

**HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS Y GEOLOCALIZACIÓN DE
ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (ETV) EN EL
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.**

MIGUEL EVANGELISTA VILLOTA ESCANDON

Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Software Libre

Director

JUAN CARLOS GARCIA OJEDA

Magister en Ciencias Computacionales

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA - UNAB
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE CONVENIO UNAB-UOC
MOCOA – PUTUMAYO**

2015

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	5
1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1.- JUSTIFICACION.....	8
2.- OBJETIVOS.....	9
2.1.- Objetivo general.....	9
2.2.- Objetivos específicos	9
3.- ESTADO DEL ARTE.....	11
3.1.- Estado del Arte a nivel Nacional y Local.....	12
3.1.1.- SIVIGILA	12
3.2.- Estado del Arte a Nivel Internacional	13
3.2.1.- Epi Info	13
3.2.2.- Epi Data	14
3.2.3.- Open Epi	14
3.2.4.- Epidat	15
3.2.5.- Proyecto de OPS/AIS de SIG-SP para las Américas	16
3.2.6.- SIGEPI	17
4.- METODO DE INVESTIGACION	18
5.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	23
5.1.- REVISIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA RELACIONADA CON LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (ETV).	23
5.1.1.- Dengue.....	24
5.1.2.- Leishmaniasis.....	25
5.1.3.- Malaria	27
5.1.4.- Chikungunya	29
5.2 MODELO RELACIONAL Y SU IMPLEMENTACIÓN EN UN MOTOR DE BASE DE DATOS CON SOPORTE PARA DATOS ESPACIALES.....	31

5.2.1.- Bases de Datos.....	31
5.2.2.- Comparación entre motores de bases de datos con soporte espacial .	32
5.2.3.- Modelo Relacional y estructura de la base de datos creada	36
5.3.- IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE LIBRE USO Y DISTRIBUCIÓN QUE PERMITAN EL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA PROPUESTA.	38
5.3.1.- MAPSERVER.....	38
5.3.2.- PHP (Hypertext Preprocessor).....	40
5.3.2.1.- Porqué se utilizó PHP para el desarrollo del aplicativo	42
5.3.3.- Javascript.....	43
5.3.4.- JQueryMobile	45
5.3.5.- HTML 5	46
5.3.6.- GeoJSON.....	50
5.3.7.- Google Maps.....	51
5.4.- ANÁLISIS, DISEÑO, DESARROLLO Y PUBLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BAJO AMBIENTE WEB.....	53
5.4.1.- Evaluación de Coordenadas	54
5.4.2.- Verificación del Punto ingresado.....	57
5.4.3.- Almacenamiento de registros.....	57
5.4.4.- Creación del archivo GeoJson	58
5.4.5.- Creación del archivo XML	59
5.4.6.- Integración del archivo GeoJson con Google Maps.....	60
5.4.7.- Mapa en línea con la información consultada	63
5.4.8.- Mapa en línea de densidad de casos.....	63
5.5.- MANUAL DE USUARIO ONLINE PARA EL CORRECTO USO DEL SISTEMA WEB DESARROLLADO.....	65
5.5.1.- Ingresar Datos.....	65
5.5.1.1.- Digitar la Coordenada (Grados, minutos y segundos).....	66
5.5.1.2.-Digitar la Coordenada (Decimal)	69
5.5.1.3.- Geolocalizar la Coordenada.....	71
5.5.1.4.- Seleccionar Coordenada en mapa	74
5.5.2.- Consultar Datos.....	78

5.5.2.1.- Presentar por tabla.....	78
5.5.2.1.1.- Municipios vs casos.....	79
5.5.2.1.2.- Principal Vector	80
5.5.2.1.3.- Archivo GeoJson	80
5.5.2.1.4.- Archivo xml.....	81
5.5.2.2.- Lista de registros	82
5.5.2.3.- Presentar por Mapa.....	83
5.5.2.3.1.- Mapa General.....	84
5.5.2.3.2.- Mapa de densidad	85
5.6.- INTEGRACION DEL SISTEMA CON OTROS APLICATIVOS	86
5.6.1.- Integración con Archivo GeoJson.....	86
5.6.1.1.- Tres (3) ejemplos de llamado del archivo GeoJson	87
5.6.1.2.- Estructura de un registro en GeoJson	87
5.6.2.- Integración con Archivo XML	89
5.6.1.1.- Tres (3) ejemplos de llamado del archivo XML	90
5.6.1.2.- Estructura de un registro en XML.....	90
6.- CONCLUSIONES	92
7.- RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	94
BIBLIOGRAFIA	96

INTRODUCCION

Las Tecnologías de la Información (TIC's) vienen ganando mucha importancia en todos los ámbitos del diario vivir del hombre.

Es común encontrar propuestas exitosas que simplifican el trabajo de las personas y que solucionan problemas a cualquier nivel sin importar la cantidad de datos existentes, así como el tipo de usuario que lo requiere, todo esto enmarcado dentro de los avances tecnológicos que cada día mejoran y que permiten la utilización de herramientas capaces de agilizar y visualizar de manera eficiente y de forma segura los resultados que un proceso de datos genera.

Entre los avances tecnológicos derivados de las TIC's encontramos los Sistemas de Información Geográficos comúnmente llamados SIG, los cuales permiten espacializar información buscando optimizar flujos de trabajo y reducir costos operativos de manera innovadora, todo esto centrado en tres objetivos generales: captura, análisis y presentación de información.

Otro avance importante es el de las bases de datos, las cuales a través de del paso de los años han cambiado poco a poco su forma y capacidad de almacenamiento y han perfeccionado sus procesos de interacción con el usuario.

Todos estos avances integrados correctamente se convierten en herramientas poderosas para el análisis y procesamiento de información de cualquier tipo, logrando respuestas eficientes a cualquier clase de preguntas.

Una de las áreas que más se ha beneficiado de estos avances es el de la salud, optimizando el proceso de toma de decisiones que benefician a la humanidad sin importar el lugar en el que se encuentre.

El Departamento del Putumayo no puede ser ajeno a estos beneficios, desafortunadamente por su geolocalización y clima, es muy común que existan diversos tipos de males propios de la zona (selva húmeda) como enfermedades transmitidas por vectores clasificadas como parasitarias (leishmaniasis, toxoplasmosis, malaria) y enfermedades producidas por virus (dengue, fiebre amarilla, hepatitis).

Las entidades estatales llevan estadísticas de estas enfermedades, pero a la fecha no se cuenta con una herramienta tecnológica propia que implementado las bondades de sistemas de información geográfico y de bases de datos, les permitan a las autoridades de salud departamental tomar decisiones orientadas a cubrir o atacar focos de enfermedades provocadas por Vectores tomando como referencia el tiempo – lugar y números de casos.

El presente trabajo plantea una solución que combina las potencialidades de SIG y de Bases de Datos de tal forma que permita un análisis en tiempo real de la densidad de eventos relacionados con enfermedades amazónicas presentadas en el Departamento del Putumayo y que permitirá a las autoridades de salud tomar decisiones favorables para los habitantes de las zonas afectadas.

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aplicabilidad, uso y beneficio de las Tecnologías de la Información apenas están abriendo paso en las zonas apartadas de Colombia y el Departamento del Putumayo no podría ser la excepción. Actualmente no existen herramientas tecnológicas propias del Departamento que permitan tomar datos en campo, almacenarlos en tiempo real en una base de datos y generar reportes de utilidad pública orientados a cualquier tema.

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones y del programa VIVE DIGITAL ha logrado disminuir en cierto grado la brecha digital existente en el Departamento del Putumayo, pero hace falta mucho especialmente al acceso masivo a Internet, apoyo a las empresas productoras de software e interconexión de zonas rurales.

La Salud no es la excepción, a pesar de que los habitantes del Departamento del Putumayo, debido a su geolocalización, sufren de muchas enfermedades especialmente las causadas por agentes propios de la selva húmeda amazónica.

El problema que este proyecto busca solucionar es que actualmente no existe una herramienta que aprovechando las ventajas de las Tecnologías de la Información, permita determinar en tiempo real las apariciones de enfermedades, personas afectadas, lugares que pueden convertirse en foco de enfermedades y periodicidad de las mismas, pero que se encuentre especialmente relacionado con el Departamento del Putumayo. Toda la información que a diario se genera, es reportada a los entes de Salud y estos generan las estadísticas a través de SIVIGLA que por lo general se presentan o socializan mucho tiempo después de

ocurridos los eventos y no están disponibles en tiempo real para su libre acceso y consulta.

1.1.- JUSTIFICACION

Las entidades Estatales y empresas privadas requieren para su correcto funcionamiento la implementación de sistemas de información, los cuales sin importar su complejidad, buscan solucionar problemas y disminuir tiempo y dinero en la ejecución de diversas tareas.

Los sistemas de información deben desarrollarse sobre la base de su propia capacidad para mejorar el desempeño de la organización, sin embargo estas razones no significan únicamente pérdidas y ganancias. La marcha de una organización incluye también beneficios para sus empleados y para las diferentes dependencias con las que se relaciona.

El desarrollo e implementación de herramientas de software constituye una de las claves para aplicar la estrategia de Gobierno en Línea, la cual hace énfasis en acercar de una manera ágil y oportuna a los ciudadanos con el estado.

