

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA CAPTURA Y GESTIÓN DE
INFORMACIÓN ASOCIADO AL ÁREA DE SALUD AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN
TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS**

Geronimo Valencia Hoyos

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de información geográfica

Línea de Investigación en Análisis Espacial

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2022

Resumen

La territorial de Salud de Caldas en su sección de salud ambiental realiza múltiples encuestas en campo con el fin de velar por la salud de todos los caldenses, las encuestas van desde revisión de sitios de preparación de alimentos o expendía hasta revisión de vehículos transportadores de los mismos, para verificar el cumplimiento de la ley de estos establecimientos, estos formatos se realizaban de manera manual, por esta razón se realizó una implementación a través del ecosistema de ESRI, con la herramienta Survey123 y el formato Xlsform se realizó la automatización y la posibilidad de ser respondidas a través dispositivos móviles incluso sin conexión a internet, estas se almacenarán en la nube de ESRI y a través de un script en python con la librería Arcpy para realizar la descarga de la información en un equipo de la Territorial, por último se construyeron cuadros de mando que permitirán navegar a través de las diversas encuestas y realizar filtros según ciertos parámetros como por ejemplo el documento de identidad del propietario del establecimiento a través del aplicativo dashboards, se digitalizaron en total 15 encuestas en 4 grupos diferentes, con el fin de hacer menos pesado el formato y se construyó un dashboard para cada uno para visualizar y filtrar la información de manera más ágil y eficiente.

Palabras clave: SIG, Encuestas en campo, survey123, Territorial de Salud de Caldas, cuadros de mando.

Abstract

The Caldas department government has a section called “Territorial de salud de Caldas” which have a branch about environmental health, It makes a lot of field surveys in order to ensure the health of all Caldas population, that surveys has many topics as review of food, how it is stored, the clean condition of sites where food is cooked, review of stores, vehicles, etc, because the law it’s a obligation to check all those sites meet all health requirements; that surveys are made by paper formats despite of technological resources then through the application Survey123 from ESRI It was made in a digital way with and special format named “XLSForm”, This allowed us to automate that surveys and made it intelligent to calculate a grade according to compliance with law for each business, the survey could be completed in a mobile device with connect even without it, all the information would be stored in the ESRI cloud service and a local server, a python script was built using Arcpy librarie to download and update the information in the local server from the cloud, it finish with four Dashboards were created in ESRI cloud environment it allows to search and filter according to some parameters like owner’s ID, owner’s name, among others, the number of transformed surveys is 15, and it was split in 4 groups because the final table which store all the information can’t storage too many columns because it could cause visualization problems in the cloud environment, besides it could generated problems when we trying to search and filter in our database.

Keywords: GIS, Field survey, Survey123, Territorial de Salud de Caldas, Dashboards.

Contenido

Planteamiento del problema de investigación y su justificación	11
Descripción del área problemática	12
Formulación del problema	14
Justificación	14
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Antecedentes	19
Implementación de Sistemas de información Geográfica en Colombia	19
Implementación de un sistema de información geográfica internacionalmente	23
Recolección de datos en campo a través de un sistema de información geográfica	25
Referente normativo y legal	29
Ley 9 de 1979 (art 594)	30
Ley 715 de 2001 (art 151, 288, 356 y 357)	30
Ley 1122 de 2007	31
Resolución 1229 de abril de 2013	33
Resolución 2674 de julio de 2013	33
Ordenanza 446 de Abril 29 de 2002	34
Referente teórico	35
Sistemas de información geográfica (SIG)	35
Tipos de datos en SIG:	40
GNSS (Global Navigation Satellite System)	41
Bases de datos espaciales	45

5 Sistema de información geográfica para la captura y gestión de la información asociado al área de salud ambiental de la Dirección Territorial de Salud de Caldas

Lenguajes de programación relacionados a los SIG	47
Python	47
Html	48
SQL	48
Javascript	49
Captura de la información en campo	50
Metodología	54
Enfoque metodológico	54
Tipo de estudio	56
Procedimiento	58
Digitalización de las actas y automatización de las mismas.	58
Desarrollo de las encuesta en Survey123 con XLSForm	66
Almacenamiento de los datos y exportación de los mismos	82
Desarrollo de la rutina en Python para realizar una sincronización de la base de datos en la nube y un servidor local	86
Elaboración de cuadros de mandos para los diferentes grupos de encuestas.	88
Resultados	103
Conclusiones	114
Recomendaciones	116
Referencias	117

Lista de figuras

Figura 1. Piramide de Hans Kelsen	30
Figura 2: Modelo de un SIG	38
Figura 3: Esquema del funcionamiento de los GNSS	42
Figura 4: Enfoques de la investigación	55
Figura 5: Árbol de problemas.	56
Figura 6: Fases del proyecto SIG para la Territorial de Salud de Caldas	57
Figura 7: Preguntas de identificación	59
Figura 8: Preguntas de conceptos anteriores	60
Figura 9: Primer bloque de la sección de evaluación	62
Figura 10: Bloque con el concepto sanitario general del acta	63
Figura 11: Preguntas finales en los formatos de evaluación	64
Figura 12: Esquema general del desarrollo de las encuestas	67
Figura 13: Opciones al crear nueva encuesta en survey123	68
Figura 14: Flujo de trabajo al crear una encuesta en survey123	69
Figura 15: Formato XLS form para survey123 connect.	70
Figura 16: Tabla de excel para la automatización del esquema xlsform.	80
Figura 17: Vista general de “ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 3” en el aplicativo web de Survey123	83
Figura 18: Pestaña analizar en una encuesta de survey123	84
Figura 19: Biblioteca de nombres y etiquetas de las preguntas	85
Figura 20: Contenido de la carpeta “ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 1”	89
Figura 21: Vista de la creación de capas de vista a partir de un feature layer	91
Figura 22: Vista para la creación de un web map	93
Figura 23: Vista inicial del aplicativo dashboards en el ecosistema ESRI.	94
Figura 24: Cuadro de diálogo para agregar un encabezado al dashboard del grupo 1.	95

Figura 25: Cambio de tema para el dashboard del grupo 1	96
Figura 26: Inserción del webmap grupo 1 al cuadro de mando	97
Figura 27: Configuración para agregar un contador al Dashboard.	98
Figura 28: Imagen del cuadro de mando en la mitad de su proceso de creación.	99
Figura 29: Estado del dashboard al realizar un filtro para el tipo de acta diligenciado.	101
Figura 30: Actas de la Territorial de salud en el aplicativo Survey123 y el concepto sanitario calculado de manera automática por medio de este formulario inteligente	105
Figura 31: Capas almacenadas y actualizadas de manera automática a través de script	108
Figura 32: Cuadro de mando del grupo 1 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.	110
Figura 33: Cuadro de mando del grupo 2 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.	111
Figura 34: Cuadro de mando del grupo 3 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.	112
Figura 35: Cuadro de mando del grupo 3 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.	113

Lista de tablas

Tabla 1: Conceptos al evaluar en las actas de la territorial de salud de Caldas	62
Tabla 2: Tipos de preguntas utilizadas en el desarrollo actual.	72
Tabla 3: Primer bloque de preguntas acta n° 1	74
Tabla 4: Lista de los municipios de Caldas	75
Tabla 5: Actas a digitalizar	77
Tabla 6: Esquemas de las funciones select y if en xlsform y ejemplo de la combinación de ambas	78
Tabla 7: Esquema de numeración para las preguntas de evaluación.	79
Tabla 8: Lista de actas , codigo de color y numero de grupo al que pertenece.	83
Tabla 9: Encuestas y sus respectivos grupos, links y códigos QR	105
Tabla 10: Datos almacenados en la nube de los cuatros grupos de encuestas	107
Tabla 11: Links de los Dashboards para las actas de la Territorial.	109

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

A continuación se desarrollará el planteamiento del problema así como la relevancia del mismo en nuestro contexto actual, inicialmente se desarrollará la descripción del área problemática continuando con la formulación del problema y terminando justificación que nos lleva a desarrollar este trabajo.

Es bastante evidente cómo las nuevas tecnologías impacta todos los aspectos de la vida por eso se hace necesario también que las entidades gubernamentales se adapten y hagan uso de las mismas para operar de manera eficiente y llegar a los territorios con mejores decisiones que lleven a mejoras en la calidad de vida del país.

Pero esta labor no es fácil ya que no en todas las ocasiones estas entidades cuenta con profesionales con los conocimientos para implementar la cantidad de avances tecnológicos que día a día se desarrollan a un velocidad vertiginosa por eso se hace necesario que haya una simbiosis entre la academia y las entidades estatales para implementar soluciones basadas en los últimos avances, en el caso de la Territorial de Salud de Caldas se hace necesario la

implementación de las diferentes actas que diligencian a través de dispositivos móviles que permitan un análisis más profundo de toda la data recolectada en campo.

1.1 Descripción del área problemática

El departamento de Caldas es uno de los 32 departamentos que componen Colombia, su capital es Manizales, tiene una población aproximada de 923.472 según el censo realizado en el año 2018, esta compuesto por 27 municipios, se encuentra localizado en la región andina del territorio nacional y hace parte del bien conocido triángulo del café con Risaralda y Quindío (zona con mayor tradición en producción cafetera), su altura está entre los 5400 metro sobre el nivel del mar y 170 metros sobre el nivel del mar esto genera una gran variedad de climas en todo el territorio departamental; un punto bastante importante para la historia del departamento y el país es el volcán Nevado del Ruiz con una altura aproximada de 5400 metros sobre el nivel del mar el cual generó la catástrofe ocurrida en Armero en el año 1985.

La Territorial de salud de caldas nace por la ordenanza 446 de Abril 29 de 2002 tiene como misión “Realizar acciones de Asistencia Técnica e inspección vigilancia y control a los diferentes actores del Sistema General de Seguridad Social en Salud, así como gestionar la prestación de los servicios de salud para mejorar la calidad de vida de la población caldense” de la misma hace parte la subdirección de salud pública que se encarga de promover y articular acciones de forma transectorial en hábitos saludables, salud ambiental, vacunación, salud nutricional, salud sexual y reproductiva, enfermedades transmisible y no transmisibles,

poblaciones vulnerables y plan decenal de salud pública, por normativa dicha subdirección cuenta con alrededor de 80 formatos que sus funcionarios desplegados en campo deben diligenciar según corresponda en los diferentes municipios que hacen parte del departamento de Caldas, estas encuestas se realizan de manera escrita en formatos físicos que los integrantes de la entidad llevan consigo, esto genera una gran dificultad al momento de la toma de decisiones y un desorden en la información producto de estas actividades por parte de la entidad, de esta manera se puede pensar que se cuenta con una gran cantidad de datos que no ha podido ser relacionada ni interpretada debido a la dificultad para digitalizar la misma y convertirlas en diferentes salidas gráficas que sean una herramienta de valor agregado para la toma de decisiones por parte de la subdirección y la secretaria, al tener solo formatos físicos aumenta de manera considerable la carga cognitiva que deben emplear los diferentes técnicos y responsables de todas de decisiones imposibilitando analizar de manera objetiva toda esta información espacial.

El desarrollo tecnológico hoy en día hace posible un switch en todos los procesos anticuados de llenar estos formatos de manera física, haciendo uso de dispositivos móviles, conexión a internet y georreferenciación, dirigir esta gran cantidad de información hacia una base de datos y que estos se pueden visualizar en diversos mapas con las herramientas que nos brinda los sistemas de información geográfica (SIG) evitando la dificultad para observar todos estos datos de manera georreferenciada y correlacionar de manera ágil y eficaz las diferentes encuestas con las que cuenta la subdirección de salud ambiental del departamento de caldas.

1.2 Formulación del problema

La pregunta fundamental que aborda la temática de este trabajo es ¿mediante qué herramientas del ecosistema ESRI se puede implementar un SIG para la Territorial de Salud de Caldas que permita la captura de información en campo y su posterior visualización y análisis para una toma de decisiones más eficiente?

Esta pregunta condensa de manera general el objetivo de este trabajo que se hace en el marco de una colaboración entre el grupo de investigación en informática y telecomunicaciones GIDIT de la Universidad de Manizales y la Territorial de Salud de Caldas.

1.3 Justificación

Teniendo en cuenta la situación actual que está viviendo el mundo a raíz del virus Sars-cov-2 descubierto en Wuhan, China en diciembre de 2019 que ha desembocado en una situación de crisis tanto a nivel económico como social y de salud pública alrededor del mundo es menester de todos los territorios el fortalecimiento de sus sistemas de atención hospitalaria y las entidades relacionadas, así como dichas entidades desarrollen mejores prácticas que conlleven a un sistema de salud pública más eficiente y que además los nuevos avances tecnológicos y científico se usen en pro de la modernización de los mismos, Colombia y Caldas no son ajenos a todas estas realidades por eso se hace totalmente relevante que desde la academia

se impulse revoluciones en las prácticas poco eficientes que se puedan tener en las diferentes entidades estatales, departamentales y nacionales.

Las diferentes encuestas y formatos que diligencian los funcionarios de la subdirección de salud ambiental del departamento de caldas que abarcan los siguientes temas: hábitos saludables, salud ambiental, vacunación, salud nutricional, salud sexual y reproductiva, enfermedades transmisibles y no transmisibles, y poblaciones vulnerables, temas sin lugar a dudas bastante relevantes; la implementación de estas actas de manera digital permitirá diligenciar los formatos en un dispositivo móvil como tablet o incluso el celular inteligente de los mismo funcionarios, la mayoría de estas actas presentan un concepto final acerca del tema en cuestión que se evalúa en base a una calificación de diferentes aspectos normativos, esta calificación va de 0% a 100%, este cálculo debe ser realizado a mano por cada uno de los funcionarios, por lo cual se hace necesario una automatización para aumentar la agilidad y la exactitud al momento del diligenciamiento, esta implementación permitiría incrementar la cantidad de las mismas que podrían hacer cada encuestador y evitará la fuga de información por posibles pérdidas del material físico que se pudieran dar.

Condensar toda la información en mapas y presentarla en formatos más amigables para los tomadores de decisiones como en dashboards a través de el ecosistema ESRI o de otras opciones online disminuiría la carga cognitiva necesaria para analizar toda la información y permitiera de una manera mucho más eficaz tomar decisiones objetivas y correctas en los diferentes temas que

le conciernen a la subdirección, además de eso tener rutinas que sincronizan las nuevas encuestas que se llenan diariamente de la base en la nube con una base de datos almacenada en los equipos de la subdirección permitirá tener toda esta información al día y con respaldos locales y a su vez identificar cambios temporales que puedan llegar a ser relevantes o incluso señales de alerta de posibles anomalías que permitan tomar decisiones acertadas a tiempo y de esta manera evitar posibles situaciones que afecten de manera grave la salud de todos los caldenses.

La implementación de sistemas de información geográfica (SIG) en la mayor cantidad de áreas es fundamental, además empezar a acumular información georreferenciada de diferentes aspectos del territorio y de la interacción de los seres vivos con el mismo y qué tendencias en temas de salud hay en nuestro departamento, toda esta información será fundamental en unos años donde los modelos de machine learning imperen en nuestro mundo tecnológico y para esto los datos serán fundamentales, por eso Colombia y Caldas no se puede quedar atrás y se hace indispensable el aporte de especialistas y científicos en la implementación de sistemas de información geográfica y técnicas computacionales en todas las áreas del conocimiento.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar un sistema de información geográfica (SIG) que permita la captura y gestión de la información de la subdirección de salud ambiental del departamento de Caldas.

2.2 Objetivos específicos

- Crear 15 actas de la subdirección de manera online que le permita a los funcionarios desde sus dispositivos móviles el diligenciamiento de las encuestas que realicen en sus salidas de campo con y sin conexión a internet.
- Construir una base de datos donde se almacene la información diligenciada en los formatos online.
- Desarrollar una rutina en Python que permita de manera automática realizar una sincronización de la base de datos almacenada en la nube a servidores locales de la Territorial de Salud de Caldas.

- Generar un cuadro de mando (dashboard) que contenga las actas diligenciadas y se sincronice con la nueva información que vaya llegando día a día, y a su vez permite realizar filtros sobre la información contenida en la base de datos.

3. Antecedentes

A continuación, se abordarán diferentes antecedentes de trabajos realizados en el área de implementación de Sistemas de información geográfica tanto para empresas privadas como para el sector público, se tendrán en cuenta trabajos realizados en Colombia así como internacionalmente, algunos de estos trabajos incluyen la recolección de información de campo a través de dispositivos móviles tema fundamental en el desarrollo del presente trabajo, elaboración de bases de datos espaciales, así como trabajos relacionadas con el área de salud pública al cual pertenece la institución a la que se le está realizando la implementación en el presente proyecto.

3.1 Implementación de Sistemas de información Geográfica en Colombia

Bonilla & Bernal (2020), este proyecto también conocido como ALEC (Atlas Lingüístico-Etnográfico de Colombia) tiene como finalidad salvaguardar el patrimonio lingüístico del país y brinda acceso y divulgación a los materiales del mismo, se modeló una base de datos espacial para el sistema de información geográfica de este atlas, este artículo presenta una metodología para la elaboración y desarrollo de una base de datos, que permite el procesamiento, digitalización, y sistematización de los datos léxicos, etnográficos y los materiales suplementarios (Bonilla & Bernal , 2020).

Cardenas et. al (2014) realizan este trabajo en el año 2014 con el fin de implementar un sistema de información geográfico en la comuna 02 para estructurar y administrar las bases de datos de la subdirección de catastro en Cali, en su trabajo definen el catastro como el inventario o censo debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a las particulares, que tiene por objeto lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica, según la resolución 070 de 2011 reglamentada mediante la ley 65 de 1939, en Colombia existen cinco entidades encargadas del catastro, el instituto Agustin Codazzi (IGAC) es el organismo encargado de la mayoría del territorio Colombiano, y cuatro instituciones descentralizadas: el departamento de Antioquia, y las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali; en Cali la entidad encargada de la laboral catastral es la subdirección catastral del departamento administrativo de hacienda municipal; en este trabajo se realizó desde el diseño de bases de datos, así como establecer los protocolos para la correcta administración del catastro en la comunidad 2 del municipio, se utilizó Postgres como sistema gestor de bases de datos, y se utilizó el software ArcGIS para la realización de los diferentes shapefile.

Torres (2015), implementa un sistema de información geográfica en la unidad de análisis del departamento de seguridad de Naciones Unidas para Colombia, no es un secreto la situación de seguridad pública que ha golpeado a nuestro país desde hace décadas bien sea por el narcotráfico o el conflicto armado que vive Colombia, en este trabajo se desarrolla un SIG para la Unidad de Análisis del Departamento de Seguridad de Naciones Unidas (UNDSS), con el objetivo agrupar las acciones que pueden atentar contra la seguridad en las diferentes regiones de nuestro vasto territorio, para hacer un análisis principalmente de seguridad para todos los

funcionarios con funciones humanitarias y de derechos humanos en los territorios, se desarrollan bases de datos espaciales para este fin con el objetivo de poder realizar consultas y operaciones espaciales por último se generó un geoportal en cual se pudo visualizar toda la información que en alguno momento fue recolectada por la UNDSS y permitió identificar patrones que de otra manera no hubiera sido posible asegurando el bienestar y seguridad de todo el personal desplegado en campo para labores de trabajo comunitario

Meneses y Cardenas (2011) realizaron este trabajo en el municipio de Guadalajara de Buga en el departamento del Valle del Cauca, allí la secretaria de planeación del municipio no contaba con un repositorio unificado que contuviera todos los procesos que estaban realizando a través de los años con el fin de brindarle al municipio una competitividad más alta, además los constantes cambios en administraciones y personal hacía difícil y dispendioso encontrar la información para los nuevos funcionarios, generando ineficiencia en la SPB en esta tesis se elaboró un sistema SIG donde se unificó la información a través de software libre, se trasladó al mismo sistema espacial de referencia las diferentes capas, se realizaron correcciones topológicas a las entidades dentro del SIG, se completó la información faltante, corrección de manzanas, comparación con uso de suelos entre otras, este sistema es la base para posteriormente unificar toda la información del municipio (Salud, educación, infraestructura, turismo, tránsito y transporte), por último se identificó ciertas zonas con riesgo por movimientos en masa, este trabajo es bastante interesante ya que se hace uso del software libre para toda su implementación

con excelentes resultados demostrando la excelentes capacidades de aplicativos como Qgis y PostGres.

Reinoso & Herrera (2016) realizan una interesante implementación diseñando un sistema SIG que permiten la supervisión y el monitoreo de sensores en campo para la agricultura de precisión todo esto a través de un servidor web y un servidor de bases de datos, con un módulo GPRS, el cual le brindara la información al geoportal a través de POST del protocolo http. Toda esta implementación consta de una estructura de usuarios, está el usuario root o el usuario con todos los permisos y los usuarios estándar, la aplicación además permitirá, generar reportes de tipo gráfico, tipo tabla y la visualización en tiempo real de la data recolectada en campo por parte de los sensores a analizar esta información.

Morales et. al (2021) afrontan un problema bastante complejo que afronta Colombia, y es el registro catastral especialmente en zonas rurales y en predios alejados, alrededor del mundo este es un problema común, y es una barrera bastante importante para el desarrollo sostenible, para afrontar este problema se hace necesario hacer un cambio en el paradigma para realizar los trabajos de actualización catastral, de pasar de especializados equipos catastrales y encuestas bastante avanzadas, por eso en este artículo proponen un modelo utilizando dispositivos móviles combinados sensores GNSS (global navigation satellite system), todo a través del ecosistema de ESRI, se capturar las geometrías y en un post proceso automático se corregirán los predios topológicamente, posteriormente toda la información recolectada será comparada basados en la información brindada por las diferentes comunidades con los datos oficiales que reposan en la bases de datos del estado; todo el sistema es muy amigable y con la supervisión de un

profesional SIG podrá ser realizado por miembros de la comunidad, la participación de toda la comunidad convierte este proceso en un procedimiento amigable con cualquiera de los géneros y lleva una gran innovación a los procesos de actualización catastral que se realizan en nuestro país.

3.2 Implementación de un sistema de información geográfica internacionalmente

En este apartado el primer artículo en su momento pionero y referente en el tema de implementación de sistemas de información geográfica es el publicado por Guevara (1992), este artículo se ahonda en una posible metodología integral al momento de realizar un diseño y posterior implementación de un sistema de información geográfica se parte de una analogía con el método científico que se rige principalmente por iniciar con una hipótesis, la experimentación y la confirmación o rechazo de la misma; el esquema es el siguiente, se parte desde una idea inicial, posteriormente se buscan los datos y se investigan las necesidades del usuario, se realiza el diseño conceptual del SIG y un estudio piloto de este diseño, se estandariza y automatiza al máximo, se instala en los usuarios finales, se capacita a las personas para usar de manera correcta el sistema, y de esta manera llegaremos a un uso exitoso del Sistema de Información Geográfica desplegado.

La siguiente fuente consultada Castillo (2017), tiene una relevancia bastante importante en este proyecto en conjunto con la Territorial de Salud de Caldas ya que relaciona el tema de salud pública y factores socioeconómicos con la ocurrencia de enfermedades en el territorio

mexicano a través de los SIG, en este trabajo se realiza una aplicación bastante interesante de los sistemas de información geográfica en epidemiología, una área en auge actualmente, el uso de nuevos métodos y mejores análisis han permitido en los últimos años mejores reconocimientos del comportamiento epidemiológico de los eventos y los riesgos a los que están expuestas ciertas poblaciones; Las variables utilizadas en este estudio fueron el número de casos y el tipo de malaria diagnosticada por gota gruesa de los informes semanales, así mismo, se incluyeron la edad, el sexo, la etnicidad, el nivel de alfabetización de los casos de malaria y factores ambientales como la altitud y la red y el tipo de carreteras en municipios y ciudades, se utilizaron datos de Malaria en Chiapas entre el 2000 y el 2002, los resultados encontrados en este estudio demuestran que los factores de riesgo para la malaria fueron, baja tasa de alfabetización, y alta presencia de población indígena, esto demuestra la desigualdad imperante en los sistemas de salud donde siguen siendo las comunidades más pobres y las minorías étnicas quienes en su mayoría son las más afectadas por este tipo de enfermedades.

La epidemiología ha tenido bastantes avances en las últimas décadas, Kirby et. al (2016) busca profundizar en las principales técnicas de la epidemiología espacial, y su relación con el uso de los SIG, las aplicaciones de los sistemas de información geográfica en la epidemiología puede llegar a los siguientes resultados, mapeo de enfermedades, ratio de contagio, análisis de clusters o hot spots, modelamiento espacial, entre otras; en este trabajo se comparten varias metodologías usadas para la estimación de los productos finales anteriormente mencionados, las metodologías compartidas son geocoding, proceso por el cual se transforman direcciones a coordenadas; estimación de distancia, medir la distancia de la población a centros asistenciales es

un factor importantísimo en el acceso a la salud por parte de las comunidades; movilidad residencial, en estos modelos se establecen características que se le asignan a individuos basados en la localización de su residencia, los resultados son bastante importantes para determinar si las enfermedades individuales se deben a la exposición a un ambiente peligroso, otros métodos explicados en este paper son, data linkages, overview of spatial and spatial-temporal clustering, spatial clustering, space-time clustering, small area estimation, Bayesian approaches to disease mapping, spatial regression models.

