

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Recolección de datos climáticos a través de dispositivos móviles”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Computación**

Presentado por:

Carlos Manuel León Morán

Rubén Darío Suárez Beltrán

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2018

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado a Dios, y de manera especial a mi madre y mi hermano que estuvo junto a mí en cada paso, brindándome su apoyo y ayudarme a ser forjado como la persona que soy en la actualidad. Muchas Gracias.

Carlos León.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a Dios,  
a mi familia y especialmente a mi madre  
que me apoyo de manera constante a lo  
largo de mi carrera

Rubén Suárez.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia y amigos que me han ayudado a poder seguir adelante, de quienes he aprendido a lo largo de mi vida profesional.

Carlos León

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros y profundos agradecimientos a Dios, mi familia y a las personas cercanas que me apoyaron a lo largo de mi carrera. Agradezco considerablemente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral por haberme formado como una persona de bien y ayudado a prepararme para el ámbito profesional.

Rubén Suárez.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Carlos Manuel León Morán y Rubén Darío Suárez Beltrán damos nuestro consentimiento para que la ESPOI 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”

Carlos León

Rubén Suárez

## RESUMEN

La recolección de datos climáticos se ha convertido hoy en día en una tarea crucial para la explicación de fenómenos físicos de nuestro planeta. Una de las funciones principales de los centros climatológicos es recolectar diariamente información de mediciones climáticas realizadas en las estaciones ubicadas a lo largo del país con el fin de poder predecir de manera precisa el pronóstico del clima. Estos centros tienen el interés de mejorar los tiempos de llegada de la información y la certeza de la fiabilidad en las mediciones climatológicas realizadas en dichas estaciones para poder mejorar la precisión de la predicción del pronóstico del clima.

Es así que con el apoyo del CVR se propuso desarrollar una aplicación móvil que reemplace el procedimiento físico de recolección y transmisión a digital. Para evidenciar la factibilidad de la propuesta se implementó un servidor remoto en el cual se podrá monitorear la información de los formularios enviados por los recolectores. Para la implementación de la aplicación móvil se utilizó Ionic, herramienta que nos proporcionó la facilidad del uso de sus diferentes librerías y componentes visuales para el desarrollo de la interfaz y la comunicación con el servidor remoto.

Se concluye que el aplicativo móvil mejora el tiempo de transmisión de datos, al depender exclusivamente de la obtención de una conexión a Internet en vez de depender del correo postal para el transporte de manera física de los datos climáticos.

**Palabras Clave:** Recolección, Datos, climáticos, aplicaciones móviles.

## **ABSTRACT**

*The collection of climate data has become today a crucial task for the explanation of physical phenomena of our planet. One of the main functions of the climatological centers is to collect daily information of climatic measurements made in the stations located throughout the country to be able to accurately predict the weather forecast. These centers have the interest to improve the arrival times of the information and the certainty of the reliability in the climatological measurements made in said stations to improve the accuracy of the prediction of the weather forecast.*

*Thus, with the support of the CVR, it was proposed to develop a mobile application that replaces the physical procedure of collection and transmission to digital. To demonstrate the feasibility of the proposal, a remote server was implemented in which the information of the forms sent by the collectors can be monitored. For the implementation of the mobile application Ionic was used, a tool that gave us the ease of use of its different libraries and visual components for the development of the interface and communication with the remote server.*

*It is concluded that the mobile application improves data transmission time, as it depends exclusively on obtaining an Internet connection instead of depending on postal mail for the physical transport of weather data.*

*Keywords: Collection, Data, climatic, mobile applications*



# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1 .....	8
1.    Introducción .....	8
1.1    Descripción del problema .....	8
1.2    Justificación del problema .....	10
1.3    Objetivos .....	10
1.3.1    Objetivo General .....	10
1.3.2    Objetivos Específicos.....	11
1.4    Marco teórico.....	11
1.4.1    Herramientas Consideradas.....	11
1.4.2    Análisis comparativo. ....	13
CAPÍTULO 2 .....	15
2.    Metodología.....	15
2.1    Arquitectura del sistema .....	15
2.2    Descripción de componentes del sistema.....	16
2.3    Estrategia de la Solución.....	17
2.3.1    Diseño esquemático de la solución.....	17
2.3.1    Modelo de datos.....	18
2.3.2    Módulo de Autenticación.....	20

2.3.3	Módulo de formularios Inteligentes.....	21
2.3.4	Módulo de Gestión: .....	25
2.3.5	Módulo de Transmisión: .....	26
2.3.6	Visualización de la recolección.....	27
CAPÍTULO 3 .....		29
3.	Resultados Y ANÁLISIS .....	29
3.1	Desarrollo de Pruebas.....	29
3.2	Métricas de Usabilidad .....	29
3.3	Resultados Esperados.....	30
3.4	Resultados Obtenidos .....	30
3.5	Análisis de Costos .....	32
3.5.1	Costos Análisis diseño e implementación .....	32
3.6	Análisis de Factibilidad del Producto .....	32
CAPÍTULO 4 .....		33
4.	Conclusiones Y RECOMENDACIONES .....	33
	Conclusiones.....	33
	Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍA .....		35
ANEXOS .....		36

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

CVR Centro de Visión y Robótica

HTML Hypertext Markup Language

REST Representational State Transfer

APK Application Package

RAM Random Access Memory

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Proceso general de recopilación y transferencia de datos. ....	9
Figura 1.2 Componentes de Open Data Kit .....	11
Figura 1.3 Distribución de las plataformas Android usadas en el mes de Julio .....	14
Figura 2.1 Diagrama de despliegue del sistema. ....	16
Figura 2.2 Esquema de los módulos de la solución móvil. ....	17
Figura 2.3 Modelo jerárquico de datos.....	19
Figura 2.4 Ejemplo del archivo de configuración de plantilla y su visualización.. ....	21
Figura 2.5 Vista de formulario en primera jerarquía Categoría y subcategoría. ....	22
Figura 2.6 Vista de formulario en la segunda jerarquía Ingreso de datos. ....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tabla del módulo de autenticación. Elaboración propia .....	20
Tabla 2.2 Tabla del módulo de adaptación. Elaboración propia.....	24
Tabla 2.3 Tabla del módulo de gestión. Elaboración propia.....	25
Tabla 2.4 Tabla del módulo de transmisión de datos. Elaboración propia .....	26
Tabla 3.1 Tabla de resultados esperados. Elaboración propia .....	30
Tabla 3.2 Matriz de costos de la implementación y pruebas. Elaboración propia .....	32

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Los centros de monitoreos climáticos se dedican a suministrar información hidrometeorológica a través de diferentes servicios disponibles a la comunidad local y cooperar con el intercambio de información mediante estándares internacionales. Para ello cuenta con personal especializado y estaciones localizadas en puntos estratégicos en todo el país, de manera que se pueda producir información para predecir los cambios en el clima y generar alertas tempranas para prevenir desastres naturales. El proceso para mantener actualizados los datos desde su captura manual en las estaciones hasta el momento en que son registrados en el centro es ineficiente. Esto provoca un desfase en el tiempo que afecta directamente a los resultados de la predicción del clima. Para ello se ha propuesto desarrollar una aplicación móvil que traslade la captura de datos climatológicos de manera manual a digital y que automatice los procesos de transmisión a la base de datos de los centros de monitoreo. Se espera que esta propuesta pueda mantener al día los datos que necesita una Institución y que de esta manera mejore la calidad de la información suministrada al país.

Centro de Visión y Robótica (CVR) realizó un acercamiento con un centro meteorológico nacional buscando una manera de mejorar la recolección de datos climáticos. El objetivo de este proyecto es transmitir de manera correcta y fiable las mediciones que se obtienen a través de los instrumentos de medición ubicados en las estaciones climáticas.

### 1.1 Descripción del problema

Los centros climatológicos necesitan mantener datos climáticos recolectados a través de sensores pertenecientes a estaciones climatológicas que están ubicadas en puntos estratégicos a lo largo del país. En las estaciones, los observadores son las personas que se encargan de realizar las lecturas de los(estos) sensores y transcribirlas a formularios físicos llamados libretas de campo que son enviadas a través de correo postal en el pueblo más cercano.

Luego los centros climatológicos los reciben e ingresan al sistema para ser guardados directamente en una base de datos.