Es muy importante que debido a su condición, el Departamento del Putumayo cuente con una herramienta tecnológica de este tipo, adoptada a sus necesidades específicas y que le permita a las autoridades de salud realizar el análisis y espacialización de enfermedades transmitidas por vectores (Etv) en el departamento del Putumayo, de tal manera que se convierta en un referente esencial para la toma de decisiones que busquen mejorar la calidad de vida de los habitantes del Putumayo.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Diseñar y Desarrollar un sistema informático para el análisis y espacialización de enfermedades transmitidas por vectores (ETV) en el Departamento del Putumayo.

2.2.- Objetivos específicos

- Revisar información bibliográfica relacionada con las enfermedades transmitidas por vectores (ETV).
- Diseñar un modelo relacional que se encargará de dar soporte para el almacenamiento y procesamiento de la información que el sistema a desarrollar requiera.
- Implementar el Modelo relacional en un motor de base de datos con soporte para datos espaciales.
- Identificar las herramientas tecnológicas de libre uso y distribución que permitan el desarrollo de la herramienta propuesta.
- Desarrollar un sistema de información WEB que permita:
 - El registro de enfermedades ETV

- La georreferenciación de lugares donde se presentan las enfermedades
- Analizar en tiempo real la densidad de eventos relacionados con enfermedades ETV presentadas en el Departamento del Putumayo
- Crear un manual de usuario online para el correcto uso del sistema web desarrollado.

3.- ESTADO DEL ARTE

A nivel Mundial las diferentes organizaciones de la Salud, sin importar su origen, geolocalización y poder económico, tienen como uno de sus objetivos la vigilancia epidemiológica, que se convierte en una estrategia especial para la detección de enfermedades y para poder llevar a cabo programas de prevención, control y erradicación de las mismas. De la misma forma y dependiendo de los resultados de la vigilancia, asignan el estatus “libre de enfermedad o infección”.

La vigilancia epidemiológica brinda datos para apoyar el proceso de análisis de riesgos para fines de salud animal y pública y de paso apoyar y justificar la aplicación o no de las políticas sanitarias de una administración en Salud.

Además permite determinar la aparición o distribución de enfermedades o infecciones.

En Colombia la vigilancia epidemiológica viene liderada por el Instituto Nacional de Salud, a través del sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública –SIVIGILA-, para lo cual se han establecido una serie de protocolos que permiten a los profesionales de la salud reportar la información de acuerdo a los parámetros que SIVIGILA exige, de tal manera que permita su análisis y posterior publicación para la toma de decisiones.

Para realizar las acciones de vigilancia epidemiológica, se requiere agrupar los padecimientos o eventos epidemiológicos alrededor de un período de tiempo determinado. Este período es generalmente de una semana y se le conoce como

semana epidemiológica; a su vez, a la división de los 365 días del año en semanas epidemiológicas, se le conoce como calendario epidemiológico, el cual es un instrumento de estandarización de la variable tiempo para los fines de la vigilancia epidemiológica.

La importancia de la división y sobre todo de la utilización de las semanas epidemiológicas, radica en que permite la comparación de eventos epidemiológicos sucedidos en determinado año o período dentro de un año, con los de años previos. Facilita asimismo, la comparación entre países, dado que se trata de una metodología epidemiológica adoptada oficialmente en el ámbito internacional.

Las semanas epidemiológicas inician en domingo y terminan en sábado; para designar la primera semana epidemiológica del año, se ubica el primer sábado de enero que incluya en los días inmediatamente precedentes, cuatro o más días del mes de enero, aun cuando esa primera semana se inicie en diciembre.

3.1.- Estado del Arte a nivel Nacional y Local

3.1.1.- SIVIGILA

El sistema de Vigilancia en Salud Pública en Colombia fue creado y reglamentado mediante el Decreto 3518 de 2016.

El SIVIGILA notifica 47 enfermedades relacionadas con brotes de enfermedades infecciosas y fallecimientos de causa no explicada en personas previamente sanas y su forma de notificación es inmediata, diaria y exclusiva a través de establecimientos centinelas, pasando desde el médico quien notifica inicialmente, luego a la Autoridad Sanitaria Regional y ésta a su vez al Ministerio de Salud y por último el Ministerio notifica a los organismos internacionales de la Salud.

El sistema SIVIGILA cuenta con un sistema informático el cual funciona de forma local o sea a nivel de escritorio. El mismo permite la importación de la información basada en los protocolos de presentación de eventos de enfermedades y a la vez genera reportes y gráficos (barra, columna, líneas 3D, líneas, línea, entre otros) por evento, grupos de edad, residencia, semanas epidemiológicas, etc. Además cuenta con una utilidad para georreferenciar casos por eventos y municipios en el software Epimap de EpiInfo.

3.2.- Estado del Arte a Nivel Internacional

3.2.1.- Epi Info

Epi Info es un programa de dominio público diseñado por el Centro para el Control de Enfermedades de Atlanta (CDC) de especial utilidad para la Salud Pública. Tiene un sistema fácil para construir bases de datos, analizarlos con las estadísticas de uso básico en epidemiología y representarlos con gráficos y mapas.

La primera versión para MSDOS se realizó en 1982 y la última, la versión 6, en 1996, y están traducidos al español. Se distribuyeron miles de copias de esta versión que ha sido ampliamente utilizada en vigilancia epidemiológica en todo el mundo.

La versión para Windows, salió en Junio de 2000 y la versión actual es la 7, y está traducida en varios idiomas. Se puede utilizar la misma versión simultáneamente en varios idiomas.

La última versión de Epi Info ha sido reprogramada completamente para hacerla más estable.

3.2.2.- Epi Data

EpiData es un programa para grabar y analizar datos en Windows que mantiene la lógica de Epi6, la versión para MSDOS de EpiInfo. Trabaja con archivos de formato CHK/REC/QES como EpiInfo v6. Está parcialmente traducido al español.

Existen dos líneas de desarrollo, una manteniendo la lógica de Epi6 (EpiInfo para MSDOS), y seguir con el formato de los archivos .REC, EpiData aunque bajo Windows. La nueva línea de trabajo es multiplataforma en la grabación de datos (Windows, Linux, Mac), se trabaja sobre un formato XML propio. Permite exportarlos a formatos de múltiples programas de análisis estadístico.

Epidata es un programa para introducir datos y Epidata Analysis para analizarlos. Ambos programas se pueden utilizar con órdenes, aunque tienen una barra de herramientas que guía el proceso.

3.2.3.- Open Epi

Open Epi es un conjunto de calculadoras epidemiológicas programadas en JavaScript. Es la heredera natural de Statcalc. OpenEpi puede trabajar tanto online como en local si se tiene una copia del programa en el computador. Puede funcionar en dispositivos móviles (tabletas o teléfonos). La versión anterior mantenía integrados los módulos en un frame. Ahora pueden funcionar independientemente, y se han eliminado las partes de código no soportados por estos dispositivos. Aunque tanto en Android como en Ipad no funciona en local en el dispositivo móvil (teléfono o tableta), por lo que hace falta tener conexión a internet. La versión para Android de EpiInfo tiene las opciones básicas de Statcalc,

pero se complementa llamando a OpenEpi. Esta ha sido una iniciativa personal de Andrew Dean, el creador de EpiInfo y líder del proyecto hasta su jubilación, aunque han colaborado en el mismo sus colegas Kevin M. Sullivan, Minn Soe, Roger A. Mir. Además de la utilidad en sí misma como calculadora (con todas las bendiciones científicas) es una fuente inagotable de documentación epidemiológica y de material para aprender y desarrollar pequeños proyectos con JavaScript.

3.2.4.- Epidat

EpiDat es una calculadora Epidemiológica desarrollada en el SERGAS, con colaboración de la OPS. Es una aplicación multiplataforma (Windows, Linux, Apple).

Actualmente está en la versión 4.0.

Se trata de un conjunto de calculadoras, que pueden funcionar con datos introducidos en pantalla o mediante ficheros. Análisis descriptivo, Depuración e imputación de datos, Muestreo, Inferencia sobre parámetros, Tablas de contingencia, Concordancia y consistencia, Pruebas diagnósticas, Ajuste de tasas, Demografía, Estimación de la mortalidad atribuida, Regresión logística, Análisis de supervivencia, Distribuciones de probabilidad, Análisis bayesiano, Meta-análisis, Vigilancia en salud pública, Índices de desarrollo o privación, Medición de desigualdades en salud y Métodos de evaluación económica

Además del programa en sí, la documentación es excelente y no se ciñe a una mera explicación de cómo funcionan las ventanas, sino que es un verdadero documento de análisis epidemiológico.

3.2.5.- Proyecto de OPS/AIS de SIG-SP para las Américas

Tiene como propósitos básicos:

- Fortalecer las capacidades epidemiológicas nacionales incluyendo análisis de situación (ASIS), vigilancia en salud, monitoreo y evaluación de actividades de prevención y promoción de la salud.
- Fortalecer la capacidad analítica y epidemiológica de los gerentes y tomadores de decisión de salud en el Secretariado de OPS para orientar la cooperación técnica.
- Fortalecer los abordajes metodológicos para el monitoreo de desigualdades e inequidades en salud y para la evaluación de impacto de intervenciones poblacionales.