Ye et al. (2014) describen el diseño e implementación de un sistema GIS móvil, llamado “Arable Land Quality Index Data Collection System” (ALQIDCS), este sistema reemplaza los sistemas arcaicos con lápiz y papel y busca ser un proveedor de datos para el sistema chino de administración y monitoreo de suelos arables, este sistema incluye la posibilidad de navegar en mapas incluso sin conexión y de realizar análisis espaciales que guíen a los investigadores con puntos de control tomados anteriormente, este sistema se diseñó como un framework para que pueda ser utilizado en múltiples aplicaciones en el futuro no necesariamente para el ALQIDCS sino con otro tipo de fines.

3.3 Recolección de datos en campo a través de un sistema de información geográfica

Morilla et. al (2020) presentan un interesantísimo desarrollo en el cual se implementó un sistema SIG de código libre para el levantamiento de datos en campo con dispositivos móviles, este artículo detalla a profundidad el proceso para el desarrollo de un app para el Instituto

nacional de Estadística y Geografía de México, inicialmente se hace un paneo por todas las soluciones de software libre que tengan una comunidad activa para que el soporte de la app y su estabilidad sea confiable, los software analizados fueron, Qfield, gvSIG Mobile, gvSIG Mini y Geopaparazzi, las características que fueron evaluadas fueron la siguientes, licencia libre, estándares OGC, Visualización de archivos raster y vectoriales, visualización en servicios OGC, conexión a BBDD, herramientas tanto de geoposicionamiento, navegación y consulta como de edición de información vectorial, toma de fotografías georreferenciadas, Trabajo en modalidad offline y online, Importación y exportación de la información desde diferentes formatos, Trabajo con formularios; las aplicaciones que cumplieran con estos parámetros fueron Qfield y Geopaparazzi, sin embargo seguían algunas faltantes para el proyecto por lo cual desarrollan la aplicación INEGI-móvil con el fin de dar solución a sus necesidades de recolección de información relevante en campo.

Maciej et. al (2020) plantean un importantísimo trabajo del estado del arte de las aplicaciones móviles SIG para recolectar información ambiental en campo, en ella inician haciendo una recopilación importante de todas las opciones tanto de software libre como de software de pago para este fin, el recuento que hacen es el siguiente, Collector for ArcGIS, Mapiat Spatial, QField, Open Data Kit (ODK), SW Maps, Locus GIS, Global Mapper Mobile, Mobile Data Collection, INaturalist, Pl@ntNet, Spipoll, eBird, esta amplia lista junto con el número creciente de dispositivos móviles que usan tecnologías GNSS hace bastante necesario este estudio sobre el estado del arte de este campo, no se encuentran muchos artículos científicos que traten sobre estos temas y los diferentes flujos de trabajo que se utilicen para recolectar

información en campo, esto debido a que muchas veces los autores no se enfocan en describir los métodos de campo que se utilizan para recoger la información, estos aplicativos irán cobrando cada vez más importancia por el número crecientes de dispositivos y nos permiten realizar análisis inimaginables hasta el momento.

Dermatis et al. (2017) desarrollan un sistema de encuestas para adultos mayores en Grecia, los países europeos están sufriendo un envejecimiento acelerado de su población, por eso estas encuestas son bastantes importantes ya que permiten realizar un análisis avanzado en esta población así diseñar por ejemplo un sistema de pensiones sostenible y sustentable, además encuestas de este tipo pueden brindar datos importantes para mejorar la calidad de vida de esta población que ha sido afectada por muchos factores tanto sociales como económicos; todo el desarrollo empleado en este sistema se realizó en el ecosistema ESRI, las encuestas online fueron diseñadas en el aplicativo survey123, ya que esta es una herramienta bastante flexible con un diseño de los formularios de manera ágil e intuitiva además que el mismo permite el diligenciamiento tanto en computadoras como dispositivos móviles con android o ios, además de almacenar toda la información en la nube y permitir la fácil visualización de los datos recogidos, además toda la información recolectada permitirá almacenar a su vez la localización de la misma.

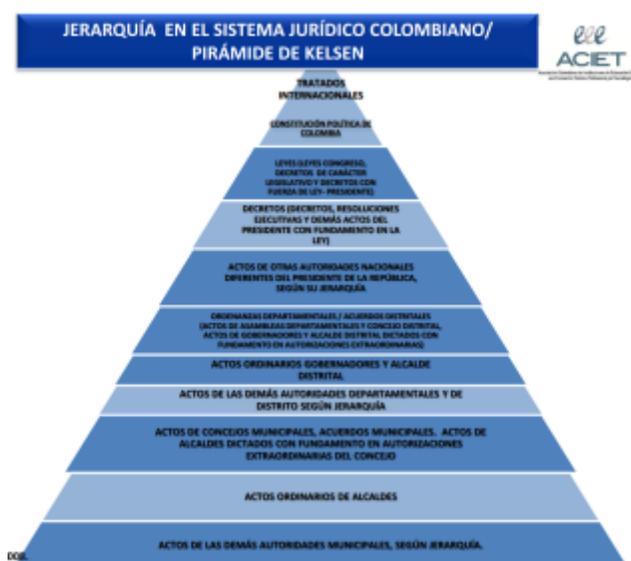
Otro tema bastante relevante es la calidad de los datos y las buenas prácticas para obtener datos fiables, de calidad y que permitan hacer análisis más profundos y sacarle el valor a los mismos, McCord et al. (2021) proponen una serie de preguntas fundamentales para mejorar la

calidad de la data que se recolecta en campo, a través de este trabajo se expone como la calidad de los datos va de la mano con trabajos de alto impacto; las preguntas elaboradas en este trabajo para mejorar la calidad de los datos son las siguientes, ¿Cuál es el ecosistema de los datos?, ¿Cuál es el plan en cuanto a calidad de los datos?, ¿Quien es responsable?, ¿Cómo serán los datos recolectados?, ¿Cómo serán los datos almacenados y cómo será su mantenimiento?, ¿Como ocurrirá el entrenamiento?, ¿Cuál es el plan de calibración?, ¿ La información está completa, correcta y consistente?, ¿Cual es la fuente de la variabilidad?, ¿Cómo podemos adaptarnos para hacerlo mejor la próxima vez?, estas 10 preguntas engloban todas las buenas prácticas que se deben tener al momento de realizar una implementación de recolección de datos en campo, desde el entendimiento del sistema de todas las personas involucradas en la implementación hasta hacer una retroalimentación constante de cómo las cosas se pueden hacer de mejor manera llevará el proyecto a la mejor recolección de datos posibles y de esta manera tener trabajos de alto impacto.

4. Referente normativo y legal

En los siguientes párrafos se desarrollara todo lo relacionado con el componente legal y normativo en el cual se mueve el proyecto a realizar y de esta manera entender la importancia legal y normativa del mismo, así como la relevancia para el departamento de Caldas del desarrollo de este tipo de proyectos que modernizan y utilizan las últimas tecnologías para el bienestar de nuestra ciudad, país y departamento; para exponer los diferentes apartados legales que se relacionan se utilizará el modelo de la pirámide de Hans Kelsen, la cual divide en orden jerárquicos de lo más general y de orden nacional hasta finalizar con ordenanzas departamentales y municipales, Rodríguez (2008) plantean el siguiente gráfico

Figura 1. Pirámide de Hans Kelsen



Fuente: (Rodríguez, 2008)

Se empezará tratando desde las leyes más generales hacia los artículos legales más particulares, la primera ley a tratar es la siguiente.

4.1 Ley 9 de 1979 (art 594)

Esta dicta que “La salud es un bien de interés público”, en esta ley se da importancia por primera vez a la salud como un derecho de todos los ciudadanos y uno de los áreas en la cual el estado debe intervenir y brindar a todos los ciudadanos, a partir de acá se empiezan a derivar un incontable número de artículos legales que van en pro de proteger a los Colombianos en cuanto al ámbito de la salud se refiere, por este artículo se hace tan fundamental en el papel desarrollado por la territorial de salud de Caldas, especialmente en el área de salud ambiental donde se realizan una gran cantidad de encuestas de diferente índole pero que todas apuntan a velar y salvaguardar la salud de todos los caldenses.

4.2 Ley 715 de 2001 (art 151, 288, 356 y 357)

En esta ley se dictan diferentes normas en materia de recursos y competencias en conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto legislativo 01 de 2001), se establecen diversas directrices para la disposición de recursos de sistema nacional de participaciones, de esta manera los departamentos y municipios asumen la responsabilidad de realizar una correcta distribución de los recursos para apoyar el sistema educativo así como el sistema de salud y la vigilancia de la salud pública, esta ley toma una relevancia muy importante ya que es un esfuerzo importante en la descentralización del manejo de los recursos del sistema nacional de

participación y asigna recurso para que los entes territoriales realicen la revisión y mejoramiento de los sistemas de salud y educativo.

4.3 Ley 1122 de 2007

La salud pública en Colombia con referencia la Ley 1122 de 2007 está constituida por un grupo de políticas en pro de asegurar de manera integral la salud de la población del país con acciones dirigidas desde lo general hasta por individual, donde los resultados son indicadores de las condiciones de vida, desarrollo y bienestar, todas estas acciones deben ser dirigidas por el Estado y promoverán la participación ciudadana, el máximo ente rector de la salud pública en nuestro país es el ministerio de salud y protección social, que se define asimismo como una entidad pública de nivel central de Gobierno nacional y cabeza del sector salud, encargado de conocer, dirigir, evaluar y orientar el sistema de seguridad social en salud.

En el departamento de Caldas la ente rector en el sector salud de la Territorial de salud de Caldas cuya misión es “Realizar acciones de Asistencia Técnica e inspección vigilancia y control a los diferentes actores del Sistema General de Seguridad Social en Salud, así como gestionar la prestación de los servicios de salud para mejorar la calidad de vida de la población caldense”, esta entidad se divide en 4 subdirecciones, estas son:

- **Subdirección de prestación de servicios y aseguramiento:**

Esta enmarca sus actividades dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) tiene como objetivo regular el servicio público esencial de salud y crear condiciones de acceso para toda la población residente del país, en todos los niveles de atención.

- **Subdirección de salud pública:**

Busca garantizar de manera integrada, la salud de la población caldense, por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva, ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo, además de promover y articular de forma transectorial en hábitos saludables, salud ambiental, vacunación, salud nutricional, salud sexual y reproductiva, enfermedades transmisibles y no transmisibles, poblaciones vulnerables y plan decenal de salud pública.

- **Subdirección de Gestión Administrativa:**

Se encarga de formular los planes, programas y proyectos para el desarrollo del sector salud y del Sistema general de Seguridad Social en Salud en armonía con las disposiciones del orden nacional, igualmente, supervisa y controla el recaudo y la aplicación de los recursos propios, los cedidos por la Nación y los del Sistema General de Participaciones con destinación específica para la salud y administra los recursos del Fondo Departamental de Salud. Además esta subdirección dirige y coordina las acciones relacionadas con la administración de la Dirección, en gestión financiera, gestión de recursos humanos, gestión documental, conservación y mantenimiento de la planta física y recursos nacionales.

- **Subdirección Jurídica:**

Asesorar en derecho a las diferentes instancias de dirección de la Dirección Territorial de Salud de Caldas, defender los derechos y garantías de la institución frente a terceros, garantizar que el cumplimiento de las obligaciones de la entidad se ajuste a la Constitución y a la Ley y establecer los mecanismos de coordinación adecuados para concertar los criterios jurídicos de las diferentes dependencias del ente descentralizado.

4.4 Resolución 1229 de abril de 2013

Esta resolución expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social reglamenta y establece el modelo de inspección, vigilancia y control sanitario de todos los artículos que los colombianos utilizamos para nuestro consumo, un ejemplo de estos son el agua de consumo humano que es purificada por los acueductos así como los alimentos bien sean preparadas en restaurantes o vendidos a través de tiendas o grandes superficies, esta resolución es bastante relevante, ya que gran cantidad de actas realizadas por la territorial de salud de caldas en su parte de salud ambiental abarcan todos estos temas, todas estas medidas y acciones se deben enfocar con un enfoque de riesgo que permita prevenir y actuar antes de que tragedias o situaciones de salud pública se presenten.

4.5 Resolución 2674 de julio de 2013

Esta resolución establece que todos los alimentos que se fabriquen, envasen, importen, distribuyan, almacenen, preparen y materias primas para de alimentos comercialización en el

territorio nacional, deberán cumplir con la notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, basándose en la reglamentación establecida por los entes responsables en este caso el Ministerio de Salud y Protección Social, con esta resolución también establece que será el INVIMA el responsable como institución de orden nacional de expedir bien sea los registros, permiso o notificación sanitaria, que permitirá a este producto comercializarse de manera legal, esta resolución es bastante importante en el control que se realiza para alimentos y bebidas por parte de la Territorial de Salud de Caldas y de su subdirección de salud ambiental.

4.6 Ordenanza 446 de Abril 29 de 2002

Esta ordenanza es la que da origen a lo que conocemos hoy como Dirección Seccional de Salud de Caldas en Dirección Territorial de Salud de Caldas, para el año 2002, esta entidad se conoce como Dirección Seccional de Salud de Caldas, se hacía urgente su modernización y una reorganización de la misma, esto debido a que se necesitaba un ente con varios enfoques, entre ellos asesoría, vigilancia, asistencia técnica y control con el fin de coordinar y administrar acciones con el objetivo del desarrollo del sector salud y del sistema de seguridad social para el departamento de Caldas.

5. Referente teórico

En el siguiente capítulo se desarrollará el referente teórico que abarca este trabajo, inicialmente se hará un introducción detallada de que es un Sistema de Información Geográfica conocidos y referidos en este texto como SIG, se ampliara sus orígenes e importancia en el mundo actual así como sus componentes y tipos de datos que se puede almacenar y procesar, posteriormente se abarcara los temas de bases de datos relacionales y no relacionales en donde se pueden almacenar los datos de un SIG para proseguir con los diversos lenguajes de programación y librerías de los mismos que pueden llegar a ser útiles y necesarios en el desarrollo de esta investigación, para finalizar se realizará un análisis detallado de las opciones existentes para la recolección de información en campo para un SIG.

5.1 Sistemas de información geográfica (SIG)

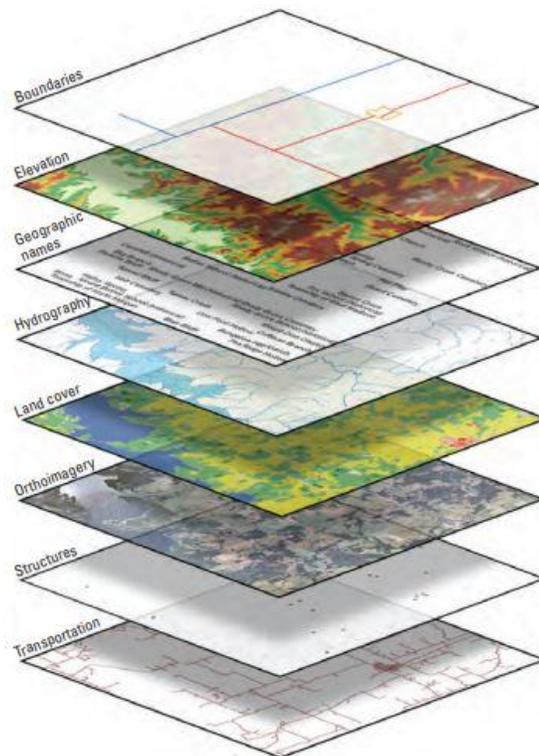
La primera aplicación de los SIG se remonta a 1832 cuando Carles Picquet creó un mapa de representación de un brote de cólera a través de 48 distritos de París, este mapa fue la primera versión que conocemos de los ampliamente conocidos mapas de calor; posteriormente en 1854 durante el brote más grave de cólera en la ciudad de Londres el cual en menos de una semana acabó con la vida de alrededor de 700 personas en el barrio de Soho, el doctor Jon Snow quien tenía su consultorio en este barrio empezó a estudiar este fenómeno, sus sospechas lo llevaban a

pensar que el origen de la epidemia se debía a la contaminación de fuentes de agua en la zona, estudio todas las bombas de agua de la zona pero no pudo confirmar que alguna de ellas tuviera agua contaminada sin embargo reviso algunos testimonios donde reportaban fuertes olores de una bomba en especial, recorrió cada una de las casas de los muertos y realizó un mapa donde localizó cada una de las viviendas con fallecidos, relaciono las bombas de agua más cercana y descubrió que la mayoría de las muertes se entraban a no más de 200m de la bomba de la calle broadcast por lo cual se puede definir esta bomba de agua como la fuente de propagación de la enfermedad a través de lo que se considera el primer análisis espacial.

Es importante entender desde sus inicios a los SIG y su evolución a través del tiempo, para reconocer el valor, la importancia y asimilar sus conceptos con más claridad y como desde sus primeros momentos están relacionados con la salud pública hoy en día ampliada este uso a prácticamente todos los campos de la ciencia moderna, la definición de SIG dada por el Servicio geológico de los Estados Unidos (USGS,s.f) hacer referencia a un sistema que analiza y muestra información geográficamente referenciada, esta usa datos que se relacionan con una ubicación única como podemos observar en la figura 2 donde hay una representación de varias capas o layers que contiene diferente información cada una pero están georeferenciadas en el mismo espacio, en base a este concepto se hace bastante importante el ejemplo del doctor Snow quien a través de un mapa georreferenciado las casas de los muertos por cólera en el barrio Soho, aunque este ejemplo no es exactamente un SIG ya que los mismo tienen intrínsecamente la utilización de tecnología para la construcción del mismo si es un claro ejemplo de lo que es un SIG llevando al contexto actual, un ejemplo bastante claro de su funcionalidad es el presentado por Olaya (2020),

en el cual nos da 3 definiciones de las funciones básicas de un sistema de información geográfica:

- Almacenamiento, lectura y edición en términos generales , además de gestión de datos espaciales
- Análisis de los datos, esto incluye consultas sencillas a avanzadas, elaboración de modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de los diferentes elementos de nuestro sistema) o sobre los datos adicionales que almacenen las diferentes capas ([figura 2](#)).
- Gestión de infraestructuras del monte tales como vías de comunicación, e infraestructuras.

Figura 2: Modelo de un SIG

Fuente: Sexton, Pamela Ann. dominio público

Otros conceptos bastante importantes en los inicios de los sistemas de información geográfica fueron una recopilación de diferentes definiciones de SIG fue hecha por Gutierrez y Goyld (1994) en su libro “SIG, sistemas de información geográfica” y fueron la siguientes:

CEBRIÁN (1988): “Una base de datos computarizada que contiene información espacial”.

GOODCHILD (1985): “Un sistema que utiliza una base de datos espacial para generar respuestas ante preguntas de naturaleza geográfica”.

ARONOFF (1989): “Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente”.

BURROUGH (1986): “Un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real”.

NCGIA (1990): “Sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión”.

STAR y ESTES (1990): “Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas”.

Clásicamente en los SIG se han definido 5 componentes principales que son, datos, análisis, visualización, tecnología, factor organizativo sin embargo Olaya (2020) propone eliminar de esta categoría el hardware ya que en su momento fue un componente muy relevante en el inicio de los SIG debido a la falta de acceso a hardware por parte de las personas sin embargo hoy en día los software principales de los SIG no requiere un hardware específico de alta calidad sino que se ha vuelto bastante asequible para cualquier tipo de máquina, incluso con la llegada de dispositivos móviles se ha vuelto posible la ejecución de diversos SIG en estos dispositivos hoy en día con acceso a cualquier persona, por esto propone los siguientes componentes más aterrizados a la actualidad como los componentes indispensables de un Sistema de Información Geográfica:

- **Datos:** Es el insumo fundamental que permitirá que un sistema SIG llegue a tener sentido.
- **Análisis:** Son todos aquellos métodos, procedimientos y técnicas que se utilizan para analizar la información que sea almacenada en el SIG.
- **Visualización:** Hace referencia a todos aquellos métodos o representaciones que se utilizan para representar gráficamente los datos del sistema o para visualizar los análisis que se realicen.
- **Tecnología:** Es el software y el hardware que se requiera para la implementación del sistema.
- **Factor organizacional:** Engloba muchos componente que se relacionan con coordinación entre personas, datos, tecnología o la comunicación entre ellos y otros aspectos organizacionales del sistema

5.1.1 Tipos de datos en SIG:

- **Datos Raster:**

Según la definición dada por ESRI una de las empresas más importantes en el sector SIG un dato raster en su forma más simple es un dato que contiene una coordenada X y Y(filas y columnas) que se representan en una matriz de celdas (o píxeles), cada una de estas celdas contiene información de diferente índole por ejemplo temperatura, valor espectral, uso de suelo, gravedad, contaminación acústica, o porcentaje de precipitaciones, etc. Los raster son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados.

- **Datos Vectoriales:**

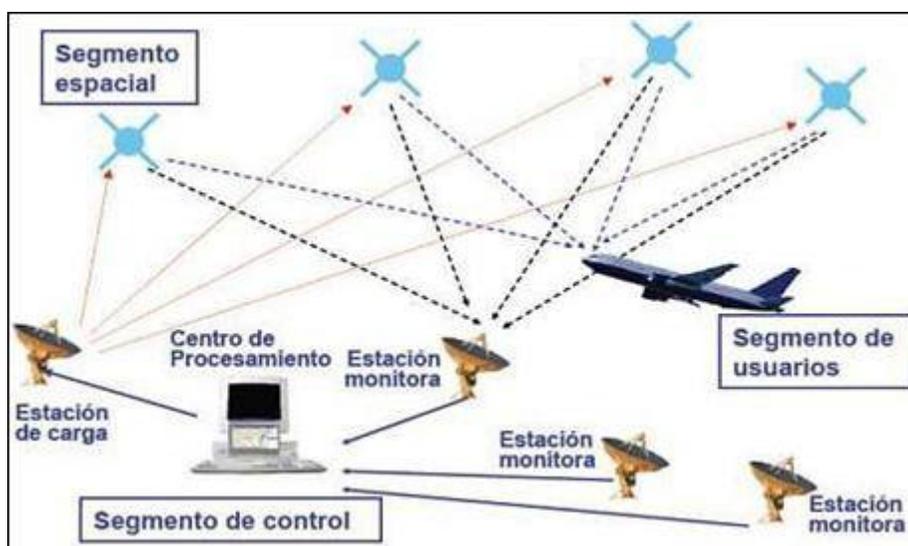
La definición dada por QGIS una de los software libre más utilizados y potentes en el mundo del SIG definen los datos vectoriales como representaciones de características del mundo real dentro del SIG, estas propiedades son aquellas que puedes ver en el paisaje, por ejemplo estando en la cima de una montaña si miras hacia abajo podrás ver casas, caminos, árboles, ríos, y demás cosas que puedas ver, entonces un dato vectorial se puede entender aquel que contiene información de X, Y y altura de dicho punto, además de esto tiene una geometría adscrita esta puede ser un punto, una línea o un polígono, además estos datos puede venir con información adicional bien sea a través de una tabla de atributos con textos y números.

5.2 GNSS (Global Navigation Satellite System)

El sistema satelital de navegación global GNSS, es un sistema que permite geolocalizar un punto y brinda sus coordenadas en latitud, longitud y altura respecto al geoide (representación de la superficie de la tierra), esta localización de un punto receptor del sistema es determinada por la distancia del mismo con respecto a una constelación de satélites desplegada en la atmósfera ([figura 3](#)), se mide el tiempo de viaje de ondas de radio entre el receptor y los satélites y se determina la posición (Ton et al., 2020), día a día esta tecnología se vuelve más relevante esto debido a que la mayoría de la información que estamos recolectando está siendo georeferenciada, es decir tiene una localización va aumentando la data que se obtiene con el

paso de los años y con la llegada de dispositivos móviles que cuenta con receptores GNSS esto se hace cada vez más grande.

Figura 3: Esquema del funcionamiento de los GNSS



Fuente: Tomado de la web (<https://precisiongps.mx/hello-world>)

los GNSS son una parte fundamental de las SIG ya que como vimos en sus sección en resumidas cuentas los sistemas de información geográfica son sistemas que permiten manipular y trabajar datos georeferenciados es decir con localizaciones producto de las técnicas GNSS, Lee (2009) realiza un resumen de los principales sistemas GNSS que están desplegados en nuestro planeta:

- **NAVSTAR GPS (Navigation System Timing and Ranging Global Positioning System):**

Es perteneciente al gobierno de los Estados Unidos, desarrollado inicialmente con fines de defensa en los 70's, estuvo completamente operativo en Julio de 1993 con una constelación de 24 satélites, su declaración de estar operativo al 100% fue el 17 de Julio de 1995, actualmente está siendo manejado por el "Joint Program Office" está localizado en la base de la Fuerza Aérea en los Ángeles, se encargan de desarrollar y producir satélites y realizar pruebas de campo sobre la fiabilidad del sistema, desde la parte civil la organización encargada de monitorear el sistema y brindar su soporte a los usos civiles es el "Centro de navegación de los Guardias de Costa" (NAVCEN), los usuarios civiles tiene allí su punto de comunicación con el sistema GPS y este sistema es conocido como "Civil GPS Service Interface Committee" (CGSIC).

