



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO**

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO**

---

---

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE  
DATOS AGRÍCOLAS MÓVIL Y OFFLINE PARA EL PROYECTO  
BUENA MILPA GUATEMALA.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN  
INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA**

**PRESENTA  
DANIEL NÚÑEZ JIMÉNEZ**

**DIRECTOR  
M. EN C. JOSUE VICENTE CERVANTES BAZAN**

**REVISORES  
D. EN P.E.A. MINERVA REYNA IZAGUIRRE  
M. EN C. YEDID ERANDINI NIÑO MEMBRILLO**

**TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, JULIO 2018.**



Texcoco, México a 6 de Abril de 2018.

**Asunto: Etapa de digitalización**

**M. EN C. ED. VIRIDIANA BANDA ARZATE  
SUBDIRECTORA ACADEMICA DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO.  
PRESENTE.**

**AT'N: M. EN C. LETICIA ARÉVALO CEDILLO  
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN.**

Con base en las revisiones efectuadas al trabajo escrito titulado "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS AGRÍCOLAS MÓVIL Y OFFLINE PARA EL PROYECTO BUENA MILPA GUATEMALA." que para obtener el título de Licenciado en INFORMATICA ADMINISTRATIVA presenta el sustentante DANIEL NUÑEZ JIMENEZ , con número de cuenta 0715077, se concluye que cumple con los requisitos teórico-metodológicos por lo que se le otorga el voto aprobatorio para su sustentación, pudiendo **continuar con la etapa de digitalización** del trabajo escrito.

**ATENTAMENTE**

M. EN C. YEDID ERANDINI NIÑO MEMBRILLO  
REVISOR

D. EN P.E.A. MINERVA REYNA IZAGUIRRE  
REVISOR

M. EN C. JOSUE VICENTE CERVANTES BAZAN  
DIRECTOR

c.c.p. Sustentante, Daniel Núñez Jimenez  
c.c.p. Director de trabajo terminal, M. en C. Josué Vicente Cervantes Bazán  
c.c.p. Titulación, M. en. C. Leticia Arévalo Cedillo

## *Agradecimientos:*

*A mis padres Felipe Nuñez y Leticia Jiménez, con quienes estoy totalmente agradecido por todo el esfuerzo que a lo largo de mi vida han tenido que hacer porque este momento y tras 26 años sea posible.*

*A mis profesores y asesores de tesis, por la paciencia y el aprendizaje que obtuve de ellos a lo largo de mi carrera profesional.*

*A mis amigos y familiares, por permitirme aprender más de la vida a su lado.*

*¡ Gracias !*

## Resumen

El común denominador en todas las organizaciones es tener su información organizada en el menor tiempo posible, sin embargo, a veces por la naturaleza de los proyectos no es posible planear con anticipación lo mencionado anteriormente, tras un año de operación el proyecto Buena Milpa en Guatemala, tiene la necesidad de proveer a sus técnicos que se ubican en diferentes departamentos una herramienta de captura móvil para agilizar el envío de diferentes formatos. El sistema a implementarse debe ser compatible con sistemas operativos Android, funcionar de manera offline y preferentemente deberá ser una herramienta Open Source. Tras realizar pruebas con múltiples sistemas de captura se llegó a la conclusión de que la suite de herramientas Open Data Kit cumple con los requerimientos anteriormente mencionados por lo cual se aprobó su implementación, tras esta implementación se corroboró que el sistema es de gran utilidad para cumplir con los objetivos del proyecto en tiempo y forma.

Para llevar a cabo la implementación se instaló en una PC el gestor de base de datos MySQL y Apache Tomcat, posteriormente sobre Apache Tomcat se montó la aplicación ODK Aggregate y se vinculó con MySQL, tras comprobar que este procedimiento era funcional el equipo Knowledge Management de CIMMYT procedió a repetir el procedimiento en un servidor de la institución, a la par se procedió a diseñar y programar los 8 formularios de captura utilizados. Al concluir esta actividad los formularios fueron subidos al servidor, se realizaron múltiples pruebas en la aplicación móvil GeoODK y tras comprobar que los formularios funcionaban correctamente en los dispositivos se informó a los diferentes colaboradores del proyecto que podían iniciar con la captura de información.

La recolección de datos por parte de los técnicos de los colaboradores del proyecto Buena Milpa se realizó durante el periodo Abril – Octubre del año 2016, durante el transcurso de esos meses se comprobó que la información estaba disponible cada que algún técnico realizaba envíos de datos, al finalizar el periodo se pudo realizar el reporte de dichas cifras e información de manera más ágil.

# Índice

<b>Resumen</b> .....	4
<b>Introducción</b> .....	9
<b>Antecedentes de la temática</b> .....	10
<b>Importancia del problema</b> .....	13
<b>Justificación</b> .....	14
<b>Objetivos</b> .....	15
<b>General</b> .....	15
<b>Particulares</b> .....	15
<b>Planteamiento del problema</b> .....	15
<b>Marco Conceptual</b> .....	16
<b>Metodología</b> .....	19
<b>Capítulo I. Sistemas de Información</b> .....	20
1.1 Información.....	20
1.2 Sistemas de Información.....	20
1.2.1 Clasificación de los sistemas de información.....	22
1.2.2 Componentes de un sistema de información web.....	24
<b>Capítulo II. Sistemas Operativos</b> .....	27
2.1 Sistema Operativo Android.....	29
<b>Capítulo III. Herramientas Open Source utilizadas en el proyecto</b> .....	32
3.1 Definición.....	32
3.2 MySQL Server.....	34
3.3 Apache Tomcat.....	35
3.4 Introducción a los componentes de Open Data Kit.....	37
<b>IV. Instalación de ODK Aggregate en un servidor</b> .....	38
4.1 Instalación de Java.....	40
4.2 Instalacion de MySQL.....	40
4.3 Instalación de Apache Tomcat.....	45
4.2 Instalación de ODK Aggregate.....	52
<b>V. Herramientas de ODK utilizadas</b> .....	64
5.1 ODK Build / Excel.....	64

5.1.1 Estándar XFORMS.....	66
5.2 XLSForms/ODK Validate .....	70
5.3 ODK Aggregate .....	75
5.4 ODK Collect /GeoODK.....	78
5.4.1 Configuración del servidor y descarga de formatos.....	80
5.5.2 Captura en aplicación móvil.....	81
5.5.3 Envío de un registro capturado. ....	86
5.5.4 Borrado de registros y formatos en blanco.....	86
5.6 Diagrama del funcionamiento general de ODK.....	88
<b>VI. Caso práctico del proyecto Buena Milpa .....</b>	<b>90</b>
6.1 Desarrollo de formularios.....	92
6.2 Formularios en el servidor .....	97
6.3 Formularios en GeoODK .....	98
6.4 Información recolectada.....	100
6.5 Resultados .....	102
<b>VII. Conclusiones y trabajo a futuro.....</b>	<b>107</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>108</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura y metodología de un sistema informático. ....	22
Figura 2. Niveles de las aplicaciones Android .....	31
Figura 3. Ciclo de funcionamiento de la aplicación GeoODK Collect. ....	79
Figura 4. Flujo de información ODK. ....	88
Figura 5 . Diagrama de despliegue del sistema .....	89
Figura 6. Flujo de información ODK adaptado al proyecto Buena Milpa.....	90
Figura 7. Bitácoras de Escalamiento recibidas por cada colaborador.....	102
Figura 8. Superficie intervenida por departamento. ....	105
Figura 9. Principales tecnologías adoptadas por los productores participantes en el proyecto buena milpa.....	106
Figura 10. Genero de quienes se encargan de aplicar las tecnologías.....	106

## Índice de imágenes

Imagen 1. Instalación de Java.....	40
Imagen 2. Instalación de My SQL (1).....	41
Imagen 3. Instalación de My SQL (2).....	41
Imagen 4. Instalación de My SQL (3).....	42
Imagen 5. Instalación de My SQL (4).....	42
Imagen 6. Instalación de My SQL (5).....	43
Imagen 7. Instalación de My SQL (6).....	43
Imagen 8. Instalación de My SQL (7).....	44
Imagen 9. Instalación de Apache Tomcat (1) .....	45
Imagen 10. Instalación de Apache Tomcat (2) .....	46
Imagen 11. Instalación de Apache tomcat (3) .....	47
Imagen 12. Instalación de Apache Tomcat (4).....	48
Imagen 13. Instalación de Apache Tomcat (5).....	49
Imagen 14. Instalación de Apache Tomcat (6).....	50
Imagen 15. Instalación de Apache Tomcat (7).....	51
Imagen 16. Instalación de ODK Aggregate (1).....	52
Imagen 17. Instalación de ODK Aggregate (2).....	53
Imagen 18. Instalación de ODK Aggregate (3).....	54
Imagen 19. Instalación de ODK Aggregate (4).....	55
Imagen 20. Instalación de ODK Aggregate (5).....	56
Imagen 21. Instalación de ODK Aggregate (6).....	56
Imagen 22. Instalación de ODK Aggregate (7).....	57
Imagen 23. Instalación de ODK Aggregate (8).....	58
Imagen 24. Instalación de ODK Aggregate (9).....	59
Imagen 25. Instalación de ODK Aggregate (10).....	59
Imagen 26. Instalación de ODK Aggregate (11).....	60
Imagen 27. Instalación de ODK Aggregate (12).....	60
Imagen 28. Instalación de ODK Aggregate (13).....	61
Imagen 29. Instalación de ODK Aggregate (14).....	62
Imagen 30. Instalación de ODK Aggregate (15).....	63
Imagen 31. Build online de ODK.....	65
Imagen 32. Tipos de preguntas disponibles desde el editor web.....	65
Imagen 33. ODK Validate en su versión de escritorio.....	71
Imagen 34. Validando formulario con la aplicación de escritorio.....	72
Imagen 35. Formulario XLS convertido a XML.....	73
Imagen 36. Convertidor online del formato XSLX a XML. ....	74
Imagen 37. Pantalla principal de ODK Aggregate. ....	75

Imagen 38. Sección Form Management desde la pestaña en donde se encontrarían los formularios.....	76
Imagen 39. Pestaña Site Admin del ODK Aggreggate.....	77
Imagen 40. Menú principal de la aplicación GeoODK.....	78
Imagen 41. Configuración del servidor, usuario y contraseña de la aplicación. ....	80
Imagen 42. Formularios desarrollados para el proyecto.....	81
Imagen 43. Pausado del llenado de un formato.....	81
Imagen 44. Botón Obtener localización.....	82
Imagen 45. Capturando localización.....	83
Imagen 46. Guardado de localización.....	84
Imagen 47. Finalización de llenado de un formato. ....	84
Imagen 48. Formulario preparado para ser enviado. ....	86
Imagen 49. Menú borrado de formularios. ....	87
Imagen 50. Desarrollo de la bitácora de escalamiento. ....	93
Imagen 51. Desarrollo del formato para registro de Áreas de Impacto.....	93
Imagen 52. Desarrollo del Formato de Visita.....	94
Imagen 53. Desarrollo de la bitácora de Zoomejoramiento.....	94
Imagen 54. Desarrollo de la bitácora de Fitomejoramiento.....	95
Imagen 55. Desarrollo del formato de reporte de evento. ....	95
Imagen 56. Desarrollo del formato para el registro de organizaciones. ....	96
Imagen 57. Desarrollo del formato para el registro de técnicos. ....	96
Imagen 58. Formularios convertidos en XML y preparados para subir al servidor. ....	97
Imagen 59. Formularios disponibles en el servidor. ....	98
Imagen 60. Formularios en Aplicación móvil. ....	99
Imagen 61. Puntos de geográficos de los diferentes departamentos en la región occidente de Guatemala donde fue levantada la información de la bitácora de escalamiento. ....	103
Imagen 62. Zoom realizado a la región de Todos Santos Cuchumatan. ....	104

## Índice de tablas

Tabla 1. Versiones que ha liberado Android a lo largo de su historia.....	30
Tabla 2. Nombres de las hojas de un libro de Excel para el desarrollo de un formulario de acuerdo al estándar XFORMS. ....	67
Tabla 3. Tabla de las características que puede tener una pregunta.....	69
Tabla 4. Tipos de preguntas que son posibles de programar.....	70
Tabla 5. Características de los formatos desarrollados.....	92
Tabla 6. Información recolectada durante el periodo 2015-2016. ....	101

## **Introducción.**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través del proyecto Buena Milpa Guatemala necesitan implementar un sistema que permita la captura y concentración de datos de bitácoras y distintos formatos en zonas rurales y con poco acceso a internet de diversos departamentos (estados) de Guatemala, esto con la finalidad de recabar; datos agronómicos que permitirán conocer los resultados que tiene la implementación de diversas tecnologías agrícolas sustentables. Este sistema deberá sustituir el sistema de captura en papel, ahorrando tiempo, esfuerzo y además agilizando el procesamiento de la información, el sistema deberá funcionar en dispositivos móviles y sin acceso a internet en el momento de capturar la información, tras diversas pruebas se ha llegado a la conclusión que la suite de herramientas Open Data Kit cumple con los requisitos técnicos antes mencionados por lo cual se procede con su implementación para comprobar el rendimiento y rapidez para la entrega de información.

## **Antecedentes de la temática.**

Se encontraron diversos proyectos y organizaciones que han utilizado el sistema de captura Open Data Kit, algunos de los proyectos encontrados son los siguientes:

“Sistema de monitoreo comunitario basado en móviles. un estudio de caso en la Sierra Madre de Chiapas.” <sup>[10]</sup> este proyecto fue respaldado por la organización Global Canopy Programme, y grupos de Trabajo de Monitoreo Forestal de las comunidades de la zona. Los principales objetivos del proyecto fueron apoyar el desarrollo de herramientas de recopilación de datos móviles que tienen el potencial para hacer frente a muchos de los problemas de equidad, eficiencia y efectividad a los que se enfrenta el SNU como lo son, reducción de Emisiones por Deforestación y el combate a la degradación forestal, además de proporcionar beneficios adicionales como la potenciación de las comunidades locales en la zona de la Reserva de la Biosfera en la Sierra Madre de Chiapas, México. Durante el desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo 190 eventos de muestreo con cuatro voluntarios de la comunidad. Existieron 6 diferentes objetivos de monitoreo: Ubicar puntos de conteo de biodiversidad, cantidad de biomasa sobre el suelo, incidencia de especies raras, utilidad del bosque, uso de la tierra y uso como control interno para la producción de café.

ODK fue utilizado también en el brote de Ebola del año 2014 en África occidental, la contención eficaz de este brote se basó en la coordinación y la comunicación a través de diversas intervenciones rápidas y eficaces. La detección y respuesta temprana era crítica para el éxito del control. El uso de tecnologías de información y comunicaciones (TIC) en la vigilancia activa demostró ser eficaz. El proyecto “Enfoque tecnológico e innovador para el control del brote del virus en Nigeria utilizando Open Data Kit y Form Hub” <sup>[11]</sup>, fue implementado debido a la necesidad de acción rápida en la información y la comunicación para el descubrimiento de

nuevos casos de Ebola, se hizo urgente capacitar a los miembros del equipo en tecnologías y soluciones que permitieran el rápido flujo de datos. La tecnología de Open Data Kit y Form Hub se utilizó en combinación de ArcGIS para el seguimiento de los contactos, la identificación e investigación de casos y también para la planificación estratégica, la conclusión fue que se registró una mejora notable se en el informe de seguimiento diario de los contactos después de la implementación de la tecnología integrada en tiempo real. La implementación del sistema ODK redujo el tiempo de respuesta entre la identificación de los contactos sintomáticos y la evacuación de las instalaciones de aislamiento, el uso de tecnologías innovadoras en la respuesta del brote Ebola en Nigeria contribuyó significativamente al control de solicitud del brote y la contención de la enfermedad, proporcionando una plataforma valiosa para la alerta temprana.

Otro de los ejemplos en donde la suite de ODK fue implementada fue en el proyecto de investigación “Recolección móvil de datos de especies introducidas en las islas Galápagos con dispositivos móviles inteligentes”

Este proyecto tuvo como objetivo apoyar los esfuerzos que las instituciones del archipiélago de Galápagos han realizado en acciones de monitoreo, de control o erradicación de especies invasoras de los ecosistemas insulares y marinos mediante el control permanente de plagas introducidas de gran distribución.

Anteriormente el monitoreo y alerta de especies introducidas se realizaba en campo mediante formularios impresos por parte de los guarda parques. Sin embargo, esto presentaba varias limitaciones. Los datos eran entregados con meses de retraso después de haber realizado la observación, se carecía de un sistema de base de datos estructurada donde registrar y almacenar la información <sup>[12]</sup>, por lo cual el proyecto tuvo como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de recolección de datos mediante dispositivos móviles inteligentes, el cual permitió automatizar y agilizar los procesos existentes de captura de información.

Por otra parte la universidad de Seattle presento: “ODK: herramientas para construir servicios de información para regiones en desarrollo” <sup>[13]</sup> en este artículo

se presenta la herramienta como una extensa suite de código abierto de herramientas diseñadas para construir servicios de información para el desarrollo de las regiones, el artículo describe las características que ODK tiene y su funcionamiento, se hace énfasis en que las herramientas básicas de ODK se basan en estándares abiertos existentes que son apoyados por una comunidad Open Source. Por último fue consultado un artículo titulado “Utilización de tecnologías móviles para recolección de datos: Experiencia con Open Data Kit”

Este artículo es descrito desde la perspectiva de la Organización Mundial de la Salud (OMS) donde manifiesta la importancia de la implementación de la tecnología móvil en salud o “mSalud” este manifiesto fue hecho en el informe “mHealth. New Horizons for Health through Mobile technology”, en este informe se presentan los resultados de la recolección de información en proyectos implementados en más de 100 países y se evidencian decenas de usos de tecnología móvil en salud <sup>[14]</sup>, se menciona que las herramientas de código abierto han cumplido un papel preponderante en la recolección y gestión de información a través de dispositivos móviles. En este artículo se presenta la experiencia del Observatorio de Salud Pública de Santander en la recolección de información a través de ODK en dispositivos móviles Android combinando las ventajas de otras herramientas útiles y de libre uso.

Tras la revisión de los anteriores casos en los que ODK ha tenido impacto, se puede concluir que la aplicación es bastante flexible y adaptable según los requerimientos del proyecto, es decir sirve de apoyo tanto a proyectos que tienen una planeación y metas específicas (como el caso del sistema de Monitoreo comunitario y el caso de recolección de datos en las islas Galápagos) como también a situaciones emergentes (Control de ebola y proyectos de la OMS), todos los proyectos y situaciones revisadas tienen un común denominador: la captura de información en dispositivos móviles en regiones o zonas que tienen poca o nula infraestructura de telecomunicaciones.

## **Importancia del problema**

Para todas las organizaciones independientemente de su ramo o sector es de vital importancia contar con su información bien organizada y en el menor tiempo posible, pero a veces por una mala planeación o por el ambiente en donde se desarrollan las actividades no es posible tener la información de manera adecuada.

Este es el caso del proyecto Buena Milpa en Guatemala, el cual tiene como gran prioridad realizar la captura de diferentes formularios, principalmente los provenientes de las bitácoras de las parcelas de escalamiento establecidas en algunos departamentos (estados) del país, el problema al que se enfrenta es la dificultad de no tener un sistema de recolección de datos que permita lo mencionado anteriormente.

La finalidad de este proyecto es proveer de una herramienta que permita la captura de datos en dispositivos móviles sin necesidad de contar con conexión a internet al momento de la captura, esto se realizara con el uso de herramientas Open Source como lo es Open Data Kit.

## **Justificación**

Open Data Kit es un conjunto de herramientas Open Source que permiten la captura de información en zonas con acceso limitado a internet mediante dispositivos móviles, a su vez esta aplicación permite el envío de la información a un servidor que los concentra en una base de datos que posteriormente puede ser consultada por los usuarios del sistema, este sistema es lo suficientemente flexible para adaptarse a las necesidades de captura que puede tener una organización por lo cual se considera que adaptarlo para ser utilizado por el proyecto Buena Milpa en Guatemala solucionaría las necesidades de tener un sistema que agilice la captura tradicional, que pueda ser usado aprovechando tecnologías ya existentes como lo son los dispositivos móviles y que además funcione sin necesidad de estar conectado a internet en el momento de capturar los datos.

## **Objetivos**

### **General**

Implementar un sistema de recolección de datos usando dispositivos móviles que permita realizar la captura de información, aunque no esté conectado a internet al momento de realizarla, posteriormente deberá permitir enviar los datos a un servidor online. Es decir, que no necesariamente procese los datos en tiempo real. Esto, con la finalidad de ser usado en regiones de acceso limitado o nulo de internet.

### **Particulares**

- La aplicación deberá ser compatible con sistemas operativos Android.
- El sistema permitirá la creación de formularios personalizados para la captura de datos offline.
- La aplicación deberá ser una herramienta Open Source, es decir software libre.
- La aplicación también deberá permitir capturar la posición geográfica

## **Planteamiento del problema**

¿Implementar el sistema de captura Open Data Kit agiliza el proceso de recolección de datos agronómicos en comparación con el proceso de captura tradicional en papel?

## Marco Conceptual

El presente proyecto involucra diferentes ramas de la informática muy distintas pero que tienen en común ser parte esencial de todo sistema computarizado o sistema de información, según lo establecido por Alejandro Peña <sup>[1]</sup>, un sistema de información se define como un conjunto de elementos (principalmente de software que se interrelacionan con el propósito de prestar atención a las demandas de información de una organización, lo anterior con la finalidad de elevar el nivel de conocimientos que permitan un mejor apoyo a la toma de decisiones y desarrollo de acciones, actualmente gran parte de los sistemas de información tienen como principal característica el hecho de que trabajan con una conexión permanente a Internet, esto con la finalidad de garantizar la información en cualquier momento y lugar, pero ¿Qué es internet? Este concepto se concibe como una red de millones de ordenadores distribuidos en todo el mundo que soportan una serie de instrumentos para que la gente difunda y acceda a documentos y a la información mediante diversos protocolos (definiciones) tales como: www, FTP, etc. Para que los individuos y los grupos de personas se relacionen es necesaria la intervención de diversos medios de comunicación <sup>[2]</sup>, todos los sitios web tienen como base un servidor web que en pocas palabras es una computadora con gran capacidad de procesamiento que almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos (conocidos colectivamente como contenido), el servidor distribuye este contenido a clientes que la piden en la red <sup>[3]</sup>, para poder garantizar información de manera ordenada los servidores trabajan con bases de datos, en el libro Introducción a los sistemas de bases de datos <sup>[4]</sup> se define a una base de datos como un sistema computarizado para llevar registros. Es posible considerar a la propia base de datos como una especie de armario electrónico para archivar; es decir, es un depósito o contenedor de una colección de archivos de datos computarizados, los usuarios del sistema pueden realizar una variedad de operaciones sobre dichos archivos. Cabe mencionar que más adelante se usaran términos como online y offline haciendo referencia a los sistemas de

información estos términos son anglicismos donde online hace referencia que un dispositivo se encuentra en línea, y offline a que el dispositivo se encuentra fuera de red o fuera de línea o red. Por ahora se seguirá revisando la terminología básica para comprender el funcionamiento del proyecto, por lo cual es indispensable mencionar el sistema operativo Android, este es un sistema operativo basado en el núcleo Linux que fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tablets y recientemente para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google compró en 2005. En el pasado Android fue presentado en la fundación Open Handset Alliance la cual abarca empresas de hardware, software y telecomunicaciones que tienen la finalidad de avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles<sup>[5]</sup>, estos serán parte primordial en el proyecto ya que son los aparatos que se usaran para realizar las distintas pruebas para la recolección de datos, los dispositivos móviles se caracterizan por ser pequeños, la mayoría de estos aparatos se pueden transportar fácilmente por el propietario, tienen capacidad de procesamiento además de conexión permanente o intermitente a una red, en su mayoría cuentan con diversos tipos de memoria (RAM, ROM, tarjetas MicroSD, flash, etc.)<sup>[6]</sup>. Estos dispositivos tienen una alta capacidad de interacción mediante la pantalla o el teclado, actualmente Android es el OS dominante en cuanto a cantidad de dispositivos a nivel mundial y la herramienta que a utilizar tiene como requisito trabajar en dispositivos con Android, hablamos de Open Data Kit (En adelante ODK) que se autodefine en su página principal<sup>[7]</sup> como un conjunto de herramientas gratuitas y de código abierto que ayudan a las organizaciones a dar soluciones de recopilación de datos móviles, entre otras cosas permite a los usuarios:

- Construir un formulario de recolección de datos o una encuesta.
- Recoger los datos en un dispositivo móvil y enviarla a un servidor.
- Agregar los datos recolectados en el servidor y exportarlos en formatos útiles.

La plataforma ODK se auxilia de estándares previamente definidos como es el caso de los XLS Forms, este estándar fue creado por Javarosa para ayudar a simplificar la construcción de los formularios en Excel. Esta construcción se realiza en un formato entendible para las personas, XLSForms proporciona un estándar práctico en la creación de formularios simples, una vez que el usuario se familiariza con la sintaxis se pueden crear formularios con mayor grado de complejidad <sup>[8]</sup> otro de los estándares utilizado por ODK es el XML, que se define como una especificación para diseñar lenguajes de marcado, que permite definir etiquetas personalizadas para descripción y organización de datos <sup>[9]</sup>. Es un estándar internacionalmente conocido que no pertenece a ninguna compañía, es útil para representar información estructurada en la web, de modo que esta información pueda ser almacenada, transmitida, procesada, visualizada e impresa, por muy diversos tipos de aplicaciones y dispositivos.

## Metodología

Para la implementación del sistema ODK es necesario contar con los siguientes componentes de hardware, software y conocimientos teóricos:

- Equipo de cómputo en donde se instalará el servidor Web
- Dispositivo con sistema operativo Android.
- Apache Tomcat Server
- Sistema gestor de bases de datos MySQL
- ODK Aggregate
- ODK Converter
- Aplicación móvil de Open Data Kit.
- Conocimientos del estándar XLS Forms.

Pasos a seguir:

1. Instalación de Apache Tomcat en el equipo a usar como servidor, posteriormente será necesario instalar el manejador de base de datos MySQL.
2. Instalación del software “ODK Aggregate” en el servidor, este programa nos servirá como manejador principal del sistema, en este se podrá consultar la información recolectada y agregar o borrar formularios.
3. Construcción de los formularios, para ello necesitamos consultar las definiciones en la web de XLS Forms <sup>[8]</sup> o de ODK, una vez consultadas es necesario comprobar que las preguntas se adecuan a lo establecido los formularios e iniciar la construcción de los formatos en excel.
4. Transformación mediante el software “Converter” que provee ODK, del Formulario en Excel a formato XML el cual se subirá al servidor.
5. Uso de la aplicación móvil GeoODK en el dispositivo móvil para poder iniciar con la recolección de datos.
6. Recepción de registros en el servidor y consulta de la información recabada.

# Capítulo I. Sistemas de Información

## 1.1 Información

Comenzamos definiendo la información que en su concepto más simple la información es el resultado de conocer hechos y/o, acontecimientos, sus causas y sus consecuencias.<sup>[16]</sup>, otra de las definiciones de información es que esta consiste en una serie de datos seleccionados y ordenados con un propósito específico <sup>[15]</sup> lo que sí es un hecho es que en la actualidad esta se ha convertido en un recurso que debe necesariamente, ser utilizado, aprovechado y optimizado, por todas las organizaciones y que vivimos hoy lo que algunos autores han denominado la era de la información.

## 1.2 Sistemas de Información

Ahora que ya se conoce lo que es la información es tiempo de conocer lo que es un sistema de información, ya que la aplicación que será instalada se clasifica dentro de estos, un sistema informático debe tener las siguientes características:

- Tratamiento, transformación y manipulación de datos.
- Contiene información, que es el soporte de los conocimientos humanos.
- Automático: El sistema informático ayudara a minimizar o sustituir la intervención humana.

De acuerdo a lo anterior concluimos que un sistema informático es un conjunto de elementos que hacen posible el tratamiento automatizado de la información. <sup>[16]</sup>

Los sistemas informáticos se componen de 3 partes importantes:

- Componentes físicos: Hardware del sistema informático, por ejemplo, unidades de almacenamiento, periféricos, memoria operativa y sistemas de comunicaciones, el sistema informático puede necesitar más de un ordenador para funcionar, esto depende de cómo fue diseñado, en este

caso los recursos físicos principales serán el servidor en donde será almacenada la información y el teléfono móvil que será el alimentador del sistema.

- Componentes lógicos: Se refiere básicamente al software del sistema informático, es decir las aplicaciones que hacen posible el correcto funcionamiento, aplicado al proyecto los principales componentes lógicos serán: el sistema gestor de base de datos, la aplicación ODK Aggregate y la aplicación móvil GeoODK.
- Componente humano: Personas que participan en el diseño, desarrollo y operación del sistema informático (En adelante SI).

Otro aspecto importante que se debe conocer de los SI es su metodología de funcionamiento, es decir los componentes que permiten su operación, como lo son:

1. Entradas: Aquellos datos que no se obtienen como resultado de cálculos, selecciones u otro tipo de operaciones, deberán ser alimentados al sistema, en nuestro caso las entradas son todos los datos capturados mediante la aplicación GeoODK, esa información será recibida y almacenada por el servidor.
2. Proceso y control: Incluye todos los procesos que impliquen la manipulación de los datos recibidos y ejecución de tareas que prepararan la información para su salida.
3. Salidas: Una vez que se han identificado a las áreas y/o personas a quienes estará dirigida la información se determinaran los contenidos de la información que generara el sistema, ya sean reportes, gráficos, etc. <sup>[16]</sup>

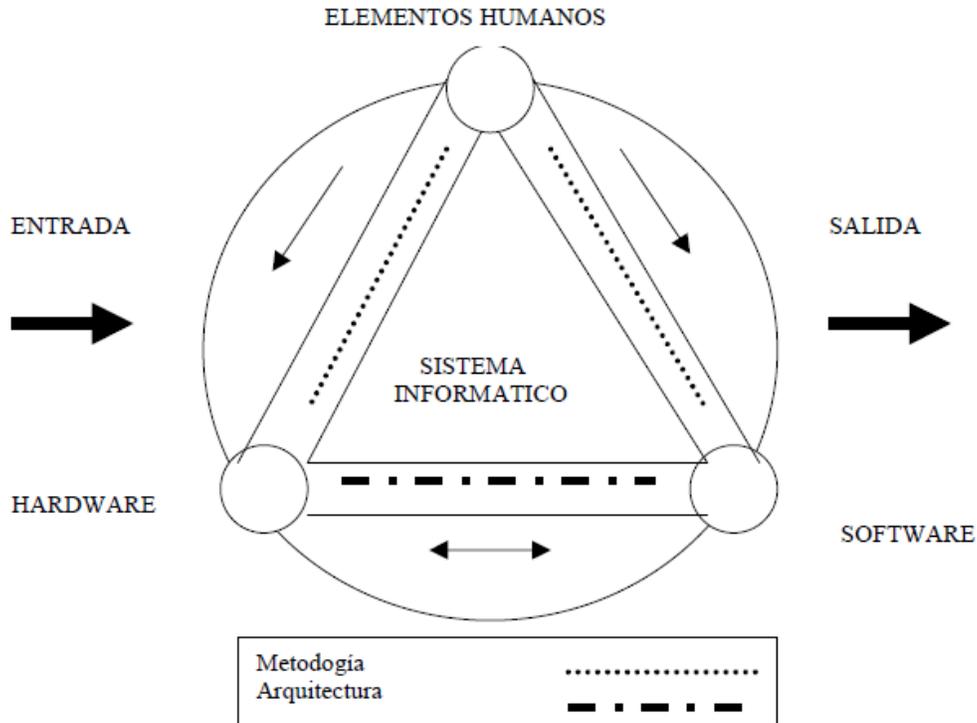


Figura 1. Estructura y metodología de un sistema informático.