El problema es que la mayoría de las veces, la recolección y transmisión de los datos climáticos toma mucho tiempo y no se tiene certeza de la persona, lugar y hora a la que fue realizada la recolección.

A continuación, se muestra el proceso que lleva en el centro climático asociado para la transmisión de los datos recolectados en las estaciones:



**Figura 1.1 Proceso general de recopilación y transferencia de datos. Elaboración propia**

Por lo tanto, se requiere implementar una aplicación móvil con las siguientes características:

- ❖ Desarrollada para dispositivos Android con bajas prestaciones.
- ❖ Permitir la recolección de datos a través de formularios.

- ❖ Permitir establecer contenido y jerarquía de los formularios desde un servidor remoto.
- ❖ Permitir establecer lógica para mostrar errores y realizar cálculos en formularios desde un servidor remoto.
- ❖ Poder enviar la información recolectada a un servidor remoto.
- ❖ El guardado de datos debe ser automático para evitar inconvenientes de pérdida de información.
- ❖ Contar con un servicio web donde se pueda monitorear y evidenciar los datos transferidos desde la aplicación móvil.

### **Limitaciones**

Hay casos en los cuales la tecnología móvil está fuera del alcance para controlar y proteger los datos proporcionados por los recolectores donde existe un medio no supervisado y aislado como es en este caso.

Existe la posibilidad en la cual los trabajadores proporcionen datos no reales por motivos no intencionales, que repercuten en la fiabilidad de los datos.

## **1.2 Justificación del problema**

Este proyecto resuelve un problema real: la falta de evidencia que los procesos específicos en la adquisición de datos hayan sido realizados correctamente, y llegue al destino en el menor tiempo posible. Una posible consecuencia de no mejorar los procesos manuales es mantener información no fiable y poco oportuna que afecta la precisión de la predicción del clima. Los errores en la predicción del clima traen consecuencias sociales, económicas que afectan a grandes poblaciones y sectores tales como industrias agrícola, pesquera y forestal.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un aplicativo móvil que optimice la recolección y transmisión de datos climáticos garantizando la calidad de estos.



### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Emplear procesos de transferencia semiautomática de información obtenida offline para su registro en un repositorio en línea.
2. Implementar formularios con cálculos y alertas adaptables a servicios web externos de organizaciones climáticas.
3. Establecer fiabilidad en los datos obtenidos en los formularios

### 1.4 Marco teórico

En esta sección se van a describir las diferentes metodologías usadas en el proyecto. Así como las herramientas escogidas y los motivos que llevaron a que sean seleccionadas.

#### 1.4.1 Herramientas Consideradas

Se ha realizado un estudio de las posibles herramientas que aportan con el desarrollo del proyecto enfocado en la recolección de datos a través de la experiencia de usuario en formularios y que permitan la transmisión de estos a servidores remotos.

##### 1.4.1.1 Open Data Kit (ODK)

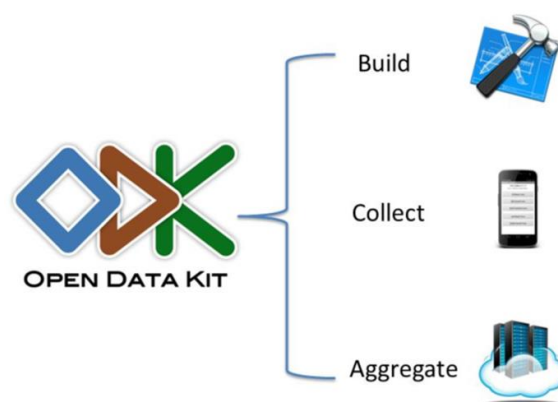


Figura 1.2 Componentes de Open Data Kit[1]

Es un conjunto de herramientas de software de código abierto que facilita la recolección de datos. El software de ODK se distribuye bajo la licencia

[2] de código abierto Apache 2 y está compuesto por 3 componentes principales:

**ODK Collect:** aplicación móvil exclusivamente para dispositivos Android en la cual se pueden descargar y enviar datos recolectados hacia un servidor remoto. Utiliza formularios sencillos en el cual el flujo de navegación se define por la secuencia de vistas de cada entrada de dato. Funciona con y sin conexión a internet[3].

**ODK Aggregate:** es el encargado del almacenamiento, análisis y presentación de los datos que son enviados a través del componente ODK Collect y ha sido diseñado para trabajar bien en entornos de servicios hosting tales como: Google, Amazon o cualquier servidor local[4].

**ODK Build:** Es un módulo web que provee una interfaz gráfica para poder diseñar las plantillas de los formularios a usarse en el componente ODK Collect. Permite la descarga de los formularios diseñados en formatos xForm y .csv o también se los puede incluir directamente al componente Aggregate. [4]

### **Ventajas**

- Es un entorno con bastante tiempo en el mercado.
- Soporta todas las plataformas Android.
- Es de código abierto.
- Permite la transmisión de formularios recolectados a servidores remotos o locales.
- Facilidad del diseño de formularios simples a través de una interfaz web.
- La secuencia del formulario puede ser configurada.

### **Desventajas**

- No admite formularios complejos.
- La jerarquía del contenido de un formulario es limitada.
- Personalización de la entrada de datos en formularios es limitada.
- Las validaciones de las entradas de datos no son robustas. Es decir, no permiten múltiples niveles de validación

#### **1.4.1.2 Ionic**

Ionic es un framework de código abierto especializado para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas basado en Angular. Angular es una plataforma creada por Google que facilita la creación de aplicaciones web y está basada en el lenguaje de programación Typescript. El concepto de híbrido hace referencia al uso de HTML5 para poder llevar la lógica web a diferentes componentes nativos de dispositivos móviles. Ionic brinda

### **1.4.2 Análisis comparativo.**

Se va a proceder a comparar las herramientas descritas anteriormente para poder analizar su viabilidad en el desarrollo del proyecto.

ODK Collect, siendo una aplicación móvil enfocada a la recolección de datos con un tiempo en el mercado, las características que ofrece no satisfacen en su totalidad a los requerimientos del proyecto. A pesar de ser una aplicación de código abierto, brindando la oportunidad de modificar su código y adaptarlo al proyecto, el tiempo que tomaba para implementar las funcionalidades requeridas en el tiempo límite del proyecto no era viable. Es por tanto que se consideró investigar una propuesta para la creación de la aplicación móvil que permitiera la agilidad del desarrollo. Ionic fue la herramienta que permitiría el acople rápido y sencillo debido a que el equipo de desarrollo tiene una vasta experiencia en Angular. De esta manera podemos reducir los tiempos que provocaría la curva de aprendizaje. Por estos motivos se ha decidido usar Ionic como la herramienta de trabajo para el desarrollo del proyecto. Se usará la versión más actualizada de Ionic en este caso la versión 3 debido a que contamos con toda la resolución de problemas de sus versiones anteriores.

Sumando a las consideraciones descritas anteriormente, Ionic 3 abarcaría un rango aceptable sobre del uso de las plataformas Android en el mundo.

Para ello en la siguiente tabla podemos ver una estadística global de la distribución de las plataformas en dispositivos móviles tomada de la página oficial de Android el mes de Julio del presente año.

Version	Codename	API	Distribution
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.2%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	1.2%
4.2.x		17	1.9%
4.3		18	0.5%
4.4	KitKat	19	9.1%
5.0	Lollipop	21	4.2%
5.1		22	16.2%
6.0	Marshmallow	23	23.5%
7.0	Nougat	24	21.2%
7.1		25	9.6%
8.0	Oreo	26	10.1%
8.1		27	2.0%

**Figura 1.3 Distribución de las plataformas Android usadas en el mes de Julio[5]**

Como podemos visualizar, con el rango de versiones de Android que cubre Ionic 3 actualmente (4.4 - 8.1), abarcaría aproximadamente el 95.9% de los dispositivos que usan aplicaciones Android en el mundo representando un porcentaje satisfactorio de soporte en el mercado de este sistema operativo.