- **GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema):**

El primer satélite fue lanzado en 1982, debido a temas económicos y la caída de URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas), para el 25 de Septiembre de 2006, ya había 10 satélites operacionales, se estimaba que para tener una cobertura total en el territorio Ruso se hacía necesario alrededor de 20 satélites y para tener cobertura mundial se requiere completar la constelación hasta 24 satélites, GLONASS estuvo completamente operacional hacia el año 2010, su financiamiento se produjo por entidades estatales Rusas pero hacia 2007 se liberó toda su capacidad sin límites para cualquiera que deseara usar el sistema.

- **GALILEO (European satellite navigation system):**

Este es el sistema de navegación por satélite de Europa, es una iniciativa de la Agencia Espacial Europea (ESA) y operado por la Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial (EUSPA), con el fin de brindarle a Europa una independencia de los sistemas Estadounidense y Ruso, el primer satélite de prueba fue lanzado en Diciembre de 2005, otros 2 satélites experimentales fueron lanzados en la segunda mitad de 2008, la constelación de 27 satélites(3 de ellos de contingencia), y fue completamente operativo en Octubre de 2012, una diferencia con los anteriores GNSS es que esta es de iniciativa civil y no con fines militares, quizás uno de los avances más importantes es la interoperabilidad con GPS y GLONASS, tiene mejoras en la geometría, lo cual resulta en una mejora de la precisión, confiabilidad, y disponibilidad.

- **BeiDou (BeiDou satellite navigation system):**

BeiDou es el sistema de navegación por satélite de China, es una iniciativa de su gobierno, empezaron con pruebas en el año 2000 lanzando 4 satélites que brindaban geolocalización en China y la región Asia-Pacífico, la siguiente ola de satélites BDS fueron empezado a lanzar en 2007, esta constelación consiste en 16 satélites, siguió siendo una solución regional para Asia - Pacífico que estuvo completamente operativa para el 27 de Diciembre de 2012, la última ola de satélites fue empezada en 2015, se espera que llegue a alcanzar el número de 35 satélites, y que de una vez brinde servicios

globales con una precisión milimétrica debido a la cantidad de satélites receptores con los que cuenta (Guo et al., 2017).

5.3 Bases de datos espaciales

Para entender las bases de datos espaciales primero debemos entender que es un base de datos, está definida por Oracle (2021) como un colección organizada de información estructurada o datos, generalmente esto almacenado de manera virtual en máquinas de cómputo, se puede entender como un gran almacén que nos permite guardar grandes cantidades de datos que están relacionados entre sí, otro de los componentes importantes en un base de datos es su sistema de gestión (DBMS) de la base de datos que como su nombre lo dice es un software que permite la administración del sistema, en resumidas cuentas sirve como un puente entre los datos y los usuario o programas que requieran información, existen diversas iniciativas tanto de iniciativa open source como privadas, los principales referentes para bases de datos relacionales son, MySQL, Maria DB, SQLite, PostgreSQL, Microsoft SQL Sever, entre otros.

Existen diversos tipos de bases de datos entre las que se puede encontrar por ejemplo, bases de datos no relacionales, bases de datos en la nube, bases de datos orientadas a objetos, bases de datos distribuidas, entre otras, en nuestro caso la manera de almacenar información SIG y geográficas son conocidas como bases de datos espaciales, estas son definidas por Fontanella & Xiao (2018) aquellas bases de datos que a partir de extensiones permiten el tratamiento de

datos geográficos y es posible estructurar consultas espaciales sobre estos mismos, entre la información que es posible almacenar esta incluida características de geometría, forma y localización, estos datos espaciales tiene espacios especiales dentro de las tablas que almacenan los datos, allí en campos binarios los componentes geométricos y de localización son comprimidas, posteriormente cuando se desean realizar las consultas o queries estos se puede desarrollar simplemente con caracteres alfanuméricos y operadores lógicos, el poder detrás de este tipo de bases de datos radica en la gran flexibilidad que existen al momento de realizar consultas y operaciones dentro de nuestro sistema, ya que se podrá aprovechar características como localización, topología, proximidad entre otras, un ejemplo de estas ventajas podría ser que mientras una empresa que tiene una base de datos relacional realiza consultas de clientes que su apellido empieza por L en una espacial se podrá hacer por ejemplo, consulta de los clientes más cercanos a puntos de distribución de nuestra empresa, realizar clustering o agrupamientos de clientes por sectores o incluso establecer la mejor ruta para la entrega de alguno de nuestros pedidos, sin embargo a pesar de los grandes beneficios que representa la implementación de bases de datos espaciales, también hay grandes desventajas principalmente en lo relativo a la infraestructura de hardware que es necesaria para almacenar estas bases de datos, ya que los requerimientos son bastante altos y en cuanto al software también los requerimientos son bastante elevados en cuanto a precios que se deben pagar principalmente para los sistemas administradores de la base de datos y la extensiones que serán necesaria para que se permita almacenar los campos de geometría.

A pesar de que los requerimientos de hardware y software son bastante caros para las bases de datos espaciales existen iniciativas open source en la parte del software en la parte del sistema manejador de bases de datos se puede utilizar PostgreSQL con su extensión PostGIS que permite el manejo de datos espaciales.

5.4 Lenguajes de programación relacionados a los SIG

5.4.1 Python

Python es un lenguaje de programación creado por Guido Van Rossum en 1990, su principal paradigma es la fácil legibilidad de su código por lo cual lo hace en lenguaje de programación de código abierto ideal para aquellos que están introduciéndose en el mundo del coding, es multiparadigma, ya que soporta parcialmente la programación orientada a objetos, programación imperativa y en menor medida programación funcional, tiene una comunidad activa y madura, cuenta con más de 175000 librerías de terceros y además hay una amplia abundancia de material gratuito sobre Python segun Tateosian (2015), las librerías más utilizadas para los GIS son:

- **ArcPy:** Es un paquete que se base en el exitoso módulo arcgisscripting, su principal objetivo es crear una base importante para analizar los datos geográficos, conversión, administración y automatización de mapas con Python, está pensado principalmente para

el trabajo en Arcgis software bastante utilizado en el ámbito de los SIG como lo menciona ESRI (2018).

- **PyQGIS:** Es la librería pensada para ejecutar código python en QGIS el más famoso software de uso libre para los SIG, permite automatización de tareas de SIG, además es utilizada para crear todos los complementos de QGIS (plugins) que son utilizados en este software.

5.4.2 Html

Es también conocido como Lenguaje de Marcas de Hipertexto en inglés HyperText Markup language, es el lenguaje básico de la web, este asigna etiquetas a diferentes textos y estos nos daría diversas categorías dentro de una página web, esto se hace a través de etiquetas, estas indican la manera como estos elementos deben ser mostrados dentro de nuestra web y además qué función cumplen dentro de ella, las marcas o tags que son utilizadas son escritas dentro de < > entre estos puede estar por ejemplo <title> , un texto que esté incluido entre estas marcas el navegador web lo interpretará como un título dentro de nuestra pagina, además de este lenguaje se utilizan otros como CSS para la apariencia y presentación (Bass & Nixon, 2008); este lenguaje es importante en el mundo de los SIG ya que al tener la actualidad una amplia cantidad de geovisores o aplicativos que funcionan a través de la web, se hace indispensable el lenguaje que forma la base de cualquier aplicativo web.

5.4.3 SQL

Su nombre original es (Structured Query language), es un lenguaje de programación pensado para trabajar con bases de datos tanto en su creación e infraestructura como es su consulta, fue creado por IBM a finales de los años 70 e inicios de los años 80 , es el lenguaje fundamental en el momento de realizar las diferentes consultas espaciales que es posible realizar en bases de datos espaciales, tema anteriormente tratado; este lenguaje permite además la interacción de múltiples usuarios en el sistema o múltiples consultas esto se hace fundamental en los servicios que son ofrecidos hoy en día por los SIG ya que se hace necesaria la disponibilidad permanente de los datos para su análisis, utilización, modificación y transformación.

5.4.4 Javascript

Es un lenguaje de programación dinámica, es usado para desarrollo web y se utiliza para hacer todas las cosas que no es posible realizar con html o CSS, permite implementar características dinámicas, muchos navegadores usan Javascript como lenguaje para realizar cosas dinámicas en sus webs, muchos de los menús desplegados al dar click, contenido extra agregados a la pagina, cambios dinámicos de color en la pagina, allí se están viendo los efectos de javascript en la web (freeCodeCamp, 2020), este lenguaje es especialmente relevante en los geovisores y servicios web que se ofrecen para SIG, este puede proveer poderosas funcionalidades

de mapeo y operaciones espaciales, además de su conexión de API utilizadas por ejemplo en todo el ecosistema ESRI, las librerías más utilizadas para desarrollo de aplicativos SIG son:

- **Openlayers:** Es una librería para Javascript, que permite la creación de mapas con múltiples características y postearlos en la web a través de este framework, además de eso permite leer diversos formatos de datos espaciales, un ejemplo de es los formatos GeoJson, este es usado para almacenar datos tipo vector, otras funciones son permitir al usuario digitar polígonos en el producto final, realizar zoom en el mapa, mover polígonos existentes entre otros (GISlounge, s.f).
- **ESRI API for JavaScript:** ESRI es una de las empresas pioneras en el ámbito del mundo SIG y es sin lugar a dudas un referente del mercado, todas las funcionalidades que se tienen con ESRI's API se encuentra perfectamente integrado en un ecosistema bastante rico sin lugar a duda es difícil de alcanzar con iniciativas open source y más si no se tienen amplias habilidades en el mundo de la programación, sin embargo en el área de JavaScript ESRI no se encuentra sola y se viene desarrollando excelentes iniciativas que podría competirle de cara a un futuro.

5.5 Captura de la información en campo

La captura de información en campo es una parte fundamental de los sistemas de información geográfica, ya que estas características en campo son las que le dan valor a estos sistemas, la tecnología actual y las redes móviles han hecho mucho más fácil esta tarea a través de dispositivos móviles en especial si no son simplemente encuestas, existen diferentes

herramientas que pueden ser utilizadas para este fin entre las que se encuentra Survey123, surveymonkey, cuestionarios de google, Qfield entre otros, se hace necesario que estas aplicaciones para encuestas contengan la localización espacial donde se realizó dicha encuesta para integrar toda esta información en un SIG, y poder disponer de ella en una visualización online que permita facilitar la toma de decisiones sobre temas tan relevantes como la salud pública, enfermedades infecciosas, puntos calientes de algún brote de COVID, malas prácticas que fomenten enfermedades transmitidas por animales, falta de salubridad en negocios entre muchísimas aplicaciones.

Nowak et. al (2020) realizaron un análisis sobre el estado del arte de las aplicaciones SIG para encuestas móviles bastante interesante donde condensa las aplicaciones tanto de iniciativas privadas como de iniciativas open source, las generalidades y las aplicaciones incluidas en este estudio son las siguientes:

- **Collector for ArcGIS:** Es una aplicación disponible para Android, IOS y plataformas Windows, hace fácil el hecho de recolectar información en campo con bastante precisión y después utilizarla tanto el ArcGis desktop como ArcGis Pro y online, esta aplicación funciona incluso sin conexión, tiene un interfase intuitiva y sencilla (ESRI, 2021).
- **Survey123:** Esta aplicación está disponible en Android, IOS y Windows, está pensada para realizar encuestas en campo, incluso si no se tiene conexión a internet, las encuestas pueden ser desarrolladas de manera intuitiva a través de los servicios online u a través del formato de formularios inteligentes con XLSForm, los resultados de estas encuestas son

almacenados en la nube de ESRI como una feature class que puede ser exportada y manipulada al resto de servicios del ecosistema (ESRI, s.f).

- **Mapit Spatial:** Esta aplicación móvil está desarrollada para android, es una aplicación que permite el almacenamiento de datos tipo vector y tipo raster, además de poder realizar encuestas de campo a través de la misma, muchos de los formatos más utilizados en la industria es posible manejarlos a través de esta aplicación como lo pueden ser por ejemplo, GeoJson, Shapefiles, KMZ, entre otros, tiene opciones para utilizarse sin conexión a internet y utilizar diversos mapas bases, además de ser compatibles con sensores GNSS externos (Mapit GIS ltd, s.f.).
- **QField:** Es una iniciativa open source para dispositivos móviles Android que hace parte del software libre para GIS QGIS, esto quiere decir que puede ser modificado y adaptado por la persona que lo desee, a diferencia de los servicios brindados por ESRI este no tiene un respaldo de servicio en la nube sin embargo sí es totalmente operativo con el servicio QGIS de escritorio, se puede exportar capas y proyectos directamente desde el servicio de escritorio además de tener la posibilidad de poder realizar trabajos con o sin conexión (OPENGIS.ch, s.f.).
- **Open Data Kit (ODK):** ODK es una herramienta de código abierto que ayuda a organizar, recolectar y manejar datos, fue lanzada bajo la licencia Apache 2.0, esto quiere decir que el código fuente puede ser usada libremente mas no modificado, esta aplicación permite recolectar datos y realizar encuestas en campo, además de tomar fotografías, también cuenta con múltiples características adicionales como por ejemplo APIS,

librerías para transformar Xlsform en formularios inteligentes en la aplicación, los datos pueden ser almacenados en la nube de la aplicación o se puede crear un propio servidor que almacene los datos (Get ODK Inc, s.f.).

- **Mobile Data Collection:** Esta aplicación desarrollada para dispositivos móviles promete convertir los flujos de trabajo desde el papel a lo digital, es un desarrollo rápido y fácil, la mayor cantidad de usuarios transforma sus encuestas y mapas en un solo día, también soporta la adición de datos vector a través del dispositivo móvil, como líneas, polígonos y puntos, se puede trabajar de manera online y offline, compatible con dispositivos GNSS externos (GIS Cloud, s.f.)
- **iNaturalist:** Este aplicativo es utilizado principalmente para la identificación de especies de diferentes reinos animales y vegetales, ha sido construido a base de inteligencia artificial ayudado por la comunidad científica en el ámbito de la biología, además permite a todos los usuarios que la descargen conocer una gran cantidad de especies alrededor del mundo, iNaturalis se unió a la iniciativa de la academia de ciencias y la sociedad nacional de geografía en California.
- **Pl@ntNet:** Es una aplicación similar a iNaturalist sin embargo esta se centra principalmente en plantas, debido a su patrón de reconocimiento y su algoritmo en el motor visual de búsqueda, es posible el reconocimiento automatizado de plantas, la aplicación tiene la posibilidad de identificar bien sea a través de la imagen entera del individuo o con una de sus hojas, flores, frutas o raíces; además de almacenar la foto esta

permite almacenar la geolocalización del individuo, el uso masivo de esta aplicación permitiría construir un importante dataset como GBIF.

- Además de la gran cantidad de aplicaciones que se han construido con el fin de realizar encuesta en campo o almacenar información relevante tomada desde el mismo, también se han desarrollado múltiples proyectos con herramientas convencionales por ejemplo Brown et al. (2018) desarrollo proyecto de mapeo de participación pública en Nueva Gales del sur en Australia para identificar y mapear Koalas, se basaron en la API de Google Maps.

5.6 Encuestas en formatos digitales

Todos en alguno momento hemos realizado el diligenciamiento de algún tipo de encuesta de manera online, para la construcción de la mayoría de estas existe un formato ampliamente extendido conocido como XLSform este es definido en su web oficial (<https://xlsform.org/en/>) como una forma estandarizada en excel, que a través de un formato fácilmente entendible para el ser humano y una herramienta bien conocida por la mayoría (Excel), el formato básico es construido por dos hojas de excel una llamada “survey”, la otra llamada “choices” y una tercera llamada “settings”, en la primera se genera el esquema de la encuesta, esta contiene la lista completa de preguntas y como esta debe aparecer en el formato, cada fila representa una pregunta, la segunda hoja se utiliza generalmente para colocar las opciones de respuesta en las preguntas de selección múltiple y la última se agregan algunas configuraciones especiales que se desee agregar para hacer mejor la experiencia del usuario final que va a llenar el formato.

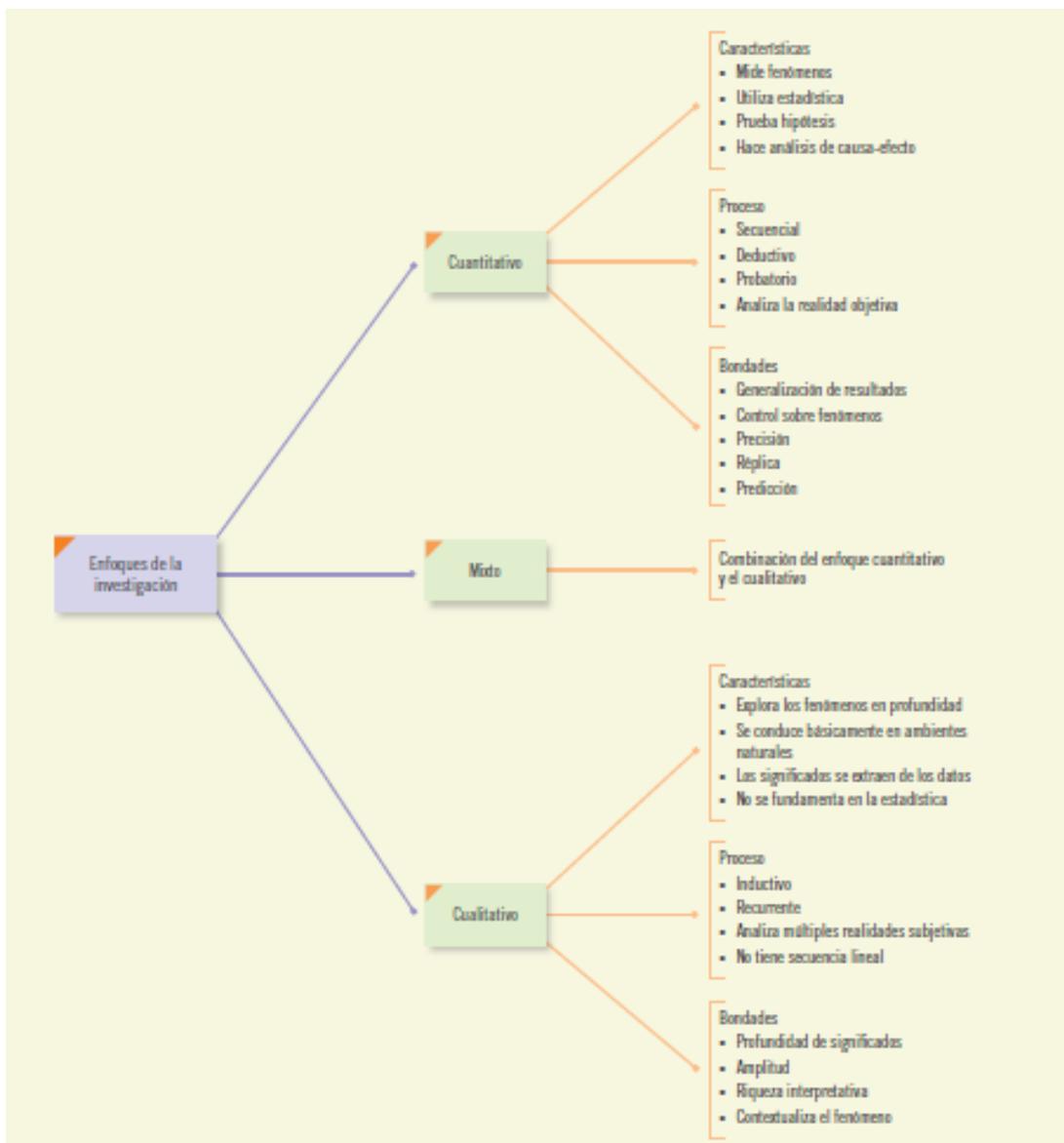
6. Metodología

En esta siguiente capítulo se desarrollara la metodología empleada en este trabajo para conseguir la realización de los objetivos específicos planteados para este trabajo, en la primera sección se desarrollara el tipo de enfoque metodológico entre cuantitativo y cualitativo que se utilizó para este trabajo, posteriormente se desarrolla el tipo de estudio, continuando con el árbol de problemas, continuando con el diseño metodológico el cual incluye las fases para la solución del árbol, y para finalizar se desarrolla a profundidad de procedimiento utilizado en detalle para la obtención de los objetivos planteados

6.1 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico es la primera aproximación que se realiza por parte del investigador a la manera como se afrontará la pregunta o el problema que aborda el trabajo investigativo como tal, existen diferentes enfoques entre los que se encuentra cualitativo, el cuantitativo y la unión de ambos el mixto, en la [figura 4](#) se podrá observar una propuesta realizada por Hernández et al. (2010), donde a través de un esquema conceptual plantean las diferentes características que poseen estos estudios, así como su proceso y bondades, este es un mapa conceptual bastante claro donde se puede diferenciar los estudios y así tener una idea general y seleccionar el enfoque más adecuado para el trabajo que se está realizando.

Figura 4: *Enfoques de la investigación*



Fuente: Hernández et al. (2010)

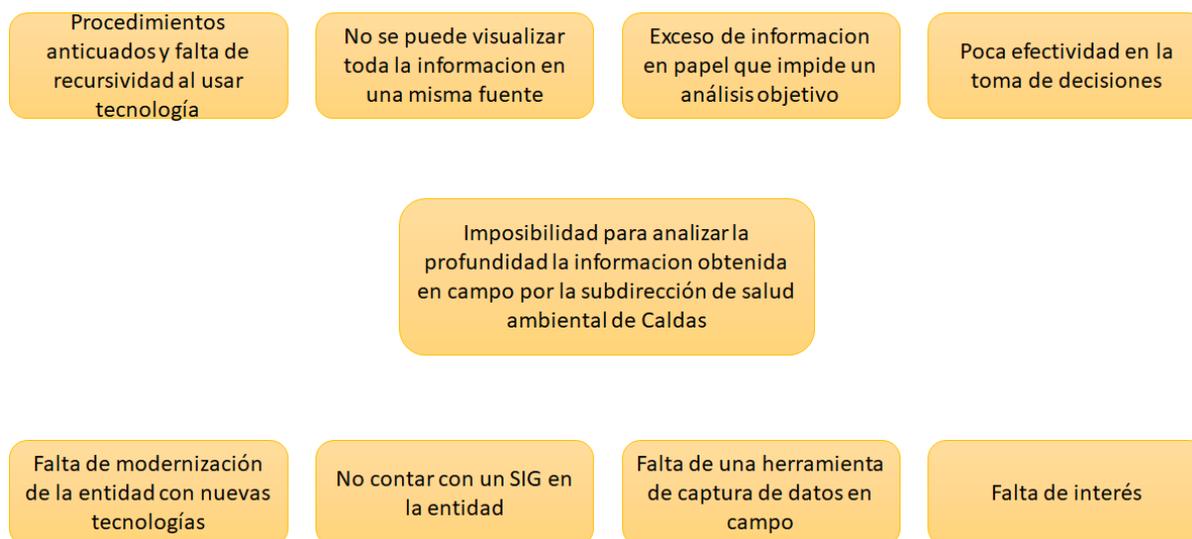
En este trabajo se utilizará el enfoque cuantitativo, ya que al hacer una implementación de un sistemas SIG se está apuntando a la obtención de datos concretos que pueden ser

analizados estadísticamente, y se utilizarán implementaciones a través de software y a través de la realización de scripts con lenguajes de programación como Python, no cual no da lugar a la duda que el enfoque necesario para llevar a buen puerto los diversos objetivos planteados es a través de metodologías cuantitativas.

6.2 Tipo de estudio

Para definir el tipo de estudio que se realizará inicialmente es importante conocer el árbol de problemas ([Figura 5](#)) de nuestro estudio y de esta manera poder seleccionar el enfoque que mejor se acomode a nuestro árbol y nos permita desarrollar a cabalidad todos los objetivos planteados.