Actividades principales

- Desarrollar y promover el uso de SIG y desarrollo de diversos tipos de aplicaciones de SIG en la resolución de problemas de salud pública.
- Promover una red de Grupos Colaboradores Multidisciplinarios de SIG-SP en las Américas.
- Proveer entrenamiento directo para usuarios finales desarrollando materiales de entrenamiento.
- Diseño y desarrollo de software simplificado y herramientas de análisis con enfoque de salud pública.

- Establecimiento de un repositorio de bases de datos cartográficas de las Américas.

3.2.6.- SIGEPI

El software **SIGEpi** ha sido desarrollado para Computadoras Personales y Sistema Operativo Microsoft Windows. Fue diseñado teniendo en cuenta los elementos conceptuales de los SIG.

La interfaz gráfica de usuario de SIGEpi maneja de múltiples tipos de documentos en un único entorno de trabajo. Cada tipo de documento se presenta en ventanas específicas, manteniendo el enlace dinámico algunos de ellos.

Los tipos de documentos son **Proyecto, Mapa, Tabla, Gráfico, Resultado y Presentación**, cada uno de ellos con funciones, menús, botones y herramientas propios.

4.- METODO DE INVESTIGACION

Para el desarrollo del presente trabajo se determinaron algunas fases dentro de la investigación que permitieron el reconocimiento general y la importancia de las enfermedades que se espacializarán, el diseño que se requería para el soporte a través de una base de datos y las herramientas de desarrollo y de publicación óptimas para la creación del prototipo.

A continuación se describe cada una de las fases de la investigación, explicando en cada caso la técnica e instrumentos utilizados:

- **Revisión de información bibliográfica relacionada con las enfermedades transmitidas por vectores (ETV).**

Esta fase permitió identificar y documentar la información relacionada con las principales enfermedades transmitidas por vectores en el Departamento del Putumayo (descripción y número de casos).

Para el desarrollo de esta etapa se consultaron varias fuentes documentales, principalmente los informes entregados por el Departamento del Putumayo al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA- durante varios periodos.

Para complementar los conceptos relacionados con los vectores transmisores, se consultaron diversos textos orientados al manejo de este tipo de enfermedades.

- **Consulta de motores de base de datos con soporte para datos espaciales**

La organización OpenGIS Consortium (<http://www.opengis.org/>) desde hace tiempo ha definido un estándar internacional para soportar datos de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Lo que buscan es disponer de motores de base de datos que naturalmente soporten tales datos e implementen un algebra especial para su manejo. Oracle, DB2, Postgres y MySQL son ejemplos de marcas que han extendido sus capacidades y hoy soportan (algunos en forma incompleta) datos SIG.

Se realizó una revisión y evaluación general de 4 motores de bases de datos que tienen su respectiva extensión para bases de datos espaciales:

- Oracle Spatial [<http://www.oracle.com/technology/products/spatial/>]
- PostGIS [<http://www.postgis.org/>]
- MySQL [<http://www.mysql.com/>]
- SQLite [<http://www.sqlite.org/>]

Basados en el respectivo análisis, se procedió a escoger el mejor motor de base de datos y su extensión espacial que permitirá almacenar, procesar y representar mejor los datos que el sistema manejará, que para nuestro caso es Postgresql y su extensión Postgis por cuanto es robusta en funciones y capacidad de trabajo y a diferencia de Oracle, Postgresql es libre.

- **Identificación de herramientas tecnológicas de libre uso y distribución para el desarrollo del sistema**

Se elaboró un listado de las tecnologías que existen actualmente, que son de libre uso y que por su tecnología de trabajo y robustez pueden ser utilizadas para este tipo de proyecto.

La selección estuvo enfocada al servidor web, el cual debe contar con soporte para datos espaciales y ser de uso libre, y el servidor más completo y ajustado a estos requerimientos básicos es Mapserver. Se evaluó también los lenguajes de programación a utilizar tanto de servidor como del lado del cliente, optando por utilizar PHP (para servidor) dada su robustez, documentación y facilidad de uso y del lado del cliente HTML, JavaScript, y jQuery ya que son los lenguajes de mayor uso en la actualidad para aplicativos web y está más que demostrado su poder.

Otro aspecto a evaluar fue el servicio con el que se trabajaría para la representación espacial de los objetos creados (puntos), el cual debía ser compatible con las herramientas tecnológicas antes descritas, también tendría que contar con amplia documentación y sobre todo brindar el servicio sin costo alguno.

Se optó por utilizar Google Maps porque es un servicio de Google que ofrece imágenes vía satélite de todo el planeta, combinadas, en el caso de algunos países, con mapas de sus ciudades, lo que unido a sus posibilidades de programación abierta ha dado lugar a diversas utilidades ofrecidas desde numerosas páginas web.

Un aspecto importante es el costo de uso de esta tecnología, ya que los sitios web y las aplicaciones que utilizan el API de Google Maps pueden generar de forma gratuita hasta 25.000 cargas de mapas al día por cada servicio y en caso de sobrepasar este límite de solicitudes, se requerirá la adquisición de licencias del API de Google Maps for Business.

Se revisaron además los formatos universales que podían adoptarse para el intercambio geoespacial de información y que sean compatibles 100% con Google Maps y se optó por trabajar con GeoJson ya que maneja un estándar mundial, se acopla sin problemas a PHP y permite representar fácilmente geometrías de tipo punto, línea, polígono, multipunto, multilínea y multipolígono entre otras.

- **Análisis, Diseño, Desarrollo y publicación del Sistema de Información**

Se definió la información básica a almacenar: Tipo de vector, Fecha del evento, Observaciones, coordenadas de latitud y longitud, municipio y el punto geométrico.

Se procedió a crear la estructura de la base de datos sobre “PostgreSQL 9.0.11, compiled by Visual C++ build 1500, 64-bit con Postgis 2.0” y se creó el campo geométrico con el indicador de referencia espacial SRID 4326 que es compatible con WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984).

El diseño de la interfaz de usuario estuvo basado en jQuery específicamente el framework JQueryMobile (buscando un enfoque orientado a dispositivos móviles), HTML 5, JavaScript para algunas validaciones y del lado del servidor PHP versión 5.4.3 y Mapserver versión 3.0.6.

En general se crearon los formularios de ingreso de datos, captura de coordenadas, consultas y visualización de los mapas.

Para la publicación del sistema se utilizó no-ip, asignando al host el siguiente nombre:

<http://mvillota.no-ip.org:88/grado/principal.php>

Lo anterior, dado que el sitio se encuentra hospedado en mi computador personal y utilizo la internet residencial.

Se desarrolló un Manual de usuario en línea que permite consultar todas las opciones de manejo y consulta con que cuenta el sistema.

5.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

5.1.- REVISIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA RELACIONADA CON LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (ETV).

El Putumayo es uno de los 32 departamentos de Colombia y se encuentra al suroeste del país, al norte de las fronteras con Ecuador provincia de Sucumbíos y Perú departamento de Loreto. Al norte se encuentran los departamentos de Cauca y Caquetá, al oeste el departamento de Nariño y al este el departamento del Amazonas. El territorio del departamento hace parte además de la región amazónica colombiana. Tiene una superficie de 24.885 km². Geográficamente el Putumayo se encuentra localizado entre 01° 26' 18" y 00° 27' 37" de latitud norte, y 73° 50' 39" y 77° 4' 58" de longitud oeste.³ La capital es la ciudad de Mocoa.

El Departamento del Putumayo se encuentra dividido en 13 Municipios:

Santiago, Colón, Sibundoy, San Francisco, Mocoa, Villagarzón, Puerto Guzmán, Puerto Caicedo, Puerto Asís, Orito, Valle del Guamuez, San Miguel y Puerto Leguízamo

En el departamento del Putumayo la enfermedad de dengue representa un problema prioritario en Salud Pública con una tendencia creciente desde el año 2010; 9 de sus trece municipios del departamento son endémicos para esta enfermedad, Mocoa, Villagarzón, Puerto Caicedo, Puerto asís, Puerto Guzmán, Orito, Valle del Guamuez, San Miguel y Puerto Leguízamo, estos municipios por estar ubicados en la región tropical, por debajo de los 2.200 m.s.n.m presentan las

condiciones ideales para el desarrollo del *Aedes aegypti* vector del dengue, así como la circulación simultánea de diferentes serotipos del virus.

Principalmente los insectos tienen el potencial de transmitir enfermedades a los humanos ellos se denominan vectores. El vector recibe el organismo patógeno de un portador infectado, animal o humano, y lo transmite o bien a un portador intermediario o directamente a un portador humano, la transferencia ocurre directamente por picadura de los mosquitos y/o las garrapatas, que son los vectores de enfermedades más notables ya que el modo de transmisión más importante es a través de alimentación sanguínea.