### 1.2.1 Clasificación de los sistemas de información.

Ya se conocen los sistemas de información y su estructura, ahora se conocerá la forma de clasificarlos, los SI se desarrollan con diferentes propósitos, estos dependen de las necesidades de la empresa.

Los sistemas de información se crean tomando como punto de referencia las diferentes metodologías de desarrollo de sistemas, la clasificación de los SI es la siguiente <sup>[17]</sup>:

a) Sistemas de Procesamiento de Transacciones (SPT):

Procesan grandes cantidades de datos que están relacionadas con transacciones de negocio, estos SI tiene como finalidad agilizar tareas operativas reduciendo el tiempo de su ejecución, por ejemplo: Sistemas de nóminas e inventarios.

b) Sistemas de Automatización de Oficinas (OAS) y Sistemas de Trabajo del Conocimiento (STC):

Aunque ambos tipos de sistemas realizan funciones similares la diferencia radica en que los sistemas de automatización de oficinas no generan nuevos conocimientos si no que únicamente apoyan a realizar el análisis de la información, por ejemplo: Procesadores de texto y hojas de cálculo.

Por otra parte, los sistemas de trabajo del conocimiento sirven como apoyo en los esfuerzos de creación de nuevo conocimiento, ejemplos: Software para diseño asistido por computadora, sistemas de realidad virtual y simuladores financieros.

c) Sistemas de Procesamiento de Datos:

Son aquellos sistemas que trabajan con grandes volúmenes de información generadas en las funciones administrativas.

d) Sistemas de apoyo a la Toma de Decisiones:

Se enfocan en el análisis de datos de la empresa, reúnen datos y generan alternativas para tomar la decisión más ideal, por ejemplo: Sistemas de información geográficos o Microsoft NetMeeting.

e) Sistemas expertos e Inteligencia Artificial:

El campo principal de estos sistemas es el desarrollo de máquinas que cuenten con un desempeño inteligente, profundizando en la comprensión del lenguaje natural para tratar de alcanzar una conclusión más lógica por sí mismos.

## 1.2.2 Componentes de un sistema de información web

Ahora que ya se conoce lo que es un sistema de información, se definirá lo que es un sistema de información web, en los últimos años ha surgido un nuevo modelo para el desarrollo de aplicaciones, conocido como computación orientada a servicios que promueve el uso de servicios como elementos para el desarrollo de aplicaciones, lo que impulsa a la vez una evolución en los Sistemas de Información Web (SIW) <sup>[19]</sup>.

Mientras que los primeros SIW se entendían como un medio para ofrecer información a los usuarios, y se construían principalmente en base a páginas estáticas o dinámicas e hiperenlaces entre ellas, en la actualidad, muchos de los SIW se crean como un medio para ofrecer servicios a través de Internet. muchas de las grandes organizaciones están sustituyendo sus sistemas completamente integrados por redes del negocio

Componentes de un SIW: Todas las aplicaciones de base de datos basadas en la web tienen tres componentes principales: un navegador web (cliente), un servidor de aplicaciones web y un servidor de bases de datos <sup>[20]</sup>, a continuación, se detallarán las principales funciones de estos componentes.

### 1.2.2.1 Servidor web

Los servidores son equipos informáticos que brindan un servicio en la red, dan información a otros servidores y a los usuarios. Son equipos de mayores prestaciones y dimensiones que una PC de uso convencional, una computadora común tiene un solo procesador que a veces es de varios núcleos, pero a fin de cuentas es uno solo procesador, incluye un disco rígido para el almacenamiento de datos con una capacidad promedio de 250 GB a 300 GB, la memoria RAM suele ser de 2 a 16 GB. Un servidor, en cambio, suele ser más potente, puede tener varios procesadores con varios núcleos cada uno; incluye grandes

cantidades de memoria RAM, entre 16 GB a 1 TB, o más; mientras que el espacio de almacenamiento no se limita a un disco duro, sino que puede haber varios de ellos, con capacidades de varios TB. Dependiendo de sus capacidades, un servidor puede dar solo un servicio o más de uno. [22]

### 1.2.2.2 Base de datos

Se le puede denominar, sistema gestor de bases de datos (SGBD) a una determinada colección de datos interrelacionados entre sí mismos, también se les denomina así a los programas utilizados para acceder a estos datos.

A la colección de datos normalmente se le denomina “base de datos”, contiene información relevante para cualquier institución o empresa, el objetivo principal de un SGBD es proporcionar el mecanismo para almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente, además sirve de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que llegan a relacionarse con esta. [18]

Los sistemas de bases de datos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información, esta gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información y también la provisión de mecanismos para la manipulación de la información, los sistemas de bases de datos deben tener la capacidad de cumplir con los siguientes objetivos;

- Independencia: Se le llama independencia de los datos a la capacidad de modificar el esquema lógico de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que dependen de ella.
- Consistencia: Consiste en asegurarse que aquella información que aparece repetida se actualice de forma coherente en los sistemas en los que no se ha logrado eliminar la redundancia, además debe asegurarse que sean

aplicadas las condicionantes en el funcionamiento del sistema, existen herramientas que facilitan la programación de este tipo de condiciones.

- Seguridad: Un SGBD debe garantizar que la información se encuentra segura otorgando diferentes niveles de permisos a sus usuarios ya que la información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor.
- Tiempo de respuesta: Es deseable minimizar el tiempo que un SGBD tarda en generar la información solicitada y guardar los cambios realizados.

## Capítulo II. Sistemas Operativos

“Un sistema operativo (OS) es un grupo de programas de proceso con las rutinas de control necesarias para mantener continuamente operativos dichos programas”  
[21]

Es decir, un sistema operativo es el software que se ejecuta en modo kernel (Que es un modo privilegiado de funcionamiento, donde el código tiene el acceso directo a todo el hardware y toda la memoria, incluso a los espacios de dirección de todos los procesos del modo usuario). Los sistemas operativos realizan dos funciones básicas que no están relacionadas: proporcionar a los programadores de aplicaciones un conjunto abstracto de recursos simples para administrar los recursos de hardware.

El principal objetivo de un sistema operativo es: Optimizar todos los recursos del sistema para soportar los requerimientos [21], el SO se puede clasificar de la siguiente manera:

- Programas de asistencia: Controlan la operación de la computadora en si
- Programas de aplicación: Resuelven problemas para los usuarios a través de segundas aplicaciones.

Por lo tanto, se puede concluir que el sistema operativo es el programa fundamental de todos los programas del sistema. A continuación, se recorrerá de manera breve la historia generacional de los sistemas operativos

### 1. Generación cero (1940)

- No existía como tal el SO.
- Complejo acceso al lenguaje máquina.

### 2. Primera generación (1945-1955)

- Carencia de SO
- Uso de bulbos y conexiones

- Uso de transición entre trabajos

### 3. Segunda generación (1955-1966)

- Uso de transistores y sistemas de procesamiento por lotes (batch)
- Aparece la multiprogramación, consiste en que varios programas de usuarios se encuentran al mismo tiempo en el almacenamiento principal, cambiando el procesador rápidamente de un trabajo a otro.
- Uso de multiprocesamiento, consiste en que varios procesadores utilizan un mismo sistema para incrementar el poder de procesamiento.

### 4. Tercera generación (1965-1980)

- Uso de circuitos integrados y multiprogramación
- Mejoramiento de la multiprogramación, partición de la memoria en porciones con trabajos distintos en cada una de ellas
- Protección por hardware del contenido de cada partición de memoria
- Almacenamiento de trabajos de entrada y salida en dispositivos transitorios rápidos (discos)
- Capa de software entre el usuario y hardware
- Aparecen lenguajes de control de trabajos
- Aparecen sistemas de tiempo real (requieren tiempos de respuesta muy exigentes)
- Se difunden computadores de rango medio.

### 5. Cuarta generación (1980-1990)

- Computadoras personales
- Aparece el software amigable con el usuario, destinado a usuarios no profesionales e interfaz gráfica muy desarrollada.
- Desarrollo de sistemas operativos de red y sistemas operativos distribuidos.
- Aparición de SO de un solo procesador.

- Se hace énfasis en la seguridad, en especial en comunicaciones de datos
- Se proliferan los sistemas de bases de datos [21].

## 2.1 Sistema Operativo Android

En los últimos años para ser específicos desde aproximadamente el año 2008 los teléfonos móviles han experimentado una gran evolución, han pasado desde los primeros terminales, grandes y pesados, que originalmente fueron pensados sólo para hablar por teléfono en cualquier parte, hasta los últimos modelos, para los cuales el término “medio de comunicación” se queda bastante limitado, estos nuevos dispositivos móviles constituyen cada vez más una realidad que ofrece al usuario, en un mismo y reducido aparato, funciones de comunicación y procesamiento de datos que van mucho más allá de las simples llamadas telefónicas o la ejecución de aplicaciones básicas.

En el año de 2005 el gigante de Internet Google, presento un nuevo sistema operativo para este tipo de dispositivos, Android, que se estableció como una firme alternativa a otros sistemas, ya ampliamente extendidos, como Symbian o Windows Mobile. Android es un sistema operativo del móvil que utiliza una versión modificada del kernel de Linux.

Además, también usan este sistema operativo tablets, notebooks, reproductores de música e incluso PC's. Lo que le diferencia a Android de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, es muy fácil comenzar a programar en esta plataforma.

La primera versión comercial (de prueba), Android 1.0, fue lanzada en septiembre de 2008 y desde entonces se ha visto un gran número de actualizaciones a su sistema operativo base desde su lanzamiento original. Estas actualizaciones típicamente corrigen fallos de programa y agregan nuevas funcionalidades. Desde abril de 2009, las versiones de Android han sido desarrolladas bajo un nombre

clave que hace referencia a un postre y estos nombres siguen el siguiente orden alfabético: Cupcake, Donut, Éclair, Froyo, Gingerbread, Honeycomb, Ice Cream Sandwich, Jelly Bean, KitKat, Lollipop, Marshmallow, Nougat y actualmente se encuentra a punto de ser liberada la versión Oreo.

<b>Nombre código</b>	<b>Número de versión</b>	<b>Fecha de lanzamiento</b>
(sin nombre oficial)	1.0	23 de septiembre 2008
(sin nombre oficial)	1.1	9 de febrero 2009
Cupcake	1.5	27 de abril de 2009
Donut	1.6	15 de septiembre de 2009
Eclair	2.0–2.1	26 de octubre de 2009
Froyo	2.2–2.2.3	20 de mayo 2010
Gingerbread	2.3–2.3.7	6 de diciembre 2010
Honeycomb	3.0–3.2.6	22 de febrero de 2011
Ice Cream Sandwich	4.0–4.0.4	18 de octubre 2011
Jelly Bean	4.1–4.3.1	9 de julio de 2012
KitKat	4.4–4.4.4	31 de octubre de 2013
Lollipop	5.0–5.1.1	12 de noviembre de <u>2014</u>
Marshmallow	6.0–6.0.1	5 de octubre de 2015
Nougat	7.0 - 7.1	22 de agosto de 2016

*Tabla 1. Versiones que ha liberado Android a lo largo de su historia.*

Originalmente fue desarrollado por Android Inc., una empresa que como mencionábamos anteriormente fue comprada por Google, aunque no fue hasta 2008 cuando se popularizó, gracias a la unión al proyecto de Open Handset Alliance, un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron promocionar el software libre. Sin embargo, ha sido Google quien ha publicado la mayor parte del código fuente del sistema operativo de la mano con Apache, que es una fundación que da soporte a proyectos software de código abierto. <sup>[23]</sup>

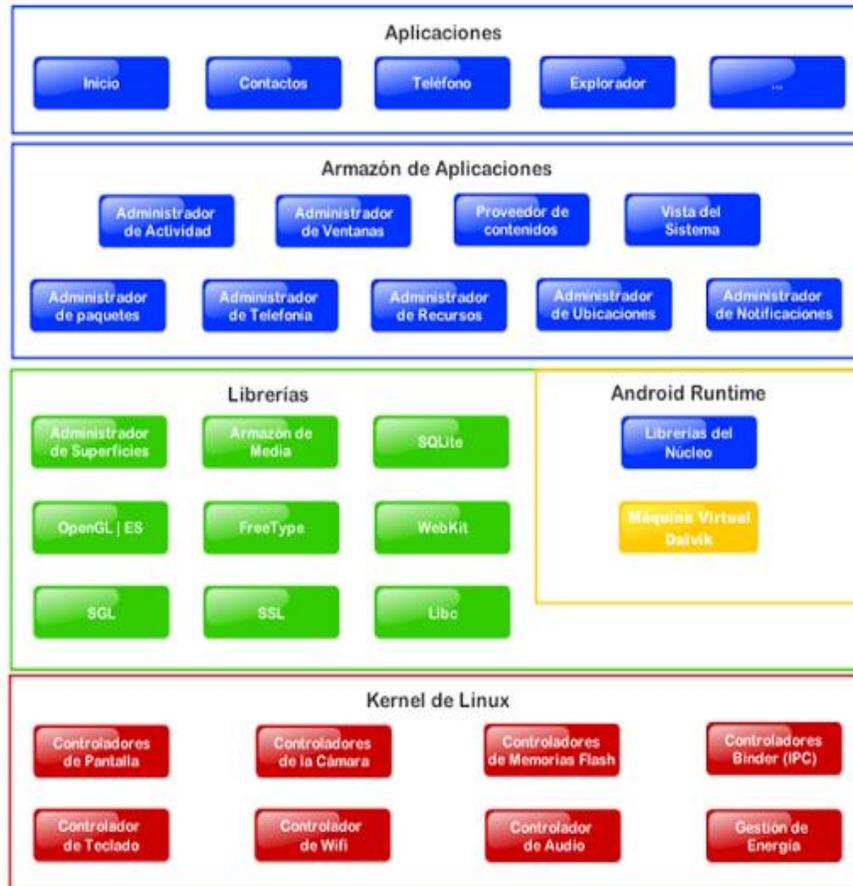


Figura 2. Niveles de las aplicaciones Android

## Capítulo III. Herramientas Open Source utilizadas en el proyecto

### 3.1 Definición

Open Source (Código abierto) es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones éticas y morales las cuales destacan en el llamado software libre.

El Open Source nace en 1998 de la mano de algunos usuarios de la comunidad del software libre, tratando de usarlo como reemplazo al ambiguo nombre original en inglés del software libre (free software). “Free” en inglés significa dos cosas distintas dependiendo del contexto: gratuidad y libertad. Lo cual implica, para el caso que nos ocupa, “software que podemos leer, modificar y redistribuir gratuitamente <sup>[24]</sup>” y, además, software libre. El término para algunos no resultó apropiado como reemplazo para el ya tradicional free software, pues eliminaba la idea de libertad, confundida usualmente con la simple gratuidad. No obstante, el término código abierto continúa siendo válido, puesto que se usa en la actualidad por parte de programadores que no ofrecen software libre, pero en cambio sí ofrecen el código fuente de los programas para su revisión o modificación previamente autorizada.

Desde el punto de vista de una traducción estrictamente literal, el significado textual de “código abierto” es que “se puede examinar el código fuente”, por lo que puede ser interpretado como un término más débil y flexible que el del software libre. Sin embargo, ambos movimientos reconocen el mismo conjunto de licencias y mantienen principios equivalentes, es importante diferenciar los programas de código abierto, que dan a los usuarios la libertad de mejorarlos, de los programas que simplemente tienen el código fuente disponible, previa restricciones sobre su uso o modificación.

La idea del código abierto se centra en la premisa de que, al compartir el código, el programa resultante tiende a ser de calidad superior al software propietario, es

una visión técnica. Por otro lado, el software libre tiene tendencias filosóficas e incluso morales:

*“El software propietario, al no poder compartirse, es “antiético” dado que prohibir compartir entre seres humanos va en contra del sentido común.”* [24]

Al igual que el software libre, el código abierto u Open Source tiene una serie de requisitos necesarios para que un programa pueda considerarse dentro de este movimiento, éstos son:

- Libre redistribución: el software debe poder ser regalado o vendido libremente.
- Código fuente: El código fuente debe estar incluido u obtenerse libremente.
- Trabajos derivados: La redistribución de modificaciones debe estar permitida.
- Integridad del código fuente del autor: Las licencias pueden requerir que las modificaciones sean redistribuidas sólo como parches.
- Sin discriminación de personas o grupos: A nadie puede dejarse fuera.
- Sin discriminación de áreas de iniciativa: Los usuarios comerciales no pueden ser excluidos.
- Distribución de la licencia: Deben aplicarse los mismos derechos a todo el que reciba el programa.
- La licencia no debe ser específica de un producto: El programa no puede licenciarse solo como parte de una distribución mayor.
- La licencia no debe restringir otro software: La licencia no puede obligar a que algún otro software que sea distribuido con el software abierto deba también ser de código abierto.
- La licencia debe ser tecnológicamente neutral: No debe requerirse la aceptación de la licencia por medio de un acceso por clic de ratón o de otra forma específica del medio de soporte del software.

## 3.2 MySQL Server

Como se ha mencionado anteriormente para la instalación de ODK, se necesitará de un gestor de bases de datos en este caso se ha elegido MySQL Server, está considerada como la base datos Open Source más popular del mundo

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia GPL/Licencia, es patrocinado por una empresa privada, que posee el copyright de la mayor parte del código. Esto es lo que posibilita el esquema de doble licenciamiento anteriormente mencionado. Es uno de los sistemas de gestión de bases de datos de código abierto más potentes del mercado. Utiliza un modelo cliente/servidor.

MySQL fue inicialmente desarrollado por MySQL AB, esta fue adquirida por Sun Microsystems en 2008, y ésta a su vez fue comprada por Oracle Corporation en 2010, entre sus características únicas destaca que permite escoger entre múltiples motores de almacenamiento para cada tabla. En MySQL 5.0 éstos debían añadirse en tiempo de compilación, a partir de MySQL 5.1 se pueden añadir dinámicamente en tiempo de ejecución.

Componentes de My SQL:

- **Procesador de Consultas:** Cada vez que una consulta llega al gestor de MySQL, se analiza sintácticamente y se produce una representación intermedia de la misma. A partir de esa representación, MySQL toma una serie de decisiones, que pueden incluir el determinar el orden de lectura de las tablas, el uso de ciertos índices, o la re-escritura de la consulta en una forma más eficiente.
- **Optimizador de Consultas:** Dado que la optimización de las consultas depende de las capacidades del gestor de almacenamiento que se esté utilizando, el optimizador "pregunta" al gestor si soporta ciertas características, y de este modo, puede decidir el tipo de optimización más adecuado.

- **Caché de Consultas:** MySQL implementa una caché de consultas, donde guarda consultas y sus resultados enteros. De este modo, el procesador de consultas, antes de siquiera plantear la optimización, busca la consulta en la caché.
- **Control de Concurrencia:** Es un gestor de base de datos utilizado para evitar que lecturas o escrituras simultáneas a las mismas porciones de datos terminen en inconsistencias o efectos no deseados.
- **Gestor de recuperación:** La recuperación permite "volver hacia atrás" de una transacción.
- **Gestor de Transacciones:** La gestión de transacciones permite dotar de semántica "todo o nada" a una consulta o a un conjunto de consultas que se declaren como una sola transacción.
- **Motores de Almacenamiento:** Son unas interfaces abstractas con funciones comunes de gestión de datos en el nivel físico. <sup>[28]</sup>

### 3.3 Apache Tomcat

Apache también conocido como simplemente Tomcat o Jakarta Tomcat, es un servidor web multiplataforma que funciona como contenedor de servlets y que se desarrolla bajo el proyecto denominado Jakarta perteneciente a Apache Software Foundation, bajo la licencia Apache 2.0 implementa las especificaciones de los servlets y de JavaServer Pages de Sun Microsystems. Dicho servidor es mantenido y desarrollado por miembros de la fundación y voluntarios independientes, los cuales tienen libre acceso al código fuente bajo los términos establecidos por Apache Software Foundation.

Apache Tomcat comenzó siendo una implementación de servlets iniciada por James Duncan Davidson, que trabajaba como arquitecto software en Sun Microsystems y que posteriormente ayudó al proyecto de código abierto. Duncan, inicialmente pensó que el proyecto se convertiría en software de código abierto y

además quiso ponerle un nombre de animal, en este caso Tomcat (gato) ya que, de algún modo pretendía expresar la característica de cuidarse por sí mismo, es decir, de ser independiente. [26]

Las primeras distribuciones de Apache Tomcat fueron las 3.0 aunque las versiones estables más recientes son las 6.0.30 y la 7.0.6 que implementan las especificaciones de Servlet 2.5 y JSP 2.1.

La jerarquía de directorios de Apache Tomcat es la siguiente:

- bin: Arranque, cierre, scripts y ejecutables.
- common: Clases comunes que puede utilizar Catalina (contenedor de servlets) y las aplicaciones web.
- conf: Ficheros XML y la correspondiente DTD para la configuración de Apache Tomcat.
- logs: Logs del contenedor de servlets y de las aplicaciones.
- server: Clases usadas por el contenedor de servlets.
- shared: Clases compartidas por todas las aplicaciones web.
- webapps: Directorio que contiene las aplicaciones web.
- work: Almacenamiento temporal de ficheros y directorios.

Componentes: A partir de la versión 4.0 Tomcat fue lanzado con el contenedor de servlets "Catalina", con el contenedor HTTP "Coyote" y un motor para JSP llamado "Jasper". Las principales características de estos tres componentes son:

- Catalina: Dicho componente implementa las especificaciones de servlets y JSP. Para Apache Tomcat el elemento principal es una base de datos de nombres de usuarios, password y roles a estos usuarios permitiendo a Catalina integrarse donde ya existe información de autenticación como describe la especificación de servlets.
- Coyote: Componente conector que admite el protocolo HTTP 1.1 para el servidor web y que escucha en un puerto TCP especificado por el servidor y

envía la solicitud al motor Tomcat para que éste procese la solicitud y envíe una respuesta al cliente.

- Jasper: Analiza archivos JSP para compilar el código Java y, si se producen cambios, éste los vuelve a compilar. Desde la versión 5.x se usa Jasper 2 que es Java Server para webs 2.0 <sup>[26]</sup>

### 3.4 Introducción a los componentes de Open Data Kit

Open Data Kit (ODK) es un conjunto de herramientas libre y de código abierto que ayudan a las organizaciones para administrar soluciones de recopilación de datos móviles. ODK ofrece las siguientes soluciones para el desarrollo de la aplicación.

- Construcción de un formulario o encuesta para la recolección de datos.
- Recolectar los datos en un dispositivo móvil y envío a un servidor.
- Agregar los datos recogidos en el servidor y extraerlo en formatos útiles.

Además de los estudios socioeconómicos y de salud con ubicaciones GPS e imágenes, ODK está recientemente siendo utilizado para la construcción de herramientas de mapeo de naturaleza.

ODK comenzó como un proyecto patrocinado por google.org bajo la dirección de Gaetano Borriello en abril de 2008 en las oficinas de Seattle de Google. Actualmente los desarrolladores principales de ODK son investigadores del departamento de ciencias de la Computación e Ingeniería de la Universidad de Washington y un grupo multidisciplinario de la Universidad de Wisconsin que dedican su tiempo a explorar cómo la tecnología puede mejorar la vida de los grupos de población desfavorecidos de todo el mundo, actualmente se apoya también en una creciente comunidad de desarrolladores, implementadores y usuarios. <sup>[27]</sup>

Como se mencionó anteriormente ODK es un conjunto de herramientas libres que apoyan a la recolección de datos en dispositivos móviles con sistema operativo

Android, a continuación, serán revisadas las herramientas más importantes y su función dentro del ecosistema ODK.

- **Agregate:** Es un programa desarrollado para su instalación en un servidor, en esta aplicación, se almacenan todos los formularios de los cuales se va a recolectar información, también se encarga de direccionar a la base de datos los datos y archivos multimedia que han sido recabados mediante la aplicación móvil de GeoODK.
- **Formularios de ejemplo:** ODK proporciona los enlaces necesarios a la información sobre cómo desarrollar un formulario “XFORM” en XML de acuerdo a los estándares que definió la organización Javarosa, para usuarios menos experimentados es posible crear el formulario en Excel y posteriormente con el convertidor que proporciona ODK obtener el XML.
- **Validate y Converter:** Herramientas proporcionadas por ODK para avalar que los formularios XLS desarrollados cumplen con los estándares de los XFORMS, esto con la finalidad de que posteriormente sean convertidos al formato XML, ODK también proporciona una página en línea para realizar esta validación y conversión.
- **Collect:** Aplicación móvil desarrollada para soportar formularios XML diseñados con el estándar XFORMS, el cual fue establecido por la fundación Javarosa, esta aplicación permite la recolección de datos sin necesidad de contar con una conexión a internet en el momento que se realiza la captura de la información. <sup>[27]</sup>

#### **IV. Instalación de ODK Aggregate en un servidor.**

En esta sección se detallan los procesos realizados para la instalación de ODK en un servidor Apache Tomcat.

En primer lugar, se muestra como encajan todos los componentes de software descritos anteriormente para el correcto funcionamiento de ODK Aggregate, el proceso es el siguiente:

1. Java: La aplicación ODK Aggregate y algunos de sus componentes para el servidor y PC fueron desarrollados en java por lo cual es necesario instalar Java en la PC que será usada como servidor.
2. MySQL: Posteriormente es necesario instalar un gestor de base de datos, MySQL fue el gestor con el cual trabajamos, por lo cual es necesario descargar e instalar MYSQL installer.
3. Apache Tomcat: Para montar el servidor necesitamos instalar Apache Tomcat, además de realizar configuraciones adicionales para conectarlo con MYSQL.
4. Variables del sistema: Para el correcto funcionamiento de las aplicaciones mencionadas en los puntos anteriores ODK necesita “llamar” a algunos componentes de Tomcat por lo cual diversas variables del sistema fueron creadas y algunas otras editadas.
5. ODK Aggregate: Una vez que los componentes han sido instalados y configurados se puede proceder a instalar ODK y tras una serie de configuraciones adicionales se tiene lista la aplicación.

En los siguientes pasos se explica paso a paso el proceso que fue realizado para instalación de ODK Aggregate.



