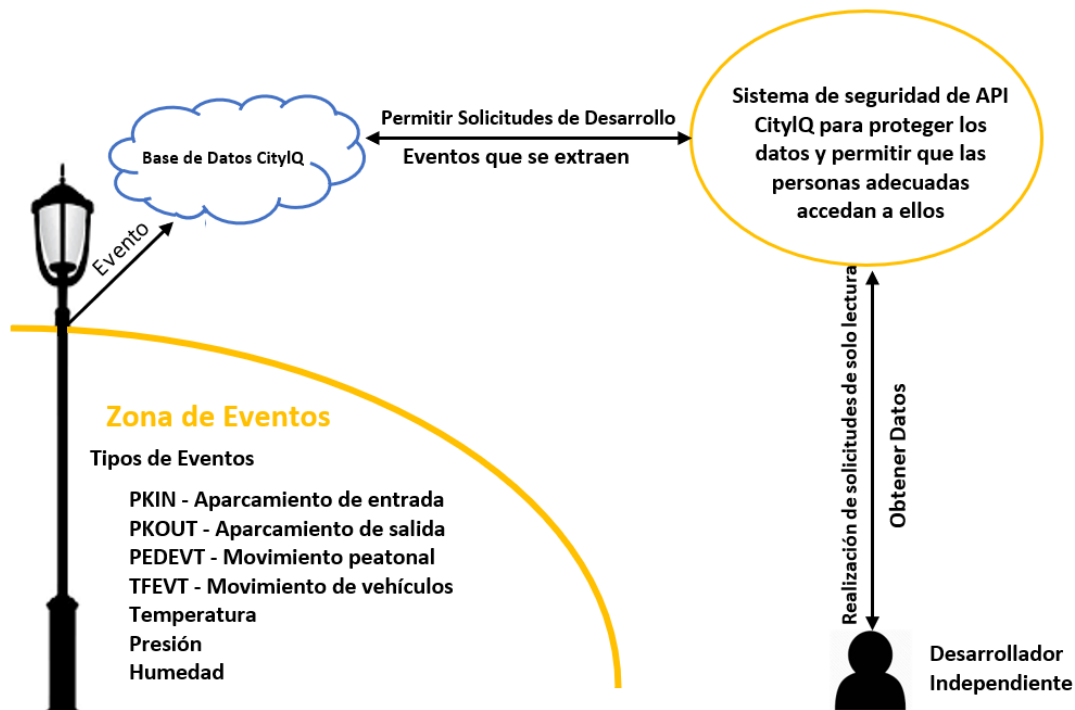


Figura 4.3 Bosquejo de diseño de la plataforma CityIQ [132]

Modelo de luminaria de alumbrado público

Las luminarias Evolve LED Post Top - Avery StreetDreams (EPAS) con su tecnología de anillo óptico GE ofrece calidad y eficiencia energética permitiendo el ahorro de hasta un 60% en comparación con sistemas HDI estándar. Es tolerante a bajas temperaturas y tiene un estimado de vida útil de 20 años o 100.000 horas con 12 horas de funcionamiento por día [133]. Estas luminarias cuentan con un área ovalada de monitorización de aproximadamente 36 a 54 metros (120-180 pies) [128] y son compatibles con el sistema de control inalámbrico LightGrid [133]. En la tabla 4.1 se detallan características técnicas y ensamblado de esta luminaria LED Inteligente.

LED y ensamblado óptico		
Rango de salida	2800 a 9300 ml	
Características fotométricas	Simétrico tipo V	
	Lente óptica difusa simétrico tipo V	
	Asimétrico tipo III	
	Lente óptica difusa tipo III asimétrico	
Eficacia del sistema	78 a 116 LPW	
CCT	3000 K, 4000 K; LEDs 70 CRI	
Factores de Temperatura Ambiente(c)	Temperatura Ambiente °C	Flujo Inicial
	10	1.02
	20	1.01
	25	1.00
	30	0.99
	40	0.98
< Especificaciones Eléctricas		
Voltaje de entrada	120-277 V o 347-480 V	
Frecuencia de entrada	50/60 Hz	
Fator de Potencia	>= 90%	
Distorsión total armónica (THD)	≤ 20%	
Clasificación en varios parámetros		
Seguridad	UL/cUL adecuado para ubicaciones húmedas	
Estándar de protección IP	Caja óptica, clasificación IP 65 según ANSI C136.25-2009.	
Sonido	Clase A	
Protección ante sobrecargas eléctricas	ANSI C136.1-2015- 6KV/3KA-10KV/5KA	
Normas Medio Ambiente	Cumple con las restricciones de materiales de acuerdo con RoHS	
Vibración	2.0G según ANSI C136.41-2010-Prueba LM-79 de acuerdo con los estándares IESNA	
Temperatura de funcionamiento	-40 °C a + 50 °C	
Características de construcción y acabado de la luminaria		
Cobertura	Material de aluminio con aspecto clásico	
	Cuenta con disipador de calor interno para garantizar la máxima transferencia de calor para la vida útil del LED	

	Cúpula compatible con C136.10 PE, tapas de cortocircuito, y Nodos del sistema de control inalámbrico LightGrid.
Tipo de lente	Globo acrílico resistente a rayos ultravioletas
Características de pintura	Pintura en polvo de poliéster, resistente a la corrosión, espesor mínimo 2.0 milésimas de pulgada, colores estándar negro, bronce oscuro, colores personalizados disponibles
Peso	43 libras (19,5 Kg)- 54 libras (24,5 Kg)
Garantía	5 años, con opción a 10 años
Controles	atenuación: estándar 0-10 V, opcional DALI
Sensores	Cuenta con sensores fotoeléctricos (PE) para todo nivel de voltaje -El sistema inalámbrico de control LightGrid- Nodos compatible con 7 pines y socket C136.41
Estructura de montaje	Poste para espiga de 3' (76 mm) de diámetro externo con 6 tornillos de cabeza cuadrada

Tabla 4.1 Características técnicas de la luminaria LED EPAS [133,134]

Política de privacidad

Esta iniciativa al servicio de los ciudadanos contribuye como beneficio al desarrollo sustentable y tecnológico de la ciudad sin embargo, el gobierno de San Diego reconoce que al haber datos recopilados como imágenes o videos que pueden llegar a afectar la privacidad de los ciudadanos, limitan el acceso de esta información al público permitiéndose únicamente el almacenamiento de la data por un lapso de 5 días de manera local en el sensor por parte del socio tecnológico y del Departamento de Policía para algún peritaje policial [125,135,136]. Las imágenes monitoreadas por las cámaras dentro de las luminarias han permitido ayudar con las investigaciones al Departamento de la Policía en 164 casos entre agosto del 2018 y septiembre del 2019 [137].