5.1.1.- Dengue

Es una enfermedad viral, de carácter endémico-epidémico, transmitida por mosquitos del género *Aedes*, principalmente por *Aedes aegypti* en la región de las Américas, que constituye hoy la arbovirosis más importante a nivel mundial en términos de morbilidad, mortalidad e impacto económico.¹

En el Departamento del Putumayo el número de casos ha ido en aumento durante los últimos 7 años, presentándose lo siguiente:

Años	2008	2009	2010	2011	2012	2013
No. Casos	453	399	1693	568	761	1853

Fuente: SIVIGILA Nacional 2008 – 2013

La enfermedad de dengue en el Departamento del Putumayo representa un problema prioritario en Salud Pública con una tendencia creciente desde el año 2010 (gráfico 1), el comportamiento epidémico cada año y el aumento en la

¹ Ministerio de la Protección Social, República de Colombia, “**Guía de atención clínica Integral del Paciente con Dengue**”

frecuencia de brotes así como la circulación simultánea de diferentes serotipos del virus del Dengue como DENV- 1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4. Los factores macro y micro determinantes, de orden socioeconómico, geográficos (latitud, altitud, humedad), políticos y culturales estos asociados a condiciones de vivienda y calidad de la prestación de servicios sanitarios, lo cual favorece la aparición y permanencia del vector en los nueve municipios endémicos del Departamento estos son: Leguízamo, Orito, Puerto Guzmán, Puerto Asís, Villagarzón, San Miguel, Puerto Caicedo, Mocoa, y Valle del Guamuez.

A 2013 la incidencia acumulada del Dengue por cada 100.000 habitantes en el Departamento del Putumayo es de 612,6, que de lejos representa el valor más alto de incidencia a nivel Nacional.²

5.1.2.- Leishmaniasis

Las leishmaniasis son zoonosis que pueden afectar la piel, las mucosas o las vísceras, resultado del parasitismo del protozoo flagelado del género *Leishmania* en los macrófagos, introducido al organismo por la picadura de un insecto flebótomo. Las presentaciones clínicas de la enfermedad varían de acuerdo con: la especie de *Leishmania*, la respuesta inmune del hospedero y el estado evolutivo de la enfermedad. La especie infectante está determinada por el vector que la transmite; y a su vez la presencia del vector está determinada por las condiciones ecológicas de cada región. Las formas de presentación clínica de leishmaniasis son: la forma cutánea, mucosa o mucocutánea y visceral.

La leishmaniasis tegumentaria es una enfermedad polimorfa de la piel y de las membranas mucosas. Comienza con una pápula que se agranda y típicamente se

² Dato aportado por el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA- a semana 14 de 2013.

transforma en úlcera indolora. Las lesiones pueden ser únicas o múltiples y, ocasionalmente, no ulceradas y difusas. Pueden cicatrizar espontáneamente en término de semanas o meses o persistir durante un año o más.

La leishmaniasis visceral es una enfermedad crónica generalizada. Se caracteriza por fiebre, hepato-esplenomegalia, linfadenopatía, anemia, leucopenia, trombocitopenia y debilidad progresiva. La fiebre tiene comienzo gradual o repentino, es persistente e irregular, a menudo con dos exacerbaciones al día.

La infección al hombre se puede dar a partir de parásitos provenientes de un reservorio animal (ciclo zoonótico), ó, a partir de parásitos que el vector ha tomado de otro hospedero humano (ciclo antroponótico).

Los vectores de la leishmaniasis en Colombia corresponden al género *Lutzomyia* popularmente conocidos como capotillo, arenilla, pringador. De este género se han descrito 133 especies en Colombia. La distribución geográfica de este género va desde el nivel del mar hasta los 3500msm, sin embargo el ciclo de transmisión no se mantiene en altitudes superiores a los 1750 msnm.

En el Departamento del Putumayo los casos de leishmaniasis presentan la siguiente frecuencia:

Años	2008	2009	2010	2011	2012	2013
No. Casos	32	45	89	68	71	83

Fuente: Secretaría de Salud Departamento del Putumayo “Putumayo en cifras”.

5.1.3.- Malaria

La Malaria es una enfermedad causada por protozoarios del genero *Plasmodium*. Las especies de *Plasmodium* clásicamente reconocidas como causantes de malaria humana son *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* y *P. ovale* , pero en los últimos años en países del Asia se ha incrementado el reporte de casos de malaria por *P. Knowlesi*. Los *Plasmodium* son transmitidos al hombre por mosquitos hembras del género *Anopheles*, que estando infectados, al picar, inoculan los esporozoitos, forma infectante del parásito. La transmisión también puede ocasionalmente ocurrir por inoculación directa de glóbulos rojos infectados por vía transfusional, como transmisión vertical de una madre infectada al feto y en forma casual por pinchazos con jeringas contaminadas. Tres de los parásitos causantes de malaria son encontrados exclusivamente en humanos: *P. falciparum*, *P. vivax* y *P. ovale*. El *P. malariae* es encontrado también en simios africanos. En Colombia aproximadamente 70% de los casos son por *P. vivax* y prácticamente todo el resto de la notificación es por *P. falciparum*. El reporte de casos de malaria por *P. malariae* en nuestro medio es muy escaso. Malaria por *P. ovale* ha sido registrada en casos importados de Africa y, si bien este tipo de malaria ha sido descrita en Colombia^{Error! No se encuentra el origen de la referencia.} , se considera que no existe transmisión en el país.

Las características clínicas de la malaria dependen de la especie de *Plasmodium*, del número de parásitos y del estado inmunitario del hospedero humano. El cuadro clínico clásico consiste en escalofrío, fiebre y sudoración. El ataque agudo se inicia con accesos febriles precedidos por escalofrío, seguidos de intensa sudoración, repetidos cada 24, 48 ó 72 horas, según la especie de *Plasmodium* (Tabla 1). En el pasado, dicho comportamiento de la fiebre llevó a denominar la infección por cada especie según las características de la fiebre: *P. vivax*: terciana benigna o terciana simple, *P. malariae*: fiebre cuartana, *P. falciparum*: terciana maligna o subterciana. Esa clásica periodicidad de los paroxismos se desarrolla

solo si el paciente no es tratado hasta que la infección llega a ser sincronizada, de forma que un suficiente número de eritrocitos conteniendo esquizontes maduros se rompen simultáneamente. Sin embargo la fiebre intermitente es normalmente ausente al comienzo de la enfermedad. Los primeros síntomas son poco específicos y similares a los de una infección sistémica de origen viral: dolor de cabeza, debilidad, fatiga, malestar abdominal y dolores en articulaciones y músculos. Antes de iniciarse el acceso febril se presenta un período de escalofríos, frío intenso y progresivo, seguido de temblor incontrolable. Esta fase tiene una duración hasta de media hora. Seguidamente, asciende la temperatura hasta desaparecer el escalofrío, apareciendo el período febril, cuya duración es de más o menos 6 a 8 horas. Este período febril suele acompañarse de los otros síntomas. Después de la fiebre, se presenta abruptamente sudoración profusa, la temperatura cae hasta su valor normal y desaparecen los síntomas. Al terminar la sudoración el paciente entra en un período asintomático, durante el cual se siente mejor y aun puede reanudar sus actividades hasta el próximo acceso febril.

En este estado de la enfermedad, cuando no hay evidencia de disfunción de órganos vitales, la letalidad es baja siempre que se provea tratamiento rápido y efectivo. Pero si son usados medicamentos inefectivos o si el tratamiento se retarda en su inicio (especialmente en malaria por *P. falciparum*) la carga de parásitos continua aumentando y puede desencadenarse una malaria complicada. El paciente puede en pocas horas progresar a una enfermedad grave, con una o más de las siguientes manifestaciones: coma, acidosis metabólica, anemia severa, hipoglicemia, falla renal aguda o edema agudo del pulmón. En este estado, la letalidad en personas que reciben tratamiento antimalárico puede llegar a ser de 15-20%. Si no se trata, la malaria complicada es casi siempre fatal.

En la malaria por *P. vivax* la reactivación de las formas de hipnozoitos en el hígado lleva a nuevos episodios clínicos denominados recaídas. Los factores desencadenantes pueden ser resfriados, fatiga, trauma, embarazo, infecciones

incluyendo malaria falciparum intercurrente y otras enfermedades ^{¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.} . Estos nuevos episodios, que se presentan entre los 2 – 6 meses posteriores al cuadro inicial, contribuyen de forma importante a la perpetuación de la endemia por esta forma de malaria. Los síntomas prodrómicos de dolor de cabeza, dolor de espalda, náuseas y malestar general pueden ser muy leves o estar ausentes en las recaídas.

En el Departamento del Putumayo los casos de malaria presentan la siguiente frecuencia:

Años	2008	2009	2010	2011	2012	2013
No. Casos	69	55	40	47	35	23

Fuente: Secretaría de Salud Departamento del Putumayo “Putumayo en cifras”.

5.1.4.- Chikungunya

La fiebre de chikungunya es una enfermedad transmitida por un virus del mismo nombre, contagiada a través de la picadura de un mosquito infectado, que provoca un cuadro febril agudo, que habitualmente se resuelve sin complicaciones. Fue descrita por primera vez en el año 1953 en Tanzania y poco después se descubrió que se trataba de una enfermedad endémica en África (en idioma makonde –de la zona de Tanzania y Mozambique– quiere decir ‘retorcerse’ o ‘secarse’). Desde entonces se han descrito casos en todo el mundo, principalmente en India y el resto de Asia y actualmente Colombia se ha visto afectada por este Virus.

El virus chikungunya pertenece al grupo de los arbovirus, un tipo de virus que se transmiten por picaduras de artrópodos. Es un virus conocido desde hace décadas y que afecta principalmente a los países subdesarrollados donde no hay un

registro del número de casos, aunque se estima que las personas afectadas llegan a millones en 40 países diferentes de África. Sin embargo, se trata de una infección relativamente nueva en los países de Europa, América y Australia.