# CAPÍTULO 2

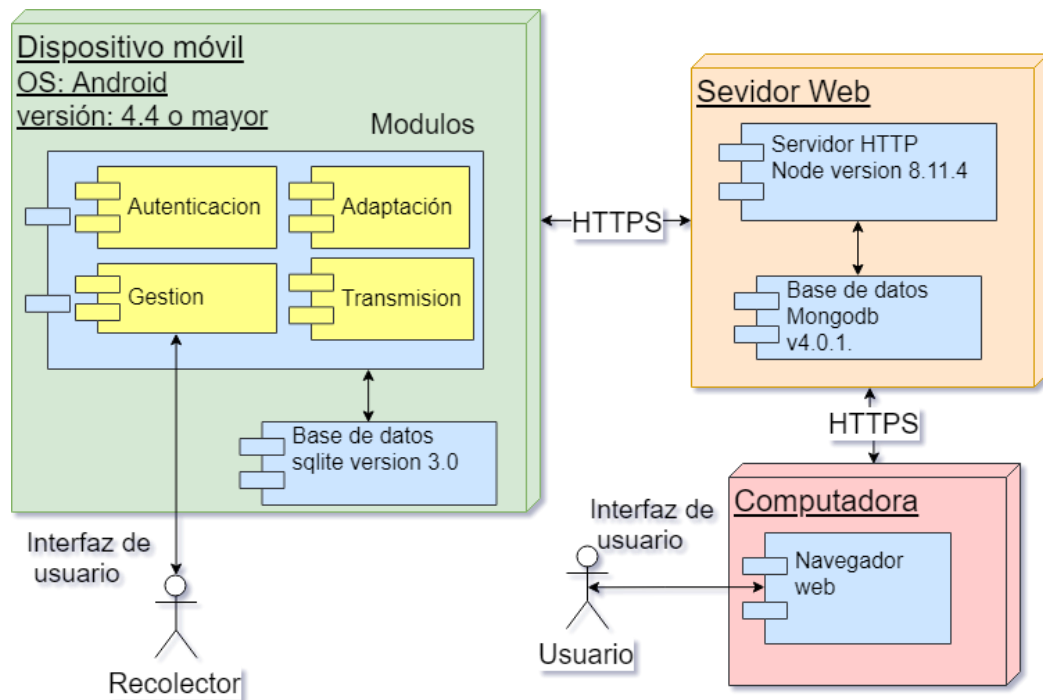
## 2. METODOLOGÍA

La metodología usada en el desarrollo de la aplicación para la recolección de datos climáticos a través de aplicaciones móviles es SCRUM. Scrum es una metodología ágil en la que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto[6]. Las prácticas más destacadas de SCRUM son: las reuniones de revisión con el cliente, avances iterativos e incrementales y planificación de Sprint o entregables[7].

En Scrum, las tareas se priorizan dependiendo del beneficio que brindan al cliente y se organizan en entregables realizados al terminar cada Sprint. Al finalizar un Sprint se recibe retroalimentación y se procede a analizar la calidad del Sprint. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto y los requisitos son cambiantes[6]. Este proyecto, cumple con estas características, por el tiempo limitado que se tenía para desarrollar el sistema, y los requisitos del proyecto iban cambiando a medida que nueva información era entregada al CVR por parte del centro meteorológico asociado. De acuerdo con el análisis comparativo del Capítulo 1 el desarrollo de la aplicación se realizará con Ionic 3

### 2.1 Arquitectura del sistema

El siguiente gráfico representa la arquitectura de todos los componentes que interfieren en la solución a través de un diagrama de despliegue.



**Figura 2.1 Diagrama de despliegue del sistema. Elaboración propia**

## 2.2 Descripción de componentes del sistema.

**Dispositivo Móvil:** Dispositivo en el cual se aloja el software que utilizarán las personas encargadas de recolectar los datos provenientes de los diferentes instrumentos de medición dentro de las estaciones climáticas. El componente será implementado para dispositivos Android en base a los requisitos del cliente y es donde residirán los módulos del proyecto. Utiliza un estándar de base de datos para dispositivos Android, SQLite3 que permitirá administrar y gestionar la información correspondiente a las libretas y usuarios.

**Servidor Web:** Es el lugar de almacenamiento de las libretas enviadas y de las configuraciones del aplicativo móvil. Está basado en la arquitectura cliente-servidor, los clientes son representados por los dispositivos móviles usados por las personas de las estaciones climáticas, y donde se realizan las peticiones de envío y respuestas correspondientes a envíos de información de libretas, actualización de configuraciones en los formularios y autenticación. Además, utiliza los datos almacenados para realizar estadísticas.

**Computadora:** Equipo donde se visualizarán las estadísticas extraídas de los datos a través de un navegador web.

### 2.3 Estrategia de la Solución.

Para la realización de la solución, se plantea una infraestructura física propia de los servicios de alta disponibilidad, basada y orientada a servicios.

Cada uno de estos servicios son invocados remotamente por la aplicación móvil, previamente autenticado, los datos son transmitidos mediante la transferencia de estado representacional o REST por sus siglas en inglés, a través de peticiones HTTP, éste a su vez le devuelve los datos a la vista una vez procesada y almacenada en el repositorio de información.

#### 2.3.1 Diseño esquemático de la solución.

La aplicación móvil tendrá los siguientes módulos definidos:

- Módulo de Autenticación.
- Módulo de Formularios Inteligentes.
- Módulo de Gestión.
- Módulo de Transmisión.

A continuación, se revisa un esquema general de los de la interacción de los módulos a implementarse, además de sus entradas y salidas respectivas.

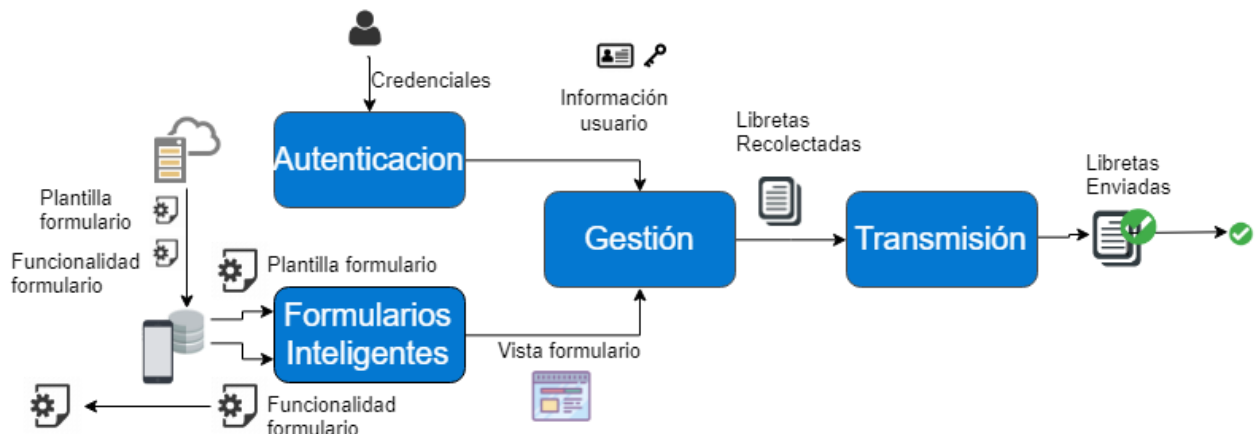


Figura 2.2 Esquema de los módulos de la solución móvil. Elaboración propia

### **2.3.1 Modelo de datos.**

Se usó la base de datos no relacional con ayuda del plugin “ionic storage” el cual se maneja a través de clave y valor llevándolos de manera adecuada y directa a la base de datos sqlite. Para cumplir con el requisito de una estructura jerárquica para los formularios. La estructura interna que se maneja en el sistema se representa en el siguiente modelo de datos jerárquico:



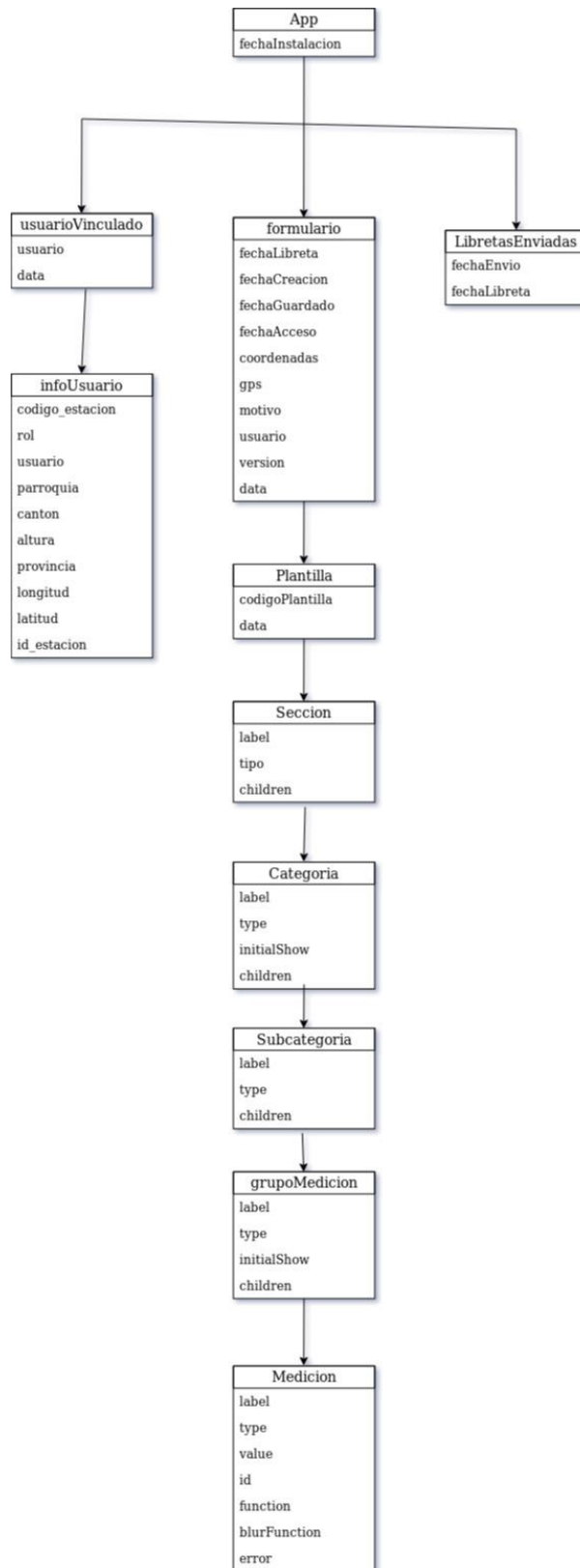


Figura 2.3 Modelo jerárquico de datos. Elaboración propia

### 2.3.2 Módulo de Autenticación.

Debe realizarse de manera “online” cuando el dispositivo tiene acceso a internet, y “offline” cuando el dispositivo no tiene acceso a internet.

La autenticación “online” se realiza en conexión con un servidor remoto donde ocurre el proceso de autenticado a partir de las credenciales (usuario, clave) provistas. Cuando la autenticación “online” resulte positiva se registra la información del usuario retornada del servidor y se registra las credenciales de manera encriptada en la base de datos del celular. Este procedimiento tiene el objetivo hacer que el usuario pueda mantener sus credenciales seguras en el celular y realizar autenticaciones “offline”.

La autenticación “offline” se realiza de manera similar, pero con la base de datos del dispositivo móvil y con los parámetros registrados de manera segura previamente en una autenticación “online”.

Para ambas autenticaciones se crea una sesión la cual permite tener el acceso a las diferentes funcionalidades de la aplicación móvil

**Tabla 2.1 Tabla del módulo de autenticación. Elaboración propia**

Módulo 1	Autenticación
Problema	No tener seguridad de la persona que realiza la toma de datos, o existir accesos no autorizados
Objetivo	Garantizar la integridad de los datos.
Entradas	Credenciales: nombre de usuario y clave.
Salidas	Datos del usuario

#### 2.3.2.1 Herramientas claves:

Se utilizaron las siguientes librerías:

- Plugin “Intel Security Storage”: encarga de encriptar, firmar y manejar las claves de acceso[8], para las posteriores autenticaciones “offline”.

- Librería externa MD5: usado para convertir las claves a código hexadecimal cuando se autentica en el modo “online”.
- Plugin “Http”: encargado realizar las conexiones con el servidor remoto a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) para realizar correctamente la autenticación “online”.

### 2.3.3 Módulo de formularios Inteligentes.

Este módulo permite que los formularios sean configurables en contenido, jerarquía y funcionalidad desde un servidor remoto.

#### 2.3.3.1 Plantilla

Es la estructura o esquema perteneciente a cada formulario. Es usada para representar de manera visual el contenido y flujo de un formulario. Son actualizadas y configuradas desde un servidor remoto a partir de archivos de tipo JSON. La siguiente imagen representa una vista que parte de una plantilla de formulario:

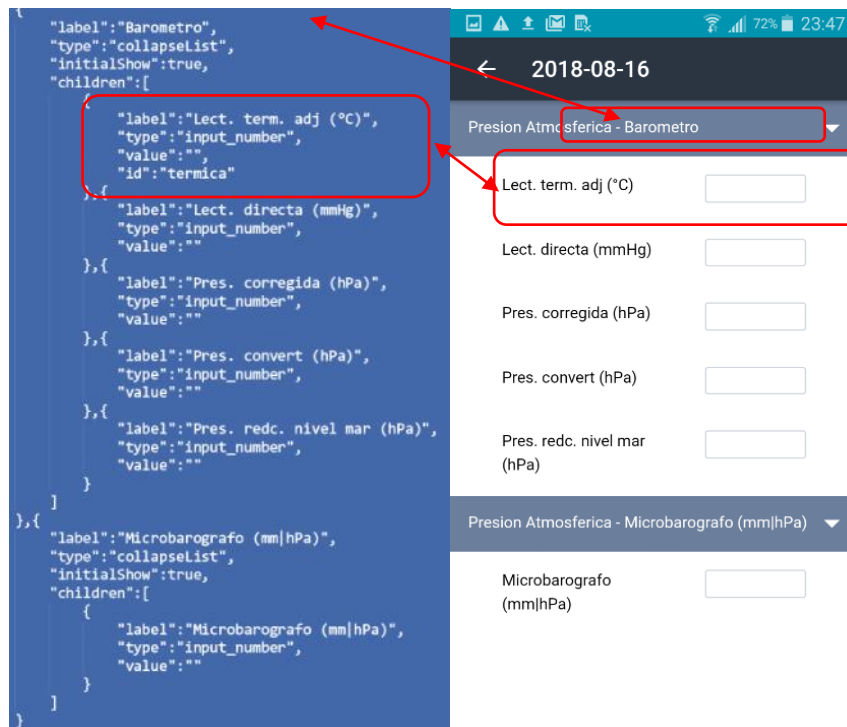


Figura 2.4 Ejemplo del archivo de configuración de plantilla y su visualización.

Elaboración propia.

### 2.3.3.2 Contenido y Jerarquía.

El contenido y el orden jerárquico de un formulario están relacionados directamente con una plantilla que usa un formulario, para ser representado de manera visual al usuario.

Para que sea posible la renderización de un formulario a partir del archivo de plantilla, se utiliza el sistema de plantillas de Angular que permite establecer lógica en las vistas presentadas al usuario partiendo de la información cargada en el controlador de esta. Es decir que la vista de un formulario se vuelve dinámica en tiempo de ejecución partiendo de objetos cargados al momento de renderizar las vistas. Es así como la plantilla de un formulario se convierte en la lógica dinámica de una vista.

La lógica dinámica de la vista esta descrita en la sección Modelo de datos descrito anteriormente y se representa de manera visual con las siguientes imágenes:

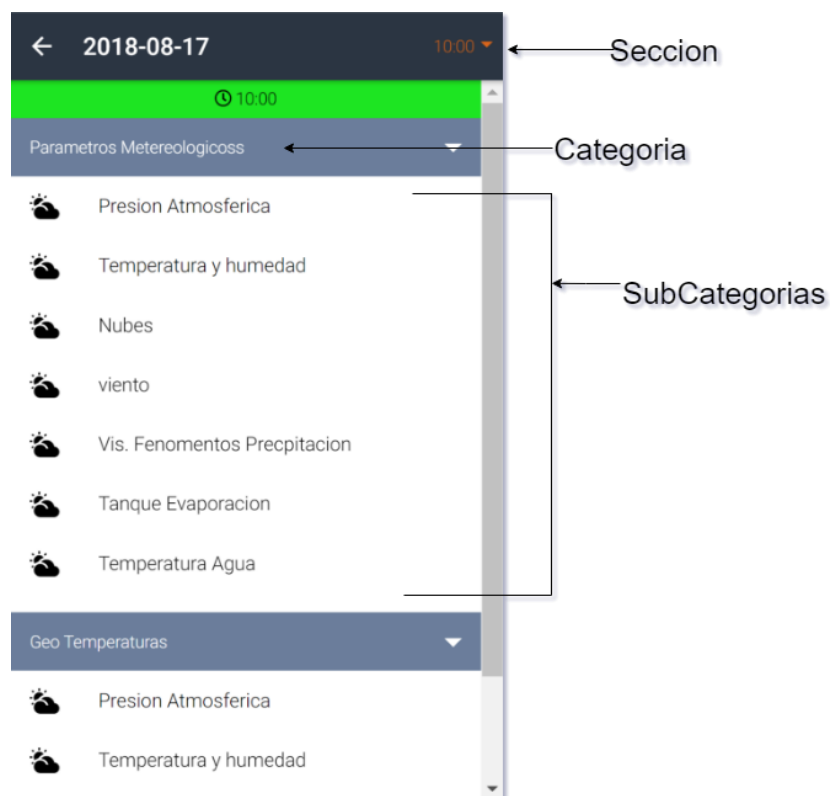
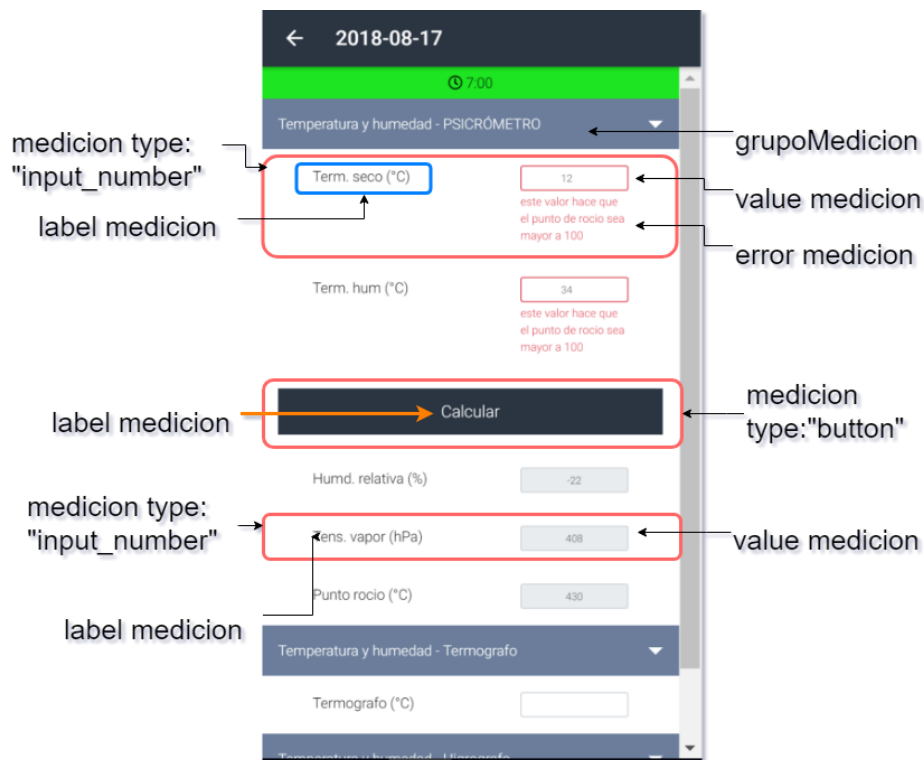


Figura 2.5 Vista de formulario en primera jerarquía Categoría y subcategoría.

Elaboración propia.



**Figura 2.6 Vista de formulario en la segunda jerarquía Ingreso de datos.**  
**Elaboración propia.**

### 2.3.3.3 Funcionalidad de Formularios

La funcionalidad representa básicamente las acciones que se pueden realizar en los formularios tales como Alertas y Cálculos.

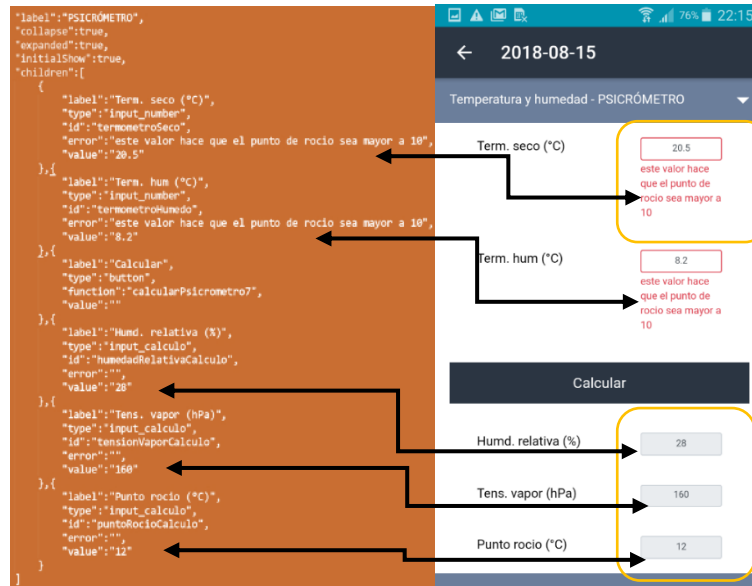
La configuración parte de un archivo de texto donde se encuentran la lógica especificada para cada elemento en la vista representada por la plantilla que usa un formulario. La aplicación es la encargada combinar la información del archivo de funcionalidad con la plantilla del formulario.

Para que pueda ser mejor expresado se mostrara las siguientes graficas:

```

function calcularPsicometro7(termometroSeco,termometroHumedo,humedadRelativaCalculo,tensionVaporCalculo,puntoRocioCalculo){
  humedadRelativaCalculo.value=parseInt(termometroSeco.value)-parseInt(termometroHumedo.value);
  tensionVaporCalculo.value=parseInt(termometroSeco.value)*parseInt(termometroHumedo.value);
  puntoRocioCalculo.value=parseInt(tensionVaporCalculo.value)-parseInt(humedadRelativaCalculo.value);
  if(puntoRocioCalculo.value>100){
    termometroSeco.error="este valor hace que el punto de rocío sea mayor a 100";
    termometroHumedo.error="este valor hace que el punto de rocío sea mayor a 100";
  }else{
    termometroSeco.error="";
    termometroHumedo.error="";
  }
}

```



A continuación, se muestra una tabla que describe el resumen del módulo:

**Tabla 2.2** Tabla del módulo de adaptación. Elaboración propia

Módulo 3	Adaptación
Problema	Los cambios de plantillas de formularios de papel y la lógica de como tienen que recolectarse conlleva mucho tiempo en su realización y distribución.
Objetivo	Las plantillas y la lógica sean actualizadas en el menor tiempo posible.
Entradas	Archivo tipo JSON para configuración para plantillas, y archivo tipo texto para la configuración de la funcionalidad de los formularios.
Salidas	Formulario renderizado en una vista.

### 2.3.4 Módulo de Gestión:

En este módulo se realiza las acciones de gestión de los formularios por los usuarios. Básicamente deberá decidir si crear o editar un formulario además de que si quiere ser geolocalizado. Mientras se cree o edite un formulario, los datos serán guardados automáticamente para evitar o prevenir cualquier situación de pérdida de información. Además, para garantizar la inserción correcta de los datos, el formulario contará con alertas automáticas sobre posibles errores y botones que realizan cálculos para permitir la verificación inmediata mientras se esté manipulando los mismos. Las plantillas que los formularios usen para ser representados visualmente así mismo como las funciones de cálculo o alertas deberán ser configurables para poder ser adaptadas a cualquier contexto y resolver cualquier tipo de problemas que relacionen la captura de datos.

En este módulo se realiza las acciones básicas para gestionar formularios tales como Crear, Editar, Eliminar e Inspeccionar. Mientras se cree o edite un formulario el usuario deberá de poder elegir si quiere ser geolocalizado o en caso contrario deberá insertar un motivo debido a que los datos de geolocalización son necesarios para contribuir con la fiabilidad de los datos.