Porcentaje de Ahorro

La ciudad de San Diego con 4700 luminarias LED ya presentaba un ahorro de \$70,000 mensuales, en la actualidad con un despliegue de 8000 luminarias se estima que el presupuesto es de \$125,000 por mes para el gobierno local sin contar con los porcentajes de ahorro tanto de mantenimiento y reducción de tarifas de energía pública [138].

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base en la investigación sobre las iniciativas de Datos Abiertos realizada en este proyecto integrador, se evidenció las dificultades de acceder a información abierta de entidades con sistemas inteligentes automatizados ya establecidos, que limita o impide la integración de diversos servicios que contribuyen al desarrollo tecnológico de la ciudad de Guayaquil. De forma adicional, los Datos Abiertos disponibles en los repositorios web de las instituciones INAMHI y la Agencia Espacial Ecuatoriana (EXA), brindan cierto nivel de disponibilidad para que los ciudadanos puedan hacer uso de los datos y visualizarlos en tiempo real. Ante ello, no es posible obtener datos históricos de estas instituciones ya que presentan limitaciones para acceder a la data completa de forma libre, debido a sus modelos de sistemas implementados y políticas de uso.

A partir de la perspectiva política, se validó que muchas iniciativas de desarrollo no se han llevado a la práctica debido a no contar con una medición del índice de importancia en el desarrollo urbano de la ciudad, que conllevaría a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. A su vez, la escasa disponibilidad de Datos Abiertos en la ciudad de Guayaquil es síntoma de la falta de compromiso por parte de instituciones públicas y privadas, dada la falta de transparencia en sus gestiones hacia la ciudadanía. Por ende, esto puede conllevar a desconfianza del manejo de los recursos del estado y de la rendición de cuentas de sus mandatos ante la palestra pública.

Guayaquil necesita indicadores que permitan determinar en qué medida la ciudad ha logrado posicionarse como Ciudad Inteligente. Por ello, es necesario que la valoración de estos indicadores sea realizada en conjunto con autoridades del ámbito local, provincial y gubernamental, que permitan establecer políticas orientadas al trabajo tripartito en servicio de la población. Sin embargo, el tener una diversidad de datos administrados en diversos

sistemas automatizados de telemetría dificulta una gestión integral de la información generada dentro de la ciudad. Ante ello, es necesario implementar una infraestructura tecnológica interoperable que facilite el intercambio de datos entre los distintos sistemas que permita a los Gobiernos Autónomos Descentralizados la toma de decisiones a partir de un diagnóstico global y realista del comportamiento de la ciudad, con la finalidad de aportar soluciones adecuadas y fiables a sus ciudadanos.

5.2 Recomendaciones

Para potenciar a la ciudad de Guayaquil en su camino para convertirse en ciudad inteligente ante los desafíos y limitaciones encontradas se proponen las siguientes recomendaciones:

- Establecer políticas que proporcionen información clara y transparente sobre el uso de Datos Abiertos y aquellos mecanismos necesarios para su aplicación con la finalidad de garantizar el uso correcto de los datos.
- Coordinar un trabajo en conjunto entre instituciones públicas, privadas y universidades para proporcionar las herramientas tecnológicas en favor del desarrollo de nuevas iniciativas de Datos Abiertos en la ciudad Guayaquil.
- Realizar la convocatoria a la veeduría ciudadana para que sea gestor como mecanismo de control para fiscalizar, vigilar y potenciar las iniciativas de desarrollo urbano tecnológico, permitiendo que los ciudadanos tengan voz y participación en las decisiones de los cabildos locales; además, fortalecer el cumplimiento de la política pública y la democracia en el desarrollo de la ciudad de Guayaquil.
- Desarrollar redes de sensores inalámbricos (WSN) que permitan el monitoreo de datos abiertos en diversos campos tecnológicos, que contribuyan al levantamiento de información relevante en la ciudad de Guayaquil.

- Replicar modelos de proyectos de ciudades inteligentes establecidas, para promover nuevas ideas de innovación con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, lo cual puede ser soportado mediante el incentivo de programas de educación en TIC para disminuir la brecha digital en la ciudadanía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] INEC (2018). [Internet]. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- [2] INEC, " Quito es ahora la ciudad más poblada de Ecuador," El Telégrafo.[En línea]. Disponible en <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/editoriales/1/quito-ciudad-maspoblada-ecuador>
- [3] Municipio De Guayaquil, " Guayaquil ya tiene 90 minutos gratis en todos los puntos wifi," El Universo.[En línea].Disponible en <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2019/02/20/nota/7197608/guayaquil-ya-tiene-90-minutos-gratis-todos-puntos-wifi>
- [4] X.Salvador, " 1,7 millones de personas se conectan a los puntos de wifi en Guayaquil," El Universo. [En línea]. Disponible en <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/09/18/nota/6958607/17-millones-se-conectan-puntos-wifi>
- [5] Hammi, Badis & Khatoun, Rida & Zeadally, Sherali & Fayad, Achraf & Khoukhi, Lyes. (2017). Internet of Things (IoT) Technologies for Smart Cities. IET Networks. 7. 10.1049/iet-net.2017.0163
- [6] V. Albino, U. Berardi, and R. M. Dangelico, "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives," J. Urban Technol., vol. 22, no. 1, pp. 3–21, 2015, doi: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>.
- [7] P. Berrone and J. Ricart, "Índice IESE Cities in Motion," 2020. doi: <https://dx.doi.org/10.15581/018.ST-542>.
- [8] O. Salavarría, "Smart City Diagnosis of the city Guayaquil," Universitat Politècnica De València, 2018.
- [9] Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT, "Una visión general de las ciudades inteligentes sostenibles y el papel de las tecnologías de información y comunicación," Oct. 2014. [Online]. Available: <https://observatorioecuadordigital.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2019/11/TR-Overview-SSC-espanol.pdf>.
- [10] C. Manville et al., "The European parliament," European Union, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.2861/3408>.
- [11] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, E. Meijers, N. Pichler-Milanović, and R. Kalasek, "City-ranking of European medium-sized cities," 2007. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/261367640_Smart_cities_-_Ranking_of_European_medium-sized_cities.
- [12] M. Centenaro, L. Vangelista, A. Zanella and M. Zorzi, "Long-range communications in unlicensed bands: the rising stars in the IoT and smart city scenarios," in IEEE Wireless Communications, vol. 23, no. 5, pp. 60-67, October 2016, doi: 10.1109/MWC.2016.7721743.
- [13] Y. Xu y A. Helal, "Arquitectura escalable de sensores en la nube para Internet de las cosas", IEEE Internet of Things J. , vol. 3, no. 3, pp. 285-98, junio de 2016
- [14] Al Nuaimi, E., Al Neyadi, H., Mohamed, N. et al. Applications of big data to smart cities. J Internet Serv Appl 6, 25 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5>