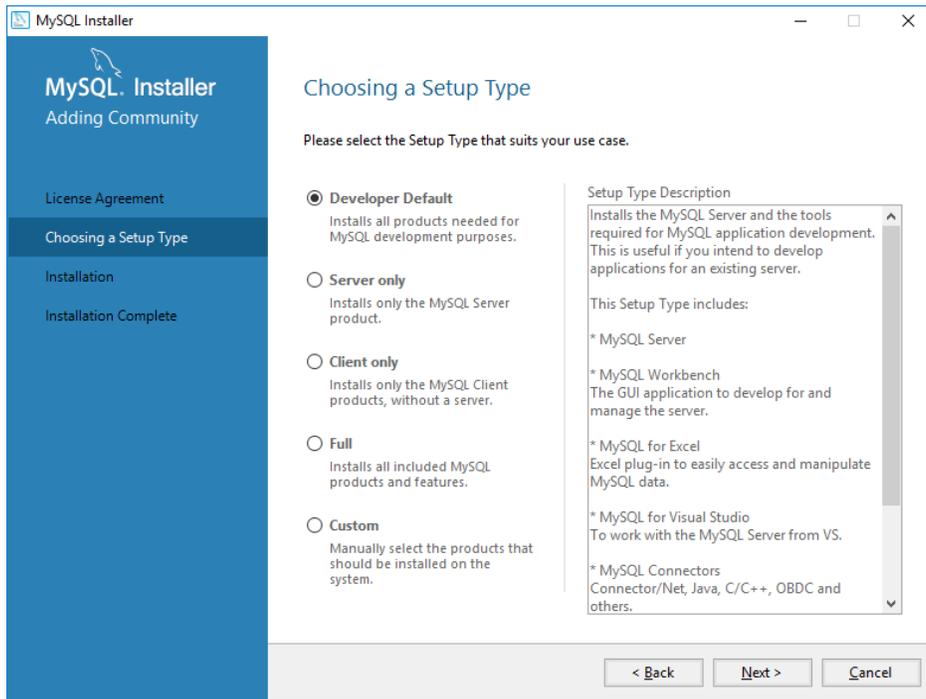


Imagen 2. Instalación de My SQL (1)

1. Selección de la opción “Developer Default”

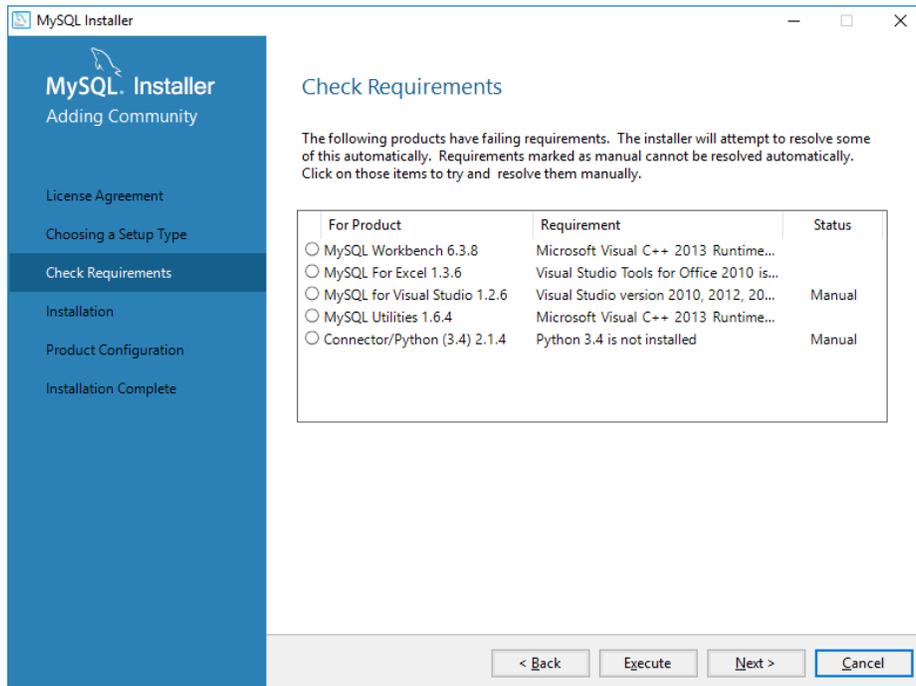


Imagen 3. Instalación de My SQL (2)

2. En la siguiente pantalla se enlistan los diversos componentes de MySQL que por default serán instalados.

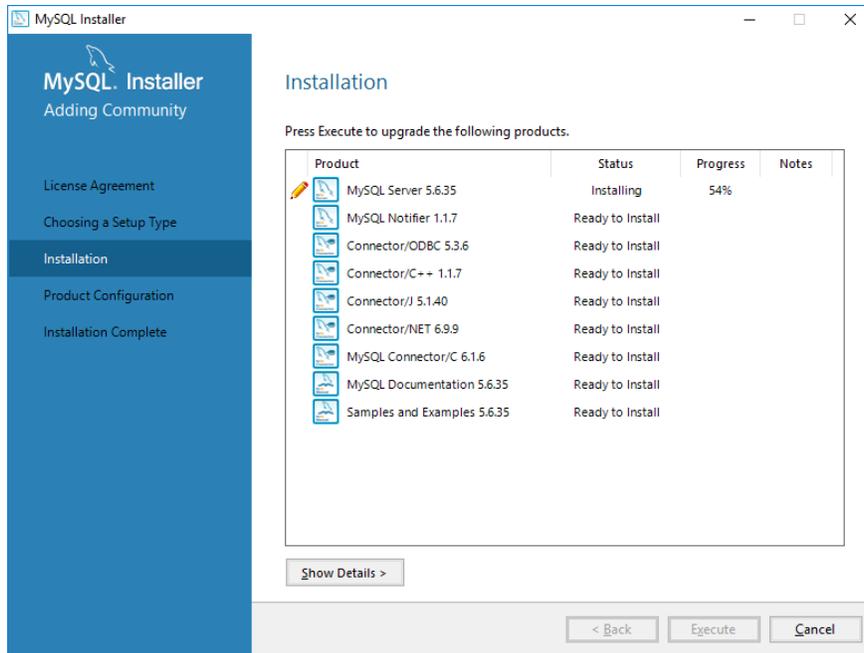


Imagen 4. Instalación de My SQL (3)

3. Al pulsar en “Next” la instalación de los componentes de MySQL dará comienzo.

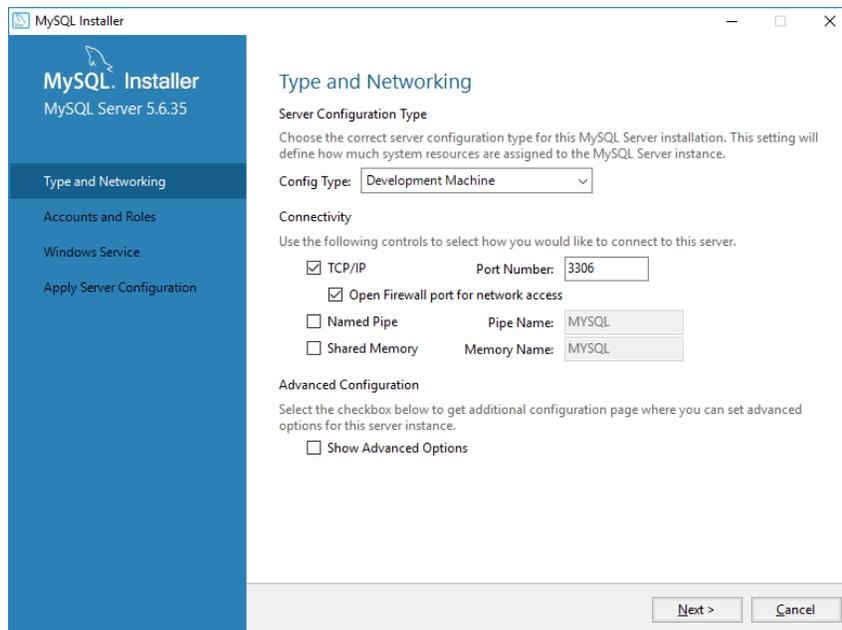
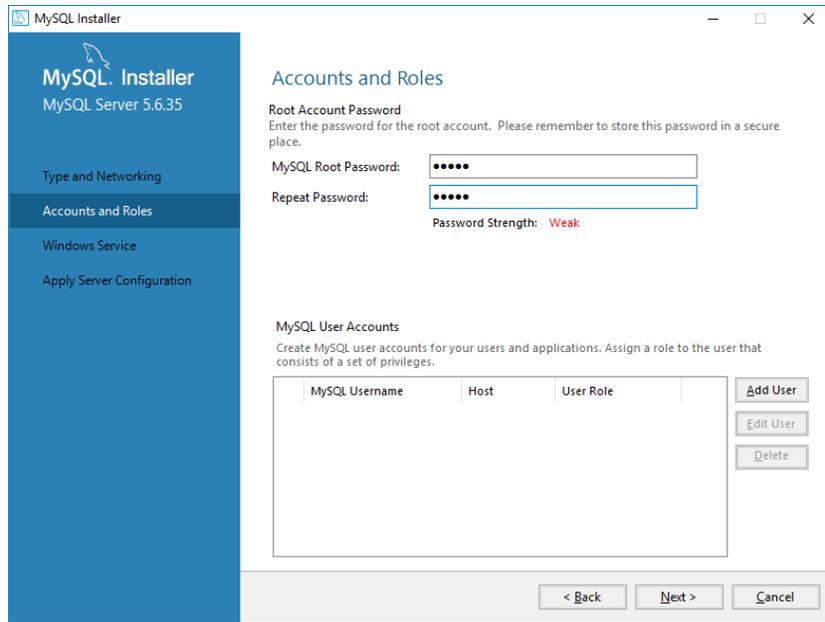


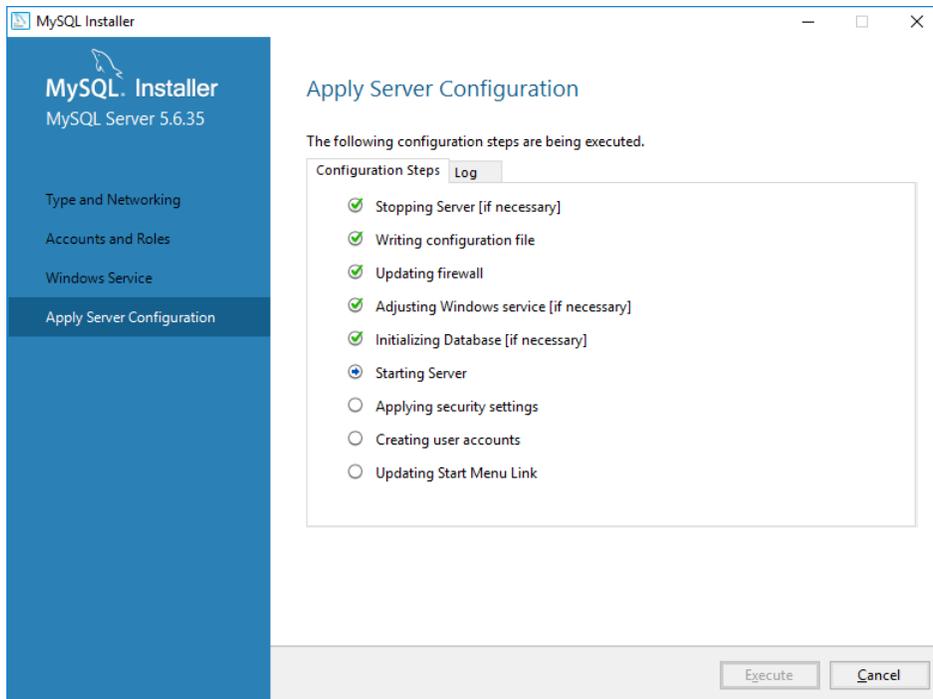
Imagen 5. Instalación de My SQL (4)

4. En la siguiente pantalla se realizará la configuración del puerto que usa MySQL para enlazarse al servidor, por default es el puerto 3306.



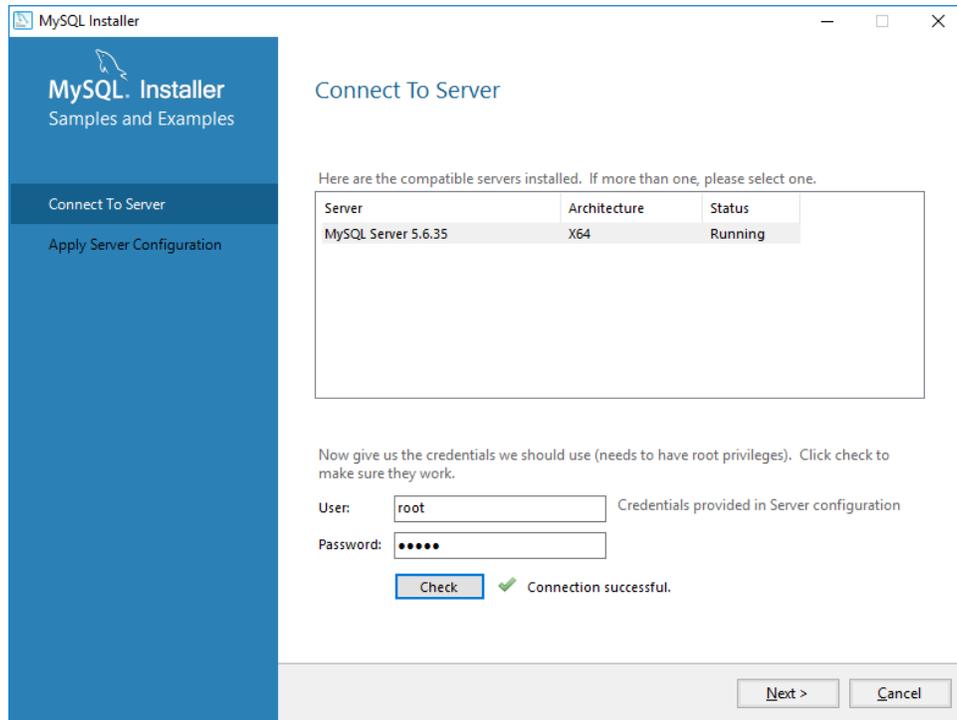
*Imagen 6. Instalación de My SQL (5)*

5. A continuación se deberá crear una contraseña para el acceso ROOT a MySQL, la contraseña que se ha elegido para este proyecto es “admin”.



*Imagen 7. Instalación de My SQL (6)*

6. Una vez configurado lo anterior las configuraciones serán aplicadas por MySQL, casi se ha terminado la configuración.

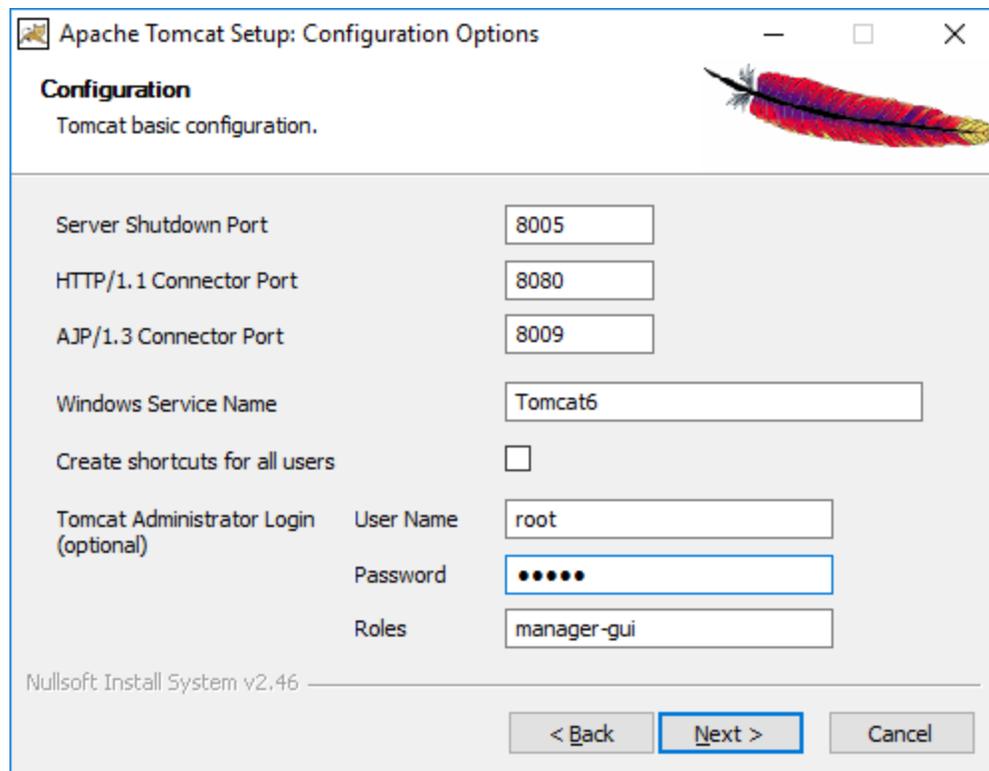


*Imagen 8. Instalación de My SQL (7)*

7. En esta última pantalla MySQL hará una prueba de conexión con el servidor interno, para lo cual previamente se deba ingresar el usuario (root) y la contraseña.

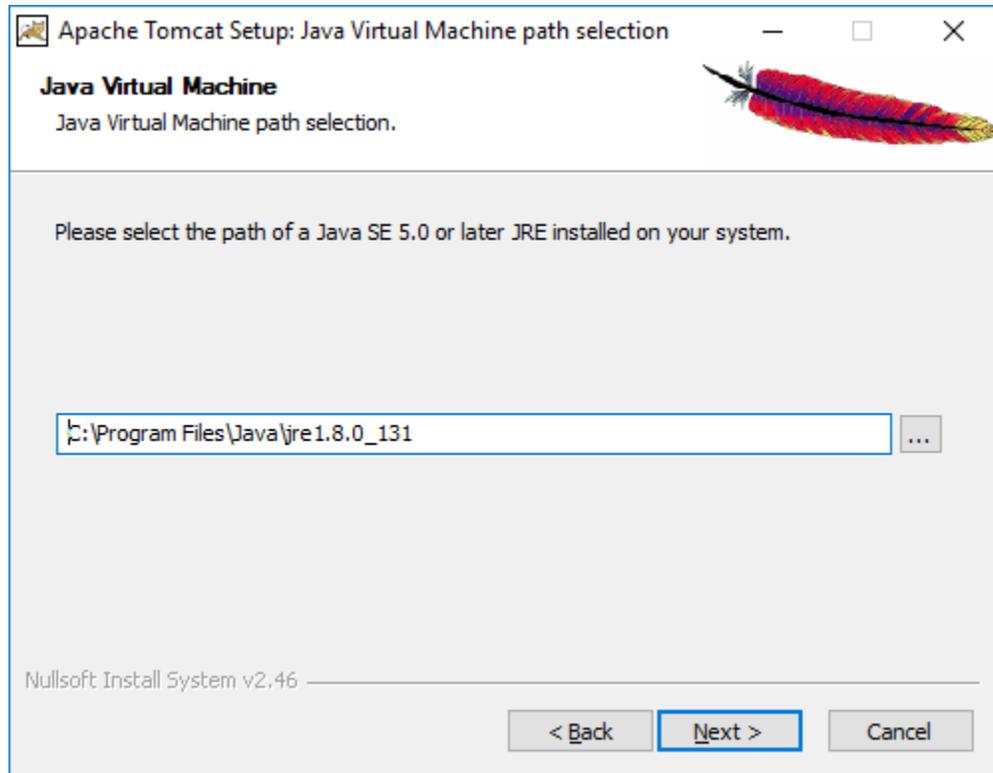
### 4.3 Instalación de Apache Tomcat

A continuación, se muestra la instalación de Apache Tomcat, que será el software que necesario para montar el servidor.



*Imagen 9. Instalación de Apache Tomcat (1)*

1. El instalador debe ser ejecutado “Como administrador” para proceder con la instalación, al ejecutarlo se mostrará una pantalla similar a la anterior, se debe dejar la configuración de los puertos de acuerdo a la configuración que viene por default y se asignara un nombre de usuario para el administrador y su contraseña, en este caso el usuario es: root y el password es: admin



*Imagen 10. Instalación de Apache Tomcat (2)*

2. En esta pantalla Tomcat “llama” al componente JDK de Java que ya se tiene instalado y que en este caso se ubica en la ruta: C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_131 Al terminar la instalación no deberá de ejecutarse Apache Tomcat aún.

Tras realizar lo descrito en la captura anterior se debe reiniciar la PC (servidor) en donde se realiza la instalación de componentes.

## Configuración de variables del sistema

En esta sección se realizan diversas modificaciones a las variables de entorno, las cuales son cadenas que guardan información acerca del entorno para el sistema Windows, en este caso la PC (servidor) que se está utilizando cuenta con el sistema operativo Windows 10.

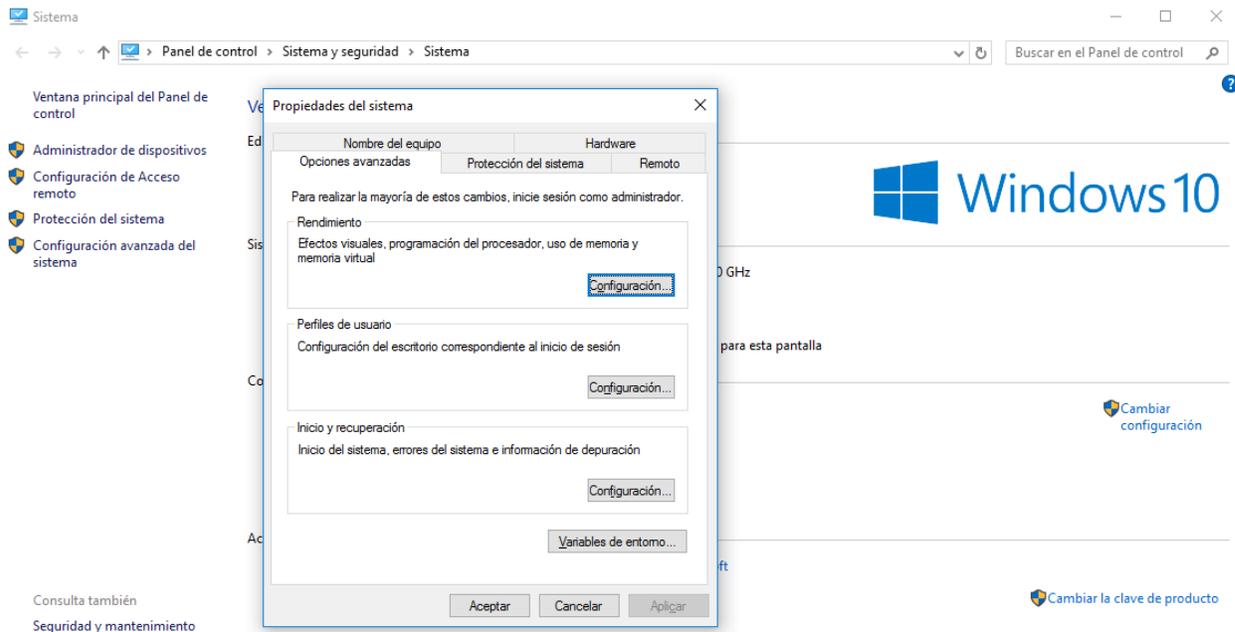


Imagen 11. Instalación de Apache Tomcat (3)

3. Para acceder a las variables de entorno ingresar a “Propiedades del sistema” y en la pestaña “Opciones avanzadas” se encuentra en la parte inferior “Variables de entorno”.

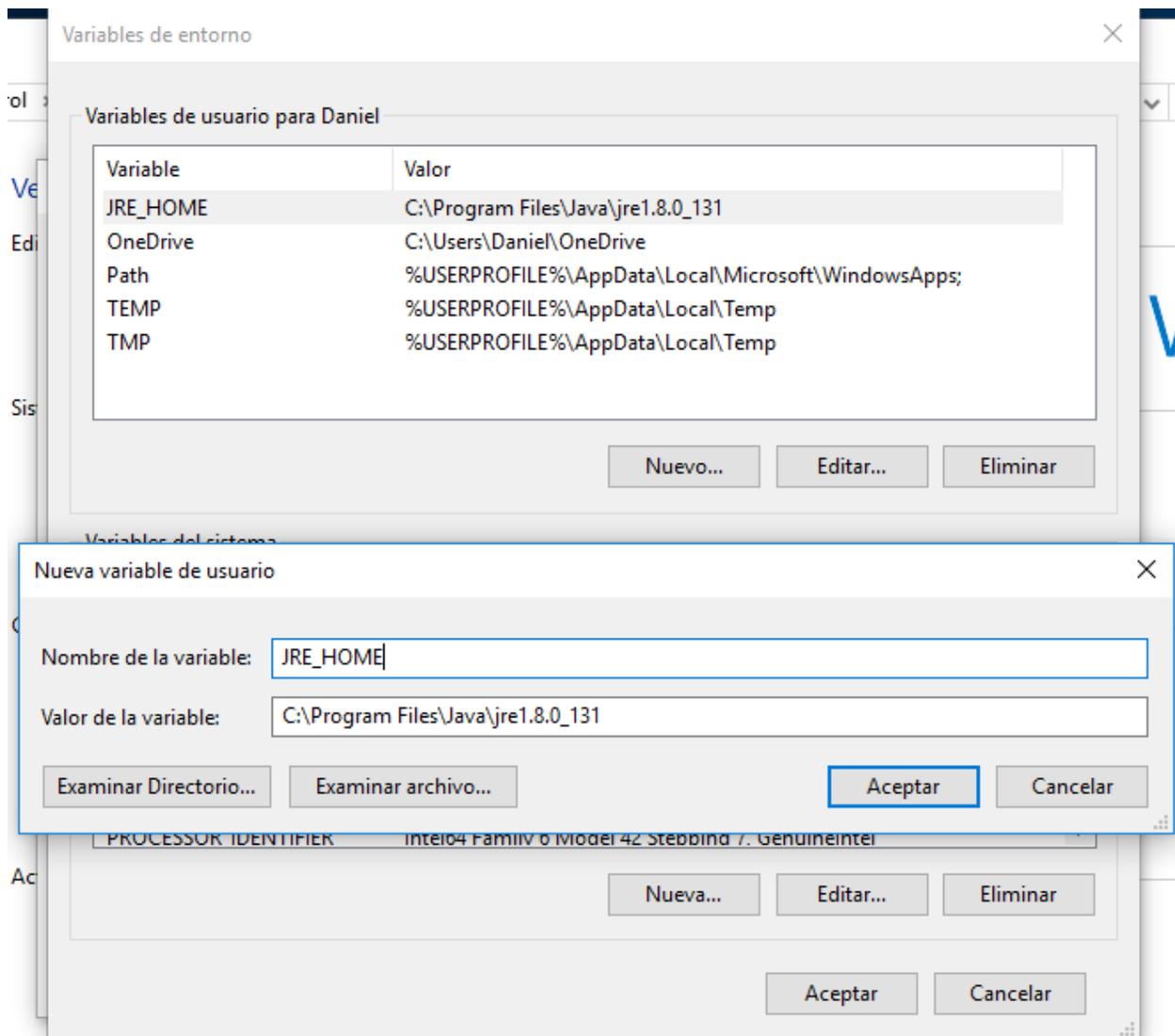
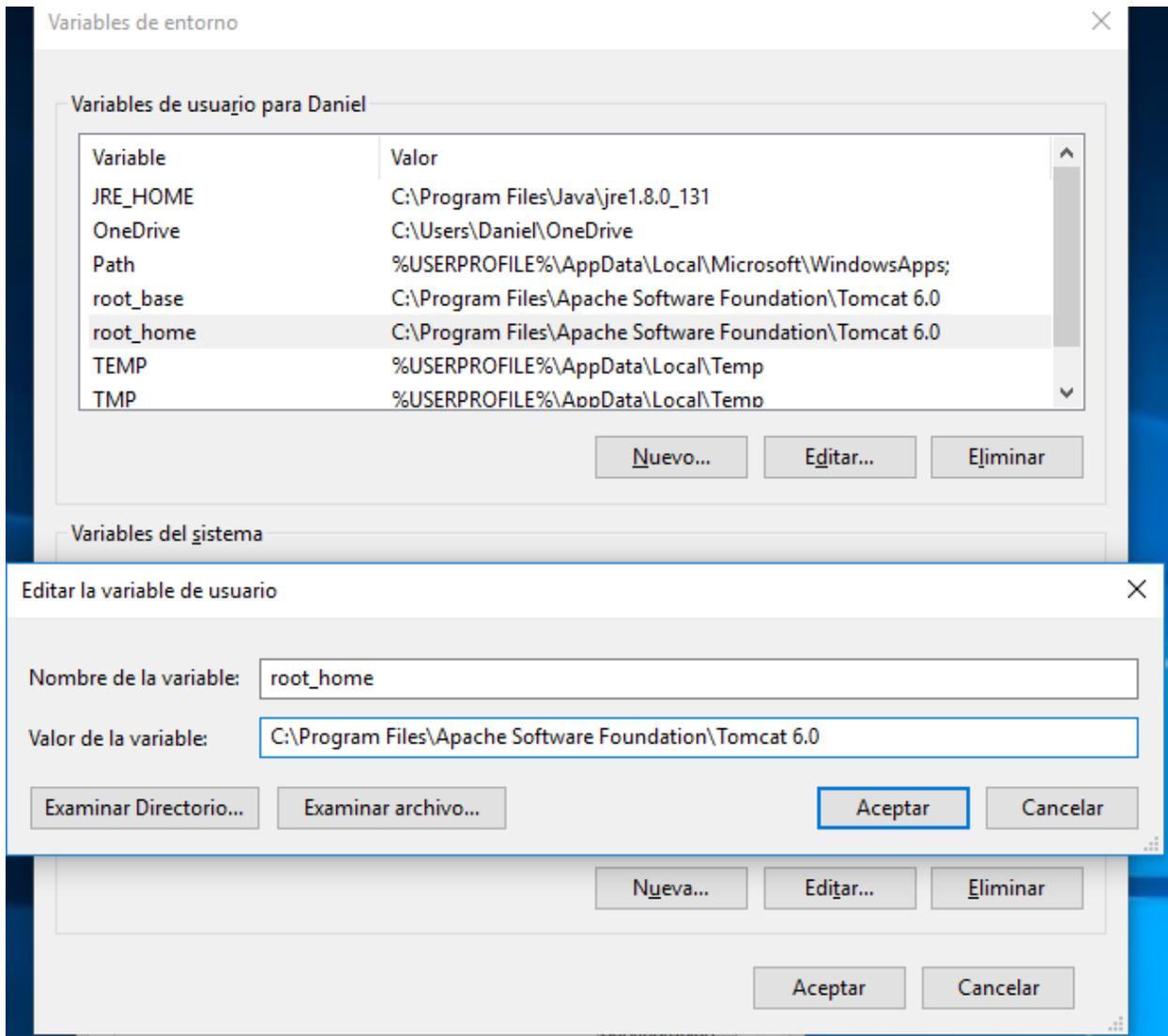


Imagen 12. Instalación de Apache Tomcat (4)

4. Al Abrir variables de entorno se encuentran 2 opciones: variables de usuario y variables del sistema, elegir crear una nueva variable de usuario la cual se ha nombrado como JRE\_HOME la ruta deberá apuntar a la ubicación de Java JRE, es decir: C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_131



*Imagen 13. Instalación de Apache Tomcat (5)*

5. También se debe crear una nueva variable de usuario con el nombre de root\_home y la ruta a la cual apuntará será la carpeta de Apache Tomcat, es decir: C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 6.0

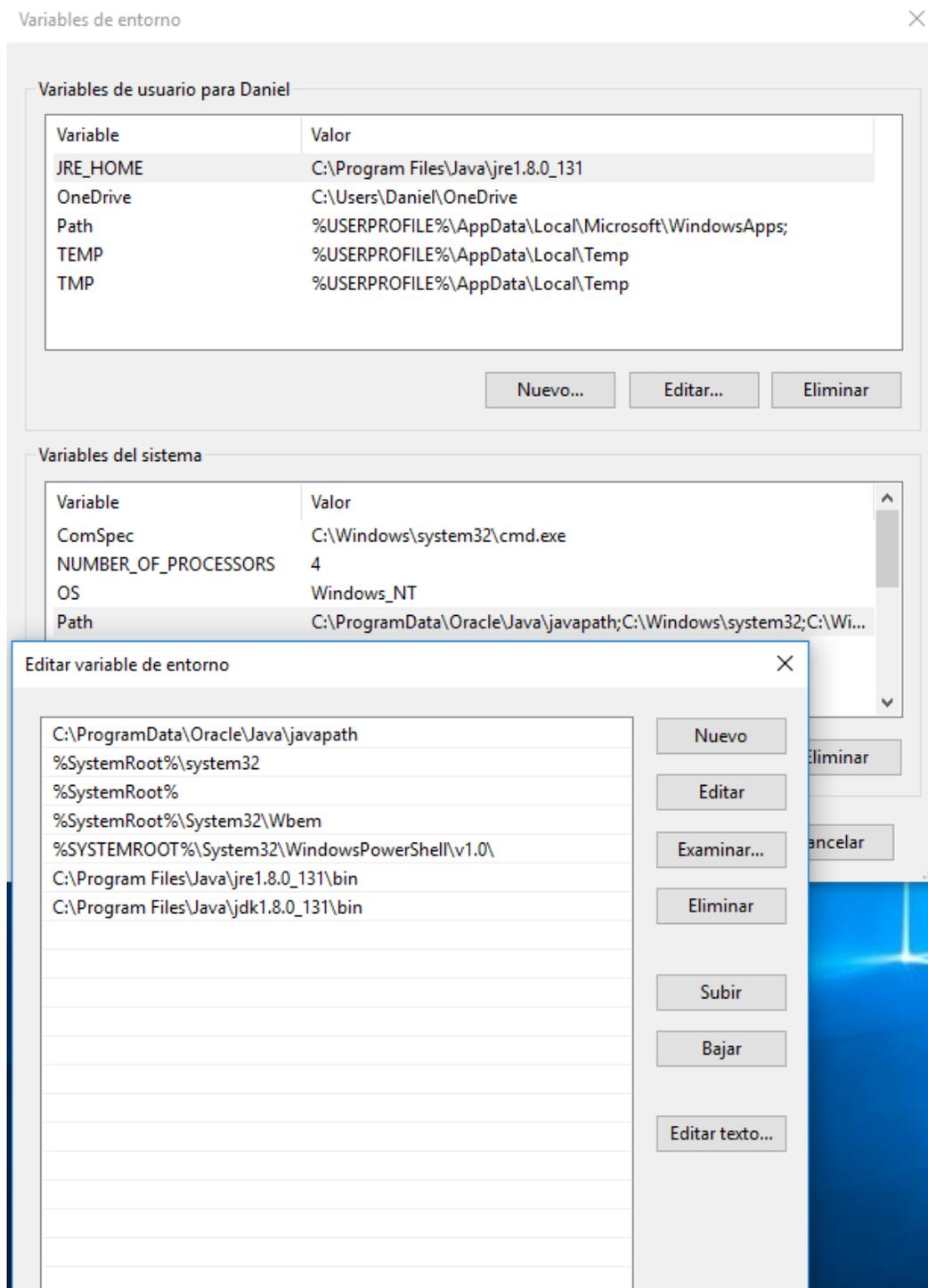


Imagen 14. Instalación de Apache Tomcat (6)

6. La ultima variable a modificar será la variable Path, esta variable es una variable del sistema que ya contiene diversas rutas, pulsar en editar y agregar las rutas de Java JRE y Java JDK hasta la carpeta bin.