Los principales síntomas que provoca esta enfermedad son la fiebre muy elevada y la inflamación dolorosa de las articulaciones. Las personas afectadas presentan un decaimiento muy importante, similar a una gripe, que les obliga a permanecer en reposo en cama durante aproximadamente una semana. El tratamiento es sintomático ya que no existen fármacos concretos para eliminar al virus responsable.

Afortunadamente el contagio persona a persona es imposible, y los brotes solo aparecen de forma aislada, siempre asociados a la aparición de los mosquitos específicos que lo transmiten. Estos mosquitos son el *Aedes aegypti* y el *Aedes albopictus*, insectos comunes en los países tropicales como Colombia y que transmiten otras enfermedades como el dengue. El mosquito pica a las personas infectadas, absorbe el virus y después contagia a otra persona sana transmitiéndoselo con una picadura. Prevenir la picadura de este mosquito es esencial para evitar la infección.

Desde la década de 1950 la mayoría de los casos han sucedido en África, con pequeños brotes epidémicos en el resto del mundo siempre en relación con viajeros procedentes de ese continente. Tan sólo se extendió la epidemia por India, China y países de su entorno. Sin embargo, desde 2014 el número de casos se ha multiplicado, principalmente debido a la epidemia que se ha extendido en República Dominicana (destino turístico frecuente). A día de hoy se han descrito casos en Venezuela, Cuba, Haití, Panamá, Puerto Rico, El Salvador, Colombia y resto de países latinoamericanos. También se han dado casos en Estados Unidos, Italia, España, Francia e Inglaterra, entre otros.

Por todo ello, la fiebre de chikungunya se considera ya una enfermedad infecciosa global y, a pesar de ser una patología que la mayoría de las veces no implica complicaciones graves, las autoridades sanitarias de todo el mundo ya están en alerta.

En el Departamento del Putumayo los casos de chikungunya presentan la siguiente frecuencia (año 2014-2015):

Años	2014	2015
No. Casos	12	5

Fuente: Secretaría de Salud Departamento del Putumayo “Putumayo en cifras”.

5.2 MODELO RELACIONAL Y SU IMPLEMENTACIÓN EN UN MOTOR DE BASE DE DATOS CON SOPORTE PARA DATOS ESPACIALES

5.2.1.- Bases de Datos

Una base de datos es una colección de archivos relacionados que permite el manejo de la información. Cada uno de dichos archivos puede ser visto como una colección de registros y cada registro está compuesto de una colección de campos.

Cada uno de los campos de cada registro permite llevar información de algún atributo de una entidad del mundo real.

Un archivo de una base de datos también puede ser pensado como una tabla en la que tenemos renglones y columnas, cada renglón correspondiendo a un registro

del archivo y cada columna correspondiendo a un campo.

Los sistemas manejadores de bases de datos conocidos también como bases de datos electrónicas, se usan ampliamente para organizar y manipular grandes volúmenes de datos.

Un sistema manejador de base de datos no es más que un sistema computarizado para llevar registros

Algunas de las facilidades que proporciona el sistema a los usuarios son:

- Agregar Nuevos Archivos a la Base de Datos.
- Agregar Nuevos Registros a los Archivos existentes.
- Recuperación de Datos.
- Actualización de Datos.
- Borrar registros.
- Borrar Archivos.
- Proporcionar los mecanismos para el control del acceso concurrente a los datos.

5.2.2.- Comparación entre motores de bases de datos con soporte espacial

Oracle Spatial [<http://www.oracle.com/technology/products/spatial/>]

- Es una opción para Oracle 11g
- Oracle 11-g incluye Oracle Locator

- Funcionalidad

- Tipos de datos y operadores (OGC y SQL/MM)
- Sistemas de coordenadas

- Índices espaciales
- Oracle Spatial es una opción adquirible por separado
- Funcionalidad
 - Soporte para raster, topología y redes
 - Cálculo de rutas
 - Servicios web de publicación de información

PostGIS [<http://www.postgis.org/>]

- Desarrollado por Refrations Research
- Extensión para PostgreSQL
- Tipos de datos y operaciones para objetos geográficos basados en el modelo vectorial

- Funcionalidad

- Funciones de gestión
 - Creación y borrado de tablas y columnas geométricas
 - Gestión de sistemas de referencia espacial
- Predicados espaciales
 - Dimension-Extended 9 Intersection Model
- Operadores espaciales
- Predicados espaciales usando el bounding box

- Funciones de medición
- Funciones de utilidad
 - Comprobación de validez geométrica
- Constructores de geometrías
- Operadores de acceso a las geometrías

- Operadores de edición de geometrías
 - Modificar las coordenadas
 - Transformación de sistema de referencia espacial
 - Transformaciones afines (rotación, desplazamiento, escalado)
 - Simplificación

- Conversión de formatos
 - Well-Know Text [WKT] y Extended WKT
 - Well-Know Binary [WKB] y Extended WKB
 - GML, KML y SVG (con precisión configurable)

- Operaciones de SQL Multimedia
- Importación y exportación de datos
 - shp2pgsql (de Shapefile a SQL)
 - pgsq2shp (de SQL a Shapefile)
- Clases para utilizar en un driver JDBC

- Índices espaciales

- Instalación

- En Windows:
 - Instalar Postgres sin instalar el PostGIS que viene Integrado
 - Instalar PostGIS con su propio instalador
 - El instalador crea una plantilla (template_postgis) que hay que usar para crear bases de datos con funcionalidad geográfica

- En Linux: (dos alternativas)
 - Encontrar un paquete apropiado para nuestra distribución
 - Descargar y compilar PostGIS con el código fuente de Postgres

- Hay dos scripts (lwpostgis.sql y spatial_ref_sys.sql) que añaden la funcionalidad geográfica a una base de datos ya creada
- Una BD con soporte espacial incluye:
 - Una tabla geometry_columns con metadatos de PostGIS
 - Una tabla spatial_ref_sys con los sistemas de referencia

MySQL [<http://www.mysql.com/>]

- Incluye soporte espacial de forma nativa

- Funcionalidad

- Funciones de gestión
 - Los tipos de datos geográficos están integrados en el lenguaje
 - No hay soporte para sistemas de referencia espacial
- Predicados espaciales
 - Implementados usando el bounding box
- Operadores espaciales y operadores de edición
 - No implementados
- Conversión de formatos
 - Sólo Well-Know Text [WKT] y Well-Know Binary [WKB]
- Importación y exportación de datos
 - Son necesarias herramientas externas

SQLite [<http://www.sqlite.org/>]

- Librería C que implementa un SGBD autocontenido
- La base de datos se almacena en un fichero portable
- Extensión para SQLite con funcionalidad geográfica
- Funcionalidad
 - Formatos de datos: WKT y WKB
 - Soporte para sistemas de referencia espacial
 - Construcción de geometrías
 - Operaciones de acceso y medición
 - Predicados espaciales calculados con el bounding box
 - Transformaciones afines (rotación, escalado y desplazamiento)
 - Importación y exportación de shapefiles
- VirtualShape permite utilizar shapefiles directamente desde SQL

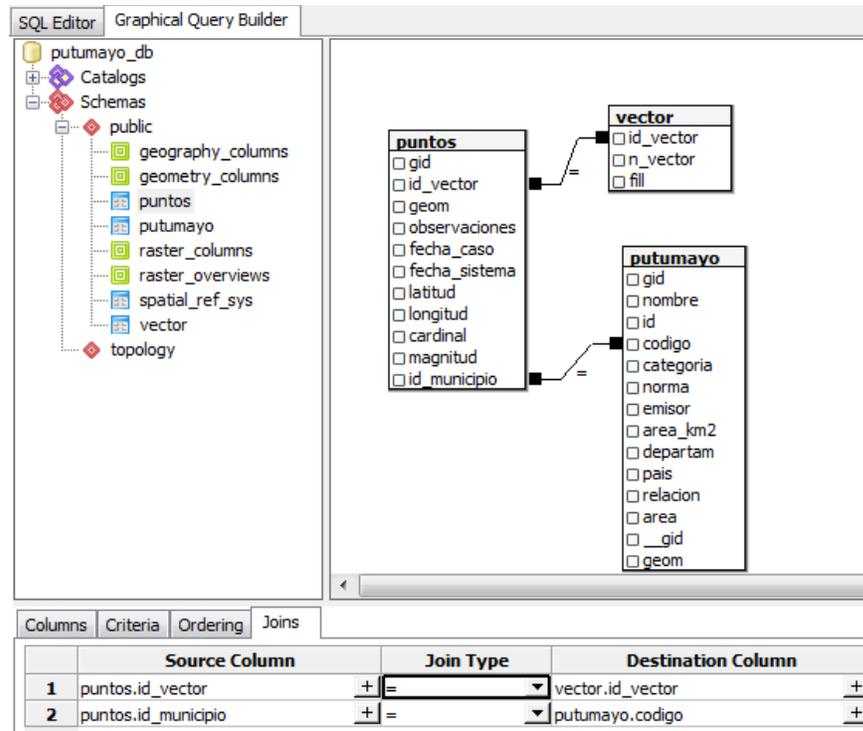
5.2.3.- Modelo Relacional y estructura de la base de datos creada

El modelo creado consta de 3 tablas básicas:

Puntos: Contiene la información del registro de los casos de enfermedades transmitidas por vectores que se reportaran por medio del sistema, tiene un campo (geom) que contiene una geometría de tipo punto.