- [15] "Premio Singapur Smart City 2018," Smart City Expo Congreso Mundial, Oct. 15, 2018. <http://www.smartcityexpo.com/en/the-event/media-center/press-/prensa/detalle/13645836/singapore-smart-city-award-2018>.
- [16] Eden Strategy Institute and ONG&ONG Pte Ltd., "TOP 50 SMART CITY GOVERNMENTS," 2018. [Online]. Available: https://static1.squarespace.com/static/5b3c517fec4eb767a04e73ff/t/5b513c57aa4a99f62d168e60/1532050650562/Eden-OXD_Top+50+Smart+City+Governments.pdf.
- [17] "Lineamientos para promover Territorios Digitales & Ciudades Inteligentes," Ecuador, 2019. [Online]. Available: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/Agenda-Digital.pdf>.
- [18] Ministerio de Industria Energía y Turismo and Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, "OPEN DATA COMO HERRAMIENTA PARA LAS SMART CITIES," Sep. 2014. Accessed: Sep. 02, 2020. [Online]. Available: https://datos.gob.es/sites/default/files/infomeopendatasmartcities_0.pdf.
- [19] A. Ojo, E. Curry and F. A. Zeleti, "A Tale of Open Data Innovations in Five Smart Cities," 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai, HI, 2015, pp. 2326-2335, doi: 10.1109/HICSS.2015.280.
- [20] Suha Alawadhi, Armando Aldama-Nalda, Hafedh Chourabi, J. Gil-Garcia, Sofia Leung, et al.. Building Understanding of Smart City Initiatives. 11th International Conference on Electronic Government (EGOV), Sep 2012, Kristiansand, Norway. pp.40-53, doi:10.1007/978-3-642-33489-4_4ff. doi:10.1007/978-3-642-33489-4_4ff
- [21] Bolívar, M.P.R. 2018. Smart Technologies for Smart Governments. Springer.
- [22] Fundación de Ayuda por Internet, "Quiénes Somos." <https://www.fundapi.org/quienes-somos/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [23] Fundación de Ayuda por Internet, "Índice de Datos Abiertos 2020," 2018. <https://datosabiertos.ec/indice/acerca.php> (accessed Sep. 24, 2020).
- [24] Fundación de Ayuda por Internet, "Presentado Índice de Datos Abiertos de Ciudades de Ecuador 2020 – Datos Abiertos y Transparencia," Aug. 24, 2020. <https://datosabiertos.ec/indice-datos-abiertos-ecuador-2020/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [25] Alcaldía Guayaquil, "Páginas - Bachiller Digital." <https://guayaquil.gob.ec/Paginas/Bachiller-Digital.aspx>.
- [26] Alcaldía Guayaquil, "MásGuayaquil74," 2019. [Online]. Available: <https://guayaquil.gob.ec/Documents/MasGuayaquil/MasGuayaquil74.pdf>.
- [27] Alcaldía Guayaquil, "MásGuayaquil70," 2018. [Online]. Available: <https://guayaquil.gob.ec/Documents/MasGuayaquil/MasGuayaquil70.pdf>.
- [28] Diario Qué, "Este lunes se reanudarán las inscripciones online para recibir las tablets gratuitas de 'Bachiller Digital,'" May 24, 2020.
- [29] Ministerio De Telecomunicaciones Y De La Sociedad De La Información, "El cantón Guayaquil tiene 14 Infocentros que ofrecen acceso gratuito a las nuevas tecnologías – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información." <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/canton-guayaquil-14-infocentros-ofrecen-acceso-gratuito-las-nuevas-tecnologias/>.

- [30] El Universo, "Más de 2.200 cámaras vigilarán Guayaquil dentro del plan Más Seguridad | Seguridad | Noticias | El Universo," Seguridad, Guayaquil, Jul. 08, 2019.
- [31] Alcaldía Guayaquil, "MasGuayaquil78," 2019. [Online]. Available: <https://guayaquil.gob.ec/Documents/MasGuayaquil/MasGuayaquil78.pdf>.
- [32] Diario Extra, "¡Guayaquil tendrá 2.500 cámaras para ayudar a la seguridad!," Jul. 08, 2019.
- [33] El Telégrafo, "El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo - Guayaquil evoluciona a ciudad digital," Guayaquil, Jul. 25, 2014
- [34] Alcaldía Guayaquil, "El servicio gratuito de Telemedicina Municipal." <https://www.facebook.com/alcaldiaguayaquil/photos/pcb.10157482979689865/10157482979644865/>.
- [35] Consorcio Transvía, "Metro Arribo - Apps en Google Play." https://play.google.com/store/apps/details?id=ec.transvia.snitch&hl=es_EC.
- [36] Ecuador Comunicación, "3.000 puntos nuevos de internet tendrá la ciudad de Guayaquil," Jun. . <https://ecuadorcomunicacion.com/2020/07/01/3-000-puntos-nuevos-de-internet-tendra-la-ciudad-de-guayaquil/> (accessed Sep. 22, 2020).
- [37] <https://guayaquil.gob.ec/internet-gratis////////ojo>
- [38] Diario Qué, "Cabinas de la Aerovía se exhiben en el Malecón Simón Bolívar ," Mar. 29, 2019.
- [39] Alcaldía Guayaquil, "MasGuayaquil77," 2019. [Online]. Available: <https://guayaquil.gob.ec/Documents/MasGuayaquil/MasGuayaquil77.pdf>.
- [40] Autoridad de Tránsito Municipal, "Noticias - ATM," Nov. 29, 2018. <https://www.atm.gob.ec/Show/NewDetails/532> (accessed Sep. 22, 2020).
- [41] La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad, "Quienes Somos - CNEL EP." <https://www.cnelep.gob.ec/quienes-somos/> (accessed Sep. 21, 2020).
- [42] La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad, "CAF - Unidades de Negocio - CNEL EP." <https://www.cnelep.gob.ec/portfolio-item/caf-unidad-de-negocios/> (accessed Sep. 21, 2020).
- [43] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, "PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Periodo: Enero-Diciembre 2018," 2008. Accessed: Sep. 21, 2020. [Online]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182.pdf>.
- [44] La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad, "Descarga CNEL APP y accede a sus beneficios - CNEL EP," Feb. 04, 2020. <https://www.cnelep.gob.ec/2020/02/descarga-cnel-app-y-accede-a-sus-beneficios-2/> (accessed Sep. 21, 2020).
- [45] El Telégrafo, "Guayaquil cuenta con treinta y cinco mil medidores de consumo eléctrico inteligentes," Guayaquil, May 25, 2012.
- [46] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, "Sector Eléctrico instala más medidores inteligentes en Guayaquil." <http://historico.energia.gob.ec/sector->