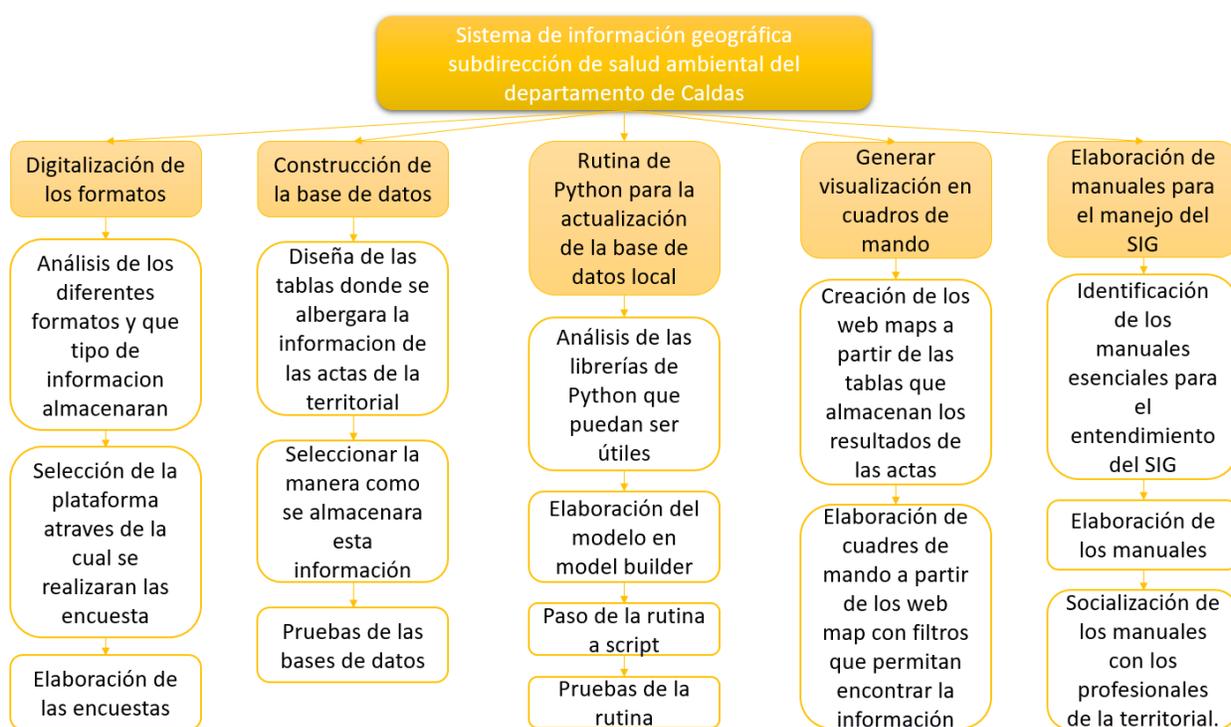
Figura 5: Árbol de problemas.



Fuente: Elaboración propia

Del anterior árbol de problemas se concluyó que el principal problema al que nos enfrentamos en la “Imposibilidad de analizar a profundidad la información obtenida en campo por la subdirección de salud de Caldas” esto principalmente por que son formatos físicos que se diligencia y no hay una base de datos digital que contenga toda esta información lo cual genera una gran dificultad para poder ver objetivamente los diferentes problemas que se pueden presentar en el territorio a pesar que se tenga información suficiente, esto sin duda es un reflejo de la falta de modernización con la cual cuenta la entidad además de no tener un sistemas SIG sólido para almacenar todos estos datos, en base a esto se desarrolló un el siguiente cuadro (figura 6) donde están las diferentes fases a través de las cuales se espera llegar a los resultados esperados.

Figura 6: Fases del proyecto SIG para la Territorial de Salud de Caldas



Fuente: Elaboración propia

6.3 Procedimiento

En la siguiente sección se desarrollarán una a una las acciones que fueron propuestas en la figura 6 con el fin de tener un entendimiento detallado del proceso al momento de la elaboración del SIG, se colocaron los títulos de los objetivos principales propuestas en las figuras y allí se desarrollará cada una de las acciones consignadas en el mismo de la manera más detallada posible, algunos de los productos finales serán agregados en los Anexos de este documento, y algunos archivos digitales será también adjuntados con este documento final.

6.3.1 Digitalización de las actas y automatización de las mismas.

Las actas que son diligenciadas por el personal de la subdirección de salud ambiental de la Territorial de Salud de Caldas son alrededor de 80 sin embargo al ser un número bastante alto se hizo la primera selección de las actas más utilizadas teniendo como resultado un total de 15 actas que son primordialmente las más utilizadas por parte de los funcionarios desplegados en campo, para efectos prácticos en este punto se usará el formato “ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS ” en general estas actas cuentan con un formato similar por lo tanto se utilizará ésta para explicar el desarrollo y automatización de estas plantillas.

El primer punto a tratar será el análisis de los diferentes formatos y que tipo de información se debe almacenar de manera digital, se utilizará el acta anteriormente mencionada

para tener una vista general de cómo es una de estas actas y la forma en la que se deben diligenciar para así analizar la implementación.

Figura 7: Preguntas de identificación

	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	
CIUDAD <input type="text"/> FECHA <input type="text" value="día / mes / año"/> ACTA N° <input type="text"/> TIPO DE ESTABLECIMIENTO: Expendio <input type="checkbox"/> Expendio con operaciones de porcionado, troceado, acondicionamiento <input type="checkbox"/> ENTIDAD TERRITORIAL DE SALUD <input type="text"/>		Versión: 02 Fecha: 29/12/2017
IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO		
* CAMPO OBLIGATORIO		
RAZÓN SOCIAL <input type="text"/>		
*CÉDULA / NIT <input type="text"/>		*NÚMERO DE INSCRIPCIÓN <input type="text"/>
*NOMBRE COMERCIAL <input type="text"/>		
*DIRECCIÓN <input type="text"/>		MATRICULA MERCANTIL <input type="text"/>
*DEPARTAMENTO <input type="text"/>		*MUNICIPIO <input type="text"/>
Barrio <input type="checkbox"/>	Vereda <input type="checkbox"/>	Comuna <input type="checkbox"/>
Localidad <input type="checkbox"/>	Sector <input type="checkbox"/>	Corregimiento <input type="checkbox"/>
Caserío <input type="checkbox"/>	UPZ <input type="checkbox"/>	
Otro <input type="checkbox"/>	Cuál: <input type="text"/>	
TELÉFONOS <input type="text"/>		FAX <input type="text"/>
CORREO ELECTRÓNICO <input type="text"/>		
NOMBRE DEL PROPIETARIO <input type="text"/>		
DOCUMENTO DE IDENTIFICACION		C.C. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> NIT <input type="checkbox"/> Número de documento <input type="text"/>
*NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL <input type="text"/>		
*DOCUMENTO DE IDENTIFICACION		C.C. <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/> NIT <input type="checkbox"/> *Número de documento <input type="text"/>
*DIRECCIÓN DE NOTIFICACIÓN <input type="text"/>		
*DEPARTAMENTO <input type="text"/>		*MUNICIPIO <input type="text"/>
*HORARIO Y DÍA DE FUNCIONAMIENTO <input type="text"/>		*NÚMERO DE TRABAJADORES <input type="text"/>

Fuente: Tomado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

Las actas inician con una primera parte donde se hacen preguntas de identificación bien sea el establecimiento que se está visitando para comprobar que cuenta con todas las medidas

sanitarias dispuestas por la ley o de los vehículos transportadores de alimentos, como se podrá ver en la [figura 7](#) las preguntas se refieren a la identificación y también a temas como los datos de representante legal o administrador del establecimiento, en general todas las actas tiene preguntas en esta parte similares con algunas pequeñas variaciones la que más frecuentemente cambia es la pregunta del tipo de establecimiento, los datos a almacenar en esta primera parte son todos de tipo texto, fechas o números.

Figura 8: Preguntas de conceptos anteriores

CONCEPTO SANITARIO DE ULTIMA VISITA SANITARIA				
FECHA DE LA ÚLTIMA INSPECCIÓN	día / mes /año	FAVORABLE		% DE CUMPLIMIENTO DE LA ÚLTIMA INSPECCIÓN
		FAVORABLE CON REQUERIMIENTOS		
		DESFAVORABLE		
%				
*MOTIVO DE LA VISITA				
PROGRAMACIÓN		SOLICITUD DEL INTERESADO		ASOCIADA A PETICIONES, QUEJAS Y RECLAMOS
SOLICITUD OFICIAL		EVENTO DE INTERÉS EN SALUD PÚBLICA		SOLICITUD DE PRÁCTICA DE PRUEBAS/ PROCESOS SANCIONATORIOS ADMIN.

Fuente: Tomado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

Las siguientes preguntas en el formato son las que se pueden observar en la [figura 8](#), estas son iguales para todos los formatos, aquí vemos un tipo de pregunta nueva en este caso es seleccionar una de las opciones, hay otras preguntas de fechas y de números enteros.

Posteriormente se pasará a la parte de evaluación, donde el funcionario de la Territorial analizará todas las medidas sanitarias que deben cumplir los establecimientos o vehículos evaluados, en la [tabla 1](#) se podrán ver las calificaciones.

Tabla 1: Conceptos al evaluar en las actas de la territorial de salud de Caldas

EVALUACIÓN	
Aceptable (A)	Marque con una X cuando el establecimiento cumple la totalidad de los requisitos descritos en el instructivo para el aspecto a evaluar
Aceptable con Requerimiento (AR)	Marque con una X cuando el establecimiento cumple parcialmente los requisitos descritos en el instructivo para el aspecto a evaluar
Inaceptable (I)	Marque con una X cuando el establecimiento no cumple ninguno de los requisitos descritos en el instructivo para el aspecto a evaluar
No Aplica (NA)	Marque con una X la casilla "NA" en caso que el aspecto a verificar no se realice por parte del establecimiento y calificar como Aceptable (A). Justificar la razón del no aplica en el espacio de hallazgos.
Crítico (C)	Marque con una X la casilla "C" cuando el incumplimiento del aspecto a verificar afecte la inocuidad de los alimentos y deba aplicar Medida Sanitaria de Seguridad que impida que el establecimiento continúe ejerciendo sus labores

Fuente: Adaptado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

La sección de evaluación está separada por bloques, generalmente 6 bloques aunque puede variar entre actas, cada uno de estos bloques tiene al final un puntaje que se da en base a la calificación de cada una de las actas, en la [figura 9](#) podemos ver el primer bloque de esta acta.

Figura 9: Primer bloque de la sección de evaluación

I. CONDICIONES SANITARIAS DE INSTALACIONES Y PROCESO					
1	EDIFICACION E INSTALACIONES	A	AR	I	HALLAZGOS
1.1	Localización y construcción. <i>(Resolución 2674/2013, Art. 6, Numeral 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.4, 2.6 y 2.7. Art. 31 Numeral 1; 2.)</i>	2	1	0	
1.2	Condiciones de pisos, paredes y drenajes. <i>(Resolución 2674/2013, Artículo 7, Numeral 1: 1.1, 1.2, 1.4. Numeral 2: 2.1; 2.2; Art. 31 Numeral 1, 2.)</i>	1,5	0,75	0	
1.3	Techos, puertas, iluminación y ventilación. <i>(Resolución 2674/2013, Artículo 7, Numeral 3, 4, 5, 7, 8. Art. 31 Numeral 1, 2.)</i>	1,5	0,75	0	
1.4	Instalaciones sanitarias. <i>(Resolución 2674/2013, Artículo 6, Numeral 6.1, 6.2, 6.3, 6.4; Art. 31 Numeral 1, 2.)</i>	3	1,5	0	
1.5	Áreas de exhibición y venta <i>(Resolución 2674 de 2013 Art. 6. Numeral 2.3; 2.5. Art. 31 Numeral 1; 2.)</i>	2	1	0	
CALIFICACIÓN DEL BLOQUE					La calificación del bloque corresponde al 10% del total del acta

Fuente: Tomado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

Como se observa en la figura 9 cada uno de los bloques tiene una calificación diferente según la importancia que se le dio a cada uno de los puntos al momento de la elaboración del acta, y al final hay una calificación total para el bloque, en caso de que un punto sea calificado

como “Aceptable” o ”No aplica” se le asignará una calificación a esta pregunta de la totalidad de los puntos que se pueden observar allí, en caso de que se califique como “Aceptable con requerimientos” se le dará la mitad de los puntos y en caso que se califique como “Inaceptable” se le asignará 0 puntos, por último si se califica como “Crítico” inmediatamente se debe imponer medida sanitaria, de esta manera se presentan todos los bloques de calificación que en el caso de esta acta de ejemplo son 6, se hace necesario que este proceso de asignación de valor de la pregunta según la calificación se realice de manera automática, y al finalizar como se podrá ver en la [figura 10](#) aparece el bloque donde se dará la calificación general después de evaluar cada uno de los puntos.

Figura 10: Bloque con el concepto sanitario general del acta

II. CONCEPTO SANITARIO			
% DE CUMPLIMIENTO	CONCEPTO. <small>Seleccione con una X el concepto sanitario a emitir</small>	NIVEL DE CUMPLIMIENTO	En caso que uno o más de los aspectos a evaluar sea identificado como crítico y calificado como Inaceptable (!), independiente del porcentaje de cumplimiento obtenido, el CONCEPTO SANITARIO a emitir será DESFAVORABLE y se procederá a aplicar la MEDIDA SANITARIA DE SEGURIDAD respectiva.
	FAVORABLE	90-100%	
	FAVORABLE CON REQUERIMIENTOS	60 - 89,9%	
	DESFAVORABLE	< 59,9%	
III. RELACIÓN DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO			

Fuente: Tomado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

La calificación máxima teniendo todos los puntos a evaluar en aceptable es de 100 o 100%, a medida que se inculplan algunos puntos y haya requerimientos irá bajando la puntuación en base a la puntuación final en el caso de esta acta si está entre 90% y 100% se da un concepto favorable, entre un 90 y 60% se da un concepto Favorable con requerimientos y en caso de que sea menor a 60% o se haya marcado alguno de los puntos a evaluar como crítico se

procederá a aplicar la medida sanitaria que corresponda, se hace necesario que esta calificación general se calcule de manera automática en las actas para que el funcionario base toda su energía en realizar un buen análisis y calificación.

Figura 11: Preguntas finales en los formatos de evaluación

III. RELACIÓN DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO		
NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS TOMADAS		
NÚMERO DEL ACTA DE TOMA DE MUESTRA		
IV. REQUERIMIENTOS SANITARIOS		
Se debe ajustar el establecimiento a la normatividad sanitaria vigente corrigiendo los hallazgos registrados en la presente acta.		
V. APLICACIÓN DE MEDIDA SANITARIA DE SEGURIDAD		
Si	No	Cuál:
VI. OBSERVACIONES		
Por parte de la autoridad sanitaria:		
Por parte del establecimiento:		
VII. NOTIFICACION DEL ACTA		
Para constancia previa lectura y ratificación del contenido de la presente acta firman los funcionarios y personas que intervinieron en la visita, hoy _____ del mes de _____ del año _____ en la Ciudad de _____.		
De la presente acta se deja copia en poder del interesado, representante legal, responsable del establecimiento o quien atendió la visita.		
NOTA: El acta debe ser notificada dentro de un plazo no mayor de cinco (5) días contados a partir de la realización de la visita.		
POR PARTE DE LOS FUNCIONARIOS QUE REALIZAN LA VISITA		
FIRMA:	FIRMA:	

Fuente: Tomado de una de las actas de la Subdirección de Salud Ambiental de Caldas

En la [figura 11](#) se observan las últimas preguntas de las actas que son iguales para todas, acá se introduce una nueva pregunta y es la de almacenar una firma tanto de funcionario que realiza la encuesta como de la persona encargada que está presente durante la misma.

La siguiente sección de las fases del proyecto es la selección de la plataforma a través de la cual se realizará la implementación de estas actas de manera digital, en la sección de marco teórico se hizo un importante resumen de las posibles opciones que se tienen en el momento de realizar actas o encuestas online de este tipo, a continuación se pondrán varios puntos importantes para seleccionar la mejor opción que se adapte a las necesidades de la territorial de salud de Caldas:

- Se necesita que la plataforma permita el diligenciamiento de las encuestas con o sin conexión a internet.
- Que permita almacenar diferente tipo de información, como ubicación, imágenes, firmas.
- Es necesario que se puedan realizar formatos inteligentes que permitan hacer cálculos y asignar calificaciones según valores obtenidos en los diferentes numerales a evaluar.
- Que permita fácil almacenamiento de toda la información en la nube o de manera local.
- Que la información se pueda conectar de manera sencilla con cuadros de mando por ejemplo dashboard de ArcGis online.
- Por último es la necesidad de que las encuesta se puedan realizar a través de dispositivos móviles con los que cuente los funcionarios encargados de diligenciar en campo las encuestas.

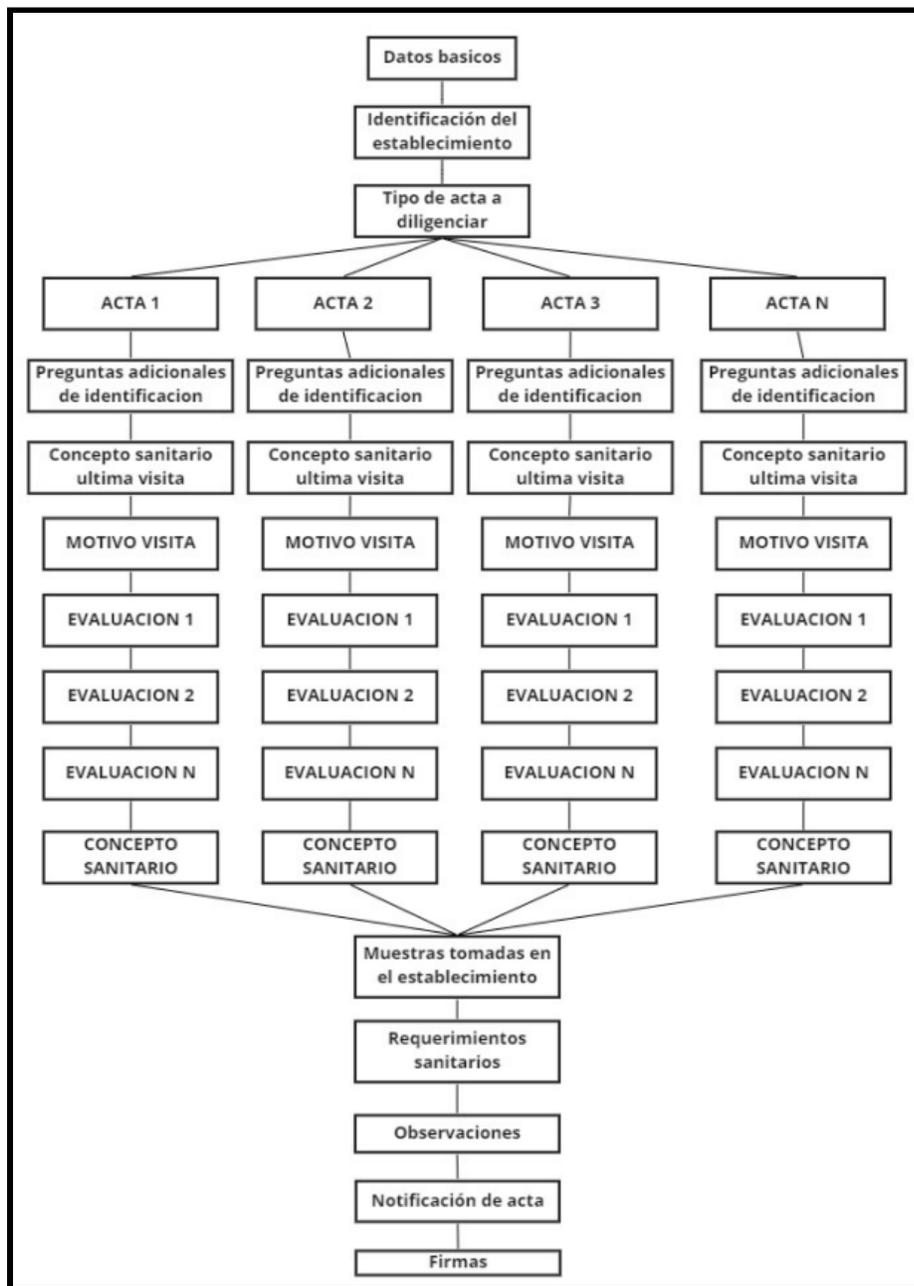
En base a los puntos mencionados anteriormente y teniendo en cuenta que la Territorial de Salud de Caldas posee las licencias para todo los servicio del ecosistema de ESRI fue seleccionada esta plataforma como la ideal para la implementación de este SIG, ya que cumple todas las características y permite la realización de las encuestas en formato XLS form lo cual en

un futuro si la entidad llegará a no renovar las licencias con ESRI fácilmente se podría hacer una migración a plataformas de uso libre como lo puede ser por ejemplo Open Data Kit o Qfield.

6.3.1.1 Desarrollo de las encuestas en Survey123 con XLSForm

Al analizar los patrones de la forma de las encuestas, su división en bloque y similitudes en las preguntas y la opción que nos da esta aplicación para desplegar ciertas preguntas si se selecciona una u otra respuesta en una pregunta, lo cual significa que en una sola encuesta se puede incluir cada una de las actas colocando una pregunta donde se seleccione cual es el acta a diligenciar y de esta manera se desplieguen las preguntas que sean únicas de la encuesta en cuestión, en la [figura 12](#) se puede observar un esquema general de la manera como se realizaran la digitalización de las diversas encuestas a través del aplicativo [survey123](#) del ecosistema de ESRI, hay que hacer una mención importante en este punto, existen 2 maneras de crear las diferentes encuestas, estas son a través de la página <https://survey123.arcgis.com/> o a través de un aplicativo llamado Arcgis Survey123 Connect el cual se puede descargar del siguiente link <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-survey123/resources#settingup>

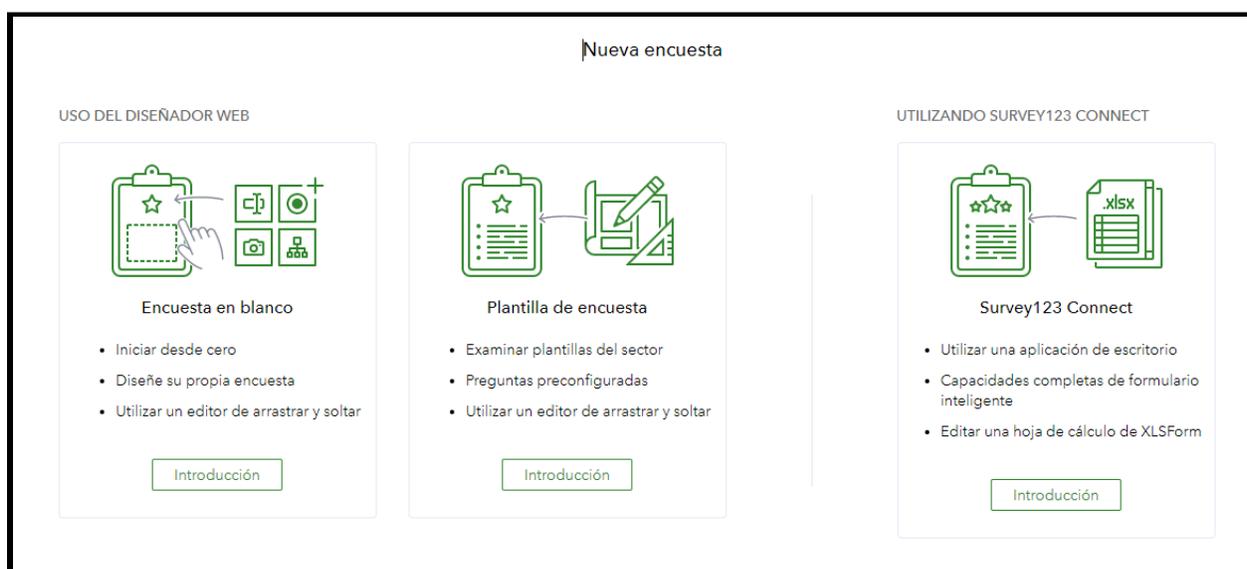
Figura 12: Esquema general del desarrollo de las encuestas



Fuente: Elaboración propia

- Primero trataremos la creación de encuestas a través de la página oficial de [survey123](#) una vez allí se inicia sesión con nuestro usuario de ESRI, nos encontraremos con nuestras encuestas y en la parte superior se encuentra la opción “Nueva encuesta” al picar allí nos encontraremos con las opciones que se pueden observar en la [figura 13](#).

Figura 13: Opciones al crear nueva encuesta en survey123



Fuente: Tomado de la web oficial de survey123

La primera opción es para crear encuesta en blanco a través del diseñador web de esta manera se colocará un panel en la parte derecha desde el cual se podrán arrastrar las diferentes tipos de preguntas hacia la encuesta, sin embargo al tener una implementación tan extensa como la que se realiza en esta ocasión se vuelve bastante complicado y desgastante la realización de la misma, además de las múltiples errores que se generan por que la aplicación es la que selecciona

en nombre de la columna donde se albergará la información de cierta pregunta, por esta razón se realizarán las encuestas a través de la tercera opción utilizando survey123 Connect.