A continuación, se muestra una tabla que describe el resumen del módulo:

**Tabla 2.3 Tabla del módulo de gestión. Elaboración propia**

<b>Módulo 3</b>	<b>Gestión</b>
Problema	Dificultad de mantenimiento de formularios de papel, reconocimiento de información, organización, pérdidas de formularios, fiabilidad de los datos.
Objetivo	Capturar de manera correcta los datos suministrados por el usuario y reducir la probabilidad de errores al ingresarlos.
Entradas	Fecha del formulario, opción de geolocalización, datos del usuario, datos ingresados o modificados en las entradas visuales del formulario.
Salidas	Estructura con los datos ingresados y la correspondiente meta data del formulario provista con las correspondientes etiquetas de tiempo y geolocalización.

### **Autoguardado.**

El autoguardado se realiza cada vez que se ingrese o manipule las entradas de datos en los formularios. Se utiliza el enlace de datos “data binding” de tipo “two way”[8] que es un mecanismo para coordinar lo que el usuario ve con los valores de la aplicación. Esto permite mantener una comunicación en doble sentido de los datos de la aplicación a la vista y de la vista a la aplicación. Y para ello, mientras el usuario va recolectando la información desde la vista, la aplicación identifica el ingreso de datos de manera automática y realiza un guardado en la base de datos para mantener la persistencia de los valores.

### **2.3.5 Módulo de Transmisión:**

Se transmite los datos hacia los servicios que se encuentran en el servidor remoto del centro de monitoreo, los datos son almacenados en la base de datos, además también se encuentran datos del esquema de formularios los mismos que podrán ser consultados, la transmisión es bidireccional, tanto se envía información de los parámetros, y se recibe información que son las estructuras de los formularios que se renderizan en la aplicación móvil.

**Tabla 2.4 Tabla del módulo de transmisión de datos. Elaboración propia**

<b>Módulo 4</b>	<b>Transmisión de datos</b>
Problema	Actualmente toma mucho tiempo registrar los datos en el servidor
Objetivo	Automatizar los procesos de envío, recepción y transcripción de los datos.
Entradas	Estructura con los datos y metadatos de los formularios obtenidos en el módulo de Gestión de Formularios
Salidas	Mensajes de respuesta del proceso de guardado en la base de datos

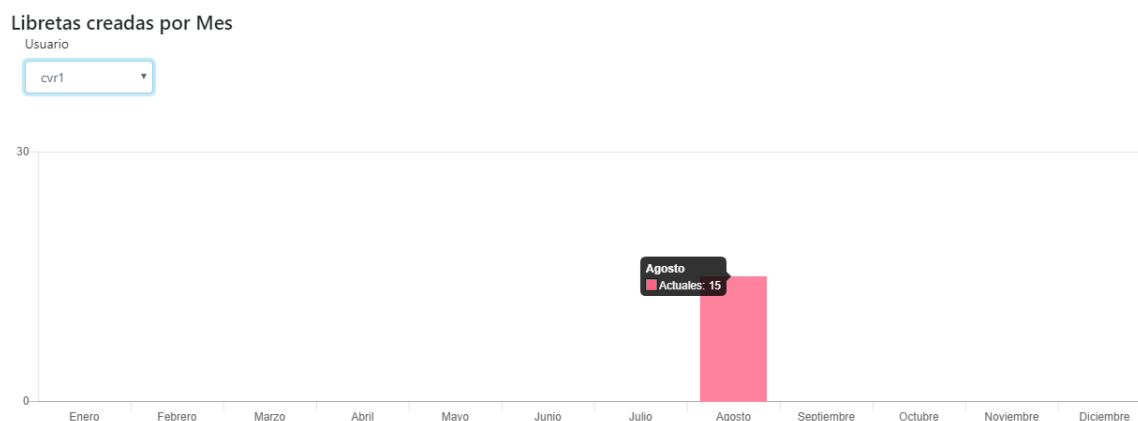


### 2.3.6 Visualización de la recolección

En este módulo se realiza la visualización de los datos enviados desde la aplicación. Además, con la información enviada junto los datos, se puede extraer estadísticas que ayuden a visualizar la productividad de cada uno de los observadores. La información que se puede obtener actualmente a través de este módulo es:

- Ediciones realizadas por observador
- Formularios creados al mes
- Libretas subidas en cada envío por usuario
- Fecha y puntos geográficos donde se realizaron las mediciones

Para la implementación de este módulo se utilizó el framework Angular para realizar la interfaz, y Nodejs como servidor web. A continuación, se muestra ejemplos de la información que es administrada por este módulo. En el siguiente gráfico se puede observar las libretas realizadas por el usuario cvr1 por mes.



**Figura 2.7 Libretas creadas por el usuario cvr1. Elaboración propia**

Utilizando este gráfico se puede verificar si este usuario ha cumplido con el total de libretas que debió enviar al centro climatológico.

En el siguiente gráfico se puede observar los metadatos de las libretas enviadas al servidor.

Datos Recolectados								
Username	Fecha Libreta	Fecha Creación	Fecha Envío	Ediciones	Latitud	Longitud	Motivo GPS	Estado
cbenitez	2018-08-14	2018-08-15T03:14:11.451Z	2018-08-15T03:15:06.698Z	0	-2.1210788	-79.8859229		En fecha
cbenitez	2018-08-15	2018-08-15T03:13:30.061Z	2018-08-15T03:16:26.051Z	0	-2.1142287	-79.8962025		Adelantada
cbenitez	2018-08-15	2018-08-15T04:18:29.483Z	2018-08-15T04:21:53.056Z	0	-2.1297732	-79.9042657		Adelantada
cbenitez	2018-08-15	2018-08-15T03:56:11.725Z	2018-08-15T05:16:12.445Z	0	NO GPS	NO GPS		En fecha
cbenitez	2018-08-16	2018-08-15T05:16:25.208Z	2018-08-15T05:16:55.545Z	0	NO GPS	NO GPS		Adelantada

**Figura 2.8 Estadísticas de ediciones y metadatos en tabla. Elaboración propia**

Se puede observar en el gráfico que el usuario “cbenitez” a enviado libretas de fechas que todavía no habían ocurrido es por tanto que se muestra la información analizada con su correspondiente etiqueta de estado en la columna “Estado”, indicando como fue enviada dicha libreta.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se realiza el análisis de los resultados del proyecto. Describiendo las pruebas realizadas a 20 personas que son técnicos en el clima, meteorólogos, que tienen conocimiento medio de tecnología móviles. Se obtuvo información acerca de las métricas de usabilidad de la aplicación. La cual se analizó para comprobar la optimización realizada en la recolección de datos.

### 3.1 Desarrollo de Pruebas.

El experimento consistió en reunir a personas para que realizarán una prueba de la aplicación realizada donde los participantes tuvieron que realizar diferentes tareas mientras un analista recopilaba las métricas de usabilidad, en tres posibles casos:

1. Uso de Internet Ideal
2. Uso de Internet de la localidad
3. Uso de datos móviles.

### 3.2 Métricas de Usabilidad

Las métricas de usabilidad que fueron utilizadas en esta prueba fueron orientadas a la eficiencia, operatividad y aprendizaje. Por las cuales se consideraron las siguientes métricas:

- Velocidad de realización de la recolección
- Facilidad de Uso
  1. Nada amigable
  2. Medio
  3. Muy Amigable
- Envío de datos

### 3.3 Resultados Esperados

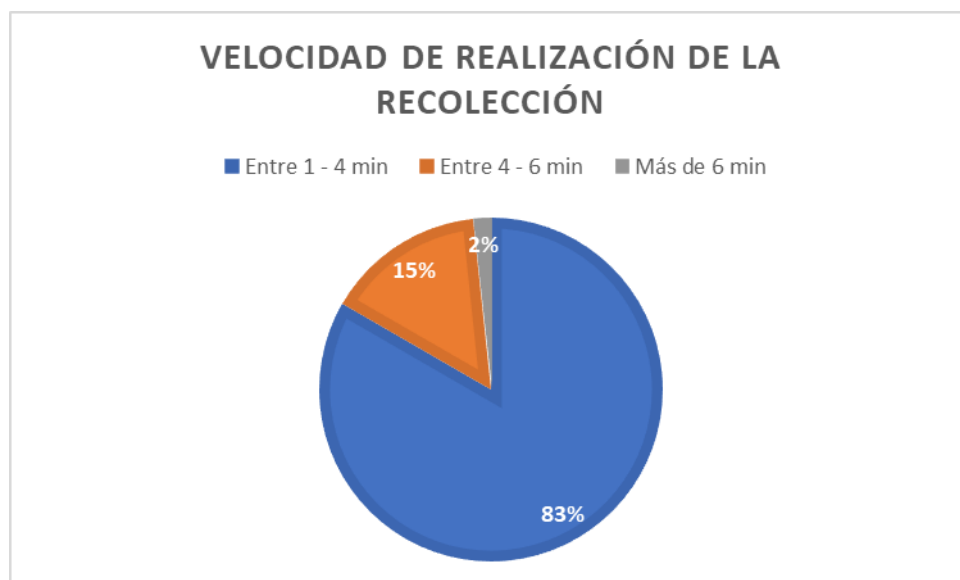
Los resultados esperados como se indica en el Anexo A sobre las pruebas, son los siguientes:

**Tabla 3.1 Tabla de resultados esperados. Elaboración propia**

Métrica	Resultado esperado		
	Peor	Objetivo	Mejor
Velocidad de realización de la recolección	Más de 6 min	Entre 4 a 6 m	Entre 1 a 4m
Facilidad de Usuario	Nada amigable	Medio	Muy amigable
Envío de datos	Entre 0 -60% envíos	Entre 60 -99% envíos	100% envíos

### 3.4 Resultados Obtenidos

Se describe a continuación en forma de diagramas los resultados de las pruebas realizadas. Los datos obtenidos se describen de manera detallada en la sección Anexos.