- electrico-instala-mas-medidores-inteligentes-en-guayaquil/ (accessed Sep. 21, 2020).
- [47] Interagua, "Servicios." <https://www.interagua.com.ec/servicios> (accessed Sep. 21, 2020).
- [48] Interagua, "¿Quiénes somos?," Jun. 04, 2015. https://www.interagua.com.ec/quienes_somos_banner (accessed Sep. 21, 2020).
- [49] Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, "Geoportal del GAD Municipal de Guayaquil." <https://geoportal-guayaquil.opendata.arcgis.com/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [50] Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, "Aplicación de Hospitales y Centros Educativos." <http://guayaquil.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0fc5498fb9584a119752604c47dc9eee> (accessed Sep. 24, 2020).
- [51] Gobierno Autónomo Descentralizada Municipal de Guayaquil, "Aplicación de albergues y zonas seguras." <http://guayaquil.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b2da17878a004a5584c0a3841d94f537> (accessed Sep. 24, 2020).
- [52] Instituto Nacional De Meteorología E Hidrológica, "Valores / Misión / Visión." <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/valores-mision-vision/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [53] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Rendición de Cuentas 2017," 2018. [Online]. Available: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Rendicion/2017/Loja/Fase_2/2/LOJA-PPT_RC_2017.pdf.
- [54] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Situación Actual del Estado Operativo de los Sistemas de Alerta Temprana Hidrológica en el Ecuador," Lima, 2016. [Online]. Available: <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/saffg/documents/presentations/Countries/Ecuador.pdf>.
- [55] L. Lema, "ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE VAPOR DE AGUA TROPOSFÉRICO CON DATOS DE GPS EN ECUADOR," Universidad Politécnica Salesiana de Quito, 2018.
- [56] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Pronósticos | PRODUCTOS Y SERVICIOS." <https://inamhi.wixsite.com/inamhi/pronosticos> (accessed Sep. 24, 2020).
- [57] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "INAMHI - PRONÓSTICO." <http://186.42.174.241/InamhiPronostico/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [58] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "PRONOSTICO DEL INDICE ULTRAVIOLETA," Sep. 24, 2020. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/radiacion.pdf> (accessed Sep. 20, 2020).
- [59] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Vigilancia de Focos de Calor" <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/FuegoTarde.pdf> (accessed Sep. 24, 2020).

- [60] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Pronóstico para las Próximas Horas,” 2020. [Online]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/nowcasting.pdf>
- [61] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Alertas Meteorológicas – Institutos.” <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/alertas-meteorologicas/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [62] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Pronóstico para las Próximas Horas,” 2020. [Online]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/nowcasting.pdf>
- [63] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “BOLETÍN DEL PRONÓSTICO AGROMETEOROLÓGICO REGIONAL,” Sep. 2020. Accessed: Sep. 20, 2020. [Online]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/PronosticoAgro/PronosAgrom.pdf>
- [64] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Pronostico Cuantitativo espacial y puntual de la Precipitacion para Ecuador con uso del modelo WRF” <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/PronosCuanti/pronosEcu.pdf> (accessed Sep. 22, 2020).
- [65] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Boletin Especial-Volcan Sangay 015” <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/volcan.pdf> (accessed Sep. 24, 2020).
- [66] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “NIVELES EN ESTACIONES HIDROMETRICAS DE RIOS IMPORTANTES” http://www.serviciometeorologico.gob.ec/html/Prediccion_hidrologica_EHA.pdf (accessed Sep. 24, 2020).
- [67] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Modelos numéricos para predicción – Institutos.” <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/modelos-numericos-para-prediccion/> (accessed Sep. 19, 2020)
- [68] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Estaciones Hidrológicas con transmisión Goes” <http://186.42.174.243:9090/INAMHI/index.html#>(accessed Sep. 24, 2020).
- [69] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Mapa de visualizacion de estaciones hidrológicas” [<http://186.42.174.236/HidroInamhiV1/Front-End/#>].(accessed Sep. 24, 2020).
- [70] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Visualizador de datos de Indice UV” <http://186.42.174.236/IndiceUV2/>.(accessed Sep. 24, 2020).
- [71] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Red de radares meteorológicos-Distrito Metropolitano Quito” <http://186.42.174.236/Radares/>.(accessed Sep. 24, 2020).
- [72] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Pronósticos de las Estaciones Convencionales,” Mar. 16, 2020. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/pronostico/secudia.html> (accessed Sep. 24, 2020).
- [73] Google Play, “INAMHI-TIEMPO - APPS.” https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ionicframework.pronostico969295&hl=es_EC (accessed Sep. 21, 2020)