Figura 14: Flujo de trabajo al crear una encuesta en survey123



Fuente: Tomada de la web oficial de survey123

Una vez descargado el aplicativo ingresamos a él y encontraremos las encuestas que hemos realizado en survey123, y en la parte superior izquierda encontraremos la opción de crear una nueva encuesta, una vez picamos en esta opción nos aparece varias tipos de formas de crear los nuevos formularios, a partir de plantillas, un archivo xlsform que tengamos, entre otros, seleccionaremos la opción, de plantillas avanzadas y de esta manera contaremos con todas las opciones que nos brinda el formato xlsform, que en realidad simplemente es un excel con diferentes tablas y diferentes hojas, cómo lo podremos ver en la [figura 15](#), existen 3 horas principales donde se se realiza la implementación de esta encuesta, estas hojas son nombradas

como “survey”, “choice” y “settings”, además existe hojas adicionales que contiene información e instrucciones para el diligenciamiento del formato xls.

Figura 15: Formato XLS form para survey123 connect.

	A	B	C	D	Q
1	type	name	label	hint	media::audio
2	text	example1	Example text question		
3					
4	select_one_yes_no	example2	Example select_one question		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Fuente: Tomado de una plantilla para crear una encuesta con el formato xls form en el aplicativo survey123 connect

En las próximas páginas se describirán paso a paso el proceso que se utilizó para la creación del acta “ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS”, el hoja survey en el formato xls form servirá para almacenar la estructura de la encuesta en general, la llamada choices contendrá las opciones de respuesta cuando elaboremos una pregunta con opciones predeterminadas para responder, y por último la hoja settings donde se almacena otra información importante de la encuesta como por ejemplo título, id de la encuesta entre otros.

Para la creación de una pregunta se debe iniciar trabajando en la hoja survey, allí la primer columna es llamada “type” en esta columna se debe seleccionar el tipo de pregunta que se desea elaborar en la [tabla 2](#) se podrá ver un resumen de las opciones utilizadas en este desarrollo

Tabla 2: Tipos de preguntas utilizadas en el desarrollo actual.

TIPO DE PREGUNTA (Type)	DESCRIPCIÓN
Text	En esta pregunta se espera que el usuario ingrese un texto con la entrada de texto de su dispositivo
Select_one “ <i>nombre de la lista</i> ”	El usuario selecciona solo una de las opciones predeterminadas para llenar esta respuesta.
Select_multiple “ <i>nombre de la lista</i> ”	El usuario selecciona una o varias de las opciones predeterminadas.
Note	Se coloca una nota en la encuesta pero esta será solo de visualización para el usuario
Integer	En este tipo de pregunta el usuario debe ingresar un número entero
Decimal	En este tipo de pregunta el usuario debe

	ingresar un número que puede contener decimales
Date	En este tipo de pregunta el usuario debe ingresar una fecha
Calculate	En esta opción se realizará un cálculo pero este no se mostrará al usuario al momento de diligenciar la encuesta
begin group	Empieza un grupo de preguntas
end group	Termina un grupo de preguntas
image	En esta pregunta se debe ingresar una imagen
geopoint	Esta pregunta sirve para capturar un punto de localización en el dispositivo móvil con ayuda del gps

Fuente: Elaboración propia

La siguiente columna en la hoja survey como se ve en la [figura 15](#) es la columna llamada “name”, en esta se debe colocar el nombre que llevará el campo en la tabla donde se almacenarán los resultados de las encuestas, se debe tratar de ingresar nombres cortos que facilite en un futuro el almacenamiento en tablas y bases de datos de las diversas encuestas que se estén desarrollando, la columna a continuación es la columna “label” o etiqueta, esta columna contendrá la cadena de texto que verá el usuario en el aplicativo es decir debe incluir la pregunta que se quiere que el usuario responda, y por último en las columnas más importantes está la columna “hint”, en este campo se incluirá información adicional que ayude al usuario a responder la pregunta de manera correcta; en la [tabla 3](#) se puede observar un ejemplo del primer bloque de preguntas que se realizaron, esta empieza con una pregunta de tipo begin group y toda esta fila está resaltada de color naranja y finaliza con un end group de color verde claro, de esta

manera se separaran los diferentes bloques de preguntas, y se utilizan los colores para poder identificar de manera mas sencilla la delimitación de cada grupo de preguntas, este bloque tendra la etiqueta de “DATOS BASICOS”.

Tabla 3: Primer bloque de preguntas acta n° 1

type	name	label	hint
begin group	datos_basicos	DATOS BASICOS	
select_one list_datos_basicos_ciudad	ciudad	Ciudad	<p>Indique la ciudad de
geopoint	ubicacion_exacta	Ubicacion exacta	
date	fecha	Fecha	<p>Indique la fecha de
decimal	acta_n_	ACTA N°	
end group			

Fuente: Elaboración propia.

La primer pregunta que encontramos una pregunta de tipo “select_one”, siempre que se utiliza esta opción debe seguir después de un espacio el nombre de una lista de opciones la cual se construye en la hoja de “Choices” y se puede ver la estructura de una lista en la [tabla 4](#), el nombre que se le asigna a este campo es “ciudad” y la etiqueta es igual, la segunda pregunta es de tipo geopoint y capturará la información exacta de la ubicación cuando se esté realizando la encuesta, se continúa con la fecha de realización de la encuesta en pregunta de tipo date y para finalizar el número del acta que se utiliza la pregunta de tipo decimal, al ser estas preguntas necesarias que el usuario las responda se debe buscar la columna que se llama “required” y se debe colocar en la misma fila de la pregunta obligatoria Yes, de esta manera si el usuario no responde no podrá enviar la encuesta.

Tabla 4: Lista de los municipios de Caldas

list_name	name	label
list_datos_basicos_ciudad	Aguadas	Aguadas
list_datos_basicos_ciudad	Anserma	Anserma
list_datos_basicos_ciudad	Aranzazu	Aranzazu
list_datos_basicos_ciudad	Belalcázar	Belalcázar
list_datos_basicos_ciudad	Chinchiná	Chinchiná
list_datos_basicos_ciudad	Filadelfia	Filadelfia
list_datos_basicos_ciudad	La_Dorada	La Dorada
list_datos_basicos_ciudad	La_Merced	La Merced
list_datos_basicos_ciudad	Manizales	Manizales
list_datos_basicos_ciudad	Manzanares	Manzanares
list_datos_basicos_ciudad	Marmato	Marmato
list_datos_basicos_ciudad	Marquetalia	Marquetalia
list_datos_basicos_ciudad	Marulanda	Marulanda
list_datos_basicos_ciudad	Neira	Neira
list_datos_basicos_ciudad	Norcasia	Norcasia
list_datos_basicos_ciudad	Pácora	Pácora
list_datos_basicos_ciudad	Palestina	Palestina
list_datos_basicos_ciudad	Pensilvania	Pensilvania
list_datos_basicos_ciudad	Riosucio	Riosucio
list_datos_basicos_ciudad	Risaralda	Risaralda
list_datos_basicos_ciudad	Salamina	Salamina
list_datos_basicos_ciudad	Samaná	Samaná
list_datos_basicos_ciudad	San_José	San José
list_datos_basicos_ciudad	Supía	Supía
list_datos_basicos_ciudad	Victoria	Victoria
list_datos_basicos_ciudad	Villamaría	Villamaría
list_datos_basicos_ciudad	Viterbo	Viterbo

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se realiza el segundo bloque que es denominado “IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO”, no se requiere ninguna acción diferente a lo que ya se había hecho anteriormente, en este bloque hay bastante predominio de las preguntas de tipo “text” en estas la longitud del texto ingresado podría llegar a ser importante por esto en las preguntas de este tipo se recomienda en la columna de nombre “bind::esri:fieldLength” colocar el máximo de caracteres permitido para el texto que vaya a ingresar el usuario, el bloque siguiente a trabajar fue nombrado como “ TIPO DE ACTA A DILIGENCIAR”, en este bloque el

usuario seleccionará el tipo de acta que va a diligenciar y después se desplegarán las preguntas de esta acta que la persona seleccione, de la manera como se planteó el esquema en la [figura 12](#), para realizar esta pregunta en concreto se eligió una pregunta de tipo “select_one” y se creó una lista ([tabla 5](#)) que contiene las 15 encuestas digitalizadas y posteriormente se creó un bloque al cual se le asignó un color diferente y este contendrá todas las preguntas del acta n° 1 ([tabla 5](#)), para que el bloque de preguntas que solo corresponden al acta n° 1 aparezca cuando esta acta se seleccione en la pregunta del tipo de acta se debe colocar en la fila de tipo “begin group” en la columna “relevant” (esta columna da la posibilidad de saltar preguntas o adicionar preguntas en base a una respuesta dada en una pregunta anterior) adicionar el siguiente código lógico **selected(“nombre de la pregunta condición”, 'nombre de la respuesta ')** un ejemplo es el que se utilizó para las preguntas de la primer acta **selected(“seleccion_acta”, 'acta_1')** esto quiere decir que si en la pregunta llamada seleccion_acta se selecciona la respuesta con nombre acta_1 se desplegarán las preguntas que se adicione al bloque creado anteriormente.

Posteriormente dentro del acta 1 se adicionarán las preguntas que solo son para esta acta, cabe resaltar que es posible incluir grupos con el tipo begin group dentro de otros grupos, de esta manera a pesar de que nos encontramos en el grupo de las preguntas del acta 1 podemos adicionar nuevos bloques o grupos dentro de este mismo, el primero que se adiciona es el de preguntas adicionales de identificación, a pesar de que la mayoría de actas tienen casi las mismas preguntas de identificación similares si existen algunas preguntas diferentes que se adicionan en este grupo, posteriormente se adicionan otros dos bloques, con el nombre concepto sanitario de la última visita y motivo de la visita.

Tabla 5: Actas a digitalizar

NUMERO DEL ACTA	NOMBRE
1	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE PREPARACION DE ALIMENTOS
2	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
3	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GRANDES SUPERFICIES
4	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
5	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VEHICULOS TRANSPORTADORES DE ALIMENTOS
6	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA EXPENDIOS DE CARNE Y/O PRODUCTOS CÁRNICOS COMESTIBLES
7	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VEHÍCULOS TRANSPORTADORES DE CARNE Y/O PRODUCTOS CÁRNICOS COMESTIBLES
8	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VENTAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA VÍA PÚBLICA
9	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA EXPENDIOS DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS
10	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PLAZAS DE MERCADO O CENTRAL DE ABASTOS
11	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE ENSAMBLE DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
12	ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS
13	ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO A ESTABLECIMIENTOS DE ESTETICA ORNAMENTAL
14	ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RESIDUOS- PRESTADORES INDEPENDIENTES CIRCULAR 000047 DE 2006
15	ACTA GENERAL DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO

Fuente: Elaboración propia

- **IMPLEMENTACIÓN EN LAS PREGUNTAS DE EVALUACIÓN.**

Como se ve en la [figura 9](#) las preguntas de evaluación se califican con 4 conceptos que se ven en la [tabla 1](#) y según la calificación dará un valor a cada uno de los puntos para después hacer una sumatoria de todas las preguntas que nos dara la calificacion final de bloque, para esto cada pregunta se utilizó el tipo select _one y se creó una lista de opciones con las calificaciones que se ven en la [tabla 1](#), de esta manera cada encuestador asignará la calificación que según su criterio merezca el establecimiento o vehículo, posteriormente se creó una pregunta del tipo “calculate” esta pregunta tendrá como fin almacenar el valor numérico que tendrá según la respuesta seleccionada por el encuestador, este campo calculate no será visible para el usuario que está llenando la encuesta, para obtener el valor numérico se utilizó un código condicional que se escribió en la columna calculation (esta columna permite realizar cálculos según respuesta

de preguntas anteriores), la realizar el código condicional combinado con el código select se puede ver el esquema general en la [tabla 6](#) se realiza inicialmente una combinación de de la función if, la cual el primer argumento que recibe es la condición, allí se utiliza la función select, que evalúa si una pregunta anterior se obtuvo cierta respuesta, siguiendo de los valores a asignar en caso de que la condición sea verdadera, en la última fila de la [tabla 6](#) contiene un ejemplo general de una pregunta en la cual la calificación si es “Aceptable” o “ No aplica” es 2, si es “Aceptable con requerimientos” el valor es 1, si es “insuficiente” el resultado es 0 y por último si es “Critico” el valor es - 100 esto con el fin de que al final cuando se haga una sumatoria general de todas las preguntas si hay algún insuficiente el concepto general del acta sea negativo.

Tabla 6: Esquemas de las funciones select y if en xlsform y ejemplo de la combinación de ambas

Función	Descripción	Ejemplo
selected(question, value)	Comprueba si se ha seleccionado una respuesta. Se utiliza en las preguntas select_one y select_multiple.	selected(\${question_one}, 'a')
if(condition, a, b)	Si la condición se evalúa como true, devuelve a; de lo contrario, devuelve b.	if(selected(\${question_one}, 'yes') and selected(\${question_two}, 'yes'), 'yes', 'no')
if(selected (\${pregunta}, 'A'),2,if(selected (\${pregunta}, 'NA'),2,if(selected (\${pregunta}, 'AR'),1,if(selected (\${pregunta}, 'C'),-100,0))))		

Fuente: Tomado de <https://doc.arcgis.com/es/survey123/desktop/create-surveys/xlsformformulas.htm>

La última pregunta de cada uno de los bloques de preguntas de evaluación será una pregunta donde se realice la sumatoria general de cada uno, esta pregunta será de tipo decimal, y se utiliza una fórmula en la columna de cálculo.

- $\text{number}(\{\text{pregunta}\}) + \text{number}(\{\text{pregunta2}\}) \dots + \text{number}(\{\text{preguntan}\})$

De esta manera se realiza la suma de cada uno de los valores de las preguntas de cada bloque y se suman para tener un resultado general de cada bloque

Debido a que son 15 encuestas y cada una de ellas tiene aproximadamente 6 bloques de preguntas de evaluación se diseñó un esquema de nombres para que cuando se vaya a consultar las tablas que contienen las respuestas sea fácil navegar entre estas, el esquema diseñado se puede ver la [tabla 7](#).

Tabla 7: Esquema de numeración para las preguntas de evaluación.

Tipo de pregunta	Ejemplo	Explicación
begin group (inicio de cada bloque de pregunta)	bloq_1_1	El primer número simboliza el número del acta y el segundo representa el número del bloque de preguntas, en este caso sería el bloque 1 del acta número 1
Select_one list	valor_1_1_3	El primer número simboliza el número del acta, el segundo el número del bloque y el tercero el número de pregunta, en este caso sería la pregunta 3 del bloque 1 del acta número 1
Text	hallazgos_3_1_1	El primer número simboliza el

		número del acta, el segundo número simboliza el bloque y el tercero simboliza el número de la pregunta, en este caso sería los hallazgos de la pregunta 1 del bloque 1 del acta 3
Calculate	result_bloq2_1	El primer número simboliza el número del acta y el segundo simboliza el número del bloque, en este caso sería el resultado del primer bloque del acta 2

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo un esquema de la manera como se le asigna el nombre a las diferentes preguntas de evaluación, se diseñó una tabla de excel con el fin de automatizar la elaboración de las encuestas en xlsform, ya se que puede tornar bastante abrumador la cantidad de preguntas que se deben digitalizar, los únicos datos que se deben ingresar son el número del acta y la calificación de las preguntas y de manera automática se genera el esquema del bloque que se desee, en la [figura 16](#) se puede observar una vista general del archivo de automatización de las actas.

De esta manera se elaboró cada uno de los bloques de preguntas de evaluación, recordar que la nota máxima posible es 100, al finalizar se crea un último bloque que se llama “CONCEPTO SANITARIO” en este concepto sanitario se incluirán dos preguntas la primera almacenará la sumatoria de los resultados de los bloques y la segunda incluirá según el resultado numérico el concepto sanitario.

Figura 16: Tabla de excel para la automatización del esquema xlsform.

		note	instrucciones13	Instrucciones diligencia <p>Aceptable (A) --> Marque con una X cuando el establecimiento cumple la totalidad de los requisitos descritos en				
ACTA NO	13	select_one list_evalua	preg_13_2_1	2.1		yes	Esta es una pregunta	
BLOQUE NO	2	calculate	valor_13_2_1	resultado_13_2_1				if(selected ({preg_13_2_1}, 'A'),2,if
PREGUNTA NO	1	text	hallazgos_13_2_1	Hallazgos				
	2	select_one list_evalua	preg_13_2_2	2.2		yes	Esta es una pregunta	
	3	calculate	valor_13_2_2	resultado_13_2_2				if(selected ({preg_13_2_2}, 'A'),2,if
	4	text	hallazgos_13_2_2	Hallazgos				
	5	select_one list_evalua	preg_13_2_3	2.3		yes	Esta es una pregunta	
	6	calculate	valor_13_2_3	resultado_13_2_3				if(selected ({preg_13_2_3}, 'A'),4,if
	7	text	hallazgos_13_2_3	Hallazgos				
	8	select_one list_evalua	preg_13_2_4	2.4		yes	Esta es una pregunta	
	9	calculate	valor_13_2_4	resultado_13_2_4				if(selected ({preg_13_2_4}, 'A'),2,if
	10	text	hallazgos_13_2_4	Hallazgos				
		select_one list_evalua	preg_13_2_5	2.5		yes	Esta es una pregunta	
Pregunta	Calificación	calculate	valor_13_2_5	resultado_13_2_5				if(selected ({preg_13_2_5}, 'A'),1,if
1	2	text	hallazgos_13_2_5	Hallazgos				
2	2	select_one list_evalua	preg_13_2_6	2.6		yes	Esta es una pregunta necesaria	
3	4	calculate	valor_13_2_6	resultado_13_2_6				if(selected ({preg_13_2_6}, 'A'),2,if
4	2	text	hallazgos_13_2_6	Hallazgos				
5	1	select_one list_evalua	preg_13_2_7	2.7		yes	Esta es una pregunta necesaria	
6	2	calculate	valor_13_2_7	resultado_13_2_7				if(selected ({preg_13_2_7}, 'A'),,if
7		text	hallazgos_13_2_7	Hallazgos				
8		select_one list_evalua	preg_13_2_8	2.8		yes	Esta es una pregunta necesaria	
9		calculate	valor_13_2_8	resultado_13_2_8				if(selected ({preg_13_2_8}, 'A'),,if
10		text	hallazgos_13_2_8	Hallazgos				
11		select_one list_evalua	preg_13_2_9	2.9		yes	Esta es una pregunta necesaria	
12		calculate	valor_13_2_9	resultado_13_2_9				if(selected ({preg_13_2_9}, 'A'),,if
13		text	hallazgos_13_2_9	Hallazgos				
14		select_one list_evalua	preg_13_2_10	2.10		yes	Esta es una pregunta necesaria	
15		calculate	valor_13_2_10	resultado_13_2_10				if(selected ({preg_13_2_10}, 'A'),,if

Fuente: Elaboración propia

La primer pregunta de tipo decimal en el bloque “CONCEPTO SANITARIO” será de tipo decimal y contendrá en la columna calculation la fórmula para sumar los resultados de los bloques con el siguiente código lógico:

- $$\text{number}(\{\text{resultado_bloq1}\}) + \text{number}(\{\text{resultado_bloq2}\}) \dots + \text{number}(\{\text{resultado_bloqN}\})$$

De esta manera ya se tendrá el resultado de general de las preguntas de evaluación, la segunda pregunta será de tipo text y como vimos en la [figura 10](#) según el resultado en números se dará el concepto sanitario para esto se utiliza el siguiente código lógico en la columna calculation:

- **if(\${nivel_sanitario}>'90','FAVORABLE',if(\${nivel_sanitario} > '60' and \${nivel_sant_3} < '90','FAVORABLE CON REQUERIMIENTOS',if(\${nivel_sanitario}<'59.99','DESFAVORABLE','REVISAR'))**

De esta manera finalizan las preguntas que solo corresponde al acta 1, se elaboró de la misma forma el resto de preguntas de evaluación para cada una de las actas, y se continuó con la elaboración de preguntas comunes para todas, el siguiente bloque de preguntas fue el de muestras tomadas, y se siguió con el requerimiento sanitario que se le da al establecimiento según el concepto que se obtiene al final que puede llegar hasta con el cierre del establecimiento, por último se toman los datos para la notificación del acta y se finaliza con las firmas por parte de los funcionarios que elabora, en esta parte hay un nuevo tipo de pregunta interesante y es las firmas para poder que las personas escriban las firmas en la pantalla es necesario hacer una pregunta de tipo image y en la column appearance se debe seleccionar la opción “signature”.

Una vez finalizadas las encuestas se generó un formato xlsform demasiado grande con alrededor de 1500 filas, lo cual genera problemas en el momento de la visualización, de la feature layer en el ecosistema de ESRI, por lo cual se tomó la decisión de separar las encuestas en cuatro grupos para que así no sean tan pesada la encuesta y se pueda visualizar, como se hizo anteriormente de subrayar las filas de el inicio de bloques con el color naranja y de la finalizacion de los bloques de color verde, se tomo esta decision pero con colores diferentes para las diferentes actas y apesar de estar en encuestas separadas se siguio con el mismo esquema de nombres que se explico anteriormente para que cuando se vaya a consultar la informacion sea

mucha mas sencillo, en la tabla 8 se puede observar la manera en la que se espararan las actas y los colores con los que se podran identificar los bloques de cada una de las actas.

Tabla 8: Lista de actas , codigo de color y numero de grupo al que pertenece.

NUMERO DEL ACTA	GRUPO	NOMBRE
1	1	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE PREPARACION DE ALIMENTOS
2		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA EXPENDIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
3		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GRANDES SUPERFICIES
4		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
5		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VEHICULOS TRANSPORTADORES DE ALIMENTOS
6	2	ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA EXPENDIOS DE CARNE Y/O PRODUCTOS CÁRNICOS COMESTIBLES
7		ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VEHÍCULOS TRANSPORTADORES DE CARNE Y/O PRODUCTOS CÁRNICOS COMESTIBLES
8	3	ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA VENTAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN LA VÍA PÚBLICA
9		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA EXPENDIOS DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS
10		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA PLAZAS DE MERCADO O CENTRAL DE ABASTOS
11		ACTA DE INSPECCION SANITARIA CON ENFOQUE DE RIESGO PARA ESTABLECIMIENTOS DE ENSAMBLE DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
12		ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS
13	4	ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO A ESTABLECIMIENTOS DE ESTETICA ORNAMENTAL
14		ACTA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RESIDUOS- PRESTADORES INDEPENDIENTES CIRCULAR 000047 DE 2006
15		ACTA GENERAL DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO

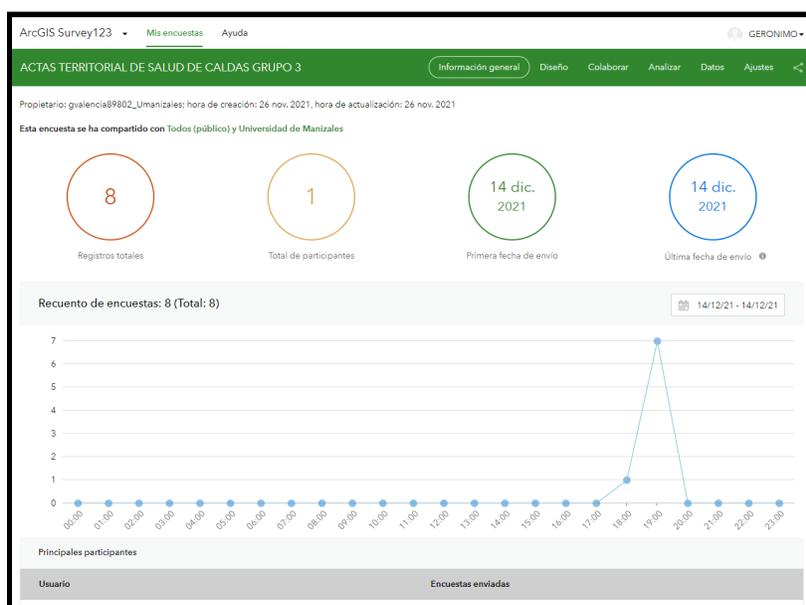
Fuente: Elaboración propia

6.3.2 Almacenamiento de los datos y exportación de los mismos

Survey123 se aprovecha del ecosistema de ESRI para almacenar los datos de las encuestas en la nube, como se puede ver en la [figura 17](#) Survey123 nos presenta un cuadro de mando que permite administrar y consultar la información de las encuestas, para este punto tendremos como ejemplo el grupo 3 de encuestas, allí tendremos varias opciones para nuestra encuesta, la primera es la información general de la encuesta ([figura 17](#)), nos puesta una grafica donde se puede ver el número de encuestas diarias, la primer fecha en la que se llenó la encuesta,

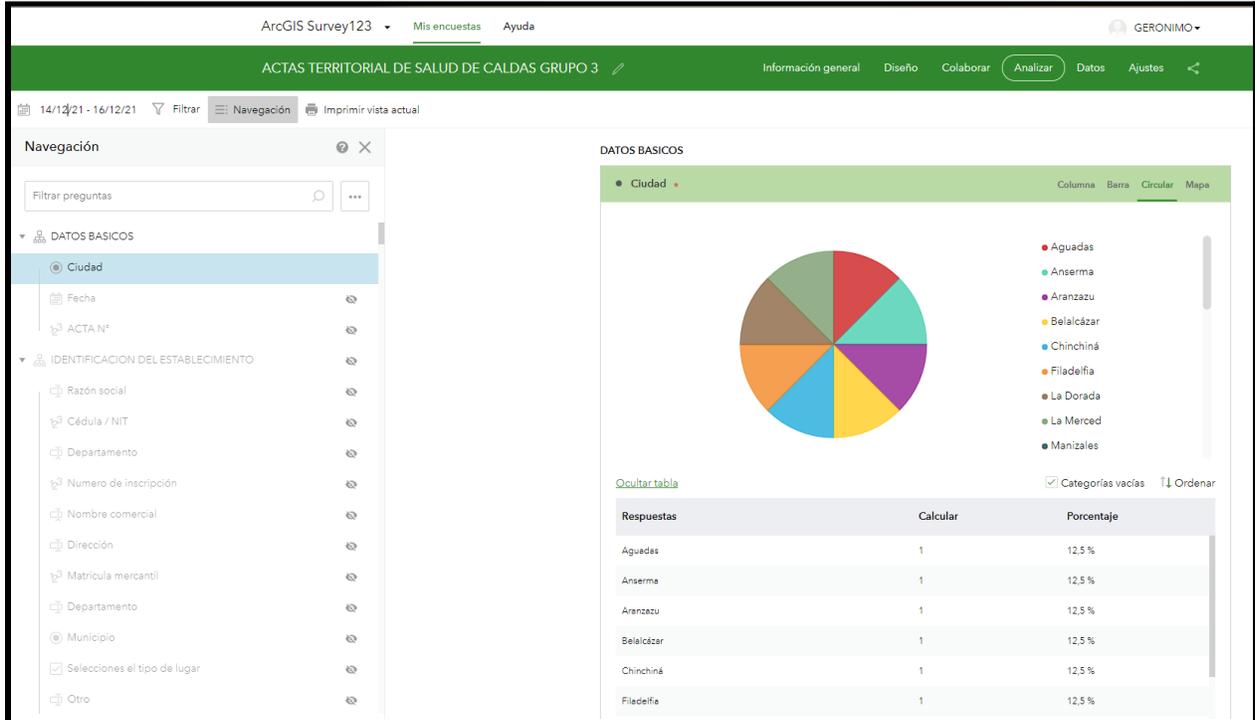
el total de participantes entre otros, la siguiente pestaña es la pestaña de diseño, en este se modifican las preguntas y el diseño en general de la encuesta sin embargo al realizar la edición de la encuesta a través de survey123 connect no es posible modificarla a través del servicio web ya que no incluye todas las funcionalidades que sí incluye el xlsform, la siguiente opción a tener en cuenta es la pestaña de “Colaborar”, allí se puede configurar que personas puede llenar nuestra encuesta, en que horarios se puede hacer y si preferimos que la encuesta se abra directamente en la versión web o a través de la aplicación móvil survey123.