**Figura 3.1 Diagrama del promedio del tiempo de recolección. Elaboración propia**

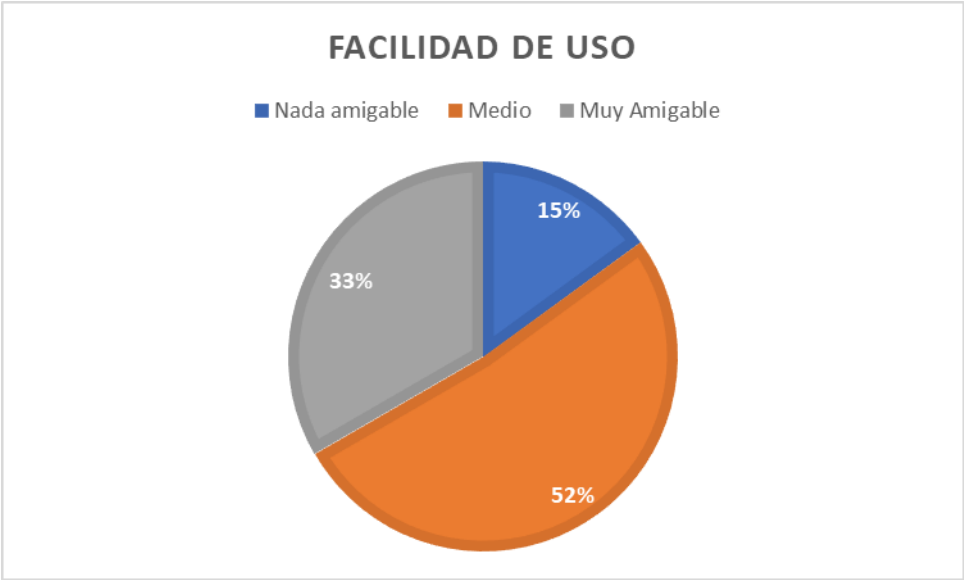


Figura 3.2 Diagrama del nivel de usabilidad. Elaboración propia

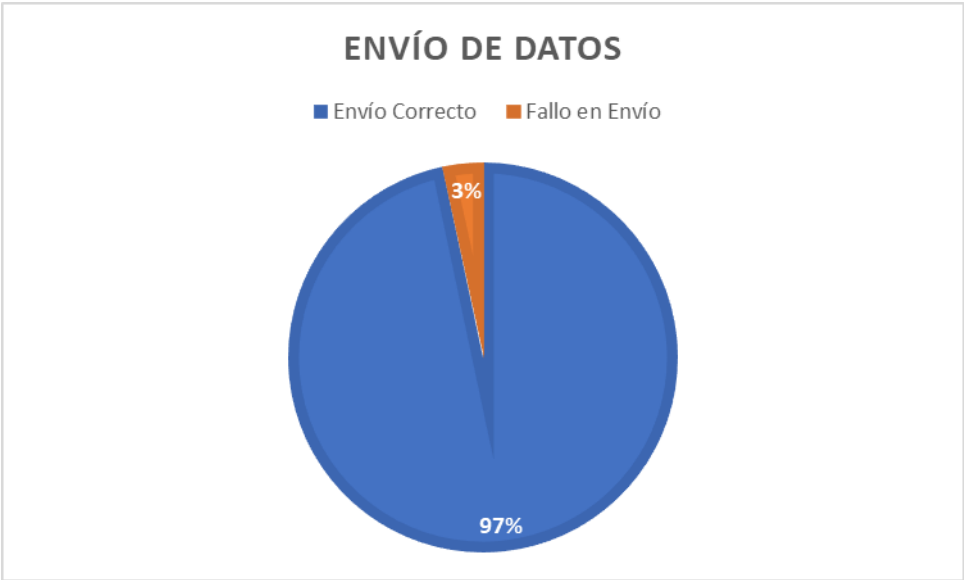


Figura 3.3 Diagrama del promedio del envío de datos. Elaboración propia

### 3.5 Análisis de Costos

#### 3.5.1 Costos Análisis diseño e implementación

Se estima la siguiente matriz de costos del desarrollo del desarrollo:

**Tabla 3.2 Matriz de costos de la implementación y pruebas. Elaboración propia**

	Resultado esperado		
Métrica	Peor	Objetivo	Mejor
Velocidad de realización de la recolección	Más de 6 min	Entre 4 a 6 m	Entre 1 a 4m
Facilidad de Usuario	Nada amigable	Medio	Muy amigable
Envío de datos	Entre 0 -60% envíos	Entre 60 -99% envíos	100% envíos

### 3.6 Análisis de Factibilidad del Producto

Desde el punto de vista de análisis e implementación, la generación dinámica de formularios puede ser altamente escalable y granular, esto quiere decir que no sólo es aplicable para este tipo de muestra (clima y parámetros), sino que puede ser escalable a cualquier tipo de negocio, por lo que es un proyecto viable, para encuestadoras, servicio al cliente, medidores de gestión, etc.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Se diseñó e implementó una aplicación móvil capaz de recopilar información de datos climáticos.
- Los datos que se envían llegan inmediatamente, con condiciones óptimas de internet, siendo una transmisión más rápida que el envío actual mediante correo postal.
- Las tareas de recolección de datos están dentro del rango objetivo y el mejor valor aceptable, de acuerdo con las pruebas realizadas. Lo que significa que no hay un gasto de tiempo que afecte a la recolección de datos a través de la aplicación
- Una vez definidos los parámetros bajo los cuales se tomarán las mediciones observadas, la generación de los formularios se actualizará en todos los móviles que estén conectados al servicio web de la organización.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda crear como trabajo futuro realizar una prueba más cercana al proceso de recolección de datos, que incluya la necesidad de recurrir a un punto específico para recopilar los datos en diferentes periodos de tiempo.
- Los dispositivos móviles que usan esta plataforma deben de tener mínimo Android 4.4 como sistema operativo y al menos 2 gigas de memoria RAM



# BIBLIOGRAFÍA

- [1] Google, “Paneles de control | Android Developers,” 2018. [Online]. Available: <https://developer.android.com/about/dashboards/?hl=es-419>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [2] Open Data Kit, “Security and Privacy — Open Data Kit Docs,” 2017. [Online]. Available: <https://docs.opendatakit.org/security-privacy/#license>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [3] Open Data Kit, “FAQ — Open Data Kit Docs,” 2017. [Online]. Available: <https://docs.opendatakit.org/>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [4] Open Data Kit, “ODK Aggregate — Open Data Kit Docs,” 2017. [Online]. Available: <https://docs.opendatakit.org/aggregate-intro/>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [5] “Android.” [Online]. Available: <https://www.android.com/>. [Accessed: 27-Aug-2018].
- [6] “Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles.” [Online]. Available: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [7] R. Sosa Zitto, R. L. Blanc, L. Pralong, C. Álvarez, and S. Galáz, “Buenas prácticas de Scrum para alcanzar niveles de calidad en pymes de desarrollo de software,” in *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2014.
- [8] Intel Software, “App Security API | Intel® Software,” 2017. [Online]. Available: <https://software.intel.com/en-us/app-security-api/api>. [Accessed: 28-Aug-2018].