- [74] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Red de Estaciones Automáticas.” <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#> (accessed Jul. 23, 2020).
- [75] Bermeo, J. (2019). 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. [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12587/1/T-UCSG-PRE-ING-CIS-213.pdf>
- [76] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. (2007, November 1). EXA- AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. <http://exa.ec/>
- [77] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA- Centro de Imágenes Satelitales en Tiempo Real. <http://exa.ec/>
- [78] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA- Posición de la Estación Espacial Internacional en Tiempo Real. <http://exa.ec/>
- [79] Servicios de Seguimiento por Satélite N2YO, “Satellite Predictions Passes for SPACE STATION.” <https://www.n2yo.com/passes/?s=25544> (accessed Sep. 15, 2020).
- [80] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA-Sensores Atmosféricos Remotos Antárticos. <http://exa.ec/>
- [81] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA-Monitor Nacional de Radiación UV(MNR). <http://exa.ec/>
- [82] Dirección General de Acción por el Clima, “Protección de la capa de ozono | Acción por el Clima.” https://ec.europa.eu/clima/policies/ozone_es (accessed Sep. 15, 2020).
- [83] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA-Reporte Climático en Tiempo Real (RCTR). <http://exa.ec/>
- [84] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA-Monitorizacion Radiación Ionizante. <http://exa.ec/>
- [85] AGENCIA ESPACIAL CIVIL ECUATORIANA. EXA-Observatorio Climatológico EXA-ISS-1. <http://gye.exa.ec/>
- [86] Stefania Reyes, “PLAN DE COMUNICACIÓN INTERNA PARA EL CENTRO LOCAL ECU911 ESMERALDAS,” Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2015.
- [87] Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, “Quienes Somos.” <https://www.ecu911.gob.ec/servicio-integrado-de-seguridad-ecu-911/> (accessed Sep. 19, 2020).
- [88] F.Camacho and S. Salazar, “Metodología de evaluación de servicios de emergencia: caso del servicio integrado de seguridad ECU 911.,” UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, Quito, 2017
- [89] Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, “Cobertura.” <https://www.ecu911.gob.ec/cobertura-nacional/> (accessed Sep. 19, 2020).
- [90] Daniel Nicola Naranjo, “Análisis estadístico de procesos de área de llamadas de emergencia para el servicio integrado de seguridad Ecu 911 Quito,” PUCE, 2015.


- [91] Ministerio del Gobierno, "Botones de Seguridad" <https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/el-pais-cuenta-con-524-939-botones-de-seguridad/> (accessed Sep. 12, 2020).
- [92] SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911, "APLICATIVO 'ECU911.'" Accessed: Sep. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/POLÍTICA-DE-PRIVACIDAD-1.pdf>.
- [93] Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, "APP ECU 911." <https://www.ecu911.gob.ec/app-ecu-911/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [94] Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, "Consulta de Vías" <https://www.ecu911.gob.ec/consulta-de-vias/> (accessed Sep. 24, 2020).
- [95] Shah, Hezbollah & Soomro, Tariq. (2017). Node.js Challenges in Implementation//https://www.researchgate.net/publication/318310544_Nodejs_Challenges_in_Implementation
- [96] M. Wales, "Front-End vs Back-End vs Full Stack Developers," Udacity, 08 December 2014. [Online]. Available:<http://blog.udacity.com/2014/12/front-end-vs-back-end-vs-full-stack-web-developers.html>
- [97] A. Mardan, "PHP vs. Node.js," Programming Weblog, [Online]. Available: <http://webapplog.com/php-vs-node-js/>. [Accessed 28 January 2016]
- [98] J. Kaplan-Moss, "Quora," [Online]. Available: <https://www.quora.com/What-are-the-benefits-of-developing-in-Node-js-versus-Python>. [Accessed 29 June 2016].
- [99] Bali, Malvinder & Khurana, Shivani. (2013). Effect of latency on network and end user domains in Cloud Computing. 777-782. 10.1109/ICGCE.2013.6823539.
- [100] P. Pierleoni, R. Concetti, A. Belli and L. Palma, "Amazon, Google and Microsoft Solutions for IoT: Architectures and a Performance Comparison," in IEEE Access, vol. 8, pp. 5455-5470, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2961511
- [101] M. Balduzzi, J. Zaddach, D. Balzarotti, E. Kirda, and S. Loureiro, "A Security Analysis of Amazon's Elastic Compute Cloud Service-Long Version," Accessed: Sep. 10, 2020. [Online]. Available: <https://publications.sba-research.org/publications/securecloud.pdf>.
- [102] Amazon Web Services (AWS), "Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)." <https://aws.amazon.com/es/ec2/> (accessed Jul. 11, 2020).
- [103] S. Siddhartha, "Performance Evaluation of Cassandra Scalability on Amazon EC2," Institute of Technology Blekinge, 2018.
- [104] J. Varia and S. Mathew, "Overview of Amazon Web Services," 2014. https://d36cz9buwru1tt.cloudfront.net/AWS_Overview.pdf (accessed Sep. 25, 2020).
- [105] C. Gyorodi, R. Gyorodi, G. Pecherle, A. Olah, "A Comparative Study: MongoDB vs. MySQL," Accessed: Sep. 10, 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/278302676_A_Comparative_Study_MongoDB_vs_MySQL
- [106] J. Clarence, M. Tauro, S. Aravindh, A. B. Shreeharsha, "Comparative Study of the New Generation, Agile, Scalable, High Performance NOSQL Database", International Journal of Computer Applications, ISSN 0975 – 888, Volume 48–No.20, June 2012

- [107] A. Giamas, *Mastering MongoDB 3.x An expert's guide to building fault-tolerant MongoDB applications*, vol. 1. Birmingham: Packt Publishing, 2017.
- [108] Kunda, Douglas & Chihana, Sipiwe & Muwanei, Sinyinda. (2017). *Web Server Performance of Apache and Nginx: A Systematic Literature Review*. 8. 43-52.
- [109][21] Farooq, Hina & Mahmood, Azka & Ferzund, Javed. (2017). *Do NoSQL Databases Cope with Current Data Challenges*. *International Journal of Computer Science and Information Security*,. Vol. 15.
- [110] Ravindra Kumar Singh, Harsh Kumar Verma, *Effective Parallel Processing Social Media Analytics Framework*, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 2020, ISSN 1319-1578, <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.04.019>.
- [111] Pan, Cheng & Luo, Yingwei & Wang, Zhenlin. (2019). *pRedis: Penalty and Locality Aware Memory Allocation in Redis*. 193-205. 10.1145/3357223.3362729.
- [112] Amazon Web Services 2020, "Tipos de instancias de Amazon EC2." <https://aws.amazon.com/es/ec2/instance-types/> (accessed Aug. 30, 2020).
- [113] Amazon Web Services 2020, "Precios de Amazon EC2 | Tipos de compra." <https://aws.amazon.com/es/ec2/pricing/> (accessed Aug. 30, 2020)
- [114] Amazon Web Services 2020, "AWS Pricing Calculator." <https://calculator.aws/#/createCalculator> (accessed Aug. 30, 2020).
- [115] Amazon Web Services 2020, "Precios de Amazon ElastiCache." <https://aws.amazon.com/es/elasticache/pricing/?nc=sn&loc=4> (accessed Aug. 31, 2020).
- [116] mLab A MongoDB Company, "Precios | Alojamiento mLab Cloud MongoDB." <https://www.mlab.com/plans/pricing/#plan-type=shared&provider=amazon>.
- [117] F. Guajardo-Fajardo, "El nuevo rol de las ciudades' La Smart City: el verdadero reto del S. XXI Desarrollo y Planificación Estratégica de la Ciudad Inteligente," 2018.
- [118] Ryszard Rózga, "MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE (SMART CITY) Y ESTRATEGIAS DE SU IMPLEMENTACIÓN," 2017. Accessed: Sep. 15, 2020. [Online]. Available: http://ru.iiec.unam.mx/4212/1/2-Vol1_Parte1_Eje_1-Cap1-188-Rozga.pdf.
- [119] P. Salazar, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO INTELIGENTE BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS PARA EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN," UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD, 2018.
- [120] Digital AV Magazine, "San Diego y Jacksonville realizan pruebas piloto de la tecnología Led de General Electric en el alumbrado público," Apr. 30, 2015.
- [121] B. Watson, "From Light To Bright: San Diego Is Building The World's Largest Municipal Internet Of Things | General Electric Company (GE)," Oct. 10, 2017. <https://www.ge.com/news/reports/light-bright-san-diego-leads-way-future-smart-cities> (accessed Sep. 10, 2020).
- [122] The San Diego Union-Tribune, "San Diego switches to 'green' street lights," *Environment*, San Diego, Sep. 19, 2011.
- [123] "Smart Streets Are Made of These: San Diego Deploys America's First Intelligent Lighting System | General Electric Company (GE)," Sep. 24, 2015.