Figura 17: Vista general de “ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 3” en el aplicativo web de Survey123



Fuente: Tomado del aplicativo web survey123.

Figura 18: Pestaña analizar en una encuesta de survey123



Fuente: Elaboración propia

En la [figura 18](#) se accedió a la pestaña analizar de las encuestas del grupo 3, en la parte izquierda podemos observar un panel donde se encuentran todas las preguntas que incluye la encuesta, y hay un ojo que permite visualizar la estadísticas de esta pregunta, en la parte superior izquierda existen diferentes opciones para filtrar así como también la opción de exportar los resultados estadísticos en pdf (imprimir vista actual), la estadísticas de las preguntas según el tipo de pregunta pueden tener diversas formas de visualización, en el ejemplo hay columna, barras, mapa y circular el cual es el seleccionado; también podemos ver la feature layer, que contiene toda la información de nuestra encuesta esta se puede ver en la pestaña de datos, en la

pestaña de ajustes se puede configurar la versión de survey123 en la cual se va a ejecutar la encuesta.

- **ÍNDICE DE PREGUNTAS**

Para facilitar la navegación a través de las tablas que almacenarán los resultados de las diferentes encuestas se creó un documento excel que contendrá 4 hojas, cada una de ellas contendrá el nombre de la pregunta y su etiqueta en la pregunta, para que de esta manera se mucho más sencillo navegar en los resultados y se pueda saber exactamente cual es el nombre de la pregunta que se está buscando ya que como se vio en la [tabla 7](#) existe un esquema particular para las diversas preguntas, este excel se podrá encontrar en los anexos digitales de este documento, para hacerse una idea general se puede observar la figura 19.

Figura 19: Biblioteca de nombres y etiquetas de las preguntas

1	NOMBRE	ETIQUETA
2	datos_basicos	DATOS BASICOS
3	ciudad	Ciudad
4	ubicacion_exacta	Ubicacion exacta
5	fecha	Fecha
6	acta_n_	ACTA N°
7	generated_note_form_sub	Enviar
8	generated_note_form_foot	<a target=' blank' style="color:#f

< > Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3 Grupo 4

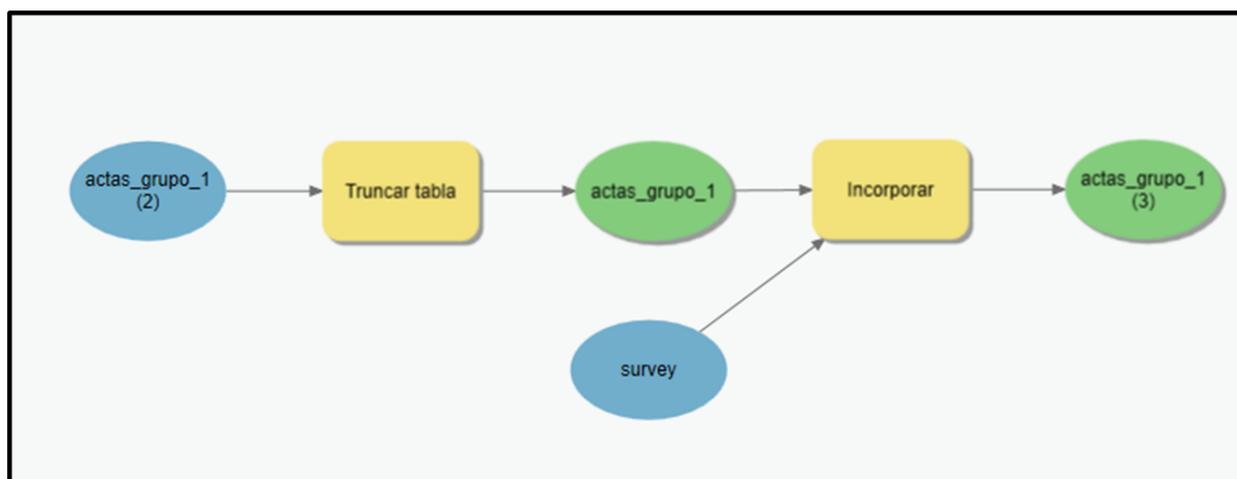
Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Desarrollo de la rutina en Python para realizar una sincronización de la base de datos en la nube y un servidor local

Para el desarrollo de la rutina se hizo el uso del aplicativo de escritorio Arcgis online, se abre el aplicativo y se inicia sesión en el mismo, nos pedirá que le demos un nombre al proyecto, en este caso será llamado “Tesis” es importante este dato por que de la misma manera se llamara la geodatabase donde se almacenan los datos de nuestro proyecto, una vez ingresemos al proyecto, nos dirigimos a la pestaña mapa y cambiamos el mapa base a “Lona oscura”, posteriormente en la opción “agregar datos” buscamos nuestro almacenamiento en la nube y vamos a mi contenido, allí buscamos la feature layer que almacena el grupo uno de la encuesta y lo adicionamos a nuestro proyecto, una vez ya se encuentra en nuestra ventana de contenidos, le picamos en el triángulo que tiene al lado y se desplegará el contenido de nuestra capa, y en la sección que dice survey le daremos clic derecho, iremos a la datos y le daremos exportar entidades, se abrirá una ventana de diálogo, en “Entidades de entrada” seleccionamos la capa que al final dice \survey, dejaremos “localización de salida” tesis.gbd y colocaremos un nombre de salida, en este momento se copiara toda la información de nuestra feature layer en nuestra geodatabase y se adiciona una capa igual a la que habíamos insertado desde el almacenamiento en la nube, para continuar utilizaremos el model builder para crear el modelo que nos permitirá exportar la información desde nuestra capa que se encuentra alojada en la nube a la almacenada en la geodatabase, posteriormente nos dirigiremos a la pestaña de “Análisis”, allí picaremos en “ModelBuilder”, esta herramienta nos permitirá construir el modelo con herramientas que nos

brinda el Arcgis pro, utilizaremos la herramienta incorporar como se observa en la [figura 20](#) para transferir la información de las encuestas hacia la capa que se encuentra alojada en nuestra geodatabase, para agregar la herramienta nos dirigimos a la pestaña “Model Builder”, en la opción herramientas buscamos incorporar, de esta manera la herramienta se añadirá a nuestro ventana de Model Builder, una vez agregado nos saldrá una ventana de diálogo donde tendremos que ingresar “Dataset de entrada” y “Dataset de salida”, en el de entrada colocaremos la capa survey del grupo 1 y en la de destino la capa que se encuentra alojada en nuestra geodatabase, una vez damos en aceptar el modelo queda como se ve en la figura 20.

Figura 20: Imagen del model builder con la herramienta incorporar.



Fuente: Elaboración propia en ArcGis pro.

Posteriormente en la pestaña “ModelBuilder” se busca la opción exportar, y se pica en “Exportar a archivo python”, seleccionaremos la ubicación donde sea desea guardar y se modifica el nombre, haciendo esto se generar un archivo .py que es un script en python, se busca este este

script y con clic derecho se abre con el IDE que viene instalado en python, estando en el archivo .py veremos que lo que hizo automáticamente el ArcGis Pro fue inicialmente importar la librería Arcpy, y se crea un función llamada “Model”, solo se modificará la variable “arcpy.env.overwriteOutput” la cual se encuentra el False, esto impide que se sobrescriba los datos en las tablas y esto genera que cuando la herramienta incorporar entre en acción adicione los campos en vez de sobrescribirlo y generaría repetición en la información, se realiza el mismo proceso anteriormente mostrado, para exportar los scripts para cada uno de los grupos y se une todo esto en un solo script, y se adicionan algunos print en el script para que el usuario que lo ejecute sepa en qué parte del proceso se está y cuando este finalice de manera exitosa.

6.3.4 Elaboración de cuadros de mandos para los diferentes grupos de encuestas.

Los cuadros de mando o como se conocen en el ecosistema arcgis “Dash boards”, son definidos por ESRI como “ una vista de información geográfica y los datos que permiten monitorizar eventos, tomar decisiones, informar a otros y ver tendencias” (ESRI, s.f.), esta herramienta será de gran utilidad en este proyecto ya que rápidamente permitirá filtrar a través de los datos del encuestado como número de documento, nombre, entre otras, y de esta manera permitirá la toma de decisiones de manera ágil en cuanto a la contención de posibles brotes de enfermedades y malas prácticas en el manejo de alimentos; en los siguientes párrafos se describirán de manera detallada el procedimiento para elaborar los cuadros de mando.

Al llegar a este punto se presentó una dificultad y es que las features layers que alojaban los diversos grupos de encuestas los puntos de representación donde se realizó la encuesta no se lograban visualizar, por esta razón se realizó una feature layer de vista y en base a este un web map para después ser cargados en los dashboards que se van a realizar, para esto se realizó el siguiente proceso.

Una vez ingresamos con los datos de login y password al portal <https://www.arcgis.com/index.html> nos dirigimo a la seccion de “Contenido” donde se encuentra alojado todos los proyectos que hemos realizado, en este documento se detalla el proceso para el grupo 1 pero se realizará para cada uno de los grupos, una vez en la carpeta del grupo 1 se seleccionó el Feature layer de la encuesta, como se puede ver en la [figura 20](#).

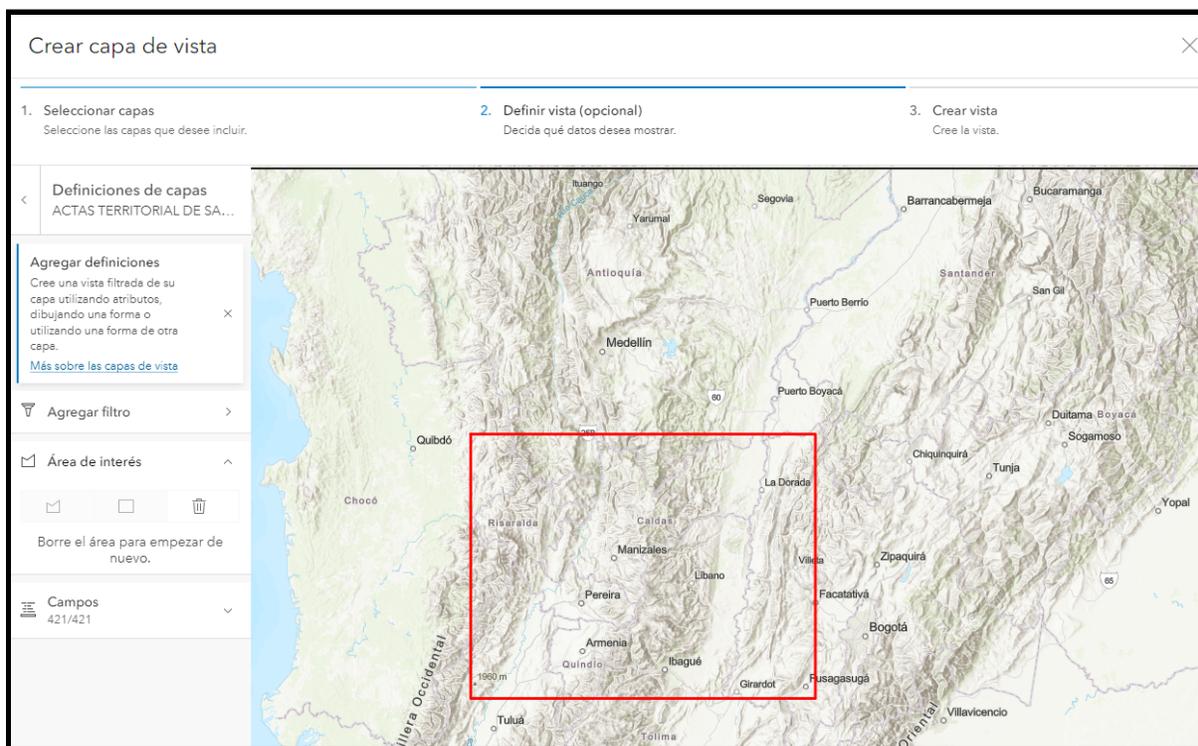
Figura 20: Contenido de la carpeta “ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 1”

Se han seleccionado 1		Borrar selección		Mover	Compartir	Eliminar
Titulo					Modificado	
<input type="checkbox"/>	Ensayo_grupo_1	Web Map		...	9 ene 2022	
<input type="checkbox"/>	ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 1	Web Map		...	9 ene 2022	
<input type="checkbox"/>	ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 1	Form		...	30 nov 2021	
<input checked="" type="checkbox"/>	ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO 1	Feature Layer (alojado)		...	30 nov 2021	

Fuente: Elaboración propia en ArcGis online.

Una vez dentro de feature layer, en la parte derecha se puede observar varias opciones allí se seleccionó la opción de “Crear capa de vista”, de esta manera crearemos una capa que nos permita visualizar los datos del feature layer que aloja toda la información que se va recolectando en las encuestas de grupo 1.

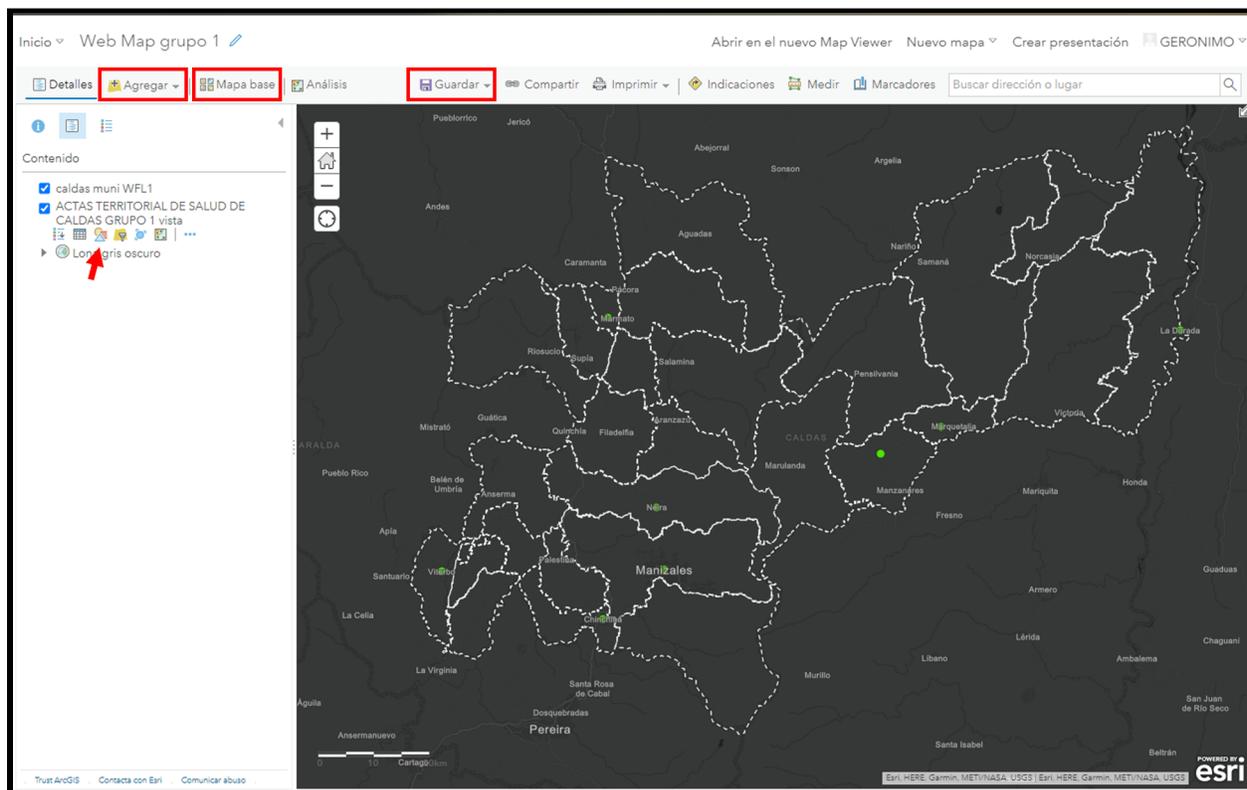
Posteriormente nos dirigirá a la la ventana de creación de la capa de vista como se puede observar en la [figura 21](#), el primer paso es “Seleccionar capas”, se fija las capas que se desean, en este caso solo estará la opción de la feature layer que seleccionamos, pulsaremos en siguiente y nos encontraremos con la opción de “Definir vista”, en esta opción se decide qué datos se desean mostrar del feature layer , solo nos aparecerá el feature layer original, se da click en esta capa y encontraremos una opción de “Área de interés” y mediante la selección rectangular se seleccionó el departamento de caldas como se puede observar en la [figura 21](#), además en esta opción se puede seleccionar los campos que se desean visualizar en la vista que se generará, posteriormente pasaremos al paso número 3 “Crear vista” en esta opción se puede modificar el título, la carpeta donde está almacenada en nuestro contenido además de agregar etiquetas y un resumen, una vez seleccionada todas las opciones se marca en la parte inferior izquierda el botón crear y de esta manera habremos creado la capa de vista.

Figura 21: Vista de la creación de capas de vista a partir de un feature layer

Fuente: Elaboración propia en la plataforma ArcGis online.

Después de la creación de la capa de vista se hace necesario crear un web map ya que en los dashboards no es posible feature layer, para la creación del web map es necesario abrir el la feature layer de vista que creamos en “Map Viewer Classic” o el nuevo “Map viewer”, una vez allí se modifica el mapa base, en la parte superior está la opción para modificarlo como se observa en la figura 22, se selecciona el de lona gris oscura, se modifica también la representación de la capa de encuestas ya que esta de un color rojo bastante feo, esto se realiza estando en la pestaña detalles que se encuentra en la parte superior izquierda, se da click encima de la capa, aparecerán unos pequeños icono en la parte inferior del nombre de la capa (están

señalados con una flecha roja), el tercer icono de izquierda hacia derecha donde se ven un círculo, un cuadrado y un triángulo, una vez se pica allí se selecciona la opción de mostrar solo ubicación y en la opción de seleccionar el estilo de dibujo se selecciona color verde de relleno para los círculos y un borde de color negro, para finalizar con la preparación del web map se adiciona una capa con el límite municipal del departamento de Caldas esto con el fin de que la información sea mucho más visible y fácil de digerir para el usuario final, para adicionar esta capa en la parte superior izquierda el botón de agregar, seleccionamos buscar capas y allí se selecciona la capa que previamente se había subido desde ArcGis Pro hacia el Arcgis online, cabe resaltar que en la figura 22 se señalan las opciones que se utilizaron y se mencionaron en este texto; para finalizar este web map se debe guardar, esta opción se encuentra en la parte superior en el centro de la ventana, se selecciona guarda y se le asigna un título, etiquetas, Resumen y por último en que carpeta deseamos que se guarde este mapa.

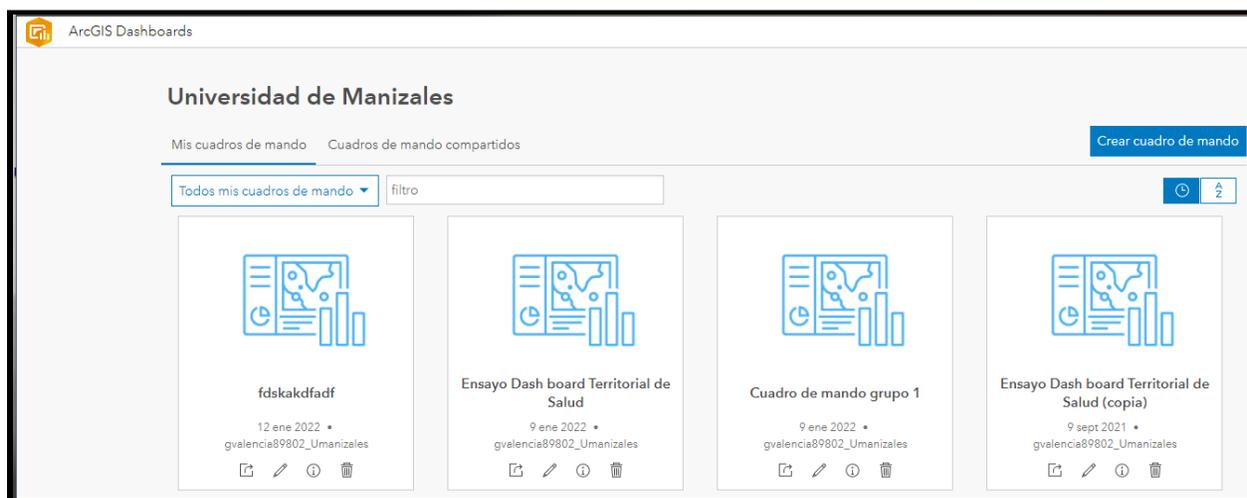
Figura 22: Vista para la creación de un web map

Fuente: Elaboración propia en la plataforma ArcGis online.

El siguiente paso será la elaboración del dashboard final será dirigirse al enlace <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-dashboards/overview> esta es la pagina oficial de dashboards, una vez alli le damos en el boton de color azul que dice launch y se encuentra ubicado en la parte superior derecha, iniciamos sesión con nuestros datos del ecosistema ESRI, una vez alli nos encontraremos todos los dashboards que hemos realizado como se observa en la figura 23, en la parte superior derecha se encuentra la opcion para crear un nuevo cuadro de

mandar, picaremos allí y empezaremos a construir nuestro cuadro de mando para las encuestas del grupo 1, este proceso se repetirá en cada uno de los grupos de las encuestas.

Figura 23: Vista inicial del aplicativo dashboards en el ecosistema ESRI.



Fuente: Elaboración propia en la plataforma de ESRI.