# **ANEXOS**

# ANEXO A

## HOJA DE CONTROL

<b>Organismo</b>	CVR		
<b>Proyecto</b>	Recolección de datos climáticos a través de dispositivos móviles		
<b>Entregable</b>	Planes de Pruebas Funcionales		
<b>Autor</b>	Carlos León / Rubén Suárez		
<b>Versión/Edición</b>	0100	<b>Fecha Versión</b>	21/08/2018
<b>Aprobado por</b>		<b>Fecha Aprobación</b>	21/08/2018
		<b>Nº Total de Páginas</b>	

### REGISTRO DE CAMBIOS

<b>Versión doc</b>	<b>Causa del Cambio</b>	<b>Responsable del Cambio</b>	<b>Fecha del Cambio</b>
0100	Versión inicial	Carlos Manuel León Moran	21/08/2018

### CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

<b>Nombre y Apellidos</b>
Rubén Darío Suarez

## ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Objeto .....	4
1.2 Alcance .....	4
2 TRAZABILIDAD DE CASOS DE PRUEBAS – REQUISITOS.....	5
3 DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBAS.....	6
4 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS .....	7
5 ANEXOS.....	8
6 GLOSARIO .....	9
7 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	10

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objeto

El objetivo de este documento es recoger los casos de pruebas que verifican que el sistema satisface los requisitos especificados.

- 1.- Integridad de los datos
- 2.- Cálculos Correctos en las mediciones
- 3.- Velocidad de Ingreso y envío de mediciones.

## 1.2 Alcance

Se especifica el alcance a cualquier entidad de control de datos climáticos, que tengan sensores con conocimientos medios en aplicaciones móviles, pero que tengan expertise específico en la rama de las mediciones que se vayan a tomar.

Las variables que se van a considerar son las siguientes:

- Temperatura
- Humedad

Se medirá las pruebas bajo los siguientes parámetros:

- Velocidad de realización del censo
- Facilidad de Uso siendo:
  1. Nada Amigable
  2. Medio
  3. Muy Amigable
- Envío de los Datos

## 2 MATRIZ DE PRUEBAS Y RESULTADOS

Temperatura y Humedad.

No Intento : 1

	Velocidad toma de Datos (Min)	Nivel de Usabilidad	Envío de Datos
Medidor 1	4.5	2	✓
Medidor 2	7.2	2	X
Medidor 3	3.5	1	✓
Medidor 4	4.6	2	✓
Medidor 5	3.5	1	✓
Medidor 6	3.7	2	✓
Medidor 7	3.5	2	✓
Medidor 8	4	1	✓
Medidor 9	3.2	2	✓
Medidor 10	3.25	2	✓
Medidor 11	4.5	3	✓
Medidor 12	2.9	3	✓
Medidor 13	3.5	2	✓
Medidor 14	3.5	3	✓
Medidor 15	3.4	2	✓
Medidor 16	4	2	✓
Medidor 17	3.6	3	✓
Medidor 18	4.2	3	✓
Medidor 19	3.5	3	✓
Medidor 20	3.5	3	✓

No Intento : 2

	Velocidad toma de Datos (Min)	Nivel de Usabilidad	Envío de Datos
Medidor 1	3.5	2	✓
Medidor 2	4.2	2	✓
Medidor 3	2.5	1	✓
Medidor 4	3.6	2	✓
Medidor 5	2.6	1	✓
Medidor 6	2.2	2	✓
Medidor 7	2.6	2	✓
Medidor 8	3	1	✓
Medidor 9	3.2	2	✓
Medidor 10	3.2	2	✓
Medidor 11	3.5	3	✓
Medidor 12	2.5	3	✓
Medidor 13	3	2	✓
Medidor 14	3	3	✓
Medidor 15	2.7	2	✓
Medidor 16	2	2	✓
Medidor 17	2.6	3	✓
Medidor 18	3.5	3	✓
Medidor 19	3	3	✓
Medidor 20	3	3	✓

No Intento : 3

	Velocidad toma de Datos (Min)	Nivel de Usabilidad	Envío de Datos
Medidor 1	3.2	2	✓
Medidor 2	4.2	2	✓
Medidor 3	2	1	✓
Medidor 4	3.6	2	✓
Medidor 5	2	1	✓
Medidor 6	2.5	2	✓
Medidor 7	2.6	2	✓
Medidor 8	3.7	1	✓
Medidor 9	2	2	✓
Medidor 10	3.6	2	✓
Medidor 11	4.2	2	X
Medidor 12	2	3	✓
Medidor 13	3.5	2	✓
Medidor 14	3	3	✓
Medidor 15	2.5	2	✓
Medidor 16	2	2	✓
Medidor 17	2.5	3	✓
Medidor 18	2.5	3	✓
Medidor 19	2.5	3	✓
Medidor 20	2.6	3	✓



### 3 DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBAS

Prueba 1: Con conexión a Internet Wifi, locación Ideal		
	¿Prueba de despliegue?	No
<b>Descripción:</b> El lugar de la toma tiene una conexión fija y estable a Internet sin latencias La toma de información es concurrente, es decir varios usuarios al mismo tiempo.		
<b>Prerrequisitos</b> Instalación de la app en los dispositivos Verificación de Datos de esta		
<b>Pasos:</b> 1.- Autenticación al sistema. 2.- Ingreso de los datos a las variables que se han escogido para el efecto 3.- Verificación de guardado de la libreta 4.- Envío de libreta, y verificación con el mensaje de éxito. 6.- Comprobación en el dashboard de los datos enviados.		
<b>Resultado esperado:</b> Ingreso y registro del 100% de los datos tomados exactamente de la aplicación móvil.		
<b>Resultado obtenido:</b> El 100% de los datos se ingresaron de manera correcta al sistema.		

Prueba 1: Con conexión a Internet Wifi, de la Localidad		
	¿Prueba de despliegue?	No
<b>Descripción:</b> El lugar de la toma tiene una conexión fija pero es variable con alto grado de latencia La toma de información es concurrente, es decir varios usuarios al mismo tiempo.		
<b>Prerrequisitos</b> Instalación de la app en los dispositivos Verificación de Datos de esta		
<b>Pasos:</b> 1.- Autenticación al sistema. 2.- Ingreso de los datos a las variables que se han escogido para el efecto 3.- Verificación de guardado de la libreta 4.- Envío de libreta, y verificación con el mensaje de éxito. 6.- Comprobación en el dashboard de los datos enviados.		
<b>Resultado esperado:</b> Ingreso y registro del 100% de los datos tomados exactamente de la aplicación móvil.		
<b>Resultado obtenido:</b> El 100% de los datos se ingresaron de manera correcta al sistema.		

Prueba 1: Con conexión a Internet Wifi con datos		
	¿Prueba de despliegue?	No

**Descripción:**

El lugar de la toma tiene una conexión fija y estable a Internet sin latencias

La toma de información es concurrente, es decir varios usuarios al mismo tiempo.

Solo 1 usuario tiene conexión de datos, con la operadora Tuenti, el resto tienen plan de datos con la operadora Claro

**Prerrequisitos**

Instalación de la app en los dispositivos

Verificación de Datos de esta

**Pasos:**

1.- Autenticación al sistema.

2.- Ingreso de los datos a las variables que se han escogido para el efecto

3.- Verificación de guardado de la libreta

4.- Envío de libreta, y verificación con el mensaje de éxito.

6.- Comprobación en el dashboard de los datos enviados.

**Resultado esperado:**

Ingreso y registro del 99.5% de los datos tomados exactamente de la aplicación móvil.

**Resultado obtenido:**

El 99.5% de los datos se ingresaron de manera correcta al sistema.

## 4 ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS

Se estableció las siguientes estrategias para la ejecución de las pruebas, se tomó en consideración accesibilidad a internet, lugar de ingreso de datos, y concurrencia simultánea de usuarios.

	<b>Usuarios</b>	<b>Localidad</b>	<b>Internet</b>
<b>Prueba 1</b>	20	Casa con Internet	WIFI Fijo Operador claro
<b>Prueba 2</b>	20	Centro de Comidas	Wifi, operador Municipio de Guayaquil
<b>Prueba 3</b>	20	Diversos Lugares en exteriores	Cada uno con su plan de datos, operador claro



## ANEXO A