- <https://www.ge.com/news/reports/smart-streets-are-made-of-these-san-diego-deploys-americas-first-intelligent-lighting-system> (accessed Sep. 15, 2020).
- [124] GE Current a Daintree Company, “A True Efficiency Trailblazer - City of San Diego | Current.” <https://www.gecurrent.com/ideas/a-true-efficiency-trailblazer-city-of-san-diego> (accessed Sep. 13, 2020).
- [125] City of San Diego, “Smart Streetlights Program | Sustainability.” <https://www.sandiego.gov/sustainability/energy-and-water-efficiency/programs-projects/smart-city> (accessed Sep. 15, 2020).
- [126] Current by powered GE and Intel Corporation, “Improve quality of life and enable cities to thrive with Current by GE* CityIQ*.” Accessed: Aug. 17, 2020. [Online]. Available: <https://www.intel.in/content/dam/www/public/us/en/documents/brief/ge-cityiq-business-brief.pdf>.
- [127] Intel Corporation, “Creating Smarter Cities with Current by GE CityIQ*.” <https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/market-ready-solutions/ge-cityiq.html> (accessed Sep. 29, 2020).
- [128] T. S. Perry, “San Diego's streetlights get smart,” in *IEEE Spectrum*, vol. 55, no. 1, pp. 30-31, January 2018, doi: 10.1109/MSPEC.2018.8241729
- [129] “Installed CityIQ Nodes.” Accessed: Sep. 15, 2020. [Online]. Available: <https://sandiego.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=8d8dcd752def4b55be402fca2760b7a3>.
- [130] Ubicquia, “About CityIQ IoT Platform.” <https://docs.cityiq.io/> (accessed Sep. 17, 2020).
- [131] Current by powered GE - Jessica Thompson, “EnergyMetering-API-Solutions: Sample scripts on how to get data from the Energy Metering API.” <https://github.com/CityIQ/EnergyMetering-API-Solutions> (accessed Sep. 25, 2020).
- [132] City of San Diego, “Smart Streetlights City of San Diego Public Meeting,” Sep. 2019. Accessed: Sep. 18, 2020. [Online]. Available: <https://www.sandiego.gov/sites/default/files/sust-smartstreetlightpublicmeeting-091019.pdf>
- [133] Current Powered by General Electric, “DataSheet LED Post Top.” Accessed: Sep. 16, 2020. [Online]. Available: https://products.gecurrent.com/sites/products.currentbyge.com/files/documents/document_file/olp2896-gen2-evolve-led-post-top-avery-streetdreams-data-sheet.pdf
- [134] GE Current a Daintree Company, “LED Street and Roadway Lights.” <https://products.gecurrent.com/outdoor-lighting/street-roadway> (accessed Sep. 13, 2020).
- [135] City of San Diego, “Instrucción del departamento de datos de alumbrado público,” Jun. 2019. Accessed: Sep. 17, 2020. [Online]. Available: https://www.sandiego.gov/sites/default/files/streetlight_data_department_instruction_-_d1_020619_revision.pdf.
- [136] City of San Diego, “Data + Analytics,” Performance & Analytics. <https://www.sandiego.gov/dataandanalytics> (accessed Sep. 17, 2020).
- [137] City of San Diego, “Smart Streetlights City of San Diego Public Meeting,” Sep. 2019. Accessed: Sep. 18, 2020. [Online]. Available: <https://www.sandiego.gov/sites/default/files/sust-smartstreetlightpublicmeeting-091019.pdf>
- [138] City of San Diego, “Smart Streetlights Project Overview ¿How much is the City expecting in savings?” Accessed: Sep. 19, 2020. [Online]. Available: https://www.sandiego.gov/sites/default/files/fact_sheet_final_smart_street_lights_053119.pdf.

ANEXOS


ANEXO A: REQUERIMIENTOS DE DATOS A INAMHI


 Angelica Victoria Fajardo Neira
Lun 20/07/2020 15:13
Para: jgarcia@inamhi.gob.ec

Saludos Cordiales.

Mi nombre es Angelica Fajardo estudiante de la Universidad Politécnica Del Litoral (ESPOL) me encuentro realizando mi trabajo de graduación en donde quisiera saber si ustedes podrían colaborar con algún archivo de datos captado del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología para la ciudad de Guayaquil para hacer uso de esta con fines académicos. Quien está a cargo de la supervisión de esta es el Dr. José Córdova García (jcordov@espol.edu.ec) Coordinador de Ingeniería en Telemática de la Espol de antemano muchas gracias por la atención prestada.

Att. Angelica Fajardo Neira
Estudiante de la Carrera Ingeniería en Telemática.

 servicio al. usuario <servicio@inamhi.gob.ec>
Mar 21/07/2020 2:56
Para: Angelica Victoria Fajardo Neira
CC: Dirección de Comunicación <comunicacion@inamhi.gob.ec>

 Estudiantes. usuarios. format...
93 KB

Estimada usuaria,

Gracias por escribir. Para atender su requerimiento, por favor su Tutor / Profesor debe realizar el trámite, para lo cual se anexa el formato de oficio en word que debe ser llenado de acuerdo a sus necesidades, una vez suscrito, favor escanearlo y remitirlo a este mismo correo electrónico. Muchas gracias.