Una vez piquemos en crear nuevo cuadro de mando se abrirá una ventana de diálogo donde asignaremos título, etiquetas y resumen, además se seleccionará la carpeta donde deseamos que se almacene el dashboard, una vez creado el cuadro de mando nos encontraremos con un dashboard vacío, en la parte superior se encontrará el título que se le asignó sin embargo hay que tener en cuenta que este título no se visualizará una vez se pase a la ventana de vista del dashboard, solo se observa cuando estamos en el modo de editar, por esto lo primero que se realizará será asignarle un encabezado, en la parte izquierda del modo editar entraremos cuatro opciones, la primera de arriba hacia abajo se llama “Diseño”, allí se tienen tres tipos de

modificaciones, se selecciona la de encabezado, se pulsa en el botón azul de “Crear encabezado”, una vez allí como podremos observar en la [figura 24](#) se coloca el título, se agrega un logotipo de la territorial, y por último en los vínculos del menu se agregar el url para acceder a survey 123 y visualizar allí el grupo 1 de las actas, para finalizar se pica en listo y ya quedará creado nuestro encabezado

Figura 24: Cuadro de diálogo para agregar un encabezado al dashboard del grupo 1.

The image shows a dialog box titled "Encabezado" (Header) with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections for configuring the header appearance and content:

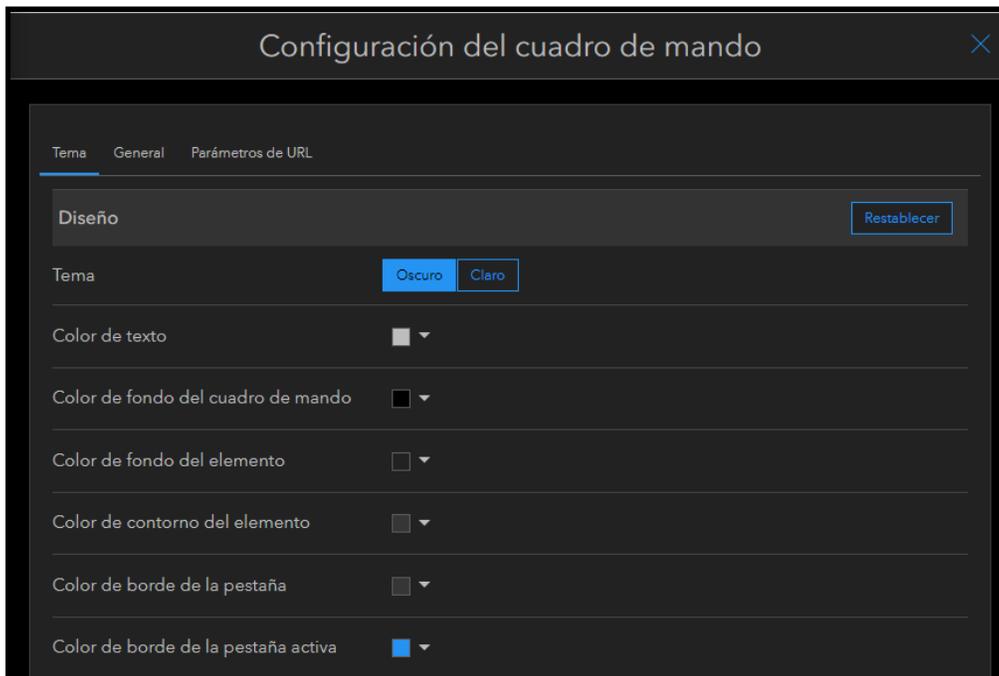
- Apariencia** (Appearance):
 - Color de texto: A color selection dropdown.
 - Color de fondo: A color selection dropdown.
 - Margen de encabezado: A toggle switch that is currently turned on.
- Logotipo** (Logo):
 - Tipo: Two buttons, "Dirección URL" and "Icono".
 - URL de la imagen: A text input field containing "https://saluddecaldas.gov.co/wp-cont".
 - Dirección URL: An empty text input field.
 - Tamaño: Two buttons, "Pequeño" and "Grande".
- Imagen de fondo** (Background Image):
 - Dirección URL: An empty text input field.
- Ajuste de tamaño** (Size Adjustment):
 - Buttons: "Ajustar altura", "Ajustar ancho", "Ajustar ambos", and "Repetir".
- Ubicación** (Position):
 - Buttons: "Izquierda", "Centro", and "Derecha".
- Vínculos de menú** (Menu Links):
 - Cerrar sesión: A toggle switch that is currently turned on.
 - Etiqueta: A text input field containing "Dirección URL".

At the bottom right of the dialog, there are two buttons: "Listo" (Done) and "Cancelar" (Cancel).

Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Posteriormente se cambia la apariencia del cuadro de mando de un tema claro a un tema oscuro esto debido a que los colores claros puede generar a largo plazo desgaste y cansancio en los ojos, para hacer esto se pica en la segunda opción de la barra lateral izquierda la cual tiene un símbolo de engranaje y se llama “Configuración”, una vez allí nos ubicamos en la pestaña tema y en la opción de tema picamos en oscuro como se observa en la figura 25, cabe resaltar que allí podremos modificar de manera personalizada cada uno de los colores que quisiéramos para las diferentes partes de nuestro dashboard, para finalizar se pica en listo y nuestro cambio de tema se aplicará al dashboard.

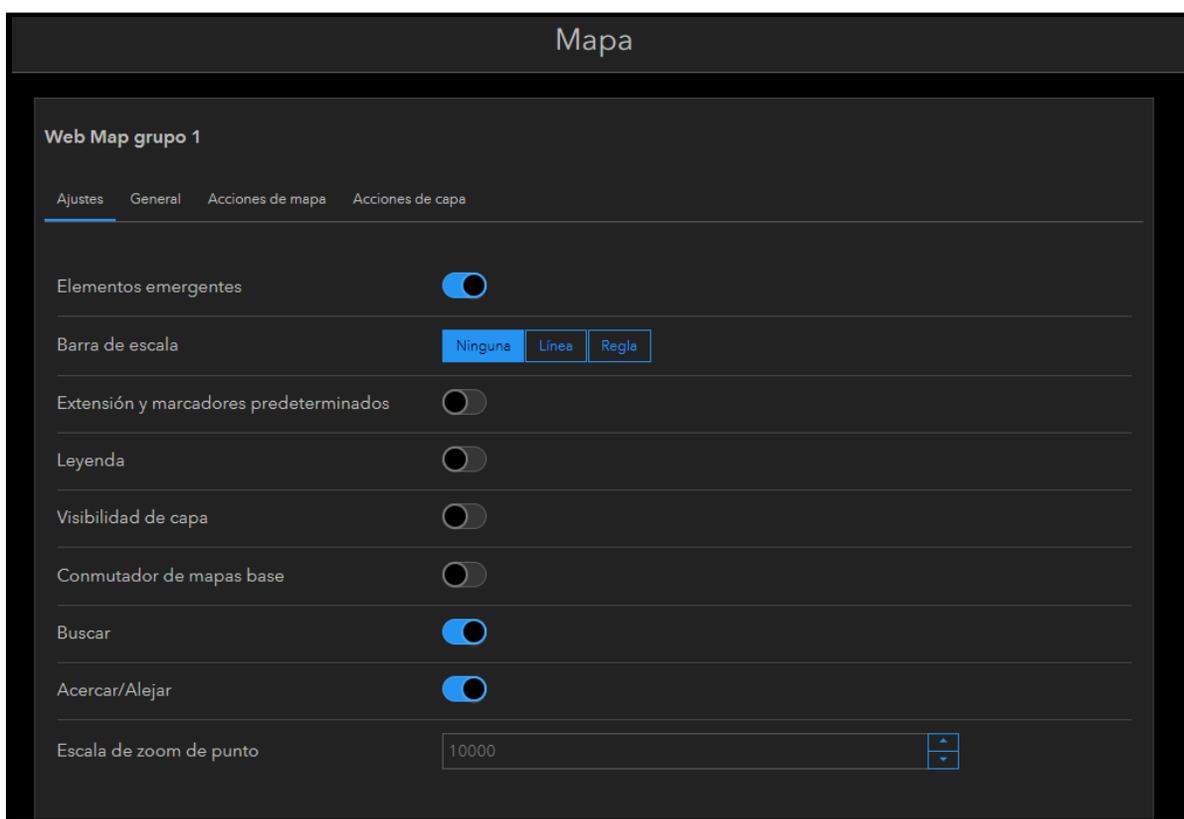
Figura 25: Cambio de tema para el dashboard del grupo 1



Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Posteriormente se realiza la adición del webmap que se creó anteriormente, se selecciona en la barra de la izquierda nuevamente la opción “Diseño”, esta vez en la pestaña “Cuerpo” se pica en el botón agregar elemento y selecciona “Mapa”, una vez allí se podrá seleccionar entre nuestros mapas o incluso con mapas compartidos, seleccionamos el “Webmap grupo 1”, y se activan las opciones de buscar, acercar/alejar como se observa en la [figura 26](#) y por último se pica en listo para tener ya agregado nuestro web map al cuadro de mando.

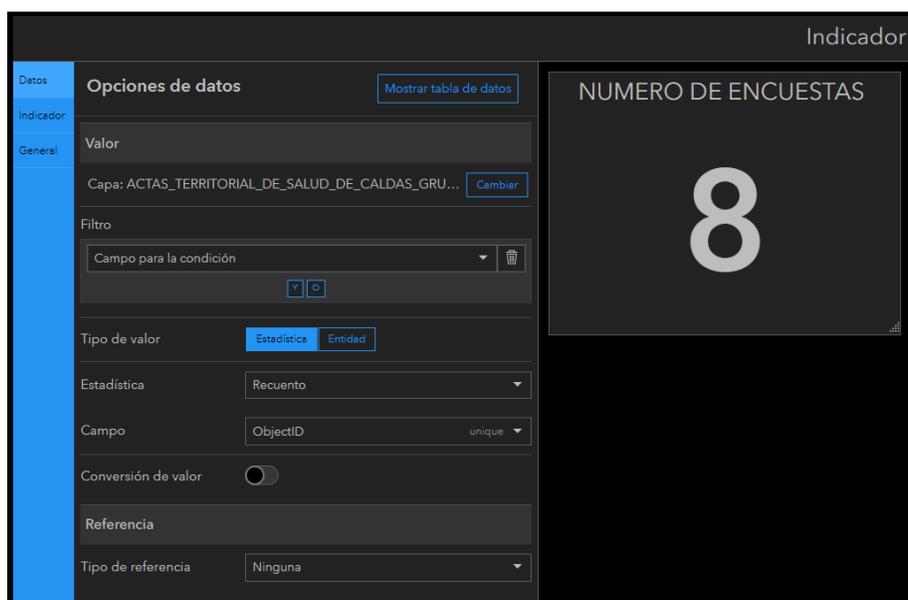
Figura 26: Inserción del webmap grupo 1 al cuadro de mando



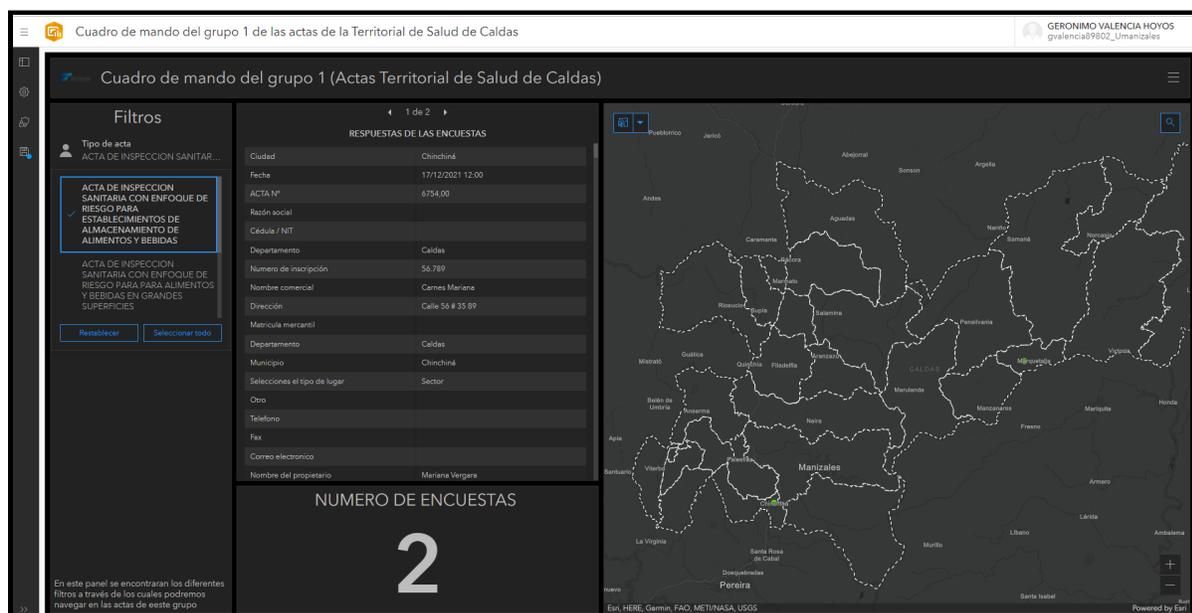
Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Para continuar con la elaboración del cuadro de mando adicionamos un contador que nos indique el número de encuesta que tengamos según ciertos filtros que se adicionará más adelante, para esto nuevamente nos ubicamos en la opción “Diseño”, allí estaremos en la pestaña cuerpo y picamos en agregar elemento, y se selecciona indicador, una vez ingresemos a las opciones para inserción nos aparecer inicialmente la capa que queremos seleccionar para el contador, en este caso seleccionamos la feature layer con los datos de las actas del grupo 1, y nos llevara a otra ventana de diálogo donde seleccionaremos las opciones del indicador, tendremos 3 pestañas en la parte izquierda, en la pestaña “Datos” en estadística dejamos recuento y como campo objetivo dejamos ObjectID como se puede observar en la [figura 27](#), después en la pestaña “General” se le asigna el título “Número de encuestas” para finalizar se pica en listo.

Figura 27: Configuración para agregar un contador al Dashboard.



El siguiente paso será agregar una barra lateral en donde agregaremos todos los filtros que permiten la fácil navegación a través de las encuestas y sus respuestas, iremos a la pestaña “Diseño”, y en la pestaña barra lateral, se nos abrirá el cuadro de diálogo, modificaremos el título poniendo “Filtros” y en la descripción colocaremos “En este panel se encontrarán los diferentes filtros a través de los cuales podremos navegar a través de nuestras encuestas”; una vez insertada la barra lateral insertamos el primer filtro que será el de la encuesta que selecciono el usuario para diligenciar, nos ubicamos en la pestaña de barra lateral le daremos agregar selector y seleccionaremos la opción de “Selector de categorías”, una vez se abre la ventana de configuración en la pestaña “Datos” en la opción “Categoría de” seleccionamos los “Valores agrupados”, posteriormente en campo de categoría elegimos la de “Selección de acta a diligenciar”, pasamos a la pestaña “Selector” de la parte izquierda, allí cambiaremos la etiqueta a “Tipo de acta”, iremos al botón icono y se agrega el icono a elección, para finalizar pasaremos a la pestaña “Acciones” allí a través del botón “agregar opción”, seleccionamos filtro y agregamos los objetivos que serían, la capa de las encuestas, el contador de encuestas y la tabla donde se ven las respuestas de las encuestas, haciendo esto una vez se seleccione un filtro, en estas capas objetivos solo se verán las entidades que cumplan con las características por las cuales se están realizando el filtro, en la figura 29 se puede observar cómo funciona el filtro por acta, a tener en cuenta que esta encuesta del grupo 1 de prueba tiene 8 actas diligenciadas, 2 de cada una de las actas pertenecientes a este grupo, en el filtro se selecciona el acta de grandes superficies, y como se ve en la figura 29 solo aparecen 2 actas en el conteo, 2 puntos en el webmap y solo 2 tablas en la vista de detalle.

Figura 29: Estado del dashboard al realizar un filtro para el tipo de acta diligenciado.

Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

De la misma manera se agrega el filtro para el tipo de acta se hace para municipio, nombre del propietario, razón social, número de acta, documento de identidad del propietario, cédula del funcionario que realiza la visita y matrícula mercantil; para finalizar se adiciona un filtro de tipo fecha esto se insertan en la opción “Diseño” allí en la pestaña “Barra lateral” se usa la opción “Selector de fechas”, una vez en el menú de creación, en la etiqueta colocaremos “Fecha de visita”, agregaremos un icono y en tipo colocamos “Selector de fecha”, para continuar pasaremos a la pestaña de “Acciones”, allí en agregar acción seleccionamos filtro y en agregar objetivo agregaremos cada uno de los filtros y capas que deseamos que se modifiquen con este filtro, en la figura 30 podemos ver el resultado final de nuestro dashboard.

7. Resultados

En total se realizó la digitalización de 15 actas pertenecientes a la subdirección de salud ambiental del departamento de Caldas, esto se realizó a través del aplicativo Survey123 perteneciente a ESRI, como se observa en la [tabla 8](#) la llevada al entorno digital de estas encuestas se realizó en 4 grupos diferentes esto con el fin de que las tablas que almacenan los datos de las respuestas de los usuarios no quedaran con demasiadas columnas ya que esto podría generar problemas para la consulta en un futuro de los datos y dificultaría la manipulación de las mismas en los aplicativos online de ESRI, las encuestas fueron diseñadas para ser diligenciadas a través de dispositivos móviles, para esto solamente es necesario descargar desde la Play Store para móviles android y desde App Store para dispositivos móviles la aplicación de Survey123, una vez descargada la aplicación simplemente es acceder a los links o códigos QR que se observan en la [tabla 9](#), una vez se accede a través de la aplicación a cualquiera de los grupos de las encuestas en la app es posible descargar las mismas en nuestros dispositivos móviles permitiéndonos que incluso sin conexión se pueda realizar el diligenciamiento de las mismas, y una vez el dispositivo donde se llene la encuesta sin conexión tenga acceso a internet estas se enviarán al ambiente en la nube donde se almacenan, estas encuestas son inteligentes ya que permitirán al usuario asignar calificaciones a diferentes evaluaciones que se realizan en las mismas sobre condiciones de salubridad, y una vez todos los puntos se evalúen de manera automática arroja un resultado final que podrá ser “Favorable”, “Favorable con requerimientos” y “Desfavorable” como se observa en la [figura 30](#) en base a este resultado el funcionario tomará la decisión según la ley para el establecimiento.

Tabla 9: Encuestas y sus respectivos grupos, links y códigos QR

Número de grupo	Código QR	Link
GRUPO 1		https://arcg.is/izjey
GRUPO 2		https://arcg.is/LzPOv
GRUPO 3		https://arcg.is/1GKmmz
GRUPO 4		https://arcg.is/DPviT

Fuente: Elaboración propia

Las encuestas fueron construidos en el formato XlsForm, el cual es un formato que utiliza un documento de excel para su creación, fueron divididas en bloques ([figura 30](#)) con el fin de

que sea más fácil de diligenciar y navegar a través de ellas para los funcionarios de la Territorial, se recomienda visitar la sección de la metodología que explica la creación a través de este formato, los 4 documentos de excel que general las encuestas serán adicionados a este trabajo como Anexo A, con el aplicativo “Survey123 connect” es posible crear las encuestas a partir de exportar estos archivos.

Figura 30: Actas de la Territorial de salud en el aplicativo Survey123 y el concepto sanitario calculado de manera automática por medio de este formulario inteligente

Panel	Section	Value/Content
Left Panel (Menu)	DATOS BASICOS	
	IDENTIFICACION DEL ESTABLECIMIENTO	
	TIPO DE ACTA A DILIGENCIAR	
	RELACION DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO	
	REQUERIMIENTOS SANITARIOS	
	OBSERVACIONES	
	NOTIFICACION DEL ACTA	
	POR PARTE DE LOS FUNCIONARIOS QUE REALIZAN LA VISITA	
	POR PARTE DEL ESTABLECIMIENTO	
Right Panel (Form)	Imágenes de los hallazgos.	[Camera Icon] [Folder Icon]
	Resultados del bloque numero 5	33
	CONCEPTO SANITARIO	Nivel de cumplimiento: 91
		Concepto Sanitario FAVORABLE

Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Survey123

El servicio cloud de ESRI le permite a sus afiliados almacenar información en sus servidores como es el caso de las encuestas realizadas en su aplicativo Survey123, en la [tabla 10](#)

se podrán observar los links para acceder a los datos de cada uno de los grupos de las encuestas, hay que tener presente que para poder acceder a la información es necesario contar con una cuenta del servicio ArcGis online, además de esto para el creador de la encuesta desde el Feature layer que almacena la información es posible exportarla en diferentes formatos como csv, shapefile, geojson entre otros , pero es claro que estos formatos almacena la información en tablas y el nombre de cada una de las columnas será la que se le asignó en cada uno de los formatos xls form, adicionalmente para que sea mucho más fácil para los usuarios navegar a través de las tablas que almacenan las respuestas se genero un archivo de excel que contiene dos columnas principalmente, una con el nombre con el cual se encontrar la pregunta en la tabla de almacenamiento y otra columna con la pregunta que se visualiza en la encuesta, de esta maneras es muy sencillo para un usuario realizar un filtro y buscar la pregunta en específico que desea y pasar a la columna de nombre, allí encontrar el título con el cual podrá buscar está en la tabla que almacena toda la información, esta biblioteca se encontrar en al Anexo B.

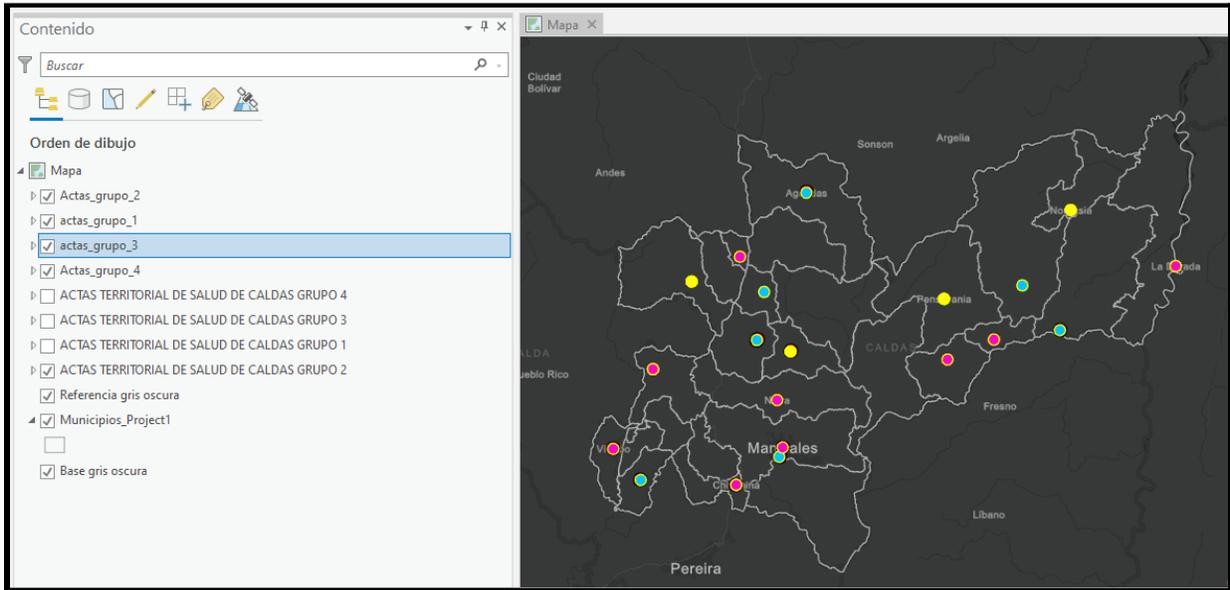
Tabla 10: Datos almacenados en la nube de los cuatros grupos de encuestas

Número del grupo	Link de los datos almacenados en la nube
GRUPO 1	https://arcg.is/1b9zSS0
GRUPO 2	https://arcg.is/1Tuyvm0
GRUPO 3	https://arcg.is/1Tuyvm0
GRUPO 4	https://arcg.is/01PbTr

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas que brinda Arcgis Pro, como el ModelBuilder y la exportación de modelos en la ventana de Python que viene con el software y a scripts hacen bastante amigable para las personas que vienen de backgrounds diferentes a la programación, permitieron la creación de un rutina que automatiza la descargar de las feature layers almacenadas en la nube con una geodatabase almacenada de manera local, esta se hace con el fin de poder realizar los análisis espaciales más completos desde la aplicación de escritorio así como tener un back-up en servidores locales por si en algún momento existe algún problema con el almacenamiento en la nube por parte de ESRI o se llegara a tener una indisponibilidad de los datos en algunos momentos por problemas en la nube, en la [figura 31](#) se puede observar el resultado final una vez se corre la rutina en el servidor local el cual almacenará un mapa donde se podrá visualizar todos los grupos de las actas, además de eso el script completo se encontrar como el Anexo digital C; observando detalladamente la [figura 31](#), se puede observar en la pestaña de contenido que hay unas capas denominadas “ACTAS TERRITORIAL DE SALUD DE CALDAS GRUPO X” estas son las que viene directamente de nuestro cloud, y hay otras que se denomina “Actas_grupo_x”, estas son las almacenadas directamente en una geodatabase local, en este caso se quita la visualización de las capas de la nube y solo se dejan las campos locales que a través del script diseñado y la herramienta incorporar se actualiza la información desde las feature layers de ArcGis online a las locales de manera automática.