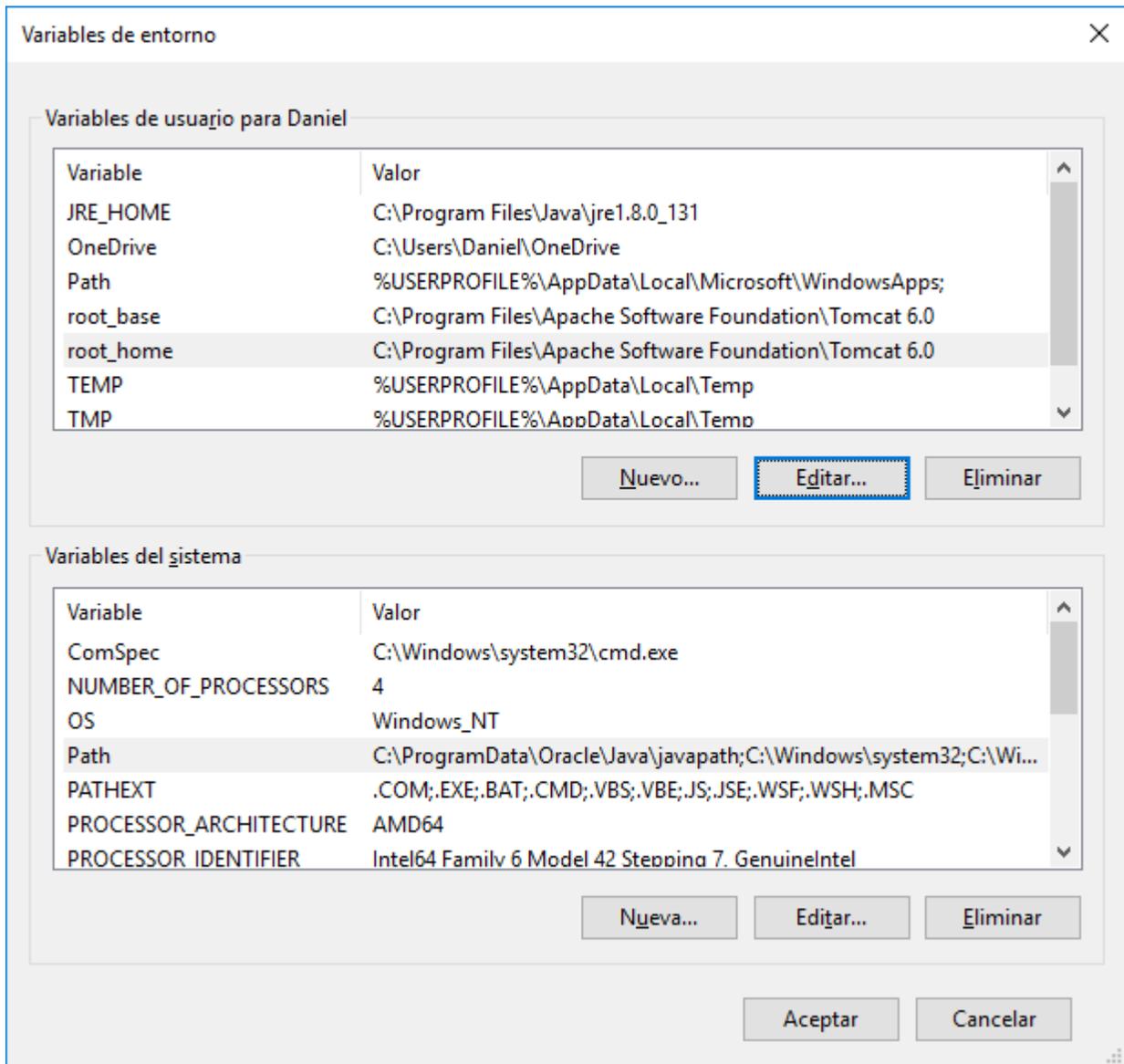
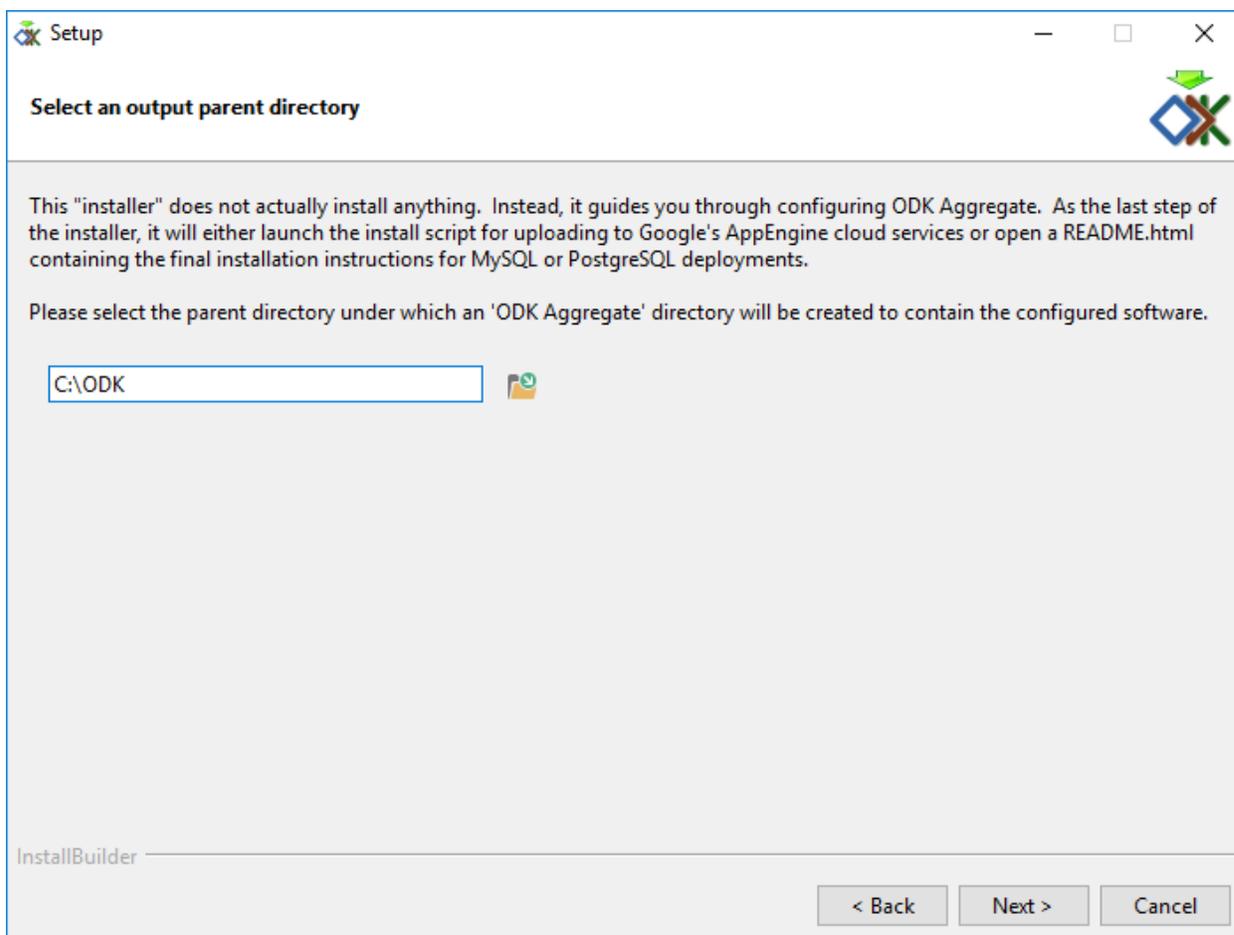


Imagen 15. Instalación de Apache Tomcat (7)

7. Listado de variables: 2 nuevas variables de usuario y 1 variable de sistema modificada.

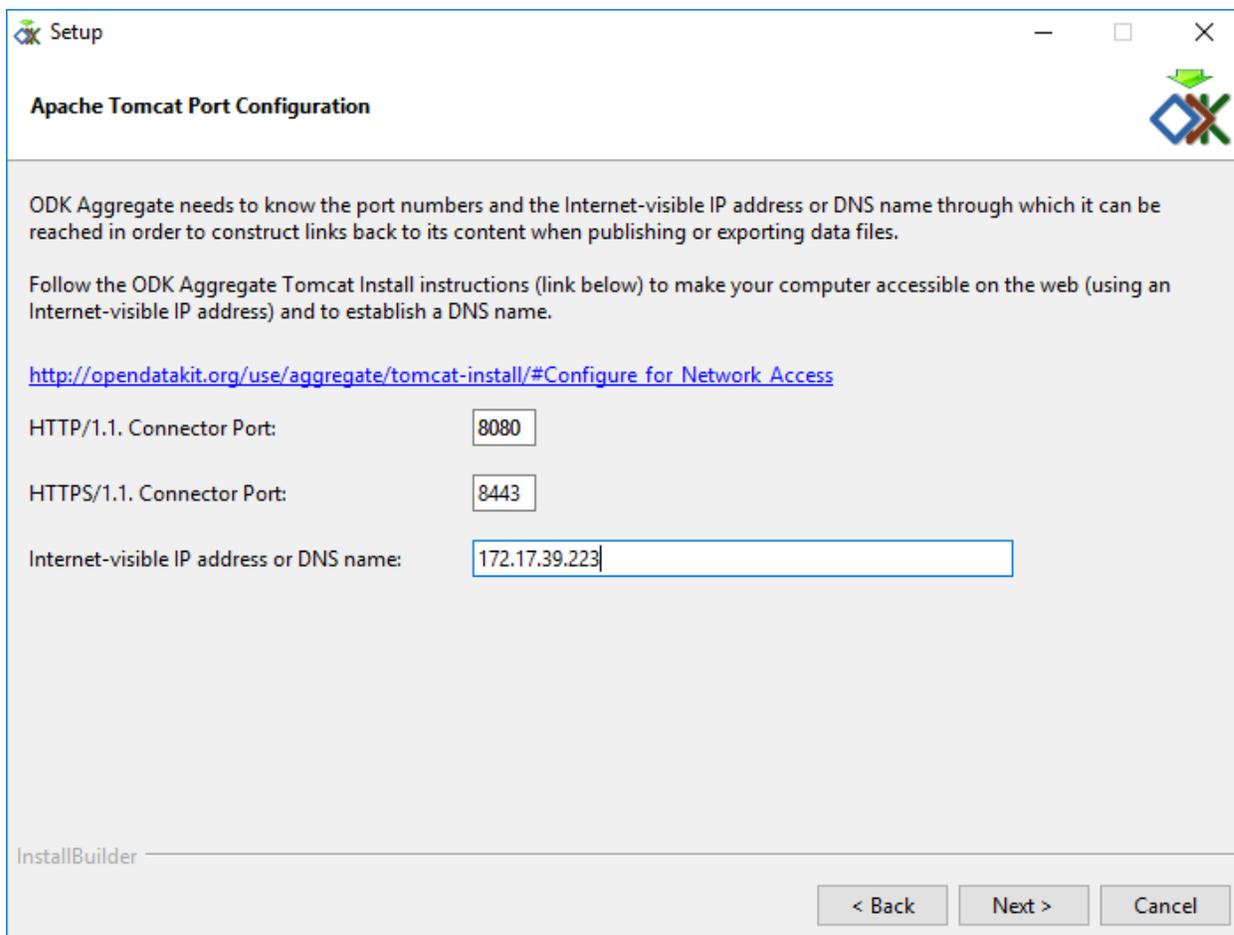
## 4.2 Instalación de ODK Aggregate

Una vez instalado Java, MySQL, apache Tomcat y haber trabajado con las variables del sistema es tiempo de realizar la instalación de ODK Aggregate, antes de ejecutarlo se deberá de crear en la unidad C: una carpeta llamada ODK.



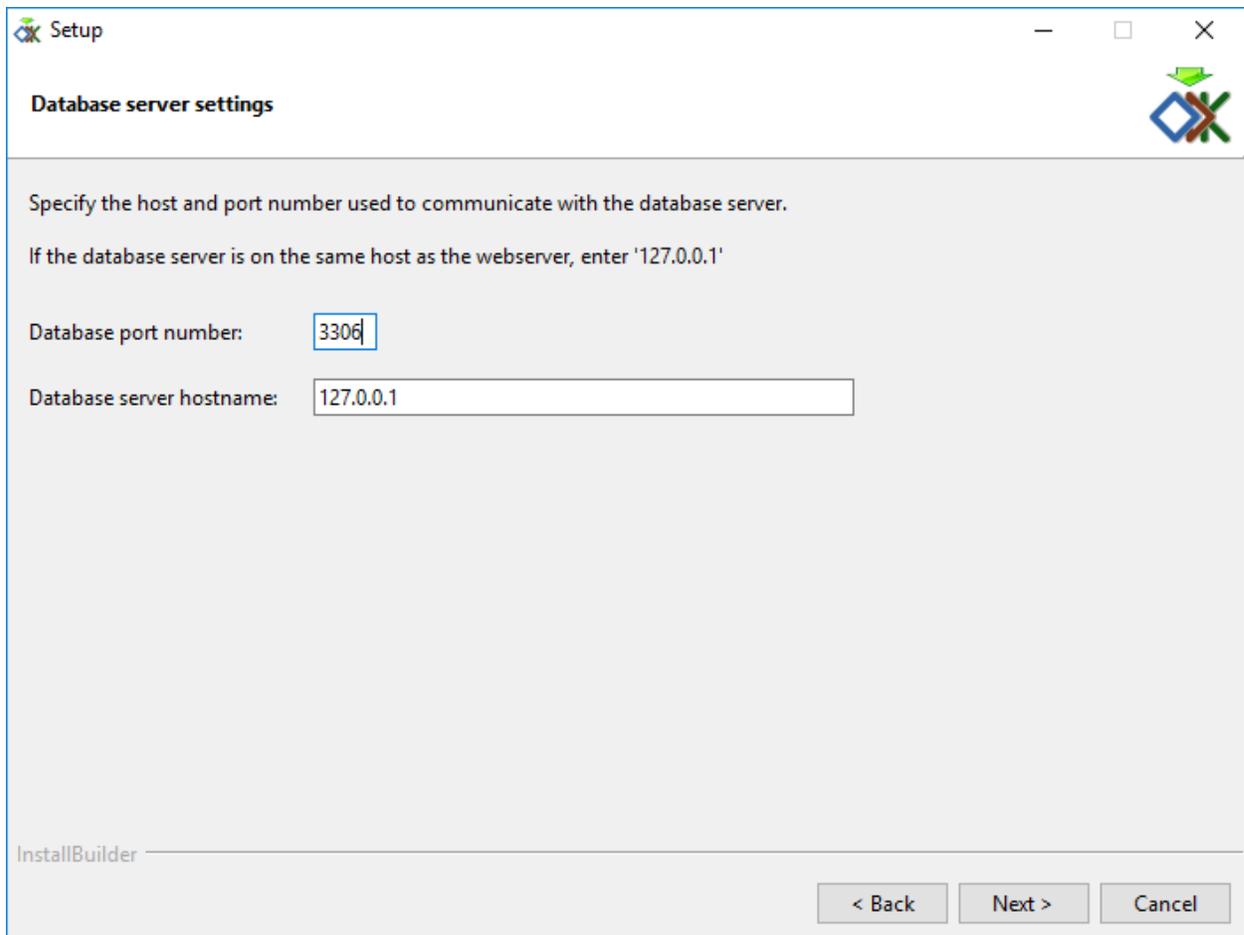
*Imagen 16. Instalación de ODK Aggregate (1)*

1. Una vez creada la carpeta, ejecutar el instalador de ODK “Como administrador” y seleccionar como carpeta raíz la carpeta recientemente creada en la unidad C:



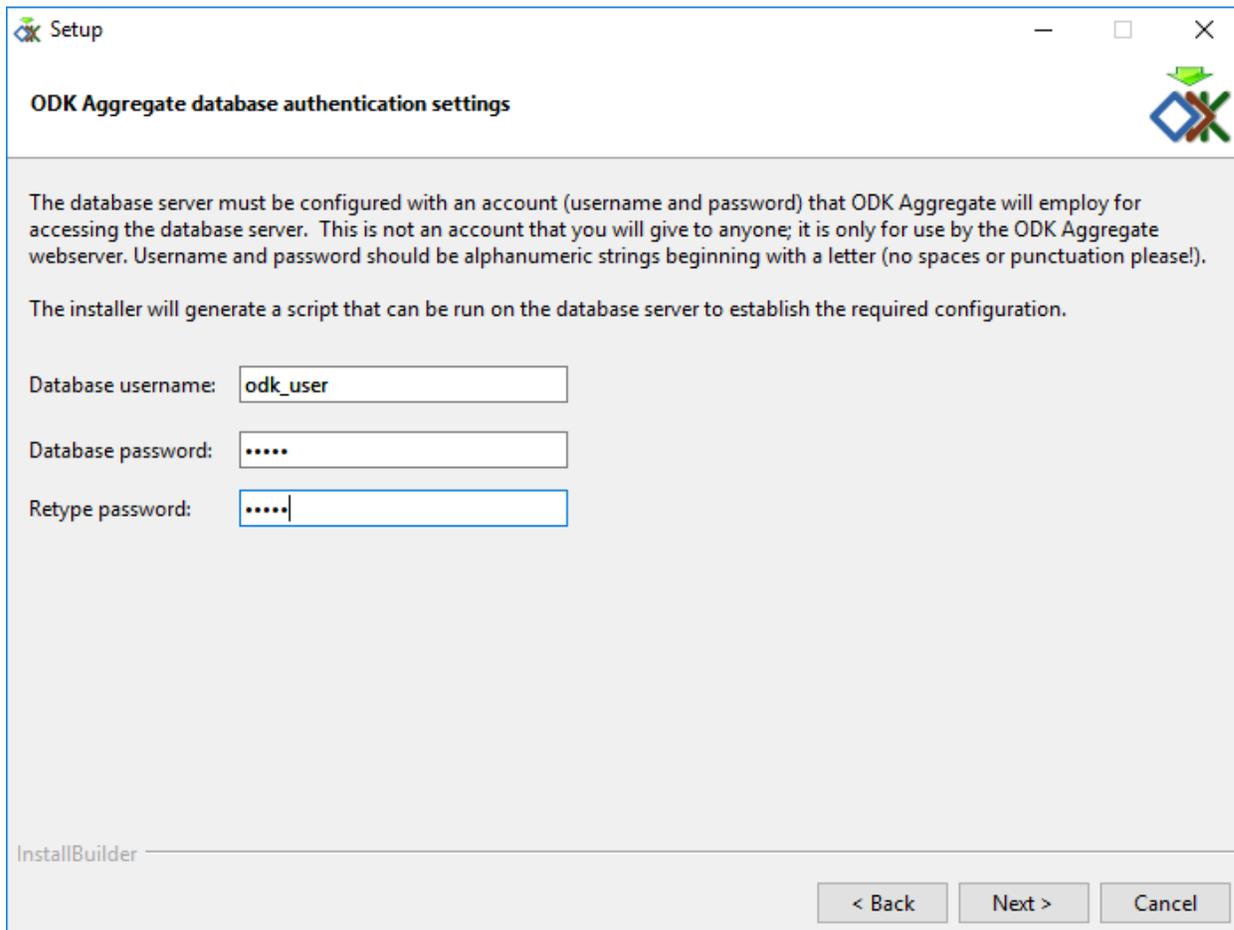
*Imagen 17. Instalación de ODK Aggregate (2)*

2. En la siguiente pantalla por default estará el puerto 8080 y así se dejará, en el tercer campo ingresar la dirección IP de la máquina que está siendo utilizada como servidor, es importante recordar que esta IP deberá de ser fija, no dinámica, en este caso se ha utilizado la 172.17.39.223. Una vez hecho esto avanzar a las pantallas siguientes.



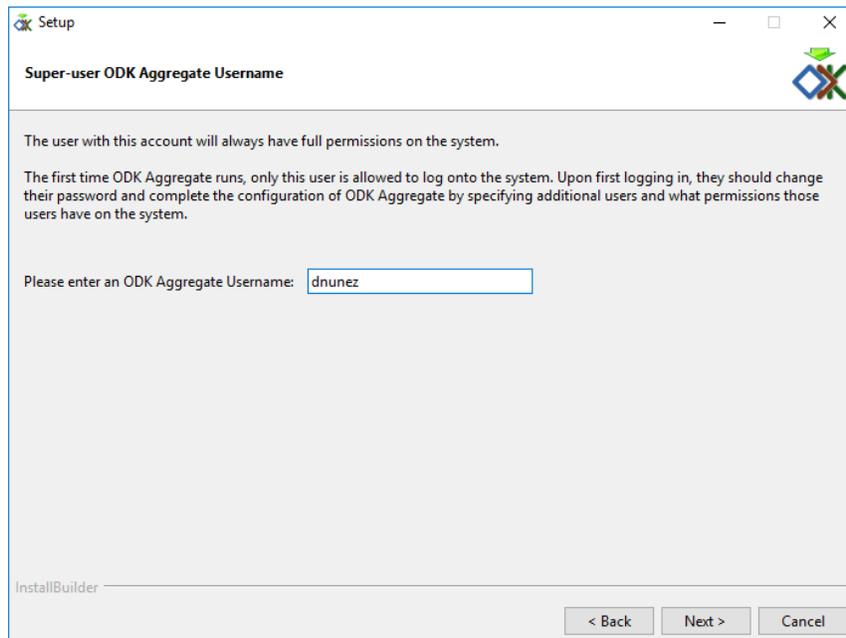
*Imagen 18. Instalación de ODK Aggregate (3)*

3. En esta pantalla se configurará el puerto e IP que utilizara ODK para conectarse a la base de datos, no es necesario realizar modificaciones en estos campos.



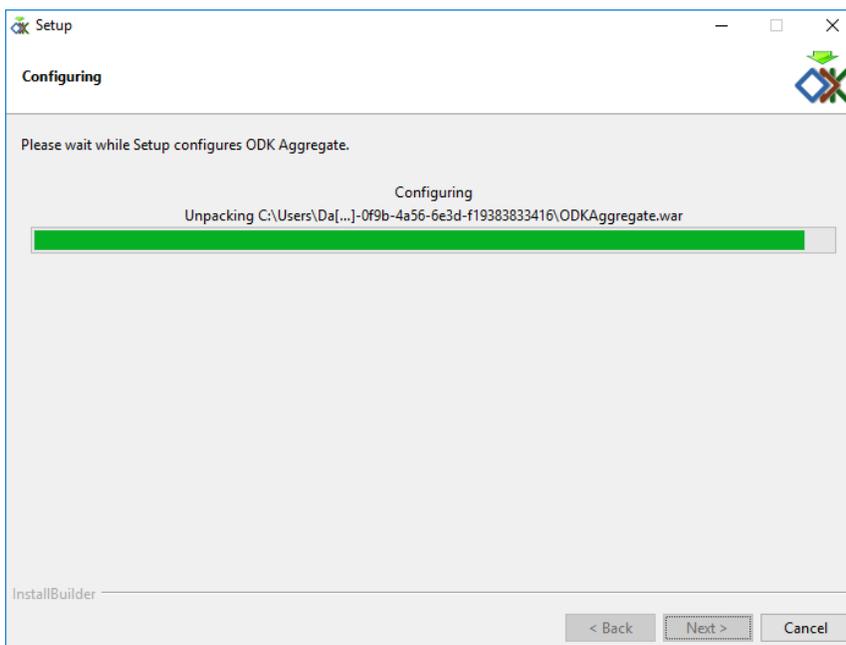
*Imagen 19. Instalación de ODK Aggregate (4)*

4. Al llegar a esta sección se debe crear, un usuario y una contraseña para acceder a la base de datos de ODK, es importante tenerla presente en caso de que en un futuro se necesite acceder a ella, en este caso el usuario es: odk\_user y la contraseña es: admin



*Imagen 20. Instalación de ODK Aggregate (5)*

5. En esta pantalla de la instalación es donde se crea el usuario root (En este caso es dnunez) para ODK, este usuario tendrá todos los niveles de permisos.



*Imagen 21. Instalación de ODK Aggregate (6)*

## 6. ODK comenzara a instalarse

To complete the installation, you need to:

1. Execute the mysql (mysql.exe) commandline client using the root account and password (the password you chose during the installation of the database), and supply the create\_db\_and\_user.sql to it. To open the mysql commandline client, open a cmd window (Windows), terminal window (MacOS) or term window (Linux) and 'cd' to the directory containing the mysql client (mysql.exe on Windows). Then, please type:

```
mysql --user root --password
```

And enter the MySQL server root password. You will then be within the mysql commandline client. You should see a 'mysql>' prompt. Type:

```
source C:/ODK/ODK Aggregate/create_db_and_user.sql
exit
```

Here is what this looks like on Windows, with what you must type in red:

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Windows\System32>cd "C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.1\bin"

C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.1\bin>mysql.exe --user root --password
Enter password: *****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 13
Server version: 5.1.47-community MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.
This software comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software,
and you are welcome to modify and redistribute it under the GPL v2 license

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> source C:/ODK/ODK Aggregate/create_db_and_user.sql
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> exit
Bye

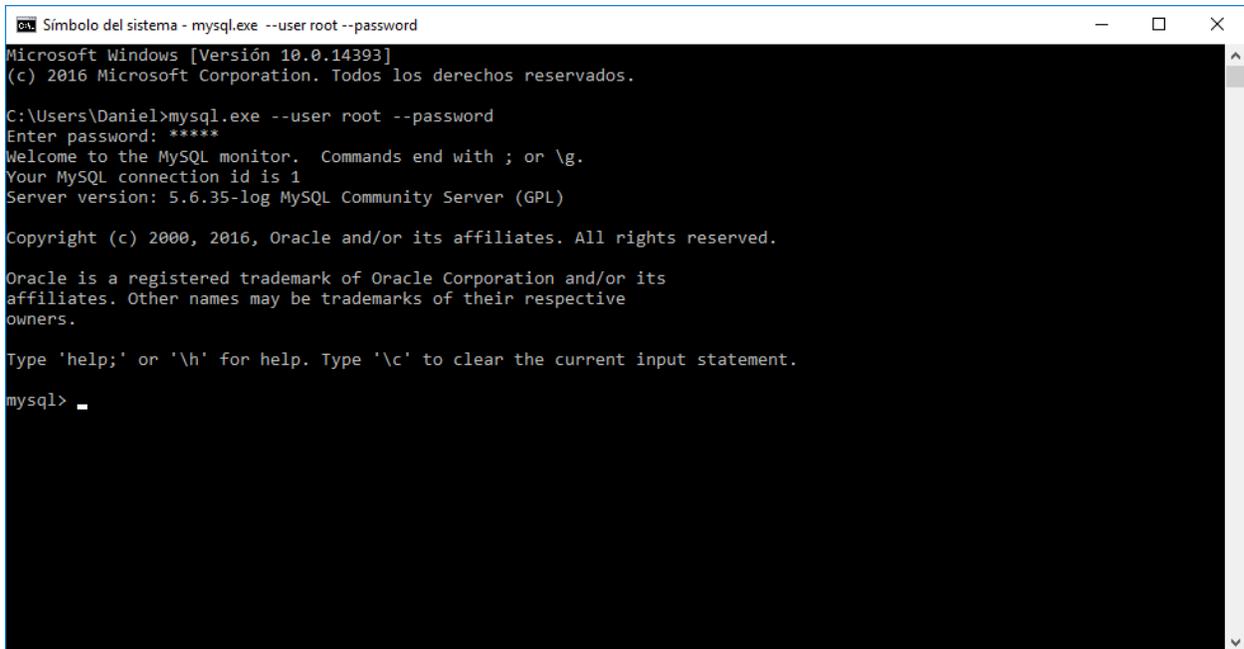
C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.1\bin>
```

2. copy the ODKAggregate.war to the \webapps directory of the Apache Tomcat installation.
3. start Apache (if not already started)
4. visit <http://172.17.39.223:8080/ODKAggregate/> Log in using the super-user's Aggregate username with password and go to the Site Admin / Permissions tab to change that password and to complete configuring the access rights for ODK Aggregate. NOTE: It may take a few moments for the Apache Tomcat server to detect the ODKAggregate.war: if you get a 404 error, wait a few moments then refresh your browser.

### *Imagen 22. Instalación de ODK Aggregate (7)*

7. Al terminar de instalarse aún deben de realizarse algunas configuraciones adicionales, para ello automáticamente se abrirá un archivo README de ODK en el navegador donde indica paso a paso diferentes configuraciones,

La primera de estas configuraciones adicionales es agregar el directorio de MySQL a la variable del sistema Path, (Es decir la que en un principio ya habíamos modificado.) la línea que debe agregarse es: C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.6\bin



```
Símbolo del sistema - mysql.exe --user root --password
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Daniel>mysql.exe --user root --password
Enter password: ****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 1
Server version: 5.6.35-log MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2016, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> _
```

*Imagen 23. Instalación de ODK Aggregate (8)*

8. El siguiente paso es abrir símbolo del sistema, y a continuación ejecutar MySQL para crear la base de datos de ODK, para ello:

1. Escribir la siguiente línea y pulsar enter:

```
mysql.exe --user root --password
```

2. Ingresar la contraseña que es: admin

```
Símbolo del sistema - mysql.exe --user root --password
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Daniel>mysql.exe --user root --password
Enter password: ****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 1
Server version: 5.6.35-log MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2016, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> source C:/ODK/ODK Aggregate/create_db_and_user.sql
Query OK, 1 row affected (0.11 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.10 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.04 sec)

Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)

mysql> _
```

Imagen 24. Instalación de ODK Aggregate (9)

9. A continuación, ejecutar: C:/ODK/ODK Aggregate/create\_db\_and\_user.sql con esta instrucción se estará creando la base de datos, para salir escribir exit

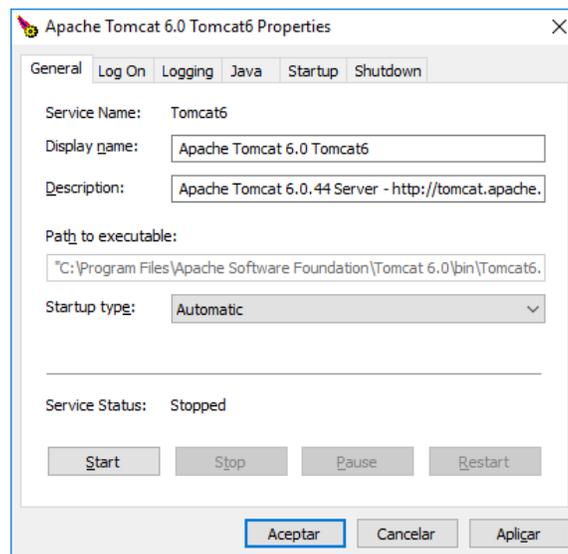
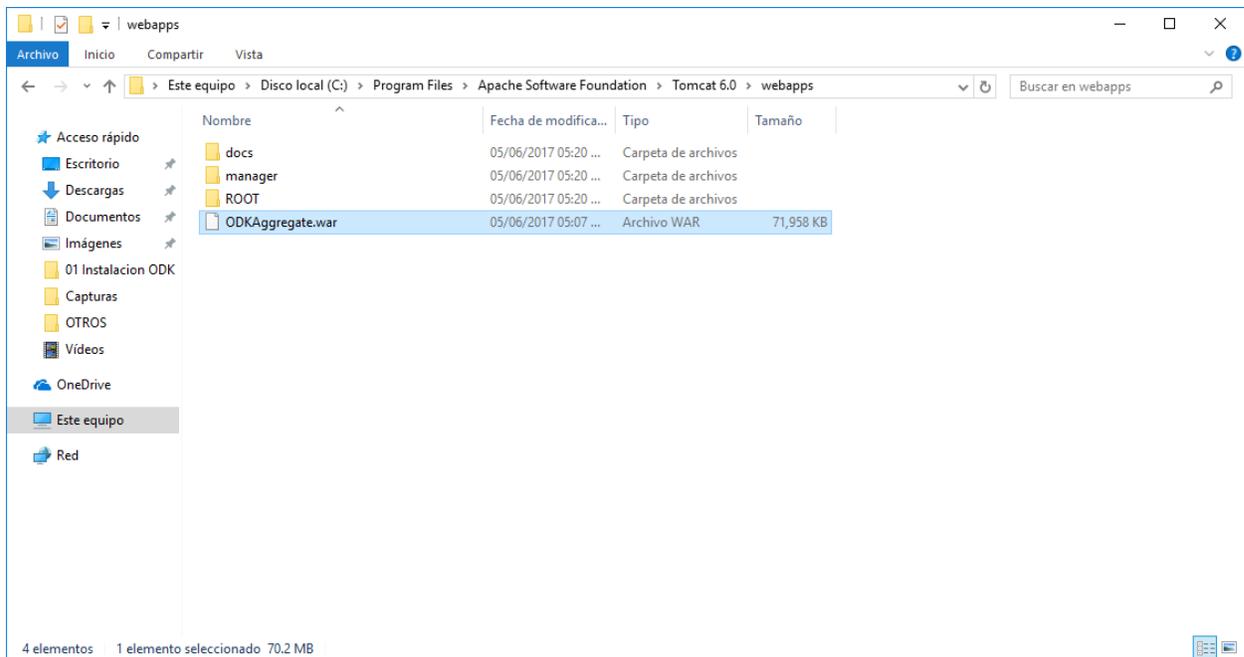


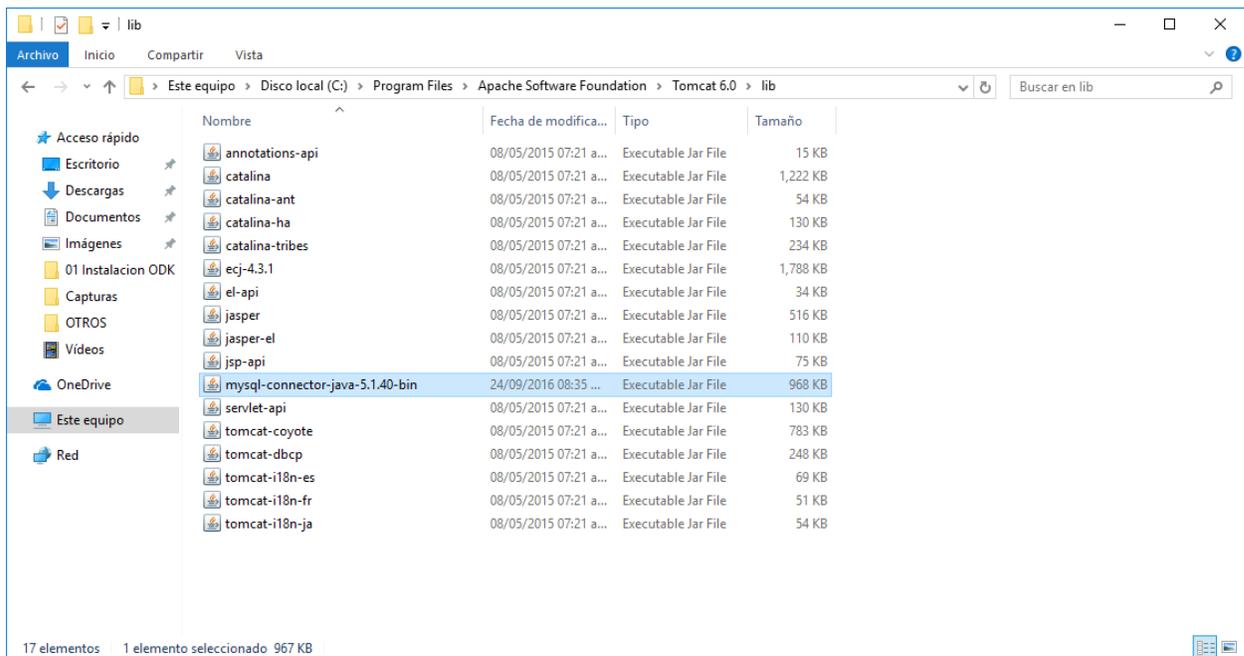
Imagen 25. Instalación de ODK Aggregate (10)

10. A continuación, abrir Monitor Tomcat y en la opción Startup type seleccionar “Automatic”



*Imagen 26. Instalación de ODK Aggregate (11)*

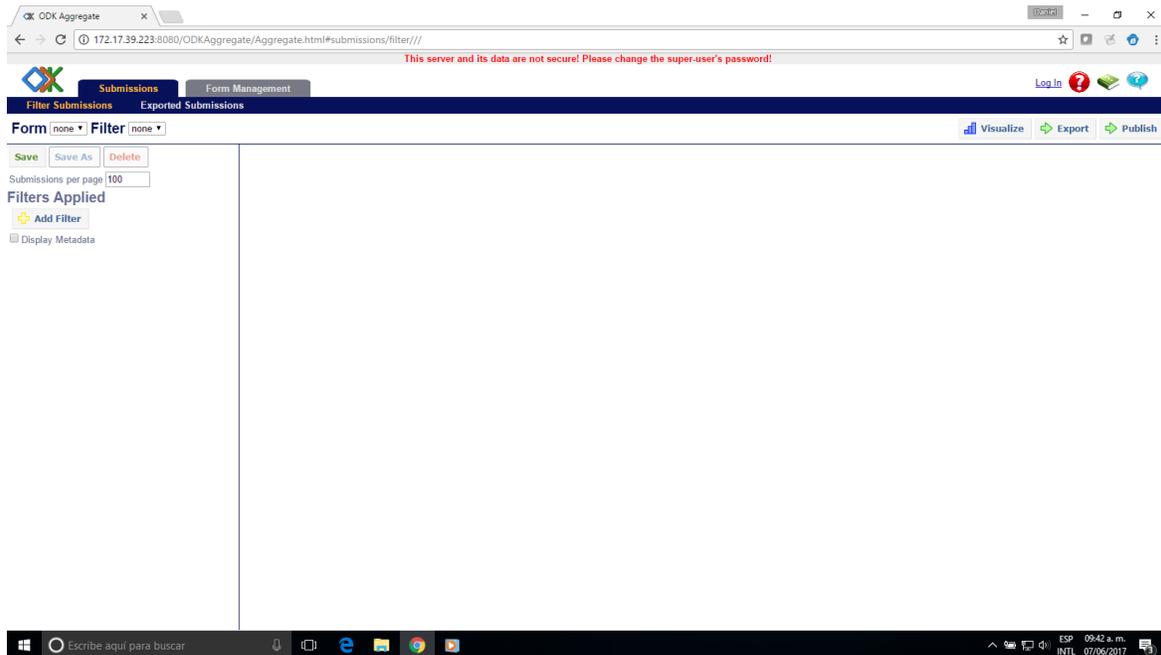
11. Buscar la carpeta ODK Aggregate dentro de la carpeta ODK que ha sido creada en la unidad C: , dentro de ella buscar el archivo ODKAggregate.war, y copiarlo a la carpeta webapps que se encuentra dentro de la carpeta Tomcat 6.0



*Imagen 27. Instalación de ODK Aggregate (12)*

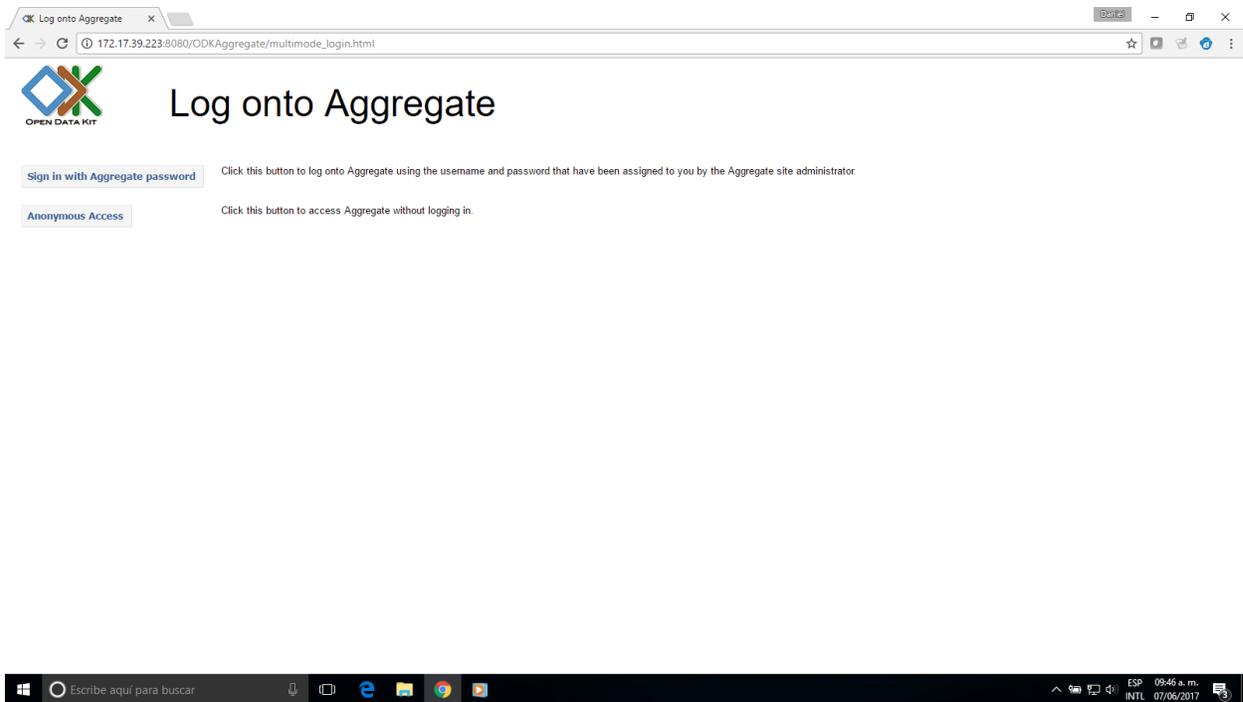
12. Copiar el archivo mysql.connector-java-5.1.40-bin que se encuentra en C:\Program Files (x86)\MySQL\Connector.J 5.1 a la carpeta lib que se encuentra dentro de la carpeta C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 6.0

A continuación, reiniciar Apache Tomcat.



*Imagen 28. Instalación de ODK Aggregate (13)*

13. En la página de configuración adicional se encontrará un enlace que al abrirlo llevara al servidor, en este caso la url es: 172.17.39.223:8080/Aggregate.html, una vez allí ir a “Log In”



*Imagen 29. Instalación de ODK Aggregate (14)*

14. Pulsar en “Sign in with Aggregate password” e ingresar los datos de acceso que son, usuario: dnunez, la contraseña default que proporciona ODK es: Aggregate

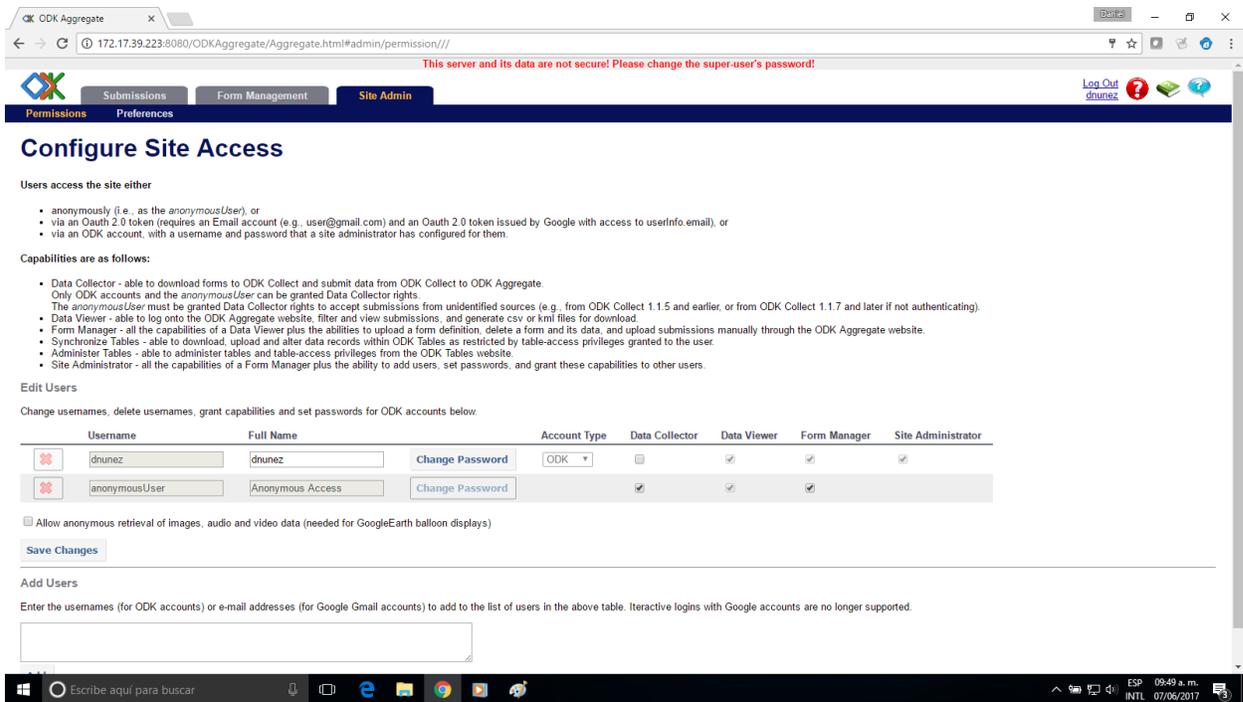


Imagen 30. Instalación de ODK Aggregate (15)

15. Una vez el servidor se encontrará un aviso indicándonos que se debe cambiar inmediatamente la contraseña default por una nueva, esto se realizará ingresando a la pestaña Site Admin y posteriormente pulsando en el botón Change Password.

Con estos pasos se ha finalizado la instalación y configuración de todos los componentes de MySQL, además se ha levantado el servidor Apache e instalado en la aplicación ODK Aggregate.

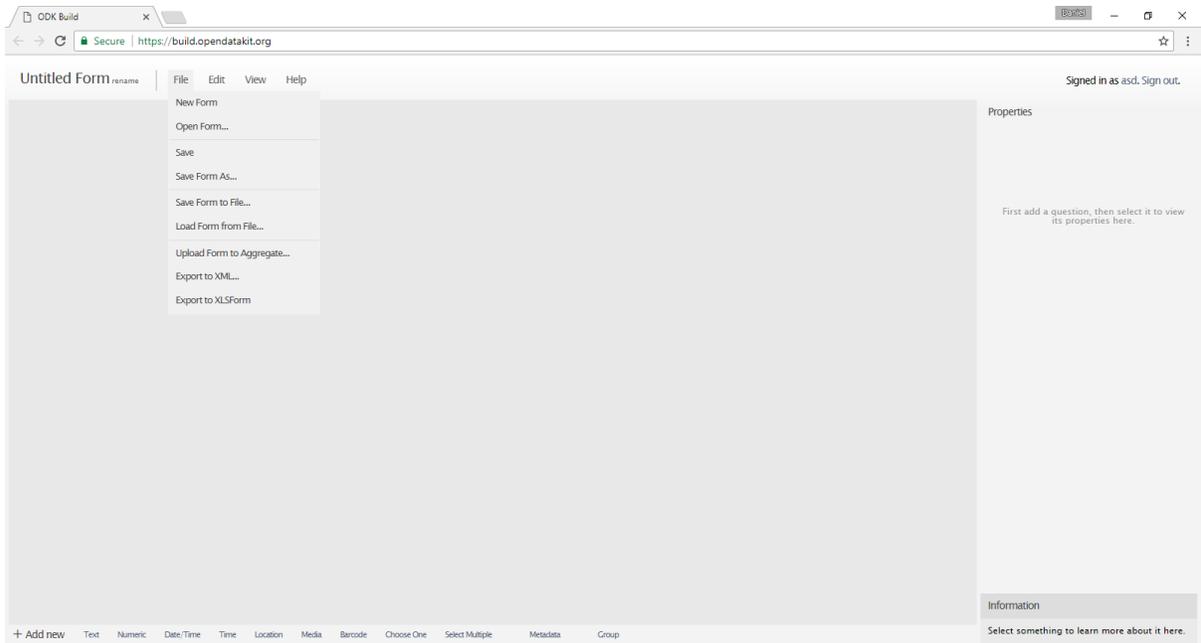
## V. Herramientas de ODK utilizadas.

Como se mencionó en el capítulo IV, ODK provee de diferentes herramientas para realizar las principales actividades necesarias antes de salir a recolectar información a campo, la mayoría de estas herramientas existen tanto en una versión web, como en sus versiones ejecutables desarrolladas en Java.

### 5.1 ODK Build / Excel

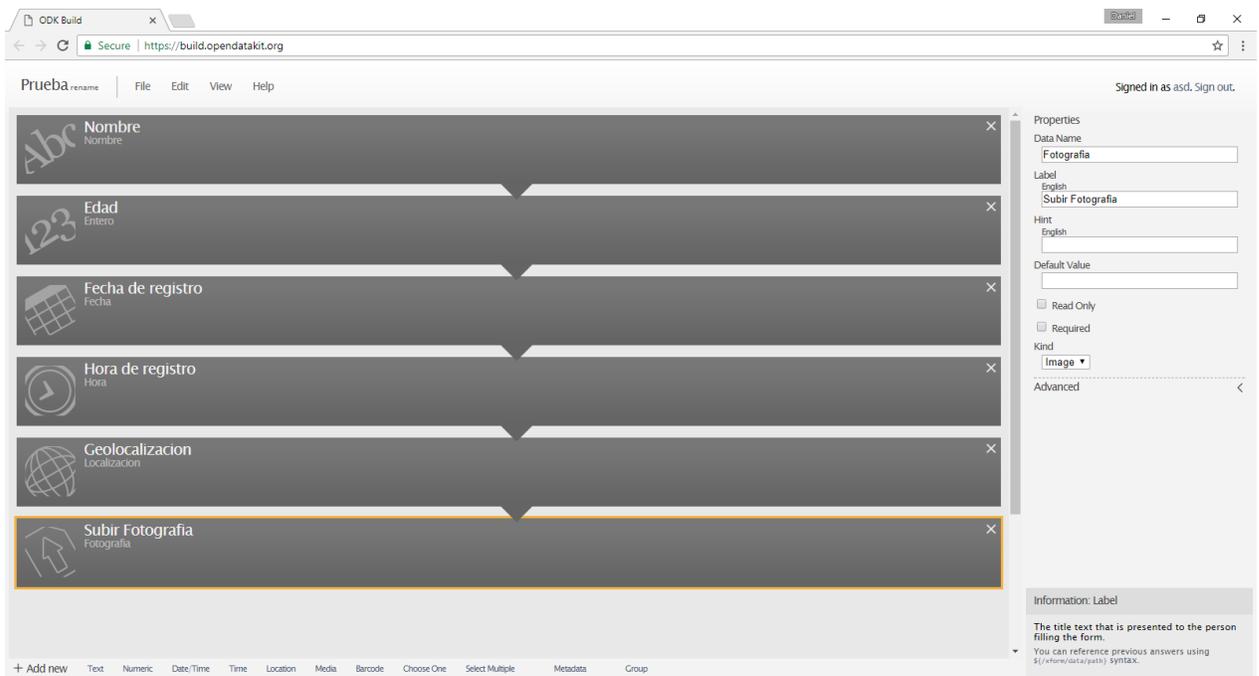
Las primeras herramientas a revisar serán de utilidad para desarrollar los formularios, a continuación, se examinan las dos opciones disponibles para esto, el primer objetivo es obtener un archivo XML, ya que estos serán los que se subirán al servidor.

La primera de estas herramientas es ODK Build, esta se encuentra alojada en los servidores de ODK y cualquier persona puede acceder a ella a través de la siguiente liga: <https://build.opendatakit.org/> Al ingresar solicita crear una cuenta para acceder, sin embargo se puede utilizar cualquier usuario y contraseña para esto, una vez dentro se puede visualizar una pantalla similar a la siguiente:



*Imagen 31. Build online de ODK*

Desde esta pantalla se pueden crear los formularios, desde la parte inferior es posible agregar el tipo de preguntas que sean de utilidad.



*Imagen 32. Tipos de preguntas disponibles desde el editor web.*

En la parte derecha del editor web es posible agregar características adicionales de la pregunta como, por ejemplo: Nombre de la variable, etiqueta, si es o no obligatoria, valor default o definir como una pregunta de “solo lectura”.

Para guardar un formulario desde el editor web se debe exportarlo como un archivo XML desde el menú file, posteriormente sería el archivo que usaríamos para subirlo al servidor.

Esta primera opción es la forma más sencilla y visualmente atractiva para el desarrollo de los formularios sin embargo no permite crear condicionantes para las preguntas, además de que sería muy complejo el desarrollo de formularios extensos como los que se van a crear, por lo cual la mejor forma de desarrollar los formularios es mediante un archivo en Excel e ir colocando las preguntas de acuerdo al estándar XFORMS el cual será revisado a continuación.

### 5.1.1 Estándar XFORMS

Como se revisó brevemente un par de capítulos atrás el estándar XFORMS fue definido por la organización Java rosa, y para la creación de los formatos en XML se cuenta con dos alternativas, crear el archivo directamente en un block de notas y programarlo de acuerdo a la sintaxis XML o la segunda opción que es la recomendada para usuarios menos experimentados es crear el formulario en Excel y posteriormente con el convertidor online que proporciona ODK obtener el archivo XML.

El estándar XFORMS indica que para crear el archivo se debe trabajar en un libro de Excel en blanco y a continuación, dar los siguientes nombres a sus hojas:

Página	Nombre que se debe asignar	Descripción
1	survey	En esta hoja se desarrolla el formulario, es decir aquí se coloca el tipo de pregunta, variable etiqueta y demás características de la pregunta.
2	choices	En el caso de que en la hoja “survey” existan preguntas de selección múltiple o selección única en esta hoja se colocan sus opciones.
3	settings	En esta hoja se colocaran solamente el nombre del formulario y un ID que servirá para ubicarlo una vez que ya esté en el servidor.

*Tabla 2. Nombres de las hojas de un libro de Excel para el desarrollo de un formulario de acuerdo al estándar XFORMS.*

Una vez que ya se han nombrado las hojas se procede con el desarrollo del formulario en la primera hoja (survey), el modo de organizar las preguntas y las variables será el siguiente; en la primera fila y de manera horizontal se escriben las características de la pregunta, estas características son las siguientes:

Característica	Descripción	Ejemplo
type	Define el tipo de pregunta a usar, por ejemplo de selección múltiple	select1 estados
name	Nombre de la variable que se le dará a esa pregunta, no debe llevar acentos, espacios ni caracteres especiales.	Estado_donde_vive
label	Etiqueta que se mostrara en la interfaz de la aplicación móvil. Acepta todo tipo de carácter	Estado donde vive:
hint	Etiqueta opcional para ayudar a responder la pregunta	Por favor del siguiente listado seleccione el estado de la republica donde vive.
constraint	Restricciones para la pregunta, con la siguiente	string-length(.)=10

	restricción estaríamos limitando el número de caracteres de una pregunta abierta a exactamente 10.	
constraint_message	En caso de que la restricción mencionada anteriormente se intente saltar se puede configurar un mensaje	Debe escribir únicamente los primeros 10 dígitos de su CURP
required	Define si una pregunta es obligatoria o no, si se requiere que así sea basta con escribir "yes" de lo contrario al dejarla vacía el convertidor de Excel a XML lo tomara como no obligatoria.	yes
appearance	Esta característica no aplica a todos los tipos de preguntas, sirve por ejemplo para definir como se quieren mostrar las opciones de respuesta.	minimal  Al escribir esto le estamos indicando que las preguntas deben mostrarse en un menú desplegable.
default	Esta característica nos permite definir un valor predefinido para cada pregunta, puede aplicarse en cualquier pregunta.	Estado de México
relevant	Esta es una de las características más importantes, ya que nos ayuda a dar una estructura "lógica" al formato,  Por ejemplo, la pregunta actual solo se mostrara si en la pregunta Estado_donde_vive respondimos "Estado_de_Mexico"	selected(\${Estado_don de_vive}), 'Estado_de_Mexico'
read_only	Si deseamos que una pregunta sea de sólo lectura se configura colocando "yes", sin embargo también se debe configurar el valor a mostrar ya que no tendría caso mostrar únicamente la pregunta	yes
calculation	Esta característica permite guardar el valor del resultado de alguna operación. Es importante mencionar que el resultado solo será guardado pero no se mostrara en pantalla	\${Productores}+\${Tecnicos}

image	Si se quiere colocar una imagen en alguna pregunta o nota se debe escribir en esta característica el nombre del archivo y su extensión	logotipos.png
audio	De igual manera si se quiere colocar un audio en alguna pregunta o nota se deberá escribir el nombre del archivo y su extensión	audio1.mp3
media::video	Lo mismo para esta característica, se debe escribir el nombre del archivo y su extensión. Todos los archivos de imagen, audio o video serán subidos al servidor junto con el formulario en formato XML.	video1.mp4

*Tabla 3. Tabla de las características que puede tener una pregunta.*

Es importante mencionar que una pregunta no necesariamente debe cumplir con todas las características mencionadas en la tabla anterior únicamente las 3 primeras características son obligatorias para todas las preguntas, es decir type, name y label. A continuación, se describen los diferentes tipos de preguntas que pueden ser programadas para un formulario XFORMS, es decir las diferentes sintaxis que pueden ser colocadas en la columna type.

<b>Tipo de pregunta</b>	<b>Descripción</b>
begin group	Inicia un grupo, esto con la finalidad de que todas las preguntas se muestren en una sola pantalla
text	Permite ingresar cualquier caracter
note	Únicamente muestra algún enunciado, puede utilizarse para descripciones largas o títulos.
integer	Utilizado para ingresar números enteros, lo lo cual el teclado del teléfono solo mostrara los números del 1 al 9, imposibilitando ingresar un carácter diferente
decimal	Utilizado para ingresar números decimales o enteros, lo lo cual el teclado del teléfono solo mostrara los números del 1 al 9 y el punto decimal.
calculate	Permite configurar un calculo en la columna "calculation" (Revisar tabla 3)

geopoint	Permite capturar las coordenadas geográficas, siempre y cuando este activado el GPS del dispositivo
select1 Estados	Permite seleccionar solo una opción de un listado, en este caso solo permitiría seleccionar un estado.
select_multiple actividades_realizadas	Permite seleccionar más de una opción de un listado definido, en esta caso permitiría seleccionar más de una actividad
image	Con este tipo de pregunta se puede adjuntar una foto de la galería del dispositivo o tomarla desde la cámara.  Este tipo de pregunta también se puede usar para capturar una firma, para esto en la característica "appearance" se debe escribir "signature"
date	Permite ingresar una fecha
end group	Cierra el actual bloque de preguntas.

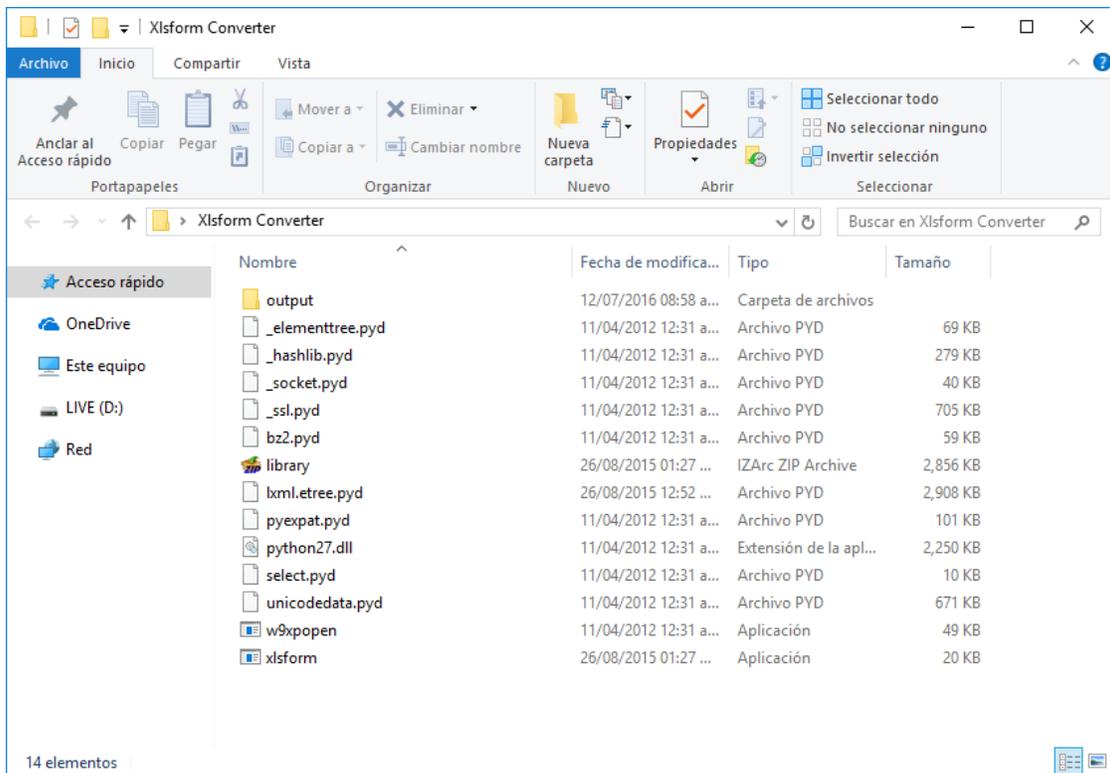
*Tabla 4. Tipos de preguntas que son posibles de programar.*

La mezcla de las características (Tabla 3) y los tipos de preguntas (Tabla 4) dan como resultado el formulario ODK en Excel.

## 5.2 XLSForms/ODK Validate

Una vez que se ha terminado de programar el formulario en Excel es tiempo de hacer una prueba, para ello existen dos opciones: Descargar la aplicación para escritorio "XLSFORMS" o usar la versión online.

El ODK Validate es un sencillo software proporcionado por ODK para validar y convertir un archivo Excel en un XML, el modo de funcionamiento es el siguiente:



*Imagen 33. ODK Validate en su versión de escritorio.*

1. Descargar el paquete Xlsform Converter desde la página de ODK y extraer su contenido, el enlace de descarga es el siguiente:

<https://opendatakit.org/downloads/download-category/validate/>

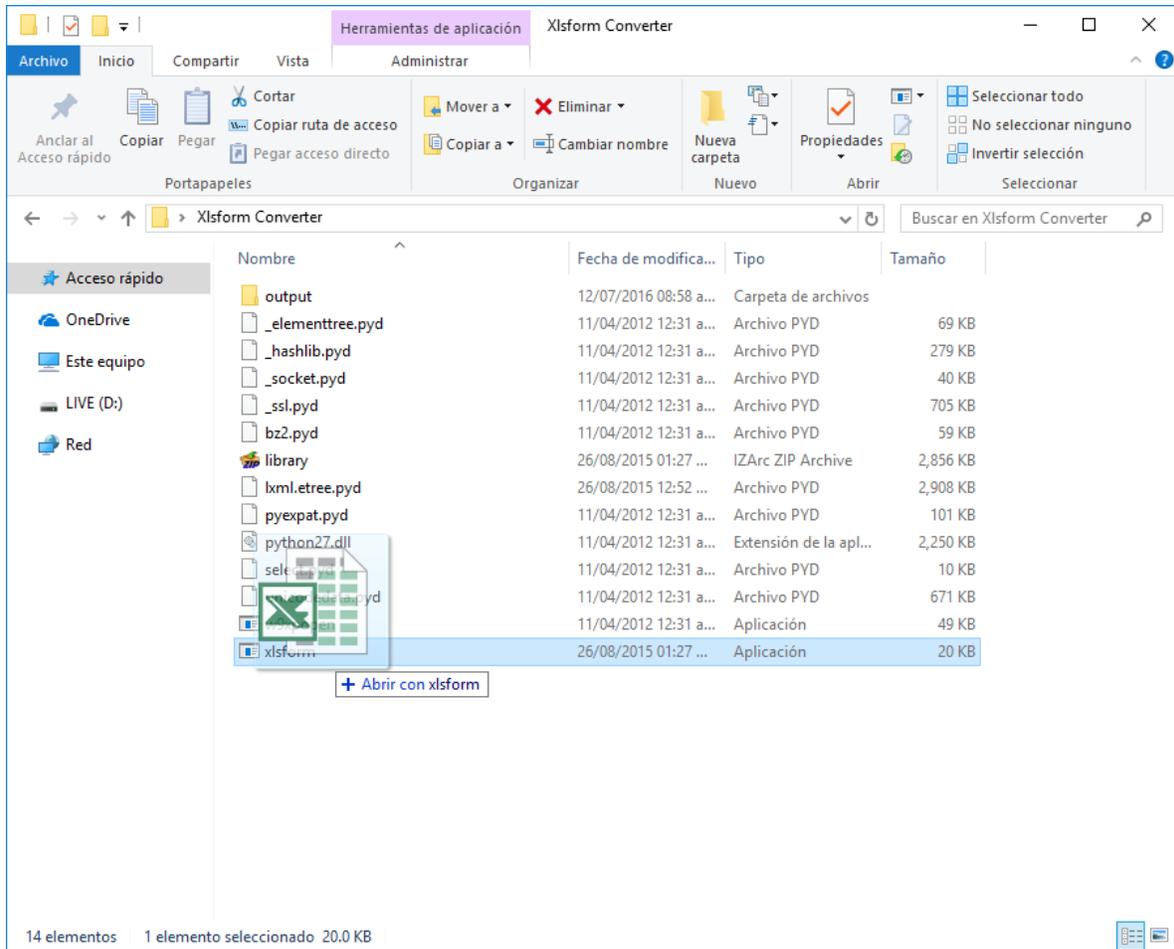
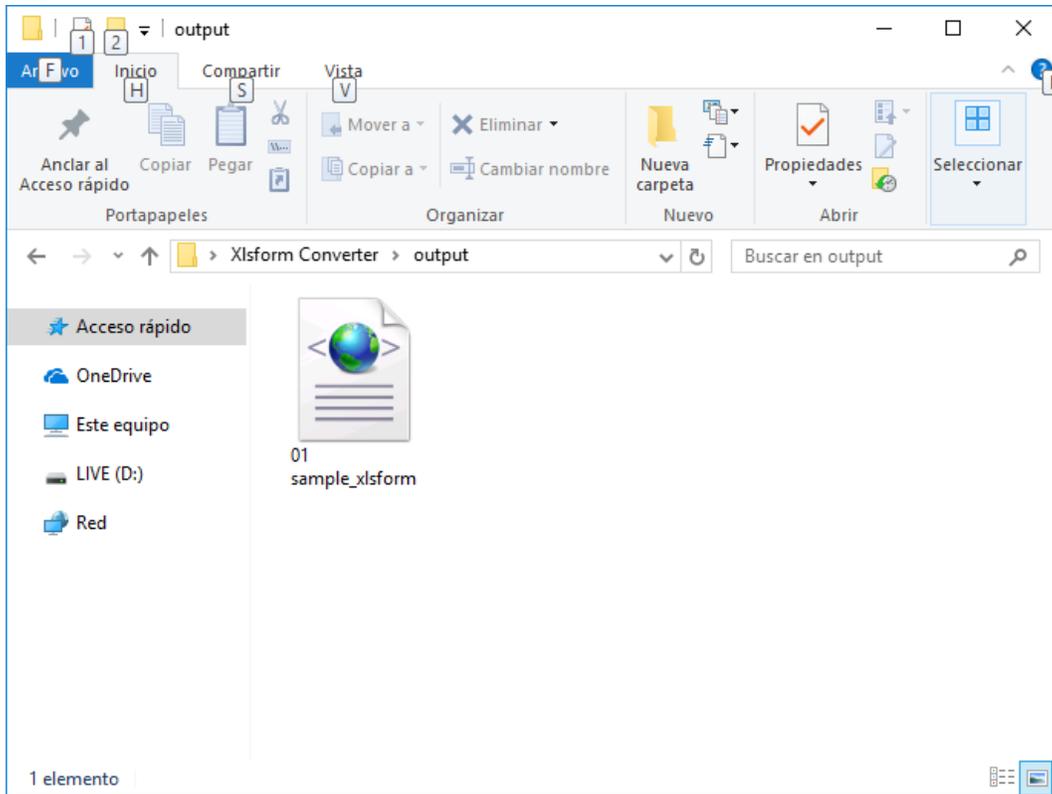


Imagen 34. Validando formulario con la aplicación de escritorio.

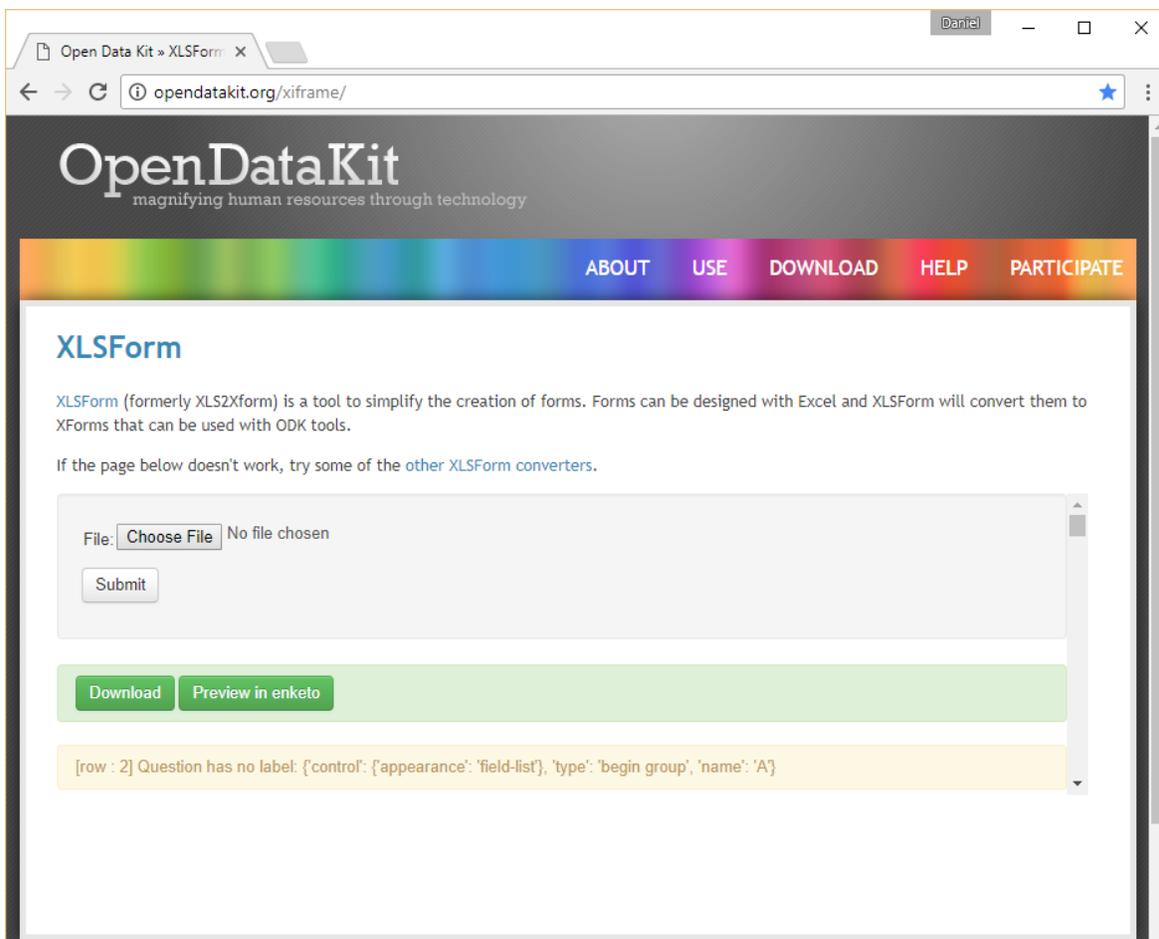
2. Arrastrar el archivo Excel sobre el archivo xlsform.exe y si esta correcto o incorrecto automáticamente lo convertirá a XML, si esta incorrecto se abrirá el programa xlsform.exe e indicará el error para corregirlo.



*Imagen 35. Formulario XLS convertido a XML.*

3. En este caso se ha tomado de ejemplo el formulario que provee ODK, con esto ya se tiene el archivo XML que se deberá subir al servidor.

La otra vía y la más recomendable para realizar la conversión del archivo Excel a XML es vía online ya que además de permitirnos validar y convertir el archivo proporciona una vista previa online del formato, para esto basta con acceder a la dirección <http://opendatakit.org/xiframe/> y subir el archivo Excel, si no es validado indicara los errores y si es aprobado aparecerá un botón verde con la leyenda “preview in Enketo”, también aparecerá el botón que permite descargarlo en formato XML.