Cualquier inquietud con gusto será atendida.

--
Saludos cordiales,
Lourdes Suárez López
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
ATENCIÓN AL USUARIO
Dirección de Información Hidrometeorológica

- Nuñez de Vela N36-14 y Corea
- Telf.: + (593 2) 397 1100 • Ext. 81104

www.serviciometeorologico.gob.ec

Quito – Ecuador
Dirección: Nuñez de Vela N36-15 y Corea
Telf.: (593 2) 3971100
www.serviciometeorologico.gob.ec

ANEXO B: REQUERIMIENTOS DE DATOS A EXA

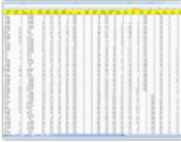
On 7/14/2020 14:16, Angelica Victoria Fajardo Neira wrote:

Saludos Cordiales.

Mi nombre es Angelica Fajardo estudiante de la Universidad Politécnica Del Litoral me encuentro realizando mi trabajo de graduación en donde quisiera saber si ustedes podrían colaborar con algún archivo de datos captado del **Observatorio Climatológico** que me puedan compartir con la finalidad de poder utilizarlo. Quien está a cargo de la supervisión de la misma es el Dr. José Córdova García (jecordov@espol.edu.ec) Coordinador de Ingeniería en Telemática de la Espol de antemano muchas gracias por la atención prestada.

Att. Angelica Fajardo Neira
Estudiante de la Carrera Ingeniería en Telemática.


ER EXA RR.PP. <rp@exa.ec>
Mar 14/07/2020 15:40
Para: Angelica Victoria Fajardo Neira



Estimada Srta.Fajardo,
Gracias por su interes, adjunto una captura de los parámetros que se ofrecen en nuestros paquetes de datos de nuestras estaciones climáticas, la resolución es de 24/7 cada 5 minutos, para Guayaquil tenemos datos desde 2008

Son estos los datos que necesita?, si es así el costo es de US\$20 x día para instituciones comerciales y \$12 x día para instituciones académicas o sin fines de lucro, el formato es EXCEL o TXT y la entrega es vía download desde nuestros servidores

Saludos




Msc. Carlos Alvarez
Agencia Espacial Ecuatoriana - EXA
Oficina de RR.PP.

Msc. Carlos Alvarez
Public Relations Office
EQUADORIAN SPACE AGENCY - EXA

WARNING This e-mail, including attachments, may contain confidential, legally privileged, or trade secret information. The information is intended only for use by the recipient (individual or entity) named above. We do not waive confidentiality by any transmission in error. If you are not the intended addressee (or authorized to receive for the addressee), any disclosure, copying, distribution or use of this information is strictly prohibited. If you have received this electronic transmission in error, please immediately notify the sender by replying to this email or by telephone, and permanently delete this message.

ANEXO C: FALLA EN REPOSITORIO DE EXA

 Angelica Victoria Fajardo Neira
Mié 16/09/2020 13:04
Para: EXA RR.PP. <rp@exa.ec>

Mi nombre es Angelica Fajardo estudiante de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) me encuentro realizando mi trabajo de graduación y he observado que la página de <http://gye.exa.ec/> se encuentra desde el 5 de septiembre sin mostrar datos en tiempo real climatológicos cada 5 minutos. Me podría ayudar indicándome si quizás exista otra página que si este activa y pueda observar los datos climatológicos. De antemano muchas gracias por la atención prestada.

Att. Angelica Fajardo Neira (anvifaja@espol.edu.ec)
Estudiante de la Carrera Ingeniería en Telemática.

 EXA RR.PP. <rp@exa.ec>
Mié 16/09/2020 13:13
Para: Angelica Victoria Fajardo Neira

Estimada Srta Fajardo,

Gracias por su observacion, estamos solucionando el tema y la pagina estara en linea en unos pocos minutos

Saludos,

 **Msc. Carlos Alvarez**
Agencia Espacial Ecuatoriana - EXA
Oficina de RR.PP.

Msc. Carlos Alvarez
Public Relations Office
ECUADORIAN SPACE AGENCY - EXA

WARNING. This e-mail, including attachments, may contain confidential, legally privileged, or trade secret information. The information is intended only for use by the recipient (individual or entity) named above. We do not waive confidentiality by any transmission in error. If you are not the intended addressee (or authorized to receive for the addressee), any disclosure, copying, distribution or use of this information is strictly prohibited. If you have received this electronic transmission in error, please immediately notify the sender by replying to this email or by telephone, and permanently delete this message.

...

ANEXO D: PARÁMETROS MONITOREADOS DEL INAMHI

DATOS RECOPIRADOS DEL INAMHI

TEMPERATURA (°C) INSTANTÁNEA	✓
TEMPERATURA (°C) MÁXIMA	✓
TEMPERATURA (°C) MÍNIMA	✓
HUMEDAD (%) INSTANTÁNEA	✓
HUMEDAD (%) MÁXIMA	✓
HUMEDAD (%) MÍNIMA	✓
PRECIPITACIÓN (mm) SUM	✓
PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa) INSTANTÁNEA	✓
VIENTO DIRECCIÓN (°) INSTANTÁNEA	✓
VIENTO VELOCIDAD (m/s) INSTANTÁNEA	✓
TOTA DE DATOS	10

ANEXO E: PARÁMETROS MONITOREADOS DE EXA

DATOS RECOPIRADOS DEL EXA

TEMPERATURA (°C) INSTANTÁNEA	✓
TEMPERATURA (°C) MÁXIMA	✓
TEMPERATURA (°C) MÍNIMA	✓
HUMEDAD (%) INSTANTÁNEA	✓
HUMEDAD (%) MÁXIMA	✓
HUMEDAD (%) MÍNIMA	✓
PUNTO DE CONDENSACIÓN (°C) INSTANTÁNEA	✓
PUNTO DE CONDENSACIÓN (°C) MÁXIMA	✓
PUNTO DE CONDENSACIÓN (°C) MÍNIMA	✓
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mb) INSTANTÁNEA	✓
LLUVIA (mm) HOY	✓
TASA DE LLUVIA (mm/hr) INSTANTÁNEA	✓
TOTAL TORMENTA (mm)	✓
LLUVIA MENSUAL (mm)	✓
LLUVIA ANUAL (mm)	✓