Figura 31: Capas almacenadas y actualizadas de manera automática a través de script



Fuente: Elaboración propia en Argis Pro

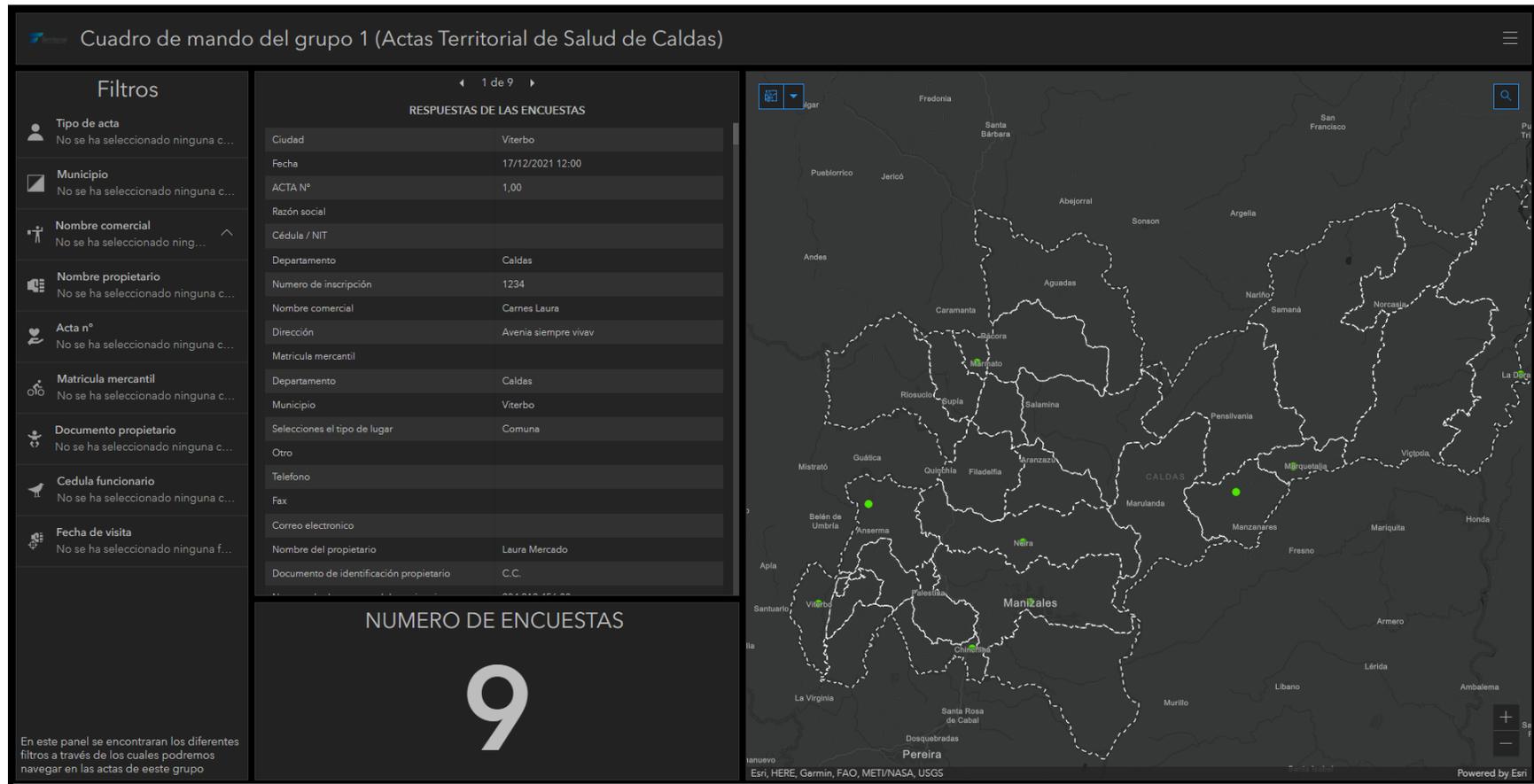
Tabla 11: Links de los Dashboards para las actas de la Territorial.

Número del grupo	Link Dashboard
GRUPO 1	<u>Cuadro de mando del grupo 1 de las actas de la Territorial de Salud de Caldas (arcgis.com)</u>
GRUPO 2	<u>Cuadro de mando del grupo 2 de las actas de la Territorial de Salud de Caldas (arcgis.com)</u>
GRUPO 3	<u>Cuadro de mando del grupo 3 (Actas Territorial de Salud de Caldas) (arcgis.com)</u>
GRUPO 4	<u>Cuadro de mando del grupo 4 de las actas de la Territorial de Salud de Caldas (arcgis.com)</u>

Fuente: Elaboración propia

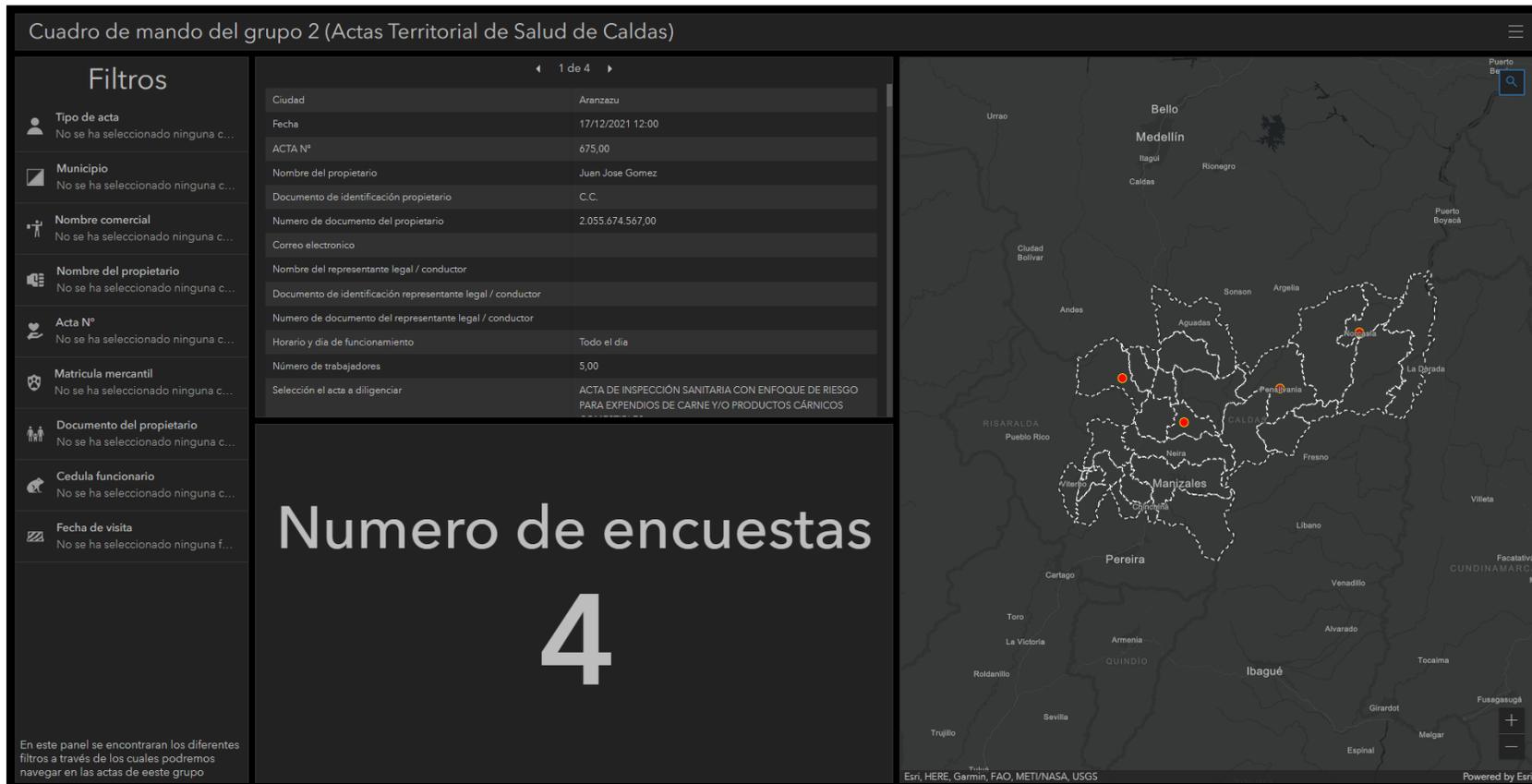
El último producto que se elaboró fue 4 Dashboards, cada de uno ellos pertenecientes al grupo 1, grupo 2, grupo 3 y grupo 4, respectivamente, las actas que contiene cada grupo se pueden ver en la [tabla 8](#), recordar que se realizó esta separación de actas debido al tamaño final que podrían tener las tablas que almacenará las encuestas podría ser demasiado grande y generaría problemas de visualización en los webmaps, los links para los respectivos dashboards y grupo se puede ver la [tabla 11](#), los cuadros de mando se crean con el fin que sea más sencillo navegar a través de las actas y se puedan identificar rápidamente posibles brotes de malas prácticas en lo concerniente a alimentos, los dashboards que se pueden observar en la [figura 32](#), [33](#), [34](#) y [35](#) tienen un panel derecho donde se encuentra el mapa con la división municipal del departamento de Caldas y los puntos de las localizaciones donde se diligenciaron las diferentes encuestas, en el panel central en la parte superior se encuentran las tablas de las encuestas que cumplen las condiciones que de los filtros que se hayan realizado y en la parte inferior esta el número de las mismas en un contador de gran tamaño, para finalizar en el panel izquierdo se encuentra los diversos filtros para encontrar con mayor facilidad una encuesta que deseemos en específico, en esta sección se podrá filtrar por el tipo de acta, Municipio, Nombre comercial, Nombre del propietario, Acta N°, Matrícula mercantil, Documento del propietario, Cédula funcionario y fecha de visita, como se podrá ver en las figuras siguientes, cabe resaltar que los mapas de estos dashboards se actualizarán de manera automática cuando se seleccionen nuevos ingreso de datos, diligenciando las encuestas en campo por parte de los funcionarios de la Territorial de salud de Caldas.

Figura 32: Cuadro de mando del grupo 1 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.



Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Figura 33: Cuadro de mando del grupo 2 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.

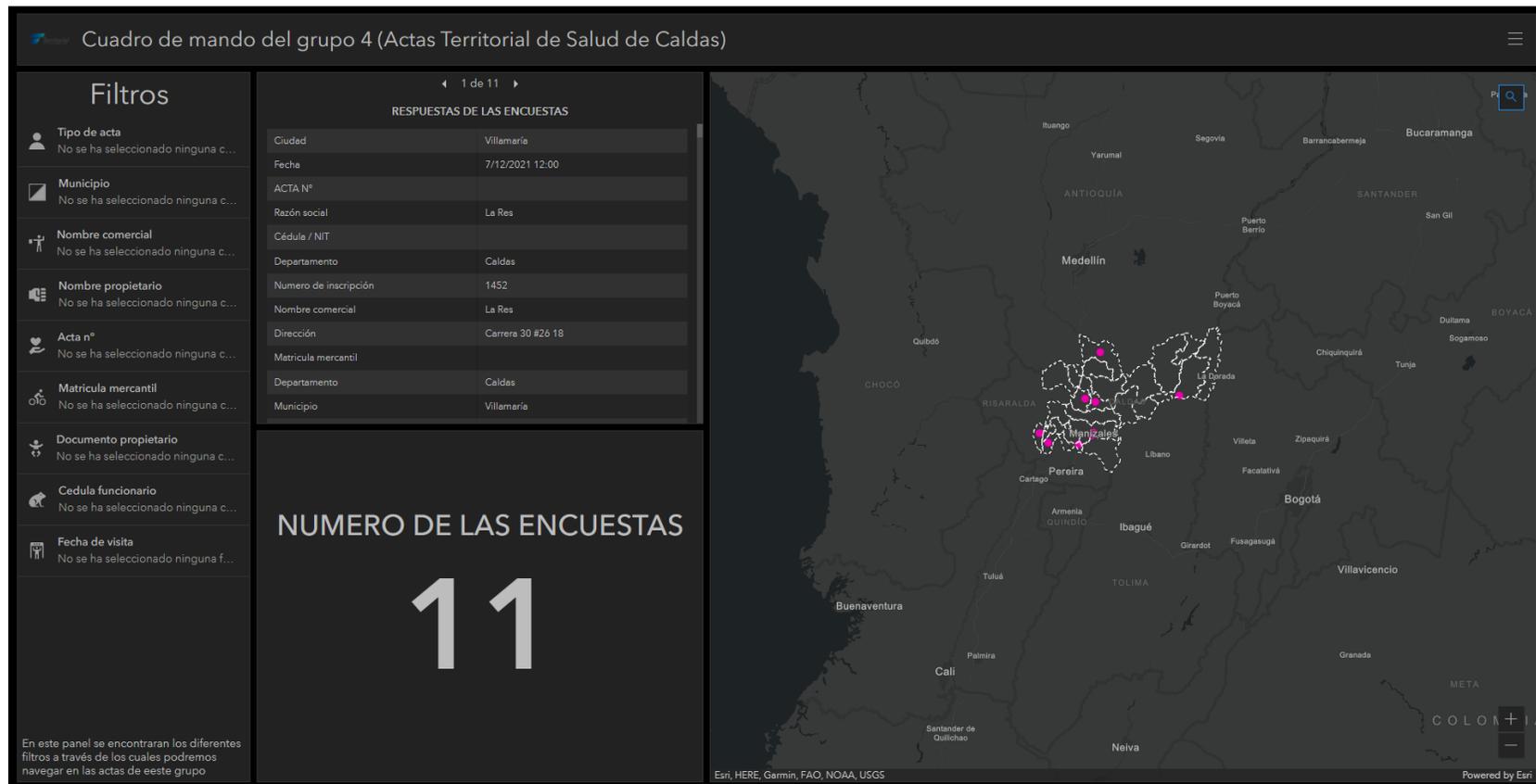


Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Figura 34: Cuadro de mando del grupo 3 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.



Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI.

Figura 35: Cuadro de mando del grupo 3 de las Actas de la Territorial de Salud de Caldas.

Fuente: Elaboración propia en el aplicativo Dashboards de ESRI

8. Conclusiones

- Se crearon 15 actas a través del aplicativo Survey123 de ESRI, estas se aglomeraron en 4 grupos diferentes y podrán ser diligenciados con o sin conexión a internet a través de dispositivos móviles con la app dispuesta de ESRI para esto, los formatos permitirán realizar la calificación de diversos puntos relacionados con cumplimientos de las normas de salubridad pública de Colombia y al finalizar realizarán el cálculo del puntaje obtenido y de la nota final asignada según la sumatoria de cada uno de los puntos evaluados de manera automática.
- Se crea un base de datos en el ecosistema en la nube de ESRI, donde se almacenarán feature layers de los cuatro grupos creados, estos se sincronizan con las encuestas ingresadas en tiempo real a través de los dispositivos móviles, además se creó una geodatabase a nivel local, que permita hacer una copia de la información en la nube y trabajar con la información en Arcgis Pro.
- Se desarrolló un rutina en Python apoyándose en la librería Arcpy, la cual a través de la herramienta incorporar y trunca descarga y copia las feature layers almacenadas en la web hacia una geodatabase local.

- Se diseñaron cuatro cuadros de mando (Dashboards) a través del aplicativo Dashboards de ESRI, estos permitirán visualizar mapas del departamento de caldas donde se encuentran georeferenciadas los puntos donde se diligencien cualquiera de las 15 encuestas con un panel de filtros que permitirá filtrar los formatos diligenciados por nombre de propietario, documento de identidad, nombre comercial entre otros parámetros.

9. Recomendaciones

Se recomienda continuar con la digitalización de las encuestas faltantes a través del formato XLSform ya que es compatible con múltiples aplicativos y servicios.

Se recomienda que haya una mayor colaboración entre la academia y los entes gubernamentales para que las licencias que se paguen de diversos servicios tecnológicos como es por ejemplo la licencia de ESRI se les saque la mayor provecho posible para las entidades gubernamentales y se pueda dar un paso adelante en procesos obsoletos y manuales que aún se siguen llevando a cabo en estas entidades y todo esto resulte en mejores tomas de decisiones que beneficien a todos los habitantes del país y permitan dar un paso adelante y mejorar las condiciones de vida de toda la población.

Se recomienda explorar en soluciones de software libre que le permita a entidades estatales evitarse pagos innecesarios por servicios que seguramente se pueden utilizar con la ayuda de aplicativos gratuitos, por eso se hace necesario la actualización de los profesionales de las entidades estatales en nuevas tecnologías que les ayuden a dar un paso adelante en el mundo de las Tecnologías de la información.

10. Referencias

- Bass, B., & Nixon, T. (2008). Computer Languages. Encyclopedia of Ecology, Five-Volume Set, 720–731. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00151-8>
- Bonilla, J & Bernal, J. A. Modelamiento de una base de datos espacial para el Atlas Lingüístico-Etnográfico de Colombia. Signos, 53.
- Cardenas, J. Herrera, A. M. Meneses, J. M. & Quintero, J. A. Desarrollo e implementación de un sistema de información geográfica aplicado en la comuna 02 para estructurar y administrar la base de datos de la subdirección de catastro en el municipio de Santiago de Cali [Tesis de postgrado, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional Ridum - Universidad de Manizales.
- Castillo, C. (2017). Mapeo geoepidemiológico en la nueva vigilancia de salud pública. El caso de la malaria en Chiapas, México, en 2002. Gaceta médica de México, 153(92).
- Dermatis, Z., Tsaloukidis, N., Zacharopoulou, G., & Lazakidou, A. (2017). GIS mapping and monitoring of health problems among the elderly. Studies in Health Technology and Informatics, 238, 48–51. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-781-8-48>
- ESRI (Environmental Systems Research Institute, s.f). Revisado el 05 de Octubre de 2021. ¿Qué son los datos ráster?.

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

ESRI, (2021). Collector for ArcGIS Overview. Revisado el 8 de Noviembre, 2021
<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/collector-for-arcgis/overview> (2021).

ESRI. (s.f). ArcGIS Survey123 | Create Smart Surveys & Forms for Data Collection. Revisado el 8 de Noviembre, 2021
<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-survey123/overview?rsource=%2Fen-us%2Farctgis%2Fproducts%2Fsurvey123%2Foverview>.

ESRI. (s.f). Esri academy (Environmental Systems Research Institute) ¿Que es Arcpy?.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/arcpy/what-is-arcpy-.html>

Fontanella, S., & Xiao, N. (2017). Geocomputation: Data, Methods, and Applications in a New Era. Comprehensive Geographic Information Systems, 3, 5–18.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09600-7>

FreeCodeCamp, (s.f). What is JavaScript? A Definition of the JS Programming Language. (n.d). Revisado Noviembre 6, 2021, de:
<https://www.freecodecamp.org/news/what-is-javascript-definition-of-js/>

Get ODK Inc, s.f. . Open Data Kit web oficial. Revisado el 8 de Noviembre, 2021.
<https://docs.getodk.org/getting-started/>

- GIS Lounge. (s.f.). Openlayers: Geospatial JavaScript Library - . Revisado Noviembre 6, 2021, de: <https://www.gislounge.com/openlayers-geospatial-javascript-library/>
- Guevara, A. (1992). Esquema metodológico para el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfico. *Geographicalia*, 21-32.
- Guo, H., Ma, J., & Fu, W. (2017). Chinese programs. *Comprehensive Remote Sensing*, 1–9, 220–245. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10319-7>
- Gutiérrez Puebla, Javier., & Gould, M. (1994). SIG : Sistemas de Información Geográfica. Síntesis.
- Kirby, R. S., Delmelle, E., & Eberth, J. M. (2017). Advances in spatial epidemiology and geographic information systems. *Annals of Epidemiology*, 27(1), 1–9. doi:10.1016/j.annepidem.2016.12.001
- Lee, J. (2009). Global Positioning/GPS. *International Encyclopedia of Human Geography*, 548–555. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00035-3>
- Mapit GIS ltd, (s.f). Mapit Spatial - Geopackage manager. Revisado el 8 de Noviembre, 2021. <https://spatial.mapitgis.com/>
- McCord, S. E., Welty, J. L., Courtwright, J., Dillon, C., Traynor, A., Burnett, S. H., Courtright, E. M., Fults, G., Karl, J. W., van Zee, J. W., Webb, N. P., & Tweedie, C. (2021). Ten

- practical questions to improve data quality. *Rangelands*.
<https://doi.org/10.1016/J.RALA.2021.07.006>
- Meneses, J. M. ; Cardenas, J. (2011). Diseño e implementación de un sistema de información geográfico (sig) sobre software libre para la secretaría de planeación del municipio de Guadalajara de Buga [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]. Repositorio institucional - Universidad del Valle.
- Mobile Data Collection, s.f. . Mobile Data Collection web oficial. Revisado el 9 de Noviembre, 2021. <https://www.giscloud.com/apps/mobile-data-collection>
- Morales, J., Lemmen, C., de By, R. A., Ortiz Dávila, A. E., & Molendijk, M. (2021). Designing all-inclusive land administration systems: A case study from Colombia. *Land Use Policy*, 109, 105617. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2021.105617>
- Morilla, A.; Albert, A; Franeschi, S. (2020). INEGI-Móvil: desarrollo de un SIG móvil en código libre para levantamiento de datos en campo. *Realidad , datos y espacio revista internacional de estadística y geografía*. 11(3), 6-21 .
- Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01089. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2020.E01089>
- OPENGIS.ch, (s.f). Qfield web oficial. Revisado el 8 de Noviembre de 2021. <https://qfield.org/>

Oracle, (2021). What Is a Database | Oracle. (n.d.). Revisado el 45 de Noviembre 2021, desde

<https://www.oracle.com/database/what-is-database/>

QuantumGis Documentación oficial, (2021).Revisado el 05 de Octubre de 2021. Vector Data .

https://docs.qgis.org/2.8/en/docs/gentle_gis_introduction/vector_data.html

Reinoso, J. C.; Herrera, A. F; (2016). Diseño e implementación de una aplicación SIG para la supervisión y monitoreo de sensores en el campo de la agricultura de precisión [Tesis de pregrado, Universidad del Llano]. Repositorio institucional - Universidad de los Llanos

Rodríguez, L. R. (2008). El Marco Constitucional del Derecho Administrativo en Colombia Libardo. A&C - Revista de Direito Administrativo & Constitucional, 8(31), 124.

<https://doi.org/10.21056/AEC.V8I31.338>

Tateosian, L. (2015). Python For ArcGIS. Python For ArcGIS.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-18398-5>

Ton, A., Lee, M., Vos, S., Gawehn, M., den Heijer, K., & Aarninkhof, S. (2020). Beach and nearshore monitoring techniques. Sandy Beach Morphodynamics, 659–687.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102927-5.00027-8>

Torres, W. E. (2015). Implementación de un sistema de información geográfica en la unidad de análisis del departamento de seguridad de Naciones Unidas para Colombia[Tesis de

pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional - Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

United State Geological Survey. (s.f.). What is a geographic information system (GIS)?. revisado

Octubre 30, 2021,

https://www.usgs.gov/faqs/what-a-geographic-information-system-gis?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products

Ye, S., Zhu, D., Yao, X., Zhang, N., Fang, S., & Li, L. (2014). Development of a highly flexible mobile GIS-based system for collecting arable land quality data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(11), 4432–4441.

<https://doi.org/10.1109/JSTARS.2014.2320635>

A. Anexo: Formato XlsForm para los cuatro grupos de encuestas

Anexos a este documento en formato digital se encontrarán 4 archivos comprimidos en un archivo .rar cada uno de estos documentos será un Excel que contiene el formato para crear cada uno de los grupos de las encuestas.

B. Anexo: Biblioteca de títulos y preguntas de las actas de la Territorial de Salud de Caldas

Anexo a este documento en un excel llamado “Anexo B” se encontrar una biblioteca formada por 2 columnas, la primera contendrá el nombre del campo que tomara una respuesta en las tablas que almacenan las encuestas y en la segunda columna la pregunta a la que hace referencia y a su vez es la etiqueta que aparece en los formatos que diligencian los usuarios.

C. Anexo: Script para descarga y actualización de los grupos de actas en un servidor local

Anexo a este documento se encontrará un archivo .py denominado “anexo_c.py” este contendrá un script escrito en python que permita en un servidor local descargar las features layers de las encuestas de la Territorial de Salud de Caldas y actualizarlas en una geodatabase almacenada directamente en nuestro dispositivo.