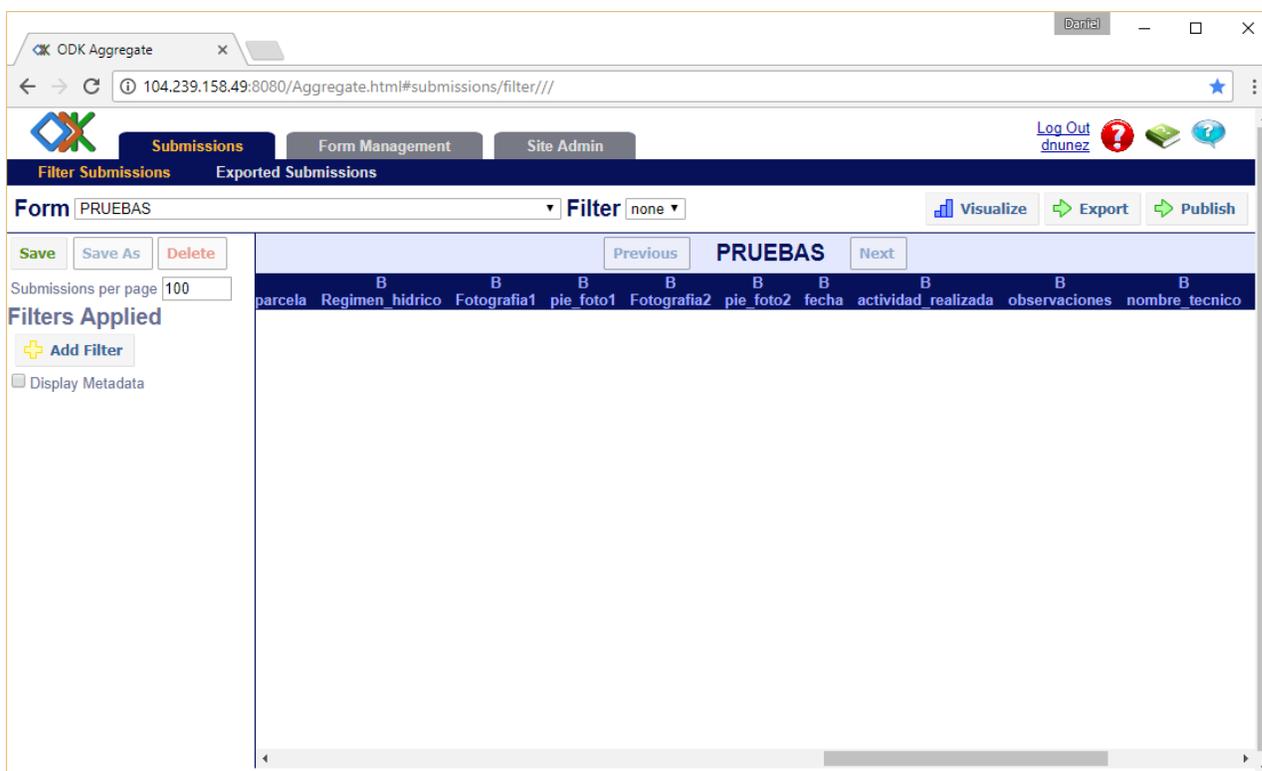
*Imagen 36. Convertidor online del formato XSLX a XML.*

Paso 4: Una vez que ya se ha creado y descargado el archivo XML por alguna de las formas mencionadas anteriormente deberá ser subido a la aplicación ODK Aggregate que fue instalada en capítulos anteriores, antes de eso de conocerá de manera más específica su funcionamiento.

## 5.3 ODK Aggregate

ODK Aggregate se divide en 3 secciones principales:

Sección A) Submissions: Las funciones principales de esta pestaña son, la visualización de los registros que han sido recibidos, filtrado de registros, transferencia de información en formatos como CSV o KML, en el submenú Exported Submissions se realiza la descarga de los archivos que se han generado.

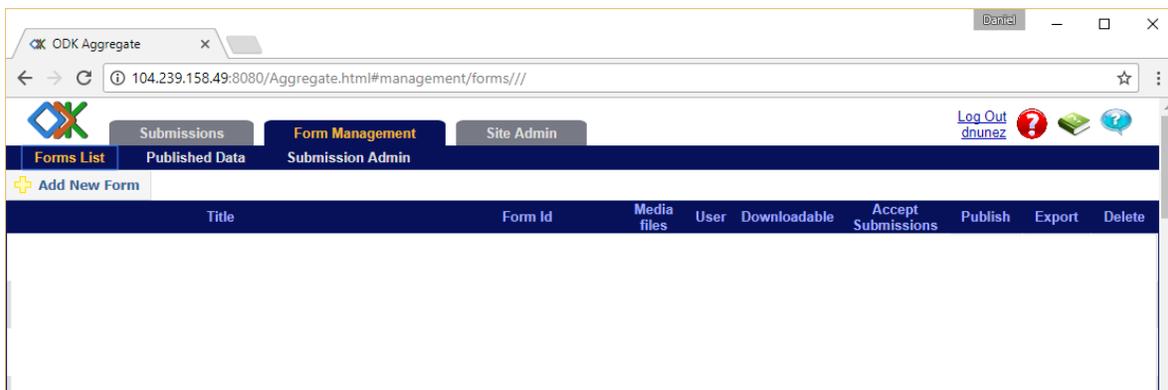


*Imagen 37. Pantalla principal de ODK Aggregate.*

Sección B) Form Management: Desde esta pestaña se realizan múltiples funciones referentes a la administración, cuenta con tres submenús:

- Forms List: Muestra todos los formatos que actualmente se encuentran en el servidor, desde esta pantalla también se permite habilitar o deshabilitar la subida de información a algún formato en específico, también permite habilitar o deshabilitar su descarga en los dispositivos móviles.

- **Published Data:** Desde este submenú es posible visualizar la información que sea clasificada como “publica”, es decir que cualquier persona sin tener cuenta de ODK puede consultar.
- **Submission Admin:** En ocasiones cuando existe una falla con la conexión a internet y no se realiza una subida correcta de información del móvil al servidor esos formularios se alojan en esta pestaña, esto suele suceder principalmente cuando el formato contiene fotografías.



*Imagen 38. Sección Form Management desde la pestaña en donde se encontrarían los formularios.*

Sección C) Site Admin: Desde la pestaña se realiza la administración del sitio, es posible crear, eliminar y editar usuarios, así como también crear y modificar sus contraseñas, es importante saber que en ODK los nombres de usuario y contraseñas son asignadas individualmente a cada usuario, es decir en caso de olvidarla debe ser consultada con el administrador del Sistema.

Desde esta pestaña también es posible otorgar cierto nivel de permisos a cada usuario, estos niveles son los siguientes:

- **Data collector:** Este tipo de cuenta se otorga únicamente a las personas que van a capturar información desde el dispositivo móvil, tiene derecho a descargar los formatos, y enviar la información recolectada al servidor.

- **Data Viewer:** Una persona que tiene acceso a este tipo de cuenta tiene derecho a poder acceder a la interfaz del ODK Aggregate, además de poder visualizar y exportar la información del formato que desee.
- **Form Manager:** Este tipo de cuenta además de tener los mismos derechos que un data viewer, tiene derechos para poder agregar o borrar los formularios del ODK Aggregate
- **Site Administrator:** Este tipo de cuenta, tiene todos los derechos mencionados anteriormente pero además tiene acceso a esta pestaña de Site Admin.

Es posible realizar combinaciones de permisos, por ejemplo, un usuario puede ser Data collector y Data Viewer al mismo tiempo

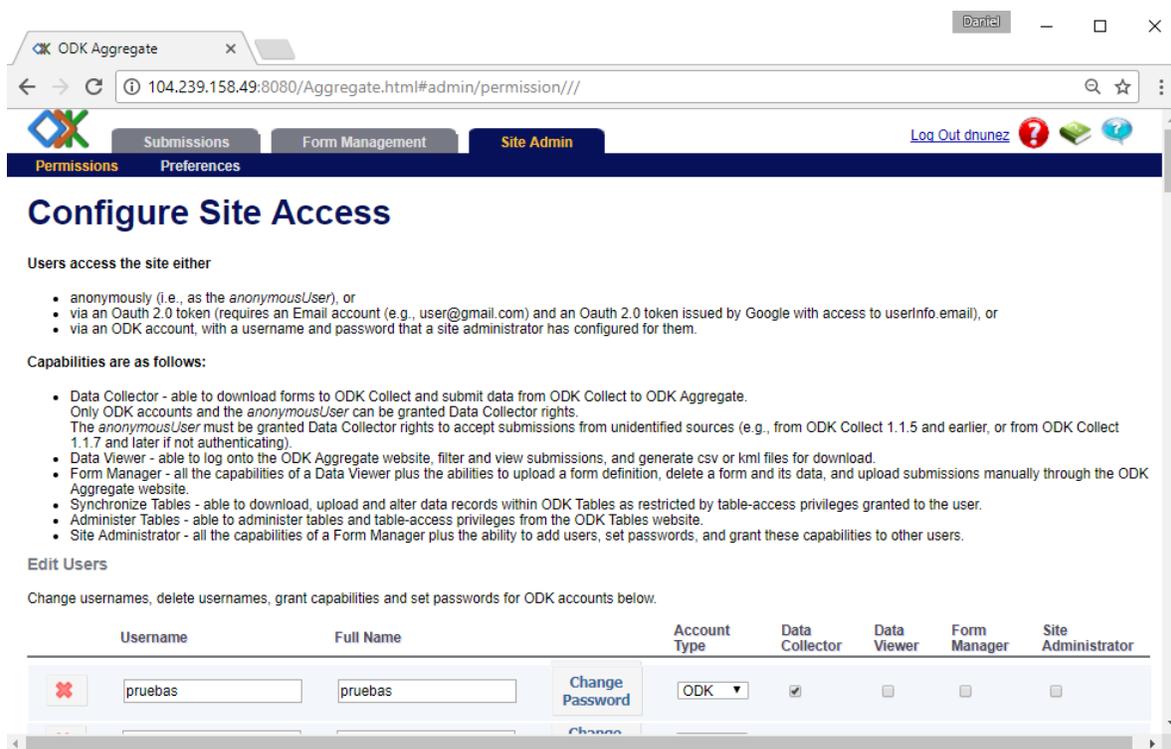


Imagen 39. Pestaña Site Admin del ODK Aggregate.

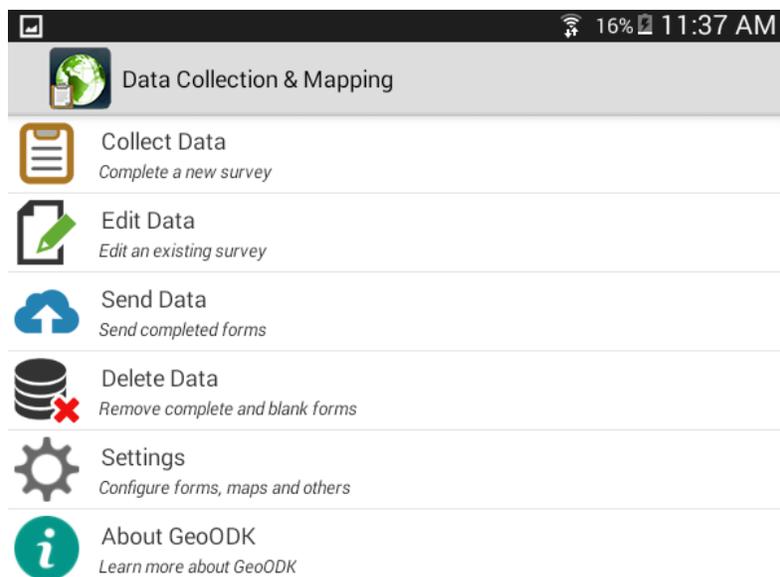
Ya se ha conocido el funcionamiento de ODK Aggregate, a continuación, se conocerá a detalle el funcionamiento de la aplicación móvil

## 5.4 ODK Collect /GeoODK

ODK collect es una aplicación móvil desarrollada por ODK, en ella es donde se descargan los formularios que se han desarrollado y subido al servidor, ya que el conjunto de herramientas de ODK es de código abierto existen diversas adaptaciones de esta herramienta, una de estas es GeoODK, esta versión de ODK, permite mapear los puntos que han sido recolectados, esta es la versión de ODK que se implementará el proyecto Buena Milpa.

A continuación, se revisará a detalle el funcionamiento de esta herramienta.

1. Descargarla desde la aplicación Play store de Google.
2. Al ingresar se verá una pantalla similar a la siguiente:



*Imagen 40. Menú principal de la aplicación GeoODK*

3. Las funciones de todos estos submenús son las siguientes:

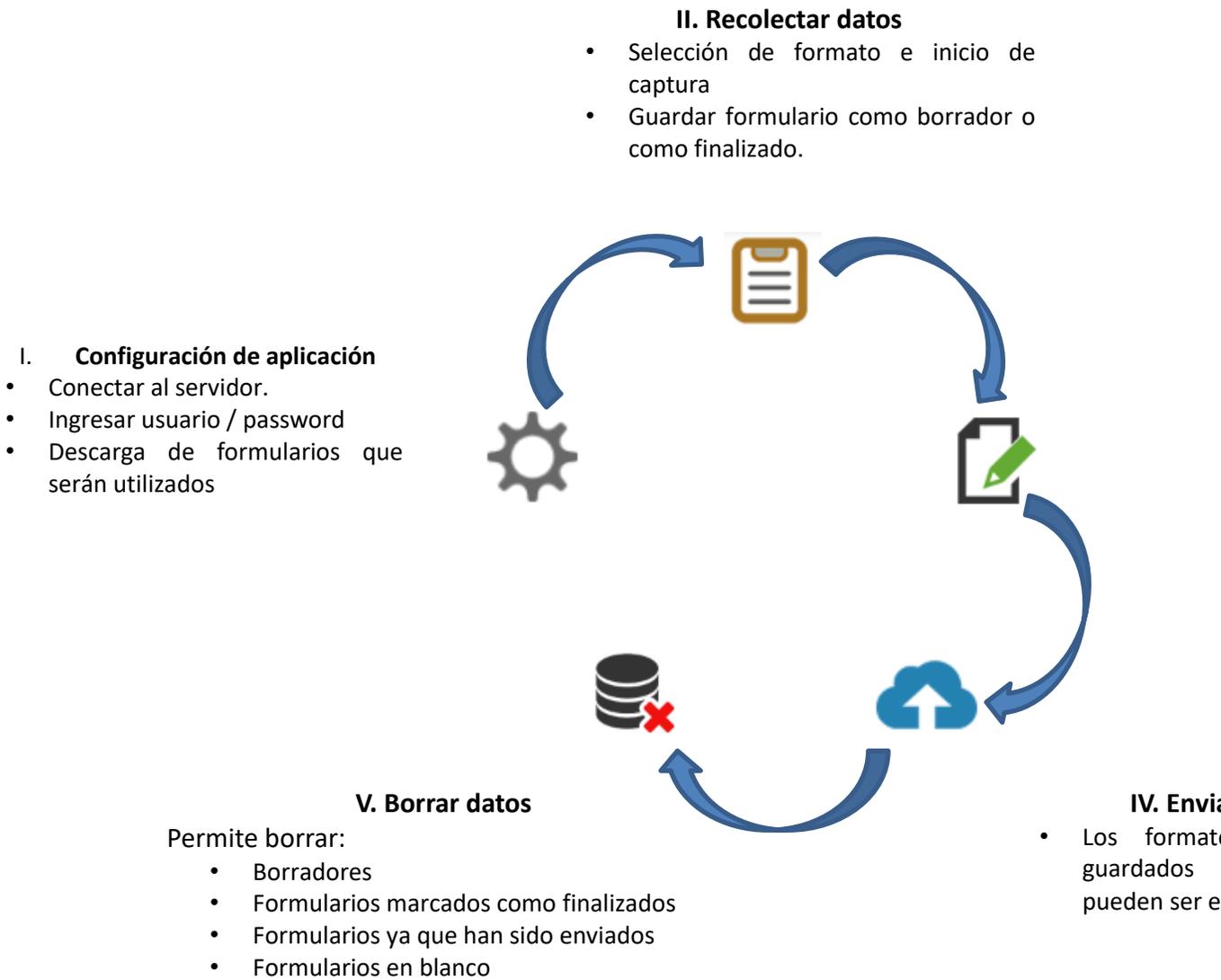
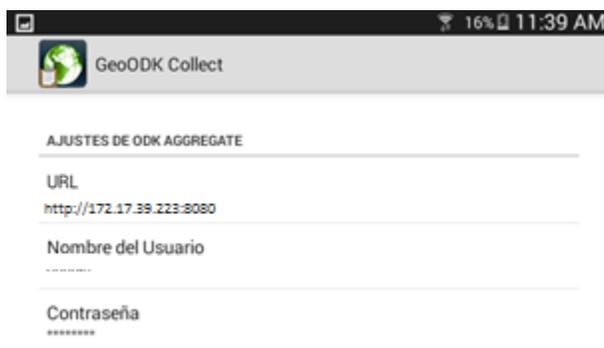


Figura 3. Ciclo de funcionamiento de la aplicación GeoODK Collect.

## 5.4.1 Configuración del servidor y descarga de formatos

Este es el primer paso para iniciar con la aplicación, desde el menú principal el usuario debe:

1. Acceder a “Settings” y posteriormente a “Configurar ajustes de plataforma”, una vez ahí debe sustituir la dirección URL que esta por default por la dirección del servidor, que en este caso será: <http://172.17.39.223:8080> .
2. Ingresar el usuario y contraseña que le ha sido proporcionado (En este caso será definido más adelante)



*Imagen 41. Configuración del servidor, usuario y contraseña de la aplicación.*

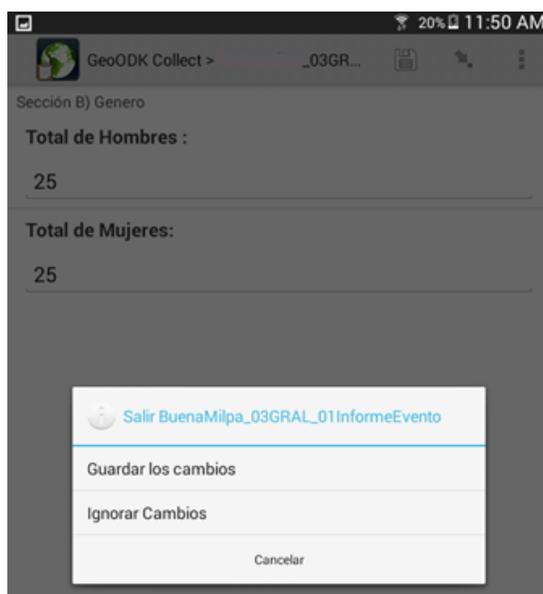
3. Una vez que ya se ha configurado la aplicación correctamente se deben descargar los formularios, para ello ir a la sección “Form Management’ que también se encuentra en el menú Settings, al ingresar se mostrara el listado de formularios, se deberán marcar las casillas y a continuación pulsar en “Obtener los seleccionados” como a continuación se detalla:



*Imagen 42. Formularios desarrollados para el proyecto.*

### 5.5.2 Captura en aplicación móvil.

Una vez que se han descargado los formularios el usuario procederá al llenado desde el menú *Collect Data*, al ingresar deberá elegir alguno de los formatos y posteriormente iniciar con el llenado.



*Imagen 43. Pausado del llenado de un formato.*

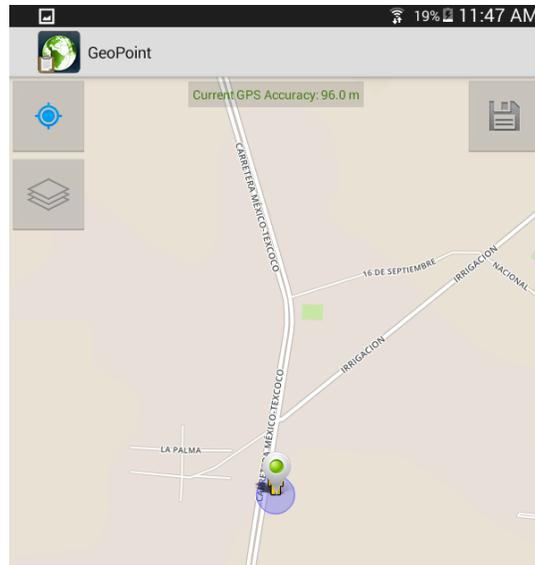
Durante el proceso de llenado el usuario tiene la opción de pausar el mismo, para ello basta pulsar el botón *Back* del dispositivo, se mostrará una pantalla similar a la de la imagen 43.

Dependiendo del formato es posible encontrar diversos tipos de preguntas, como: abiertas, de selección múltiple, de selección única, de imagen, números enteros, números decimales y localización geográfica, para capturar esta última se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento:



*Imagen 44. Botón Obtener localización*

1. Pulsar el botón *Obtener localización*, al presionar sobre este botón inmediatamente aparecerá la pantalla en la cual será capturada la localización.



*Imagen 45. Capturando localización.*

2. Después de haber pulsado se mostrará una pantalla como la de la imagen 45, el mapa puede no mostrarse ya que este depende de la disponibilidad de una conexión a internet y si la persona se encuentra en campo y no cuenta con ella es posible que no se muestre el mapa, sin embargo, aunque no se cuente con conexión a internet la localización será capturada ya que el punto depende del GPS del dispositivo.

Es recomendable esperar un par de minutos en esta pantalla hasta que la leyenda color verde *Current GPS Accuracy* disminuya hasta un número menor a 15.

Es importante considerar que la exactitud de la localización dependerá de:

- El tiempo que se le da a los satélites para localizar el dispositivo.
- Condiciones climáticas.
- Si la persona que captura se encuentra en un lugar abierto o cerrado.



*Imagen 46. Guardado de localización.*

3. Después de esperar a que la ubicación sea más precisa, pulsar en el botón en forma de disquete, con esto la ubicación geográfica habrá quedado guardada como se muestra en la imagen superior



*Imagen 47. Finalización de llenado de un formato.*

Al final del llenado de cada formato se muestra una pantalla en la cual el usuario puede nombrar el registro que acaba de llenar como desee, este nombre que el usuario asigne sirve únicamente para control interno, ya que lo que ahí escriba no se verá reflejado en el servidor.

Para completar el llenado del formulario pulsar en el botón “Guardar formulario y salir” que se encuentra al final de cada formato. Con este último paso el formulario ha quedado guardado en el dispositivo, pero aún no ha sido enviado al servidor.

Nota: Si se marca la casilla “Marcar formulario como finalizado” el registro estará disponible para enviar y para poder seguir editándolo, si no se marca solo estará disponible para seguir editando.

### 5.5.3 Envío de un registro capturado.



*Imagen 48. Formulario preparado para ser enviado.*

Nos encontramos en el paso más importante del proceso, ya que en este paso la información es enviada al servidor. Para realizar el proceso de envío es necesario ingresar al menú que tiene como icono una nube azul con una flecha apuntando hacia arriba, dentro de este menú se encontraran los formatos que ya se han marcado como finalizados, se deberán seleccionar los formatos pulsando sobre el cuadro que se encuentra del lado derecho y posteriormente pulsar en el botón *Enviar seleccionado*, con esta acción se ha completado la etapa de envío.

### 5.5.4 Borrado de registros y formatos en blanco

Por ultimo desde el menú *Delete data* que está representado por el icono de una base de datos con una cruz es posible borrar tanto los formularios en blanco (Plantillas base) como también los formularios guardados (Formularios que ya enviamos o los que están en proceso de llenado)



*Imagen 49. Menú borrado de formularios.*

En el menú superior del lado izquierdo se puede observar la leyenda Formularios guardados, estos son los que ya se han comenzado a llenar o que ya se han enviado, en el menú del lado derecho se encontraran los formularios en blanco que descargamos del servidor y que la aplicación manda a llamar cada que se quiere enviar un registro de ese formato.

Con los pasos descritos anteriormente se ha finalizado el proceso de descarga, llenado, envío y borrado de un registro en la aplicación GeoODK, a continuación, se muestra un resumen del funcionamiento general de todas las herramientas de ODK en conjunto.

## 5.6 Diagrama del funcionamiento general de ODK

En el siguiente diagrama se destacan los actores y herramientas básicas para el funcionamiento de un proyecto a realizarse con la suite de herramientas de ODK.

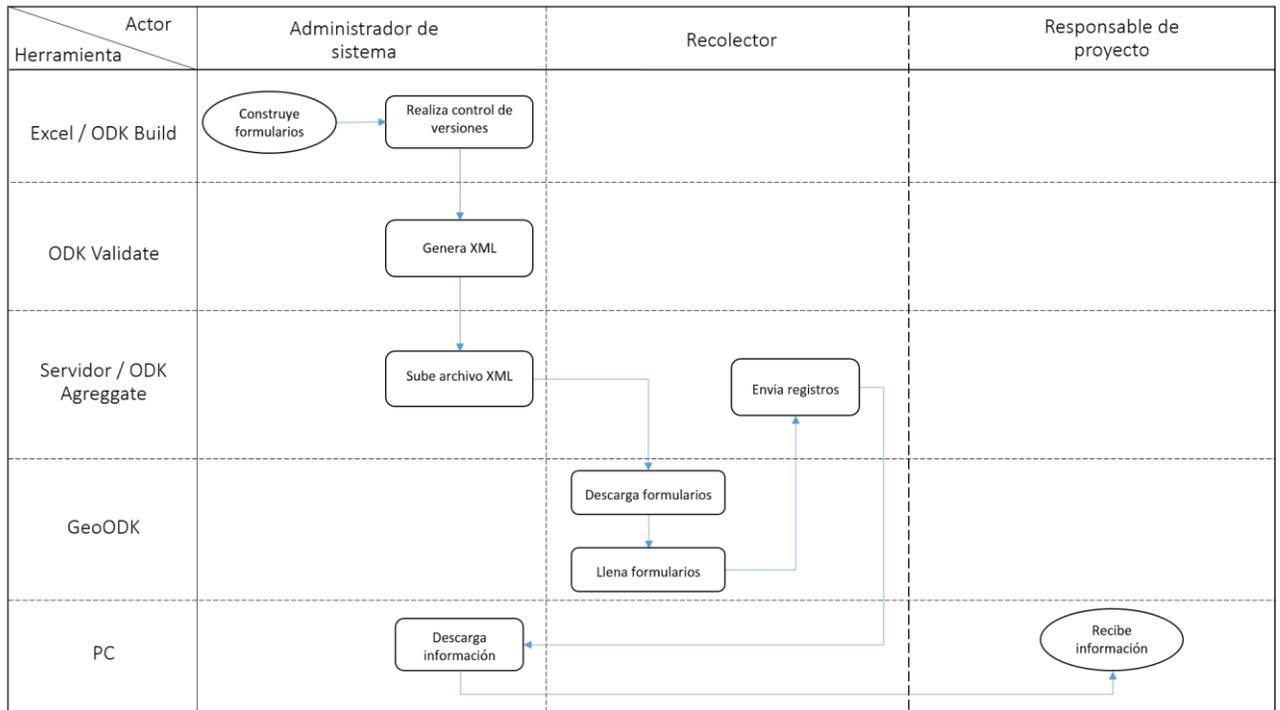
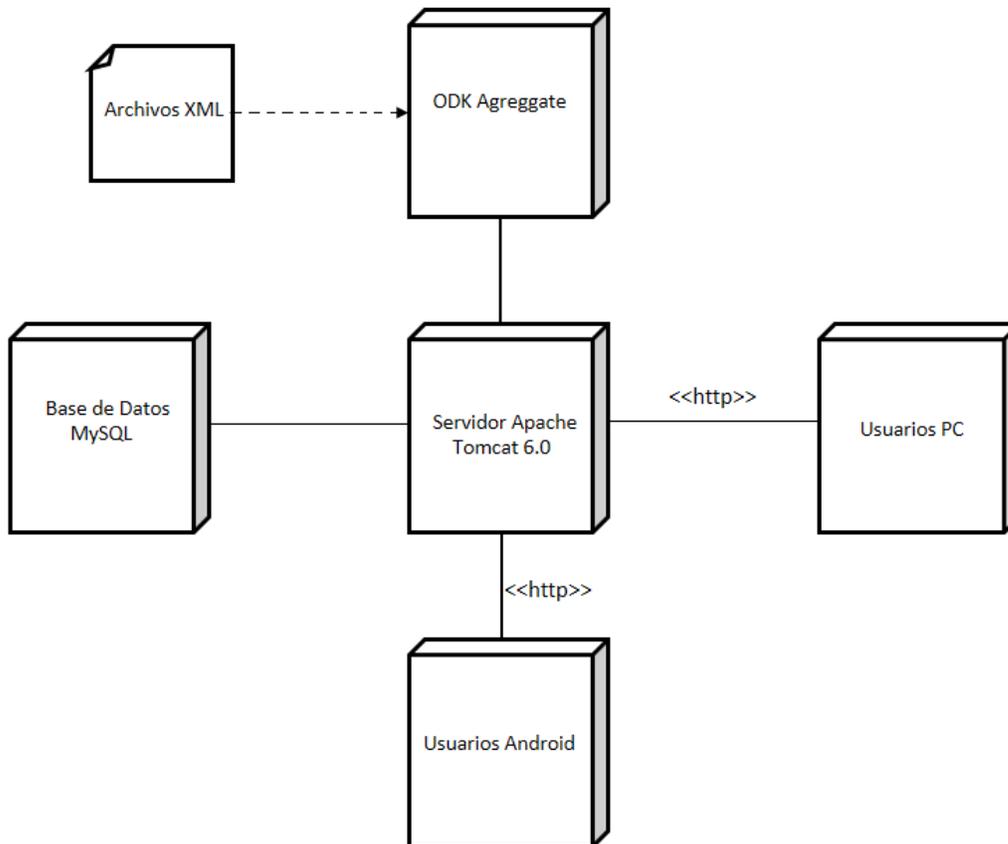


Figura 4. Flujo de información ODK.

## 5.7 Diagrama de despliegue del sistema ODK



*Figura 5 . Diagrama de despliegue del sistema ODK*

Como puede observarse en el anterior diagrama para la implementación del sistema el servidor Apache Tomcat es la pieza fundamental para el funcionamiento de este, ya que de él dependen las conexiones principales como los son la base de datos, la aplicación ODK Agregatte y es puerto de entrada y salida para los datos.

## VI. Caso práctico del proyecto Buena Milpa

Regresando al caso del proyecto Buena Milpa Guatemala, es importante recordar que los principales objetivos de la adopción de sistema de captura ODK son:

- Optimizar los tiempos de captura.
- Evitar gastos innecesarios en papel.
- Tener la información digitalizada en el menor tiempo posible.

Para establecer los roles y actividades de cada uno de los involucrados en el proceso se diseñó un diagrama de actividades, donde se pueden destacar los siguientes actores; Equipo CIMMYT, Equipo Buena Milpa, Técnico y Productor.

Una vez identificados los actores las actividades y el flujo de estas son los detallados en el siguiente diagrama:

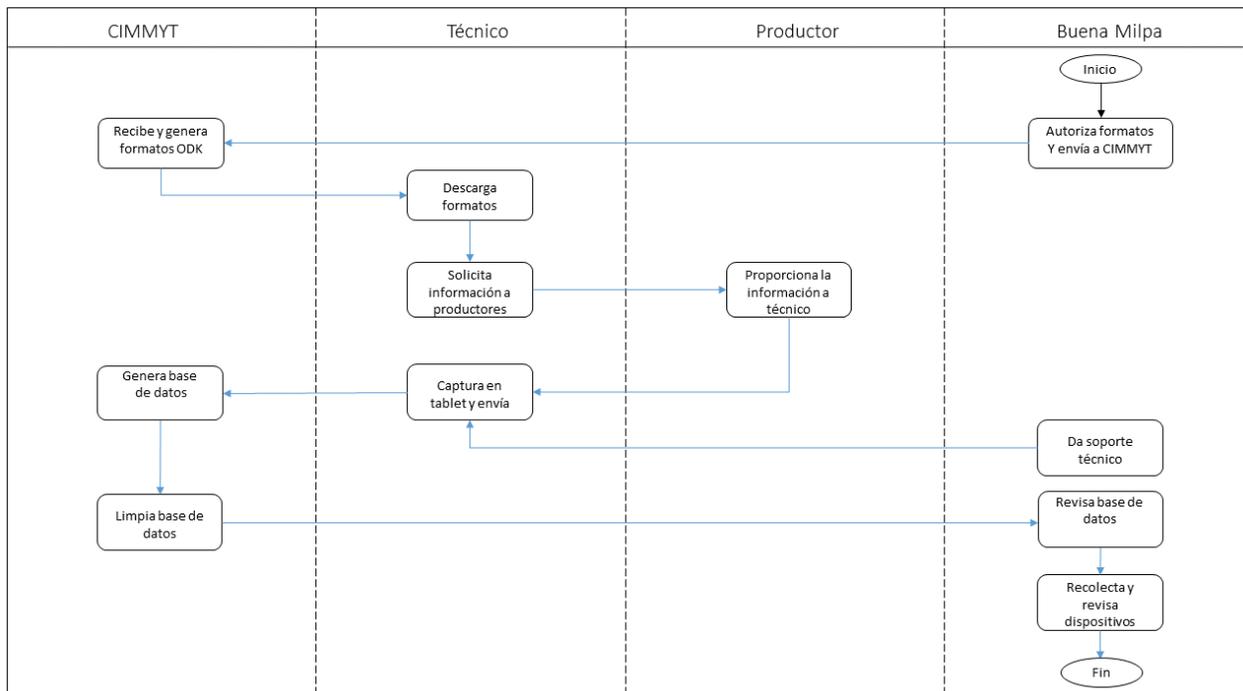


Figura 6. Flujo de información ODK adaptado al proyecto Buena Milpa.

De acuerdo al diagrama la primera actividad definida consiste en que el Equipo Buena Milpa envié el diseño en un procesador de textos de los formularios al Equipo CIMMYT, los formatos recibidos se pueden clasificar en dos ramas;

Escalamiento (ESC): Consisten en documentos que ayudan a los técnicos del proyecto principalmente a recolectar la información en campo.

General (GRAL): Al igual que los anteriores son capturados por técnicos del proyecto, pero sirven para recolectar información que servirá de soporte para las tareas administrativas.

Los formatos recibidos fueron los siguientes:

- 01 ESC-Bitácora de Escalamiento: Esta bitácora permite integrar información de las actividades realizadas en parcelas de escalamiento, así como también los costos de producción y el rendimiento alcanzado.
- 02 ESC-Áreas Impacto: Se utiliza para registrar aquellas parcelas agrícolas en donde un productor implementa y adopta alguna innovación o tecnología, la cual fue influenciada por las actividades del proyecto buena milpa a través de su red de colaboradores.