SENSACIÓN TÉRMICA DEL VIENTO (°C) INSTANTÁNEA	✓
SENSACION TERMICA DEL VIENTO (°C) MÍNIMA	✓
ÍNDICE TEMPERATURA HUMEDAD- VIENTO (°C) INSTANTÁNEA	✓
ÍNDICE DE CALOR (°C) INSTANTÁNEA	✓
ÍNDICE DE CALOR (°C) MÁXIMO	✓
ÍNDICE DE RADIACIÓN UV (INDEX) INSTANTÁNEA	✓
RADIACIÓN SOLAR (W/m ²) INSTANTÁNEA	✓
MÁXIMA TASA DE LLUVIA (mm/hr) MÁXIMA	✓
MÁXIMO UV	✓
MÁXIMA RADIACIÓN SOLAR	✓
TOTA DE DATOS	25

**ANEXO F: PORCENTAJES DE DISPONIBILIDAD DE DATOS EN
LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS INAMHI**

INAMHI-AÑO 2019										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN)										
	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (MM)	PRESIÓN ATMOSFERICA (HPA)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (M/S)
MES	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
ENERO	98%	99%	99%	98%	99%	99%	99%	98%	97%	97%
FEBRERO	93%	95%	95%	93%	95%	95%	95%	93%	91%	91%
MARZO	96%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	94%	94%
ABRIL	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	97%	97%
MAYO	99%	100%	100%	99%	100%	100%	99%	99%	99%	99%
JUNIO	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	97%	97%
JULIO	99%	100%	100%	99%	100%	100%	78%	99%	98%	98%
AGOSTO	99%	100%	100%	99%	100%	100%	53%	99%	98%	98%
SEPTIEMBRE	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	97%	97%
OCTUBRE	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	97%	97%
NOVIEMBRE	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
DICIEMBRE	97%	99%	99%	97%	99%	99%	99%	97%	97%	97%
PROMEDIO	97.75%	99.17%	99.17%	97.75%	99.17%	99.17%	93.33%	97.75%	96.75%	96.75%
DATOS PERDIDOS	2.25%	0.83%	0.83%	2.25%	0.83%	0.83%	6.67%	2.25%	3.25%	3.25%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INAMHI-AÑO 2020										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - GUAYAQUIL (FACULTAD CCNN)										
	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (MM)	PRESIÓN ATMOSFERICA (HPA)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (M/S)
MES	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
ENERO	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	98%
FEBRERO	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	97%	97%
PROMEDIO	98.50%	100.00%	100.00%	98.50%	100.00%	100.00%	100.00%	98.50%	97.50%	97.50%
DATOS PERDIDOS	1.50%	0.00%	0.00%	1.50%	0.00%	0.00%	0.00%	1.50%	2.50%	2.50%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INAMHIAÑO 2019										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - COE MONTE BELLO										
MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (mm)	PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (m/s)
	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
Enero	87%	96%	96%	87%	96%	96%	96%	87%	87%	87%
Febrero	82%	91%	91%	82%	91%	91%	91%	82%	82%	82%
Marzo	95%	97%	97%	95%	97%	97%	97%	95%	95%	95%
Abril	66%	78%	78%	66%	78%	78%	78%	66%	66%	66%
Mayo	84%	95%	95%	84%	95%	95%	95%	84%	84%	84%
Junio	85%	96%	96%	85%	96%	96%	96%	85%	85%	85%
Julio	93%	98%	98%	93%	98%	98%	98%	93%	93%	93%
Agosto	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
Septiembre	96%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	96%	96%	96%
Octubre	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Noviembre	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Diciembre	70%	74%	74%	70%	74%	74%	74%	70%	70%	70%
Promedio	87.58%	93.75%	93.75%	87.58%	93.75%	93.75%	93.75%	87.58%	87.58%	87.58%
Datos Perdidos	12.42%	6.25%	6.25%	12.42%	6.25%	6.25%	6.25%	12.42%	12.42%	12.42%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INAMHI-AÑO 2020										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - COE MONTE BELLO										
MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (mm)	PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (m/s)
	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
Enero	96%	98%	98%	96%	98%	98%	98%	96%	96%	96%
Febrero	78%	88%	88%	78%	88%	88%	88%	78%	78%	78%
Promedio	87.00%	93.00%	93.00%	87.00%	93.00%	93.00%	93.00%	87.00%	87.00%	87.00%
Datos Perdidos	13.00%	7.00%	7.00%	13.00%	7.00%	7.00%	7.00%	13.00%	13.00%	13.00%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INAMHI-AÑO 2019										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - PUERTO HONDO										
MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (mm)	PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (m/s)
	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
Enero	97%	100%	100%	95%	99%	99%	100%	97%	97%	97%
Febrero	95%	98%	98%	95%	97%	97%	98%	95%	95%	95%
Marzo	96%	99%	99%	96%	98%	98%	99%	96%	96%	96%
Abril	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
Mayo	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	98%	98%
Junio	98%	99%	99%	98%	99%	99%	99%	98%	98%	98%
Julio	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Agosto	97%	99%	99%	97%	99%	99%	99%	97%	97%	97%
Septiembre	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Octubre	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	98%	98%	98%
Noviembre	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Diciembre	83%	87%	87%	83%	87%	87%	87%	83%	83%	83%
Promedio	96.00%	98.50%	98.50%	95.83%	98.25%	98.25%	98.50%	96.00%	96.00%	96.00%
Datos Perdidos	4.00%	1.50%	1.50%	4.17%	1.75%	1.75%	1.50%	4.00%	4.00%	4.00%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INAMHI-AÑO 2020										
DISPONIBILIDAD DE DATOS - PUERTO HONDO										
MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD (%)			PRECIPITACIÓN (mm)	PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa)	VIENTO DIRECCIÓN (°)	VIENTO VELOCIDAD (m/s)
	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	INSTANTÁNEA	MÁXIMA	MÍNIMA	SUM	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA	INSTANTÁNEA
Enero	85%	88%	88%	85%	88%	88%	88%	85%	85%	85%
Febrero	97%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	97%	97%	97%
Promedio	91.00%	94.00%	94.00%	91.00%	94.00%	94.00%	94.00%	91.00%	91.00%	91.00%
Datos Perdidos	9.00%	6.00%	6.00%	9.00%	6.00%	6.00%	6.00%	9.00%	9.00%	9.00%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