Vector: Almacena la lista de vectores que transmiten las enfermedades

Putumayo: Es una tabla que almacena todos los shapes de los 12 Municipios que pertenecen al Departamento del Putumayo. Tiene un campo (geom) que almacena una geometría de tipo Polígono.



Visa gráfica del Modelo de la Base de Datos

5.3.- IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE LIBRE USO Y DISTRIBUCIÓN QUE PERMITAN EL DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA PROPUESTA.

5.3.1.- MAPSERVER

MapServer es un motor de procesamiento de datos geográficos de Código Abierto escrito en C. Más allá de la navegación de datos SIG, MapServer permite crear “mapas de imágenes geográficas”, es decir, mapas que pueden dirigir a los usuarios hacia el contenido. Por ejemplo, el Minnesota DNR Recreation Compass proporciona a los usuarios más de 10.000 páginas web, informes y mapas a través de una única aplicación. La misma aplicación sirve como “motor de mapas” para otras porciones del sitio, proporcionando un contexto espacial donde es necesario.

MapServer fue desarrollado originalmente por el proyecto ForNet de la Universidad de Minnesota (UMN) en colaboración con NASA, y el Departamento de Recursos Naturales (MNDNR). Posteriormente fue alojado por el proyecto TerraSIP, un proyecto patrocinado por NASA entre la UMN y un consorcio de intereses en la gestión de tierras.

Actualmente MapServer es un proyecto de OSGeo, y es mantenido por un creciente número de desarrolladores (cerca de 20) de todo el mundo. Es apoyado por un grupo diverso de organizaciones que patrocinan las mejoras y el mantenimiento, y es administrado al interior de OSGeo por el Comité Directivo del Proyecto compuesto por desarrolladores y otros colaboradores.

Salidas cartográficas avanzadas

- Ejecución de la aplicación y dibujo de elementos según la escala
- Etiquetado de elementos incluyendo mediación de colisión de etiquetas

- Salidas basadas en plantillas totalmente personalizables
- Fuentes TrueType
- Automatización de los elementos del mapa (barra de escala, mapa de referencia y leyenda)
- Mapas temáticos usando clases basadas en expresiones lógicas o expresiones regulares

Soporte a los lenguajes de scripting y ambientes de desarrollo más populares

- PHP, Python, Perl, Ruby, Java y .NET

Soporte multi-plataforma

- Linux, Windows, Mac OS X, Solaris y mas

Soporte a un gran número de estándares del Open Geospatial Consortium <OGC (OGC)

- WMS (cliente/servidor), WFS no-transaccional (cliente/servidor), WMC, WCS, Filter Encoding, SLD, GML, SOS, OM

Múltiples formatos de datos vector y raster

- TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros por medio de GDAL
- Archivos shapefile de ESRI, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL y muchos más por medio de OGR

Soporte de proyecciones cartográficas

- Proyección de mapas al vuelo con miles de proyecciones disponibles a través de la librería Proj.4

5.3.2.- PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. Puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

Se considera uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento conocidos hasta el día de hoy. Lo que ha atraído el interés de múltiples sitios con gran demanda de tráfico como Facebook, para optar por PHP como tecnología de servidor.

Fue creado originalmente por Rasmus Lerdorf en 1995. Actualmente el lenguaje sigue siendo desarrollado con nuevas funciones por el grupo PHP.² Este lenguaje forma parte del software libre publicado bajo la licencia PHP, que es incompatible con la Licencia Pública General de GNU debido a las restricciones del uso del término PHP.³

Funcionamiento

- 1.- Se envía una petición al servidor
 - 2.- El servidor recibe la petición y busca la página a entregar.
- Si la página contiene la extensión “.php”, el intérprete de PHP la procesa.

3.- El servidor ejecuta el código PHP de la página y prepara el resultado final, el HTML.

4.- Se envía la página HTML al cliente final.

Ventajas

- Lenguaje multiplataforma.
- Fácil de aprender.
- Orientado para desarrollar aplicaciones web donde la información esté en una base de datos.
- Buena integración con la mayoría de conectores a base de datos. MySQL, PostgreSQL, Oracle, etc.
- Lenguaje modular.
- Mucha documentación debido a su gran popularidad y una gran comunidad. (Web Oficial php.net).
- Programación orientada a objetos.
- Lenguaje de código libre y gratuito.
- Biblioteca muy amplia de funciones nativas.
- Múltiples Frameworks PHP que permiten que tu código sea más ordenado, estructurado, manejable y permiten trabajar utilizando patrones de diseño cómo Modelo-Vista-Controlador (MVC).

Desventajas

- Se necesita instalar un servidor web.
- Se realiza todo el trabajo en la parte del servidor, por esto, si se tienen muchas peticiones, el rendimiento de nuestra aplicación podría verse afectado sensiblemente.
- Al mezclar HTML + PHP, dificulta la legibilidad de nuestro código.

- Seguridad. Como es un lenguaje de código abierto, todas las personas pueden ver el código fuente, y si hay errores, la gente puede utilizar estas debilidades de codificación.
- Es un lenguaje de programación NO tipado.
- Difícil de mantener.

5.3.2.1.- Porqué se utilizó PHP para el desarrollo del aplicativo

La selección de PHP para el desarrollo del prototipo se debe a lo siguiente:

- 1.- Es un lenguaje de programación libre, ajustado a la maestría para la que se presenta este trabajo de grado (Maestría en Software Libre)
- 2.- Lo que se pretende con el trabajo es demostrar los conocimientos obtenidos durante la maestría, y PHP fue el Lenguaje visto en clase y utilizado para la gran mayoría de trabajos relacionados con programación.
- 3.- PHP acompañado de HTML5 y otros lenguajes de programación del lado del cliente se acoplan y son compatibles entre sí en un 100% y son estables para el trabajo con dispositivos móviles.
- 4.- PHP y el acceso a las bases de datos Postgresql utilizadas en este trabajo son compatibles en un 100%.
- 5.- Gracias a los conocimientos inducidos durante la maestría, he ampliado mi conocimiento en PHP, lo que garantiza realizar un trabajo de grado de buena calidad en programación.
- 6.- PHP cuenta con muchas y variadas opciones de programación orientada a dispositivos móviles
- 7.- Existen muchos aplicativos en la internet orientados a dispositivos móviles que fueron desarrollados con PHP.

5.3.3.- Javascript

Javascript es un lenguaje con muchas posibilidades, utilizado para crear pequeños programas que luego son insertados en una página web y en programas más grandes, orientados a objetos mucho más complejos. Con Javascript podemos crear diferentes efectos e interactuar con nuestros usuarios.

Este lenguaje posee varias características, entre ellas podemos mencionar que es un lenguaje basado en acciones que posee menos restricciones. Además, es un lenguaje que utiliza Windows y sistemas X-Windows, gran parte de la programación en este lenguaje está centrada en describir objetos, escribir funciones que respondan a movimientos del mouse, aperturas, utilización de teclas, cargas de páginas entre otros.

Es necesario resaltar que hay dos tipos de JavaScript: por un lado está el que se ejecuta en el cliente, este es el Javascript propiamente dicho, aunque técnicamente se denomina Navigator JavaScript. Pero también existe un Javascript que se ejecuta en el servidor, es más reciente y se denomina LiveWire Javascript.

Javascript nació con la necesidad de permitir a los autores de sitio web crear páginas que permitan intercambiar con los usuarios, ya que se necesitaba crear webs de mayor complejidad. El HTML solo permitía crear páginas estáticas donde se podía mostrar textos con estilos, pero se necesitaba interactuar con los usuarios.

En los años de 1990, Netscape creó Livescript; las primeras versiones de este lenguaje fueron principalmente dedicadas a pequeños grupos de diseñadores Web que no necesitaban utilizar un compilador, o sin ninguna experiencia en la programación orientada a objetos.

A medida que estuvieron disponibles nuevas versiones de este lenguaje incluían nuevos componentes que dan gran potencial al lenguaje, pero lamentablemente esta versión solo funcionaba en la última versión del Navigator en aquel momento.

En diciembre de 1995, Netscape y Sun Microsystems (el creador del lenguaje Java) luego de unirse objetivo de desarrollar el proyecto en conjunto, reintroducen este lenguaje con el nombre de Javascript. En respuesta a la popularidad de Javascript, Microsoft lanzo su propio lenguaje de programación a base de script, VBScript (una pequeña versión de Visual Basic).

En el año de 1996 Microsoft se interesa por competir con Javascript por lo que lanza su lenguaje llamado Jscript, introducido en los navegadores de Internet Explorer. A pesar de las diferentes críticas que se le hacen al lenguaje Javascript, este es uno de los lenguajes de programación más populares para la web. Desde que los navegadores incluyen el Javascript, no necesitamos el Java Runtime Environment (JRE), para que se ejecute.

El Javascript es una tecnología que ha sobrevivido por más de 10 años, es fundamentales en la web, junto con la estandarización de la “European Computer Manufacturers Association” (ECMA) (adoptada luego por la ISO) y W3C DOM, Javascript es considerado por muchos desarrolladores web como la fundación para la próxima generación de aplicaciones web dinámicas del lado del cliente.