- 03 ESC-Formato de Visita: Utilizado por los colaboradores del proyecto para registrar cada visita que alguno de los técnicos realice a las parcelas que están involucradas directamente en el proyecto.
- 04 ESC-Bitácora de Fitomejoramiento: Esta bitácora permite capturar información vinculada con el uso de tecnologías relacionadas con el mejoramiento de las semillas, las cuales son utilizadas por los productores a los cuales el proyecto buena milpa ha brindado asistencia técnica.
- 05 ESC-Bitácora de Zoomejoramiento: Permite al técnico capturar información sobre las actividades relacionadas con la producción avícola de los agricultores que participan en el proyecto.
- 06 GRAL-Informe de Evento: Este formato es utilizado por los técnicos colaboradores del proyecto buena milpa para registrar sus eventos y/o

talleres que realizan para productores que implementan las tecnologías promovidas en el proyecto.

- 07 GRAL-Organizaciones: Formato utilizado para el registro de las diferentes organizaciones que colaboran con el proyecto Buena Milpa.
- 08 GRAL-Registro de Técnicos: Formato utilizado para el registro de los técnicos de los diferentes colaboradores del proyecto Buena Milpa.

## 6.1 Desarrollo de formularios

Una vez que los formatos fueron recibidos por CIMMYT se procedió a su desarrollo en Excel de acuerdo a la definición de los XFORMS, las definiciones utilizadas para el desarrollo de estos formatos fueron revisadas en el punto 5.1.1.

A continuación, se muestra un cuadro con el detalle de los componentes técnicos de cada uno de los formatos y una captura de pantalla por cada uno de los 8 formatos desarrollados.

Nombre del formato	ID en el servidor	Numero de variables	Numero de desviaciones lógicas.	Número de cálculos
01 ESC-Bitácora de Escalamiento	BM-01-ESC	178	76	7
02 ESC-Áreas Impacto	BM-02-AI	30	17	7
03 ESC-Formato de Visita	BM-03-FV	31	7	0
04 ESC-Bitácora de Fitomejoramiento	BM-04-FIT	114	38	13
05 ESC-Bitácora de Zoomejoramiento	BM-05-ZOOM	32	4	1
06 GRAL-Informe de Evento	BM-06-EVE	49	2	3
07 GRAL-Organizaciones	BM-07-ORG	19	4	0
08 GRAL-Registro de Técnicos	BM-08-TECN	23	1	0

*Tabla 5. Características de los formatos desarrollados.*

1	name	label	hint	constraint	constrain _mes ge	requir	appear	def	relevant
3	logos								
4	Encabezado	BITACORA AGRONOMICA PARA ESCALAMIENTO I. DATOS GENERALES							
5	Nombre_productor	Nombre del productor:				yes			
6	Apellido_paterno	Apellido Paterno:				yes			
7	Apellido_materno	Apellido Materno:				yes			
8	DPL_productor	DPI del productor:	13 Dígitos. <= 9999999999999			yes	numbers		
9	celular	Celular:	(En 8 dígitos. <= 99999999)			yes	numbers		
10	Departamento	Departamento:				yes	minimal		
11	Municipio	Municipio:				yes	minimal		
12	Nombre_localidad	Nombre de la Localidad:				yes			
13	responsable_terreno	Responsable del terreno:					minimal		
14	sexo_quien_aplica_tecnologia	Genero de quien aplica la tecnología:				yes			
15	edad_quien_aplica	Edad de quien aplica tecnología:		<= 99		yes			
16	tipo_hogar	Tipo de hogar:				yes	minimal		
17	etnia	Etnia:				yes	minimal		
18	participo_parcela_anio_pasado	¿Participo esta parcela el año pasado en el proyecto?				yes			
19	participo_productor_anio_pasado	¿Participo el productor el año pasado en el proyecto?				yes			
20	tiene_animales	¿La familia tiene animales?				yes			
21	A								
22	cuales_animales	¿Cuales?				yes			selected(\$ tiene_a
23	otro_animal	Otro animal:				yes			selected(\$ cuales_
24	Unidades_en_que_mide	Unidades en que mide:				yes			
25	B						field-list		
26	Superficie_manzanas	Superficie en manzanas:				yes			selected(\$ Unidad
27	Superficie_20_varas	Superficie en Cuerdas de 20 varas:				yes			selected(\$ Unidad
28	Superficie_21_varas	Superficie en Cuerdas de 21 varas:				yes			selected(\$ Unidad
29	Superficie_25_varas	Superficie en Cuerdas de 25 varas:				yes			selected(\$ Unidad
30	Superficie_30_varas	Superficie en Cuerdas de 30 varas:				yes			selected(\$ Unidad
31	Superficie_40_varas	Superficie en Cuerdas de 40 varas:				yes			selected(\$ Unidad
32	Superficie_50_varas	Superficie en Cuerdas de 50 varas:				yes			selected(\$ Unidad
33	Superficie_Hectareas	Superficie en Hectareas:				yes			selected(\$ Unidad

Imagen 50. Desarrollo de la bitácora de escalamiento.

3	logos								
		REPORTE DE ÁREA DE IMPACTO							
	Titulo	Se usa este formulario cuando un(a) agricultor(a) con quien está trabajando se adapta o adopta una nueva practica promovida en el proyecto Buena Milpa. No se pueden registrar parcelas que previamente a la colaboración con Buena Milpa ya usaban, solamente para nuevas adiciones.							
		I. DATOS GENERALES							
4									
5	Nombre_productor	Nombre del productor:				yes			
6	Apellido_paterno	Apellido Paterno:							
7	Apellido_materno	Apellido Materno:							
8	Departamento	Departamento:				yes	minimal		
9	Municipio	Municipio:				yes	minimal		
10	Nombre_localidad	Nombre de la Localidad:				yes			
11	geopoint_test	Capturar localización:				yes			
12	Unidades_en_que_mide	Unidades en que mide:				yes			
13	A								
14	B						field-list		
15	Superficie_manzanas	Superficie en manzanas:				yes			selected(\$
16	Superficie_20_varas	Superficie en Cuerdas de 20 varas:				yes			selected(\$
17	Superficie_21_varas	Superficie en Cuerdas de 21 varas:				yes			selected(\$
18	Superficie_25_varas	Superficie en Cuerdas de 25 varas:				yes			selected(\$
19	Superficie_30_varas	Superficie en Cuerdas de 30 varas:				yes			selected(\$
20	Superficie_40_varas	Superficie en Cuerdas de 40 varas:				yes			selected(\$
21	Superficie_50_varas	Superficie en Cuerdas de 50 varas:				yes			selected(\$
22	Superficie_Hectareas	Superficie en Hectareas:				yes			selected(\$
23	B						field-list		
24	C								
25	Manzanas_X_conversion	Manzanas_X_conversion							selected(\$
26	manzanas_a_ht	Equivalencia de manzanas a hectáreas:							selected(\$
27	cuerdas_20_varas_X_conversion	20_varas_X_conversion							selected(\$
28	cuerdas_20_varas_a_ht	Equivalencia de Cuerdas de 20 varas a hectáreas:							selected(\$
29	cuerdas_21_varas_X_conversion	21_varas_X_conversion							selected(\$
30	cuerdas_21_varas_a_ht	Equivalencia de Cuerdas de 21 varas a hectáreas:							selected(\$
31	cuerdas_25_varas_X_conversion	25_varas_X_conversion							selected(\$

Imagen 51. Desarrollo del formato para registro de Áreas de Impacto.



1	type	name	label	hint	constraint_message	required	appear	default	releva
2	begin group	A							field-list
3	note	logos							
4	note	Titulo	BITACORA	(Cultivo principal maíz)					
5	text	Nombre_productor	Nombre del			yes			
6	text	Apellido_paterno	Apellido Paterno:			yes			
7	text	Apellido_materno	Apellido Materno:			yes			
8	text	DPI_productor	DPI del productor:	13 Digos del	. <= 9999999999999	yes			numbers
9	text	celular	Celular:	(En 8 digitos)	. <= 99999999				numbers
10	select1	Departamento	Departamento:			yes			minimal
11	select1	municipios	Municipio	Municipio:		yes			minimal
12	text	Nombre_localidad	Nombre de la			yes			
13	select1	responsable_terreno	Responsable del			yes			minimal
14	select1	sexo_quien_aplica_te	sexo_quien_aplica_tecnologia	Genero de quien		yes			
15	integer	edad_quien_aplica	Edad de quien		. <= 99	yes			
16	select1	tipo_hogar	tipo_hogar	Tipo de hogar:		yes			minimal
17	select1	etnias	etnia	Etnia:		yes			minimal
18	integer	No_integrantes_familia	Número de		. <= 99	yes			
19	select1	continuidad_parcela	participo_parcela_anio_pasado	¿Participó esta		yes			
20	select1	continuidad_productor	participo_productor_anio_pasado	¿Participó el		yes			
21	geopoint	geopoint_test	Capturar			yes			
22	integer	Altitud	Altitud del terreno:	(metros sobre el nivel del mar)		yes			
23	select1	Unidades_en_que_mide	Unidades en que			yes			
24	end group	A							
25	begin group	B							field-list
26	decimal	Superficie_manzanas	Superficie en			yes			select
27	decimal	Superficie_20_varas	Superficie en			yes			select

Imagen 54. Desarrollo de la bitácora de Fitomejoramiento

2	A	B	C	D	E	F	G
2	begin group	A					fi
3	note	logos					
4	note	Datos_generales	INFORME DE EVENTO				
5	text	Nombre_evento	Nombre del evento:				yes
6	text	Objetivo_general	Objetivo general del evento:				yes
7	text	Objetivo_especifico	Objetivo especifico del evento:				yes
8	date	fecha_inicio_evento	Fecha de inicio del evento:				yes
9	date	fecha_termino_evento	Fecha de termino del evento:				yes
10	text	Tema	Tema:				yes
11	geopoint	geopoint_test	Capturar localización:				yes
12	end group	A					
13	begin group	B					fi
14	select1	Departamento_realizacion	Departamento donde fue realizado:				yes
15	select1	municipios_realizacion	Municipio donde fue realizado:				yes
16	text	Nombre_localidad	Nombre de la Localidad:				yes
17	text	Desarrollo_evento	Desarrollo del evento:	Descripcion	string-length(.)<=500	El desarro	yes
18	text	acuerdos_seguimiento	Acuerdos y seguimiento:				yes
19	image	Imagen1	Fotografía del evento 1:				yes
20	text	pie_foto1	Pie de Foto 1:				yes
21	image	Imagen2	Fotografía del evento 2:				yes
22	text	pie_foto2	Pie de Foto 2:				yes
23	end group	B					
24	begin group	C	A) NUMERO DE ASISTENTES POR CATEGORIA	(Es necesario llenar todos los campos, colocar "0" en fi			
25	integer	Productores	Numero de Productores:		. <= 200		yes
26	integer	Representantes_gobierno	Numero de Representantes de instituciones		. <= 200		yes
27	integer	Representantes_sector_priv	Numero de Representantes del sector privado:		. <= 200		yes
28	integer	Representantes_ONGS	Numero de Representantes de ONGS:		. <= 200		yes
29	integer	Representantes_sociedad_c	Numero de Representantes Sociedad Civil:		. <= 200		yes

Imagen 55. Desarrollo del formato de reporte de evento.

	type	name	label	hint	constraint	constraint_message	required	appearance
1								
2	begin group	A						field-list
3	note	logos						
4	note	titulo	REGISTRO DE ORGANIZACIONES					
5	date	Fecha_registro	Fecha registro				yes	no-calendar
6	note	titulo2	DATOS DE LA ORGANIZACION					
7	text	Nombre	Nombre de organización:				yes	
8	select1 Departamento	Departamento	Departamento donde opera:				yes	minimal
9	select1 municipios	Municipio	Municipio:				yes	minimal
10	text	Nombre_localidad	Nombre de la Localidad:				yes	
11	end group	A						
12	begin group	B						field-list
13	text	tipo_organizacion	Tipo de organización:				yes	
14	text	Persona_responsable	Persona responsable:				yes	
15	text	Correo_contacto	Correo del contacto:				yes	
16	text	direccion	Dirección de la organización:				yes	
17	integer	Telefono	Teléfono :	(8 digitos. <= 99999999)			yes	
18	select1 si_no	aplica_tecnologias	¿Aplica tecnologías o practicas promovidas por el proyecto?				yes	
19	select1 tecnicosBM	Nombre_tecnico	Nombre del técnico que				yes	minimal
20	end group	B						
21	begin group	C						field-list
22	select_multiple tecnologias	cuales_tecnologias	¿Cuales tecnologías aplica?				yes	
23	select1 si_no	recibio_asistencia_tecnica	¿Ha recibido algun tipo de asistencia tecnica?				yes	
24	text	Nombre_tecnico_otro	Nombre completo del técnico				yes	

Imagen 56. Desarrollo del formato para el registro de organizaciones.

	type	name	label	hint	constraint	constraint_message	required
1							
2	begin group	A					
3	note	logos					
4	note	titulo	REGISTRO DE TECNICOS				
5	date	Fecha_registro	Fecha registro				yes
6	text	Nombre	Nombre:				yes
7	text	Apellido_paterno	Apellido paterno:				yes
8	text	Apellido_materno	Apellido materno:				yes
9	text	DPI_tecnico_captura	DPI del técnico:	13 Dígitos. <= 999999999999			yes
10	select1 genero	Genero	Genero				yes
11	text	Institucion	Institución donde labora:				yes
12	text	Correo	Correo:				yes
13	integer	Telefono	Teléfono:	(8 digitos. <= 99999999)			yes
14	select1 num_mpios	num_mpios	Numero de departamentos donde da cobertura:				yes
15	end group	A					
16	begin group	B					
17	select1 departamento	departamento1	Departamento donde da cobertura #1:				yes
18	select_multiple municipios	Municipios1	Municipios del departamento #1 donde da cobertura				yes
19	text	Localidades1	Localidad(es) 1:				yes
20	end group	B					
21	begin group	C					
22	select1 departamento	departamento2	Departamento donde da cobertura #2:				yes
23	select_multiple municipios	Municipios2	Municipios del departamento #2 donde da cobertura				yes
24	text	Localidades2	Localidad(es) 2:				yes
25	end group	C					
26	begin group	D					
27	select1 departamento	departamento3	Departamento donde da cobertura #3:				yes
28	select_multiple municipios	Municipios3	Municipios del departamento #3 donde da cobertura				yes
29	text	Localidades3	Localidad(es) 3:				yes
30	end group	D					
31	image	Firma	Firma del técnico				yes
32	select1 colaborador	Colaborador	Colaborador				yes
33	text	Especifique_colaborador	Especifique las siglas del colaborador				yes
34	text	Confirme_password	Confirme contraseña GeoDDK (debe ser la contraseña proporcionada al colaborador)				yes

Imagen 57. Desarrollo del formato para el registro de técnicos.

Después de haber terminado y desarrollado los formatos en Excel, se procedió a validarlos en la herramienta online *ODK Validate* la cual ODK provee para ello,

esta se encuentra disponible en la siguiente dirección web: <http://opendatakit.org/xiframe/> , como se comentó en el apartado 5.2 una vez que es validado el archivo Excel *ODK Validate* da la opción de descargar el archivo XML y fue lo que sucedió con los 8 archivos Excel, fueron validados y obtenidos los 8 archivos XML que son los que fueron subidos a la aplicación ODK Aggregate la cual se encuentra en el servidor.

## 6.2 Formularios en el servidor

Antes de subir los 8 Archivos XML al servidor el equipo de Knowledge Management de CIMMYT, realizo la configuración de este, la cual fue detallada a lo largo de todo el capítulo IV. Después de la validación de los formularios se procedió a subirlos a la aplicación ODK Aggregate la cual se encuentra ubicada en el servidor <http://104.239.158.49:8080> , los archivos subidos fueron los siguientes:

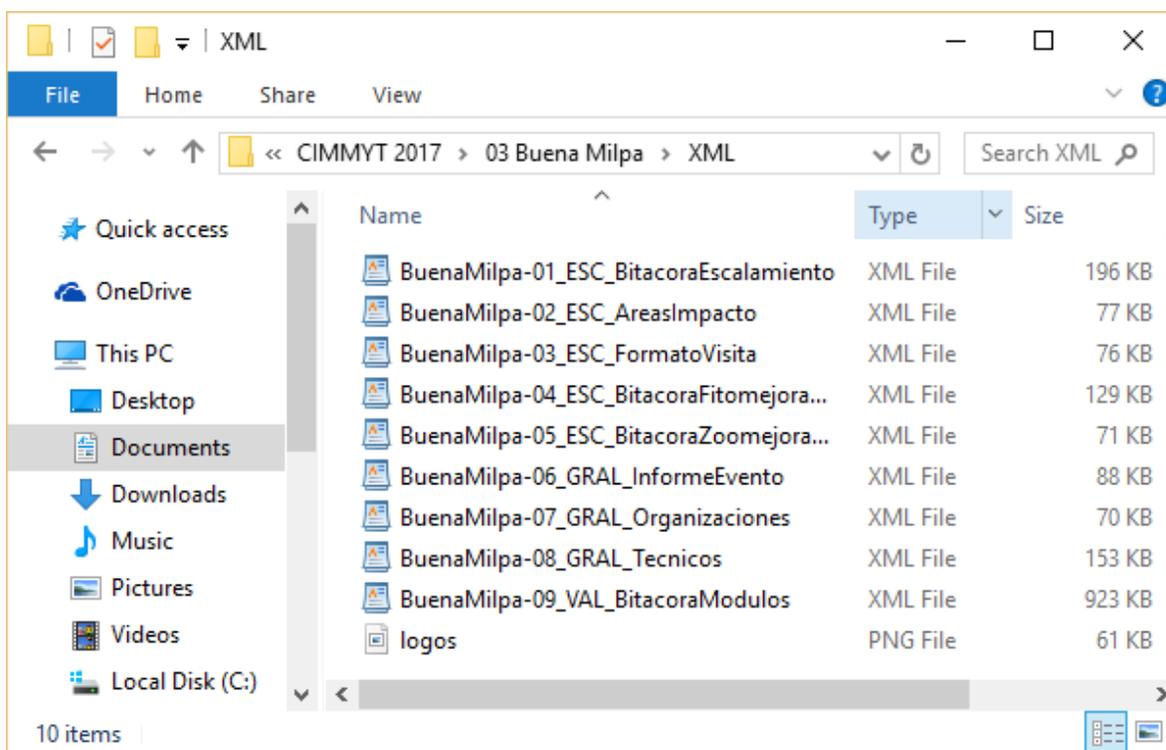


Imagen 58. Formularios convertidos en XML y preparados para subir al servidor.

Title	Form Id	Media files	User	Downloadable	Accept Submissions	Publish	Export	Delete
<a href="#">BuenaMilpa-01_ESC_BitacoraEscalamiento</a>	BM-01-ESC	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-02_ESC_AreasImpacto</a>	BM-02-AI	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-03_ESC_FormatoVisita</a>	BM-03-FV	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-04_ESC_BitacoraFitomejoramiento</a>	BM-04-FIT	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-05_ESC_BitacoraZoomejoramiento</a>	BM-05-ZOOM	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-06_GRAL_InformeEvento</a>	BM-06-EVE	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-07_GRAL_Organizaciones</a>	BM-07-ORG	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<a href="#">BuenaMilpa-08_GRAL_RegistroTécnicos</a>	BM-08-TECN	1	dnunez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			

Imagen 59. Formularios disponibles en el servidor.

### 6.3 Formularios en GeoODK

Finalmente, los formularios fueron subidos al servidor, por lo cual a partir de ese momento estuvieron disponibles para que los técnicos del proyecto a quienes se les prestó una tablet comenzaran la recolección de la información en campo.

Las características de los equipos que fueron utilizados son las siguientes:

Frecuencia del procesador	1,3 GHz
Número de núcleos de procesador	4
Memoria interna	1 GB
Memoria almacenamiento	8 GB

Para los técnicos encargados de recolectar la información de campo los formularios se visualizaron en los dispositivos móviles de la siguiente manera:

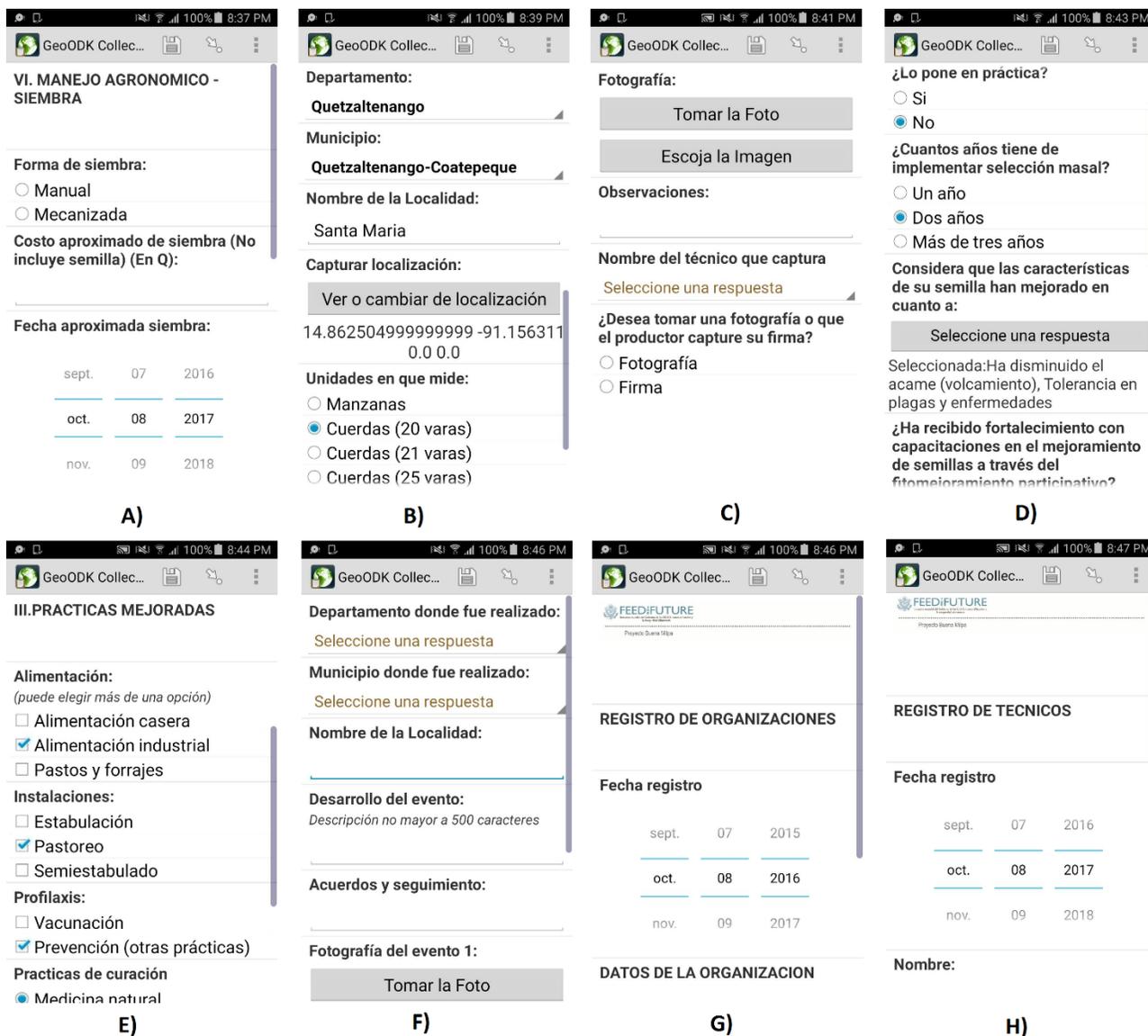


Imagen 60. Formularios en Aplicación móvil.

Los formularios de la imagen 60 están ordenados de la siguiente manera: A) Bitácora de Escalamiento (Sección donde se especifican los detalles de la siembra), B) Formulario de Áreas de Impacto (Sección donde se identifica la localización), C) Formato de Visita (Sección final donde el técnico toma evidencia de su visita), D) Bitácora de fitomejoramiento (Sección principal), E) Bitácora de Zoomejoramiento (Sección de prácticas mejoradas), F) Reporte de evento (Sección de descripción de actividades), G) Registro de Organizaciones (Sección inicial), H) Registro de técnicos (Sección inicial)

## 6.4 Información recolectada

Los encargados de recolectar la información fueron los técnicos de los colaboradores, que se encargan de asistir directamente a los productores beneficiarios del proyecto Buena Milpa, durante el año 2015-2016 participaron los siguientes colaboradores:

- ADIPO (Asociación de Desarrollo Integral para el Occidente)
- ASOCUCH (Asociación De Organizaciones De Los Cuchumatanes)
- ASODINE (Asociación de Desarrollo Integral de Agricultores Nueva Esperanza)
- CDRO (Cooperación para el Desarrollo Rural de Occidente.)
- FP-BM (Fitomejoramiento Participativo)
- Cooperativa la Igualdad

La información fue recolectada y enviada al servidor durante los meses Mayo - Octubre de 2016, periodo tras el cual en el servidor fueron recibos la siguiente cantidad de datos:

<b>Nombre del formato</b>	<b>Número de registros recibidos</b>
01 ESC-Bitácora de Escalamiento	1843
02 ESC-Áreas Impacto	5
03 ESC-Formato de Visita	1118
04 ESC-Bitácora de Fitomejoramiento	669
05 ESC-Bitácora de Zoomejoramiento	453
06 GRAL-Informe de Evento	192
07 GRAL-Organizaciones	20
08 GRAL-Registro de Técnicos	41

*Tabla 6. Información recolectada durante el periodo 2015-2016.*

El uso que se le da a la información recibida en cada uno de los formatos tiene como objetivos principales ayudar a optimizar las tareas administrativas y apoyar al proyecto a cuantificar el impacto de este mediante la evaluación del conteo de indicadores, este procedimiento se realiza al cierre del anual del proyecto para posteriormente entregar un reporte al donante.

En nuestro caso la bitácora más importante que fue capturada fue la bitácora de escalamiento de la cual se recibieron 1843 registros, la importancia de esta bitácora radica en que en ella son capturados todos los datos relacionados con el productor, las tecnologías que implementa, costos, rendimientos y en general el manejo agronómico que realiza a la parcela.

A continuación, se muestran algunos gráficos relacionados con la captura de esta bitácora.

## 6.5 Resultados

### Bitacoras de Escalamiento 2016 por colaborador

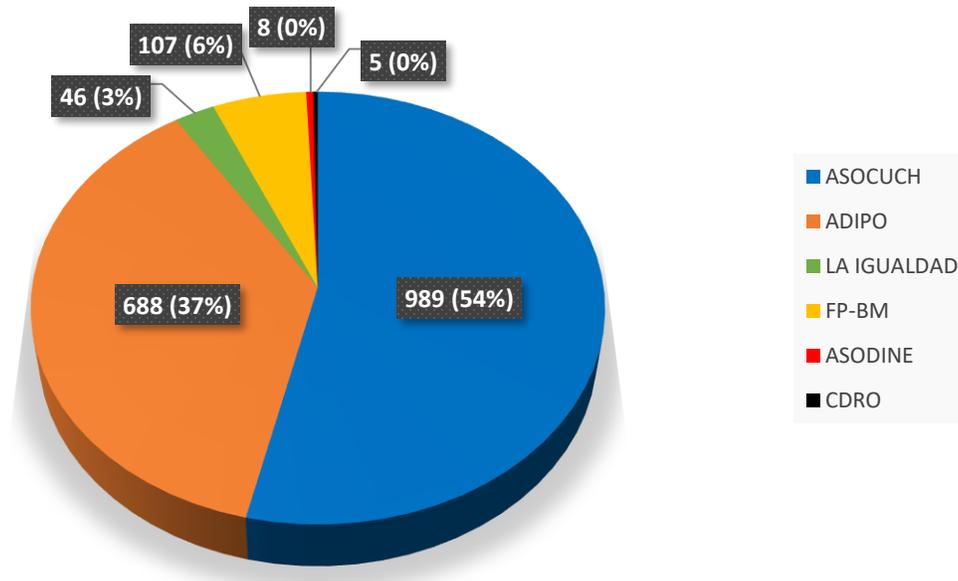


Figura 7. Bitácoras de Escalamiento recibidas por cada colaborador.

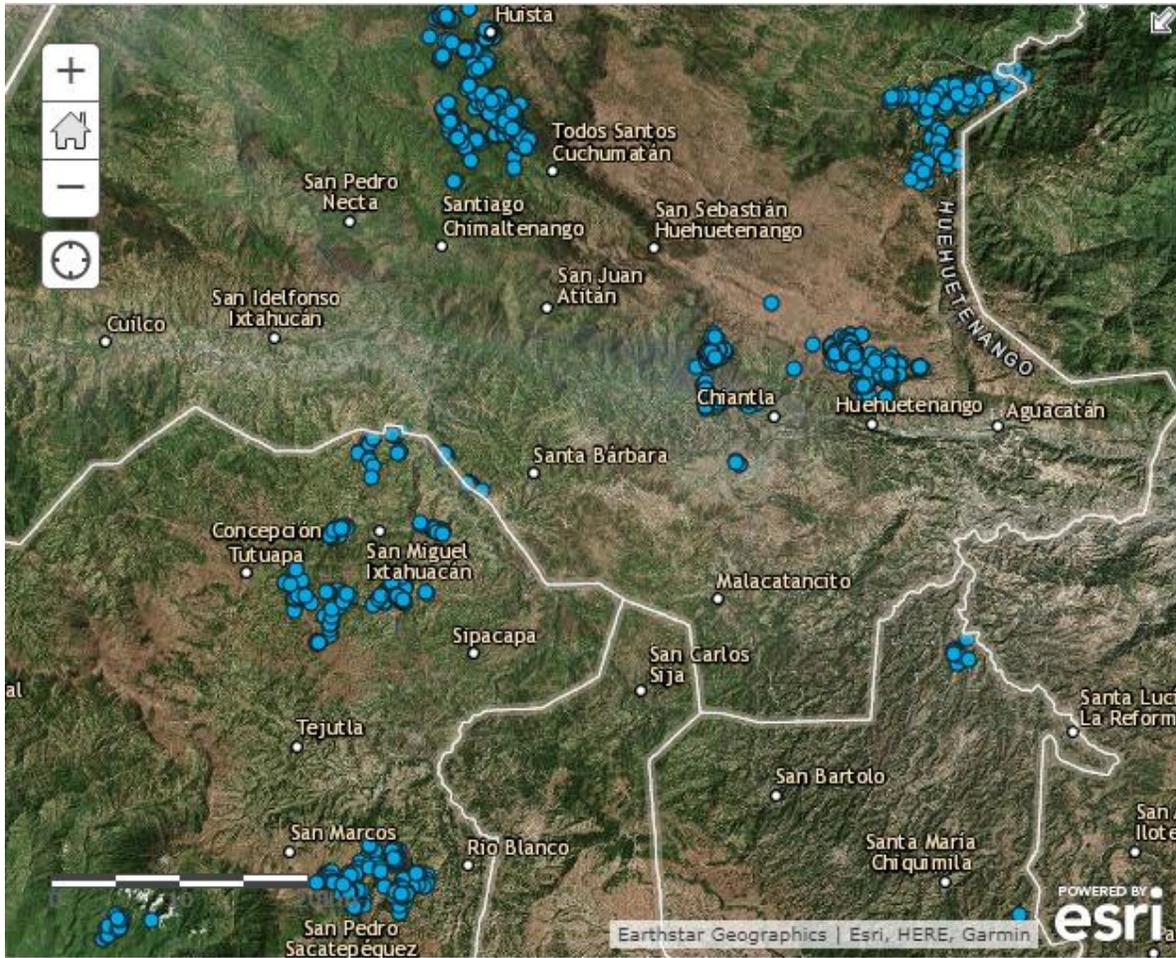
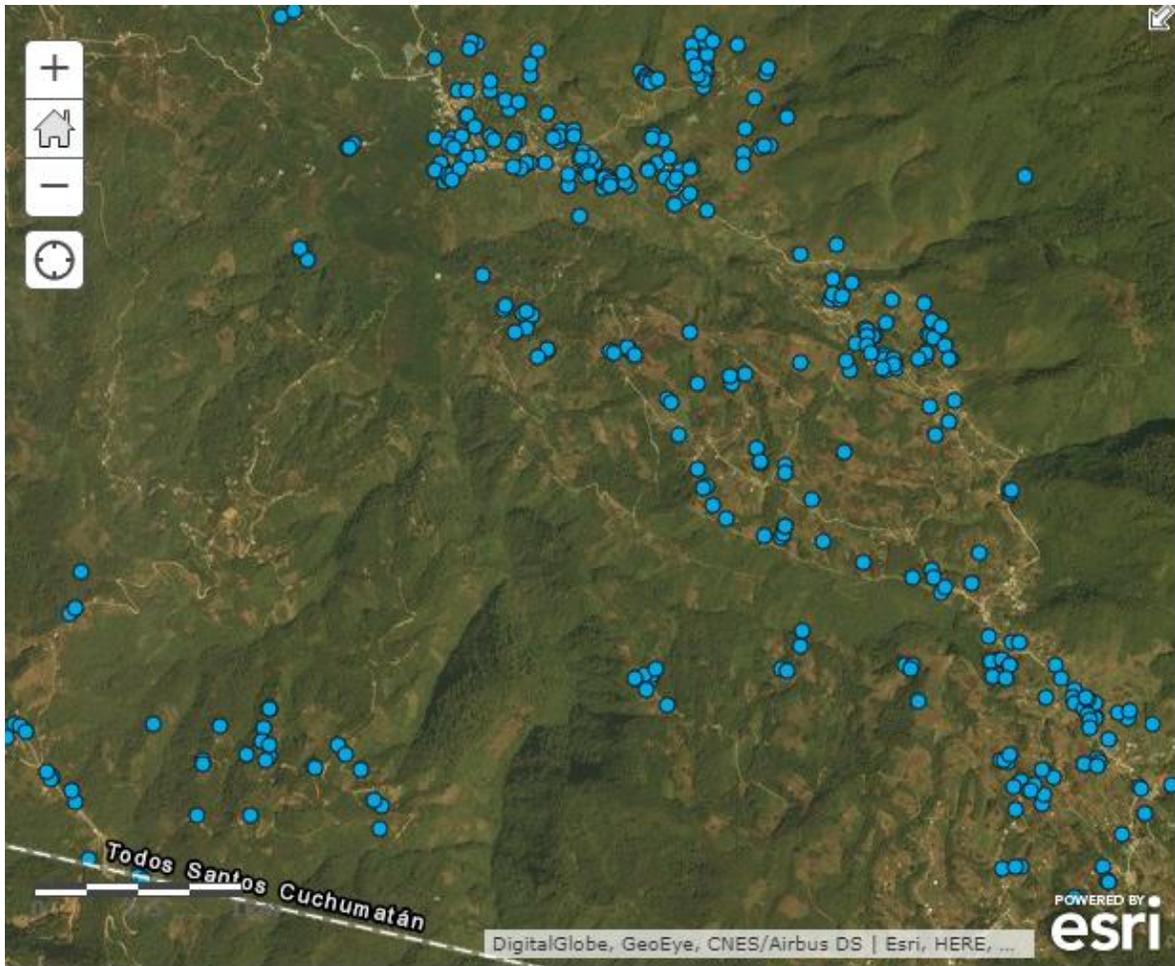


Imagen 61. Puntos de geográficos de los diferentes departamentos en la región occidente de Guatemala donde fue levantada la información de la bitácora de escalamiento.



*Imagen 62. Zoom realizado a la región de Todos Santos Cuchumatan.*

## Superficie intervenida por departamento

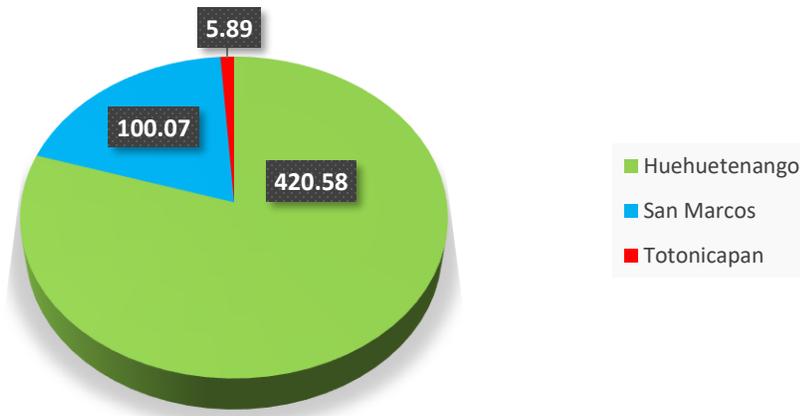


Figura 8. Superficie intervenida por departamento.

Superficie intervenida por proyecto buena milpa en cada departamento, el tamaño promedio de las parcelas donde el proyecto tuvo alcance es de 0.3 ha

### Principales tecnologías adoptadas por productores participantes en el proyecto Buena Milpa

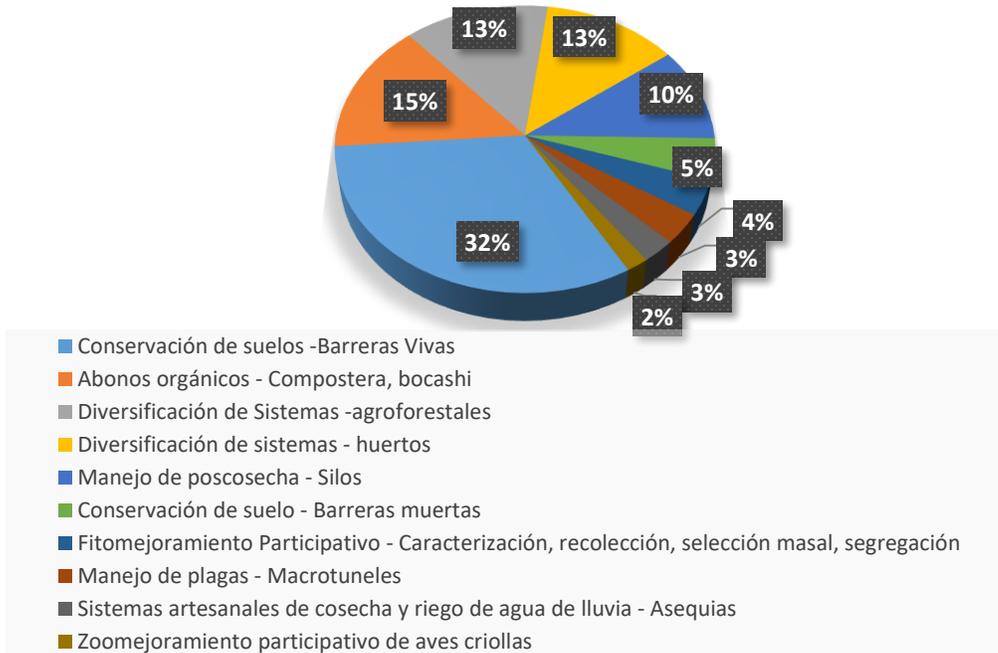


Figura 9. Principales tecnologías adoptadas por los productores participantes en el proyecto Buena Milpa

### Genero de quienes se encargaron de aplicar las tecnologías

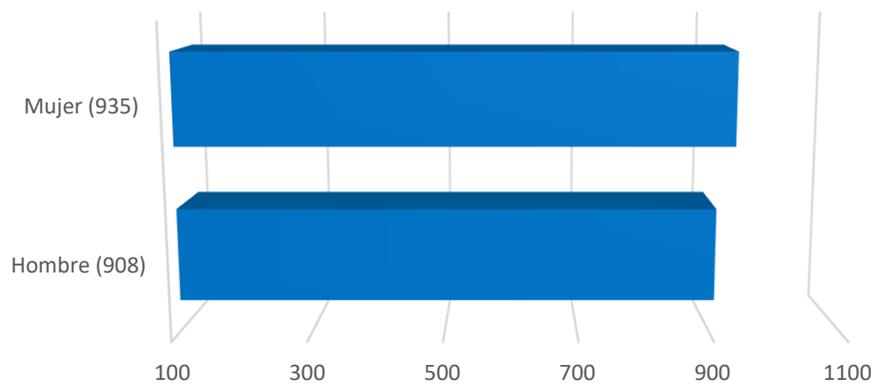


Figura 10. Genero de quienes se encargan de aplicar las tecnologías.

## **VII. Conclusiones y trabajo a futuro.**

Se logró realizar el proceso de captura de datos de una manera sencilla y utilizando software libre que no genero al proyecto costos adicionales por su uso.

A pesar de ser un reto el iniciar con el uso de un sistema de captura móvil en zonas donde usualmente no existe un responsable técnico cercano que pueda apoyar con su uso, la implementación del sistema fue llevada a cabo exitosamente y sin contratiempos.

En sistema de captura móvil facilito la captura, y el proyecto Buena Milpa Guatemala fue el primero en utilizar este sistema de captura propuesto por la unidad ICT4Ag perteneciente al Programa de Intensificación Sustentable (SIP) de CIMMYT, la suite de herramientas ODK fue adoptada y actualmente se utiliza para la captura de múltiples formatos en aproximadamente 8 proyectos diferentes.

En ocasiones es difícil convencer a las personas e instituciones la adopción de un nuevo sistema, sea cual sea. Sin embargo, con el paso del tiempo las personas lo terminaran adoptando, influyen en gran medida factores como la edad y la resistencia al cambio.

Además de facilitar la captura de datos la implementación del sistema agiliza la salida de información ya que una vez que los datos son enviados al servidor están listos para ser descargados y analizados para ser convertidos en información.

## Referencias

- [1] Peña Alejandro. (2006). Ingeniería de Software: Una Guía para Crear Sistemas de Información. Mexico, Distrito Federal, IPN.
- [2] Barnes S. (1996). Cyberspace: Creating paradoxes for the ecology of self. Creskill: Hampton Press.
- [3] Hurtado R. Juan (2009). Administración y Seguridad de Servidores . 06/05/2016, de Instituto de biotecnología UNAM Sitio web: <http://www.ibt.unam.mx/jmanuel/cursoservidores/tiposervidores.html>
- [4] Date, C. J (2001). Introducción a los sistemas de bases de datos. PEARSON EDUCACIÓN, México.
- [5] Wikimedia Commons. (04/05/2016). Android. 06/05/2016, de Wikipedia Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Android>
- [6] Morillo P. Julián (Año desconocido). Introducción a los dispositivos móviles. Universidad Oberta de Cataluña, Modulo 2, 56.
- [7] Gaetano Borriello . (2010). Home. 06/05/2016, de University of Washington Sitio web: <https://opendatakit.org/>
- [8] Javarosa Team. (Año desconocido). What is an XLSForm?. 06/05/2016, de The Javarosa Project Sitio web: <http://xlsform.org/>
- [9] Exes. (Año desconocido). XML ¿QUÉ ES?. 06/05/2016, de Exes Sitio web: <http://www.mundolinux.info/que-es-xml.htm>
- [10] Calo, Adam. (2011). Un sistema de monitoreo comunitario basado en móviles. un estudio de caso en la Sierra Madre de Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: Sistema de Información Bibliotecario ECOSUR.
- [11] Osundina, F. F., Oladimeji, A., Ajumobi, O., Gidado, S., Olayinka, A. T., & Nguku, P. M. (2016). Ebola Virus Disease Outbreak in Lagos, Nigeria; 2014: an Epidemiological Investigation. Online Journal of Public Health Informatics.
- [12] García Galarza, Javier Andrés. (2014). Recolección móvil de datos de especies introducidas en las islas Galápagos con dispositivos móviles inteligentes. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- [13] Hartung, Carl . (2010). Open data kit: tools to build information services for developing regions. Seattle, Washington: University of Washington.
- [14] López Helio R. (2014). Utilización de tecnologías móviles para recolección de datos. Experiencia con Open Data Kit. 06/05/2016, de Revista del Observatorio de Salud Pública de Santander Sitio web: [http://observatorio.co/web/publicaciones/datakit\\_revista\\_apro\\_soci\\_num\\_2\\_2014\\_2.pdf](http://observatorio.co/web/publicaciones/datakit_revista_apro_soci_num_2_2014_2.pdf)
- [15] Administración de Mercadotecnia, Segunda Edición, de Czinkota Michael y Kotabe Masaaki, International Thomson Editores, 2001, P.115
- [16] Sistemas de información, aspectos técnicos y legales, Primera edición, de Rodriguez Jose Manuel y Daureo Campillo Maria Jose, Almeria, 2003, P.25, 29,47
- [17] E. Kendall, Kenenneth y E. Kendall, Julie. Análisis y diseño de sistemas. Sexta edición. Pearson Educación, México, 2005

- [18] Silverschatz Abraham, Korth Henry F, Fundamentos de bases de datos. Cuarta edición. McGRAW-Hill, 2002, P.1
- [19] Curbera Francisco, The next step in web services, Communications of the ACM, October 2003
- [20] IBM Knowledge Center. (Desconocido). Componentes de aplicaciones basadas en la web. 21 Octubre 2017, de IBM Sitio web: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSEPEK\\_10.0.0/intro/src/tpc/db2z\\_componentsofwebapplications.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSEPEK_10.0.0/intro/src/tpc/db2z_componentsofwebapplications.html)
- [21] La Red Martinez David L. Sistemas Operativos, Universidad Nacional del Nordeste, P.31
- [22] Marchionn, Enzo Augusto, Administrador de servidores, 1a edición, Gradi, 2011.
- [23] Manuel Baez, Introducción a Android, 1a edición, Universidad Castilla la Mancha.
- [24] GPS Open Source. (2017). Soluciones Open Source. 25 Octubre 2017, de GPS Open Source Sitio web: <https://www.gpsos.es/soluciones-open-source/definicion-de-open-source>
- [25] Oracle. (2016). World's Most Popular Open Source Database. 25 Octubre 2017, de Oracle Sitio web: <http://www.oracle.com/us/products/mysql/overview/index.html>
- [26] Apache Foundation. (2017). Apache Tomcat. 15 Noviembre 2017, de Apache Foundation Sitio web: <https://apachefoundation.wikispaces.com/Apache+Tomcat>
- [27] Open Data Kit. (2011). The standard for mobile data collection. 12 Agosto 2017, de Open Data Kit Sitio web: <http://opendatakit.org/>
- [28] ABD-UCV Computacion. (Año desconocido). Componentes de la arquitectura de MySQL. 25 Octubre 2017, de ABD-UCV Computacion Sitio web: <https://abd-ucv-computacion.wikispaces.com/Descripcion+de+los+componentes+de+la+Arquitectura+MySQL>.