La estandarización de Javascript comenzó en conjunto con ECMA en Noviembre de 1996. Es adoptado este estándar en Junio de 1997 y luego también por la “Internacional Organization for Standardization” (ISO). El DOM por sus siglas en inglés “Modelo de Objetos del Documento” fue diseñado para evitar incompatibilidades.

Entre los diferentes servicios que se encuentran realizados con Javascript en Internet se encuentran:

- Correo
- Chat
- Buscadores de Información
- Reloj
- Contadores de visitas
- Fechas
- Calculadoras
- Validadores de formularios
- Detectores de navegadores e idiomas

El código JavaScript podemos encontrarlo dentro de las etiquetas `<body></body>` de nuestras páginas web. Por lo general se insertan entre: `<script></script>`. También pueden estar ubicados en ficheros externos usando:

```
<script type="text/javascript" src="micodigo.js"></script>
```

Javascript es soportado por la mayoría de los navegadores como Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla Firefox, entre otros.

5.3.4.- JQueryMobile

JQueryMobile es un Framework JavaScript para el desarrollo rápido y fácil de sitios webs optimizados para teléfonos móviles. Con este framework, se acelera la velocidad de desarrollo de aplicaciones, encapsulando muchas tareas comunes que se realizan cuando usamos el lenguaje JavaScript. Agrega una capa más a

JQuery e intenta suplir algunas necesidades que los programadores de dispositivos móviles padecen.

En el pasado, un desarrollador tenía que programar según para qué dispositivo concreto, lo que alargaba los tiempos de desarrollo y mantenimiento de los sitios webs. Ahora con JQueryMobile, evitamos conocer la lógica específica de cada dispositivo y nos centramos en la programación para un solo fin, el navegador de un teléfono móvil.

JQueryMobile, es un framework bastante joven, desde el 13 de Agosto de 2010, aunque promete bastante como framework de desarrollo para web para móviles.

Características de JQueryMobile

- Temas personalizados: El framework permite el uso de themes ya creados y da la posibilidad de crear nuevos themes y trabajar con ellos.
- Tamaño reducido: Toda la librería comprimida pesa menos de 12K.
- Facilidad de uso: Destaca la facilidad para el desarrollo de interfaces de usuario de dispositivos móviles.
- Múltiples plataformas: IOS, Android, Blackberry, Palm WebOS, Symbian, Windows Mobile, etc.
- Soporte HTML5: Como su nombre indica, soporta las nuevas etiquetas HTML5.

5.3.5.- HTML 5

HTML5 es un lenguaje markup (de hecho, las siglas de HTML significan Hyper Text Markup Language) usado para estructurar y presentar el contenido para la web. Es uno de los aspectos fundamentales para el funcionamiento de los sitios,

pero no es el primero. Es de hecho la quinta revisión del estándar que fue creado en 1990. A fines del año pasado, la W3C la recomendó para transformarse en el estándar a ser usado en el desarrollo de proyectos venideros. Por así decirlo, qué es HTML5 está relacionado también con la entrada en decadencia del viejo estándar HTML 4, que se combinaba con otros lenguajes para producir los sitios que podemos ver hoy en día. Con HTML5, tenemos otras posibilidades para explotar usando menos recursos. Con HTML5, también entra en desuso el formato XHTML, dado que ya no sería necesaria su implementación.

HTML4 fue “declarado” el lenguaje oficial de la web en el año 2000, y tomó una década para comenzar a implementar el desarrollo de su nueva revisión. Esta nueva generación de HTML, se dice, pronto dominará el desarrollo en internet, pero introduce algunos cambios importantes que veremos dentro de algunas líneas. Por ende, para los desarrolladores de sitios web es importante conocer las ventajas de HTML5, considerando que algunas entidades se están moviendo en esta dirección. No solamente Google con su navegador Chrome, hace unos años, sino también Adobe hace unos meses, que removió el soporte de Flash para Android para dar paso a la llegada de HTML5.

Volviendo a qué es HTML5. Se trata de un sistema para formatear el layout de nuestras páginas, así como hacer algunos ajustes a su aspecto. Con HTML5, los navegadores como Firefox, Chrome, Explorer, Safari y más pueden saber cómo mostrar una determinada página web, saber dónde están los elementos, dónde poner las imágenes, dónde ubicar el texto. En este sentido, el HTML5 no se diferencia demasiado de su predecesor, un lenguaje del cual hablamos hace algunos meses en nuestra guía básica de HTML. La diferencia principal, sin embargo, es el nivel de sofisticación del código que podremos construir usando HTML5.

Principales novedades

En términos de Markup, el HTML5 introduce algunos elementos que hacen que se ajusten a los tiempos que corren. Así, muchas de las novedades están relacionadas con la forma de construir websites que se tiene en la actualidad. Una de las más importantes novedades está relacionada con la inserción de multimedia en los sitios web, que ahora contarán con etiquetas HTML especiales para poder ser incluidos. Por otro lado, algunos aspectos de diseño también son incluidos en el lenguaje, así como también algunos detalles de navegación. Veremos todo esto en algunas líneas.

Con el uso de HTML5, se puede reducir la dependencia de los plug-ins que tenemos que tener instalados para poder ver una determinada web. Caso emblemático, el de Adobe Flash, que se ve claramente perjudicado por la instauración de este estándar. Por otro lado, fue un avance importante para dispositivos que de forma nativa no soportaban Flash, y que no soportaban tampoco plug-ins necesarios para hacerlo. Otro caso emblemático, el del iPhone. Pero además, con HTML5 se amplía el horizonte del desarrollo de aplicaciones que pueden ser usadas en una multiplicidad de dispositivos.

Gracias a HTML5, los usuarios pueden acceder a sitios web de manera offline, sin estar conectados a internet. Se suma también la funcionalidad de drag and drop, y también la edición online de documentos ampliamente popularizada por Google Docs. La geolocalización es uno de sus puntos fuertes, pero por otro lado, las etiquetas diseñadas especialmente para el audio y el video ahorran la necesidad de tener que tener un plug-in de Flash y, al mismo tiempo, asestan un golpe mortal al producto de Adobe, que cada vez se está usando menos. Sin embargo, es importante destacar que Flash sigue siendo utilizado y HTML5 todavía no hizo el “salto grande”, aunque está en camino.

Las nuevas etiquetas

El lenguaje HTML funciona a través de marcas de sentido llamadas etiquetas. Las etiquetas son la herramienta fundamental para que los navegadores puedan interpretar el código y permitirnos ver imágenes, texto, párrafo, y estructuras. Los navegadores vendrían a ser como “traductores” de las etiquetas, y con HTML5, se agregan nuevas etiquetas para utilizar que nos ahorran el uso de otros productos que se usaban para complementar y hacer cosas que con el simple HTML no se podían hacer. HTML5 fue creado para hacer que el proceso de escribir el código sea más simple y más lógico, por decirlo de una forma. La sintaxis de HTML5 se destaca, como dijimos, en el ámbito multimedia, pero son bastantes las etiquetas introducidas para generar una mejoría.

La idea detrás de HTML5 es que podamos visualizar el contenido multimedia variado que podemos encontrar en internet aun cuando nos encontramos en dispositivos de gama baja que no podrían soportarlo cuando tienen que instalar infinidad de plug-ins. No solamente contamos con etiquetas especiales como audio, video y canvas, sino también integración con contenidos de gráficos en vectores (que anteriormente se conocía como la etiqueta object. Con estas etiquetas, los usuarios pueden consumir videos y canciones, por ejemplo, sin necesidad de instalar nada de forma adicional.

Las más importantes de las nuevas etiquetas creadas son:

- article: esta etiqueta sirve para definir un artículo, un comentario de usuario o una publicación independiente dentro del sitio.
- header, footer: estas etiquetas individuales ahorran tener que insertar IDs para cada uno, como se solía hacer anteriormente. Además, se pueden insertar headers y footers para cada sección, en lugar de tener que hacerlo únicamente en general.

- nav: la negación puede ser insertada directamente en el markup, entre estas etiquetas, que nos permitirán hacer que nuestras listas oficien de navegación.
- section: con esta etiqueta, una de las más importantes de las novedades, se puede definir todo tipo de secciones dentro de un documento. Por ponerlo de forma sencilla, funciona de una forma similar a la etiqueta div que nos separa también diferentes secciones.
- audio y video: estas son las dos más importantes etiquetas de HTML5, dado que nos permiten acceder de forma más simple a contenido multimedia que puede ser reproducido por casi todo tipo de dispositivos; marcan el tipo de contenido que estará en su interior.
- embed: con esta etiqueta se puede marcar la presencia de un contenido interactivo o aplicación externa.
- canvas: finalmente, esta etiqueta nos permite introducir un “lienzo” dentro de un documento, para poder dibujar gráficos por vectores; será necesario el uso de JavaScript.

5.3.6.- GeoJSON

En 2008 se define la especificación de un nuevo formato para datos geográficos basado en JSON (JavaScript Object Notation) llamado GeoJSON. Un objeto GeoJSON puede representar una geometría, features, o una colección de features y soporta geometrías de tipo: Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon, y GeometryCollection.

Las features en GeoJSON contienen una geometría y propiedades adicionales, las colecciones de features son simplemente una lista de features. La estructura de los datos en GeoJSON es siempre un objeto, que consiste en una colección de parejas de nombre/valor (también llamados miembros). Este formato permite

representar objetos en el espacio, usando sus coordenadas y añadirles propiedades, que son algo así como los campos de una tabla de atributos.

GeoJSON soporta los siguientes tipos de geometría:

- Point,
- LineString,
- Polygon,
- MultiPoint,
- MultiLineString,
- MultiPolygon y
- GeometryCollection.

Además de geometrías soporta Features que es una geometría más propiedades adicionales y colecciones de Features.

En la actualidad la mayoría de las mapping libraries de Javascript soportan GeoJSON (Leaflet, MapBox, CartoDB, OpenLayers, GeoServer, GDAL), incluso algunos GIS de escritorio como QGIS.

5.3.7.- Google Maps

Google Maps es un servicio de Google que ofrece imágenes vía satélite de todo el planeta, combinadas, en el caso de algunos países, con mapas de sus ciudades, lo que unido a sus posibilidades de programación abierta ha dado lugar a diversas utilidades ofrecidas desde numerosas páginas web.

Desde su lanzamiento en febrero de 2005, la aplicación cartográfica de Google ha conmocionado a la comunidad de desarrolladores. Si bien sus principios técnicos de base eran ya conocidos, incluso utilizados desde hacía tiempo, la aplicación de

Google los combina de manera inteligente, y sobre todo ofrece una accesibilidad sin igual.

Varios aspectos de Google Maps son los responsables de su facilidad de uso por cualquier usuario: el sistema de deslizamiento de imagen, acoplado a la carga dinámica de nuevas imágenes; la adaptación del mapa al tamaño de ventana del navegador; la interfaz minimalista; la posibilidad de cambiar de tipo de mapa en un clic.

Como todas las demás aplicaciones Google, Maps descansa poderosamente sobre la utilización de JavaScript. La carga y el deslizamiento de imagen no podrían efectuarse sin este código.

Según el nivel de zoom, un mapa podría descomponerse en varias decenas de miles de cuadrados. Esta descomposición se realiza automáticamente por un script del lado servidor. Cuando el utilizador hace deslizar la imagen en un sentido, JavaScript calcula cuales son los cuadrados involucrados, envía al servidor una pregunta sobre las imágenes en cuestión, y las coloca alineadas junto a las otras.

Cada cuadrado es almacenado en un fichero cuyo nombre indica su longitud, su latitud, y el valor del zoom. Recuperar estas informaciones para todos los cuadrados a colocar, no es sino una cuestión de derivación de los datos conocidos para un solo cuadrado.

Todo ello necesita, por tanto, una sincronización perfecta entre lo que puede preguntar el código JavaScript, y lo que está efectivamente disponible en el servidor. El programa de recorte inicial de la imagen completa es por tanto extremadamente importante, porque es el responsable, para la precisión del corte y el rigor de su etiquetamiento, del buen desenvolvimiento de los acontecimientos desencadenados por las acciones del usuario.

Sin embargo no todo son flores para esta aplicación. Google Maps, aunque interesante para muchos usuarios y programadores, al decir de los especialistas no es una aplicación de gran perfección técnica, y se le han hecho críticas Como ejemplo de las cuales mencionaremos una con el título "Google Maps o la negación de la Cartografía".

GoogleMaps provee a los desarrolladores un API capaz de aprovechar los datos disponibles a través del servicio, en el seno de las propias aplicaciones. Y más interesante para el funcionamiento mismo del servicio, Google da acceso a AjaXSLT, un proyecto Open Source que propone una biblioteca JavaScript..

Con las API de Google Maps publicadas, numerosos sitios han aparecido proponiendo sus propias maneras de extraer los datos de los mapas de Google y presentarlos en la página a través de scripts específicos, proponiendo un servicio particular.

5.4.- ANÁLISIS, DISEÑO, DESARROLLO Y PUBLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BAJO AMBIENTE WEB

El desarrollo del sistema estuvo enfocado en la facilidad de uso y optimización para la velocidad de captura, procesamiento y presentación de datos.

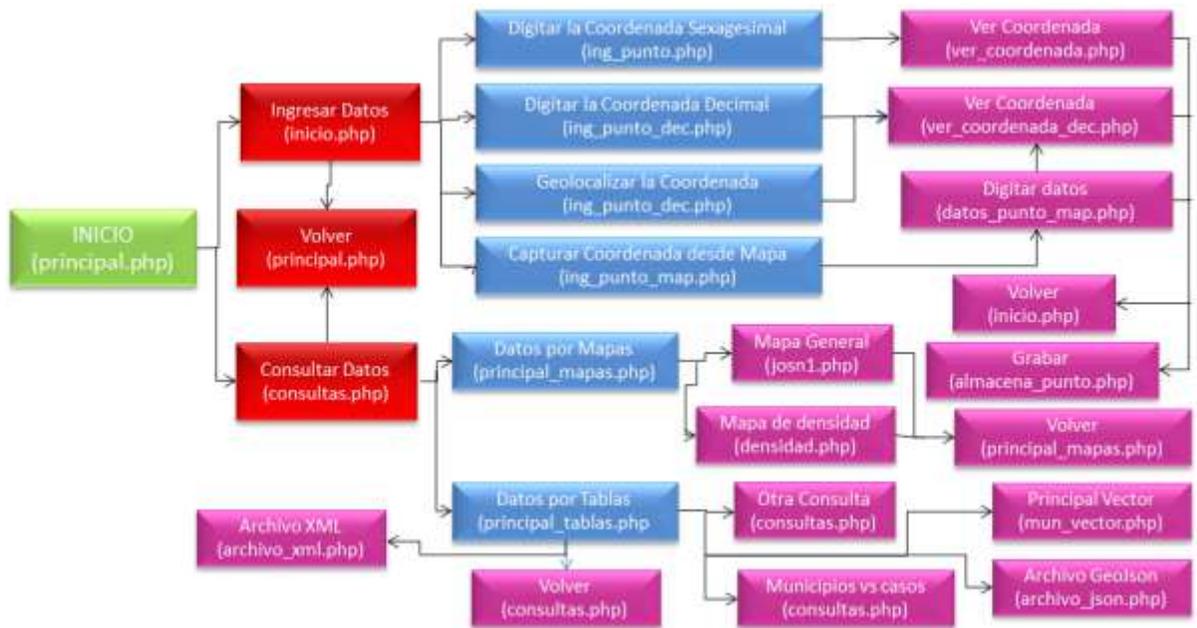
El redimensionamiento y diseño de las pantallas están a cargo de jQuery Mobile y la marca `<meta name="viewport" content="width=device-width"/>` de HTML.

El sistema está conformado por 15 páginas que son las encargadas de interactuar con el usuario y 14 páginas de procesamiento en segundo plano.

La validación de datos se efectúa en cada una de las páginas con la ayuda de javascript y jQuery.

El procesamiento interno se realiza en segundo plano utilizando Ajax.

El mapa de navegación es el siguiente:



Mapa de Navegación del sitio web

5.4.1.- Evaluación de Coordenadas

Cuando el usuario se encuentra ingresando un evento de enfermedad transmitida por vectores, el sistema utiliza algunas funciones espaciales para verificar que dicho punto se encuentre en el Departamento del Putumayo.

REGISTRO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VECTORES	
Tipo de Vector	<input type="text" value="Chicunguña"/>
Observaciones	<input type="text" value="Caso registrado en el casco Urbano del Municipio de Mocoa"/>
Fecha del evento	<input type="text" value="2015-02-03"/>
Latitud	<input type="text" value="1.148153"/> <input type="text" value="NORTE"/>
Longitud	<input type="text" value="76.6543184"/>
<input type="button" value="Siguiete"/> <input type="button" value="Volver"/>	

Interfaz de usuario utilizada para el ingreso de casos

La evaluación de coordenadas que se ejecuta para garantizar que el punto registrado se encuentre dentro del Departamento se realiza en segundo plano enviando los parámetros de las coordenadas a la página `phpsajax/evaluar_coordenada.php`.

En esta página se reciben las coordenadas y se efectúan las conversiones del caso para obtener grados en formato decimal y proceder a la ejecución de la consulta espacial utilizando las funciones `st_within` y `GEOMETRYFROMTEXT` con el SIRD 4326.

```

?php
require_once("../conector/codebase/config.php");
require("../conector/codebase/db_postgre.php");
$lat_gra = $_REQUEST['lat_gra'];$lat_min = $_REQUEST['lat_min'];$lat_seg = $_REQUEST['lat_seg'];$punt_card = $_REQUEST['punt_card'];
$lon_gra = $_REQUEST['lon_gra'];$lon_min = $_REQUEST['lon_min'];$lon_seg = $_REQUEST['lon_seg'];
$lat_min = $lat_min/60;$lat_seg = $lat_seg/3600;$latitud = ($lat_gra + $lat_min + $lat_seg);
$lon_min = $lon_min/60;$lon_seg = $lon_seg/3600;
$longitud = ($lon_gra + $lon_min + $lon_seg)*-1;if($punt_card==2)
$latitud = ($lat_gra + $lat_min + $lat_seg)*-1;

$consultasql = "select st_within(GEOMETRYFROMTEXT('POINT (" . $longitud . " " . $latitud . ")',4326),putumayo.geon) as lo_contiene,
putumayo.nombre from putumayo where st_within(GEOMETRYFROMTEXT('POINT (" . $longitud . " " . $latitud . ")',4326),putumayo.geon)='t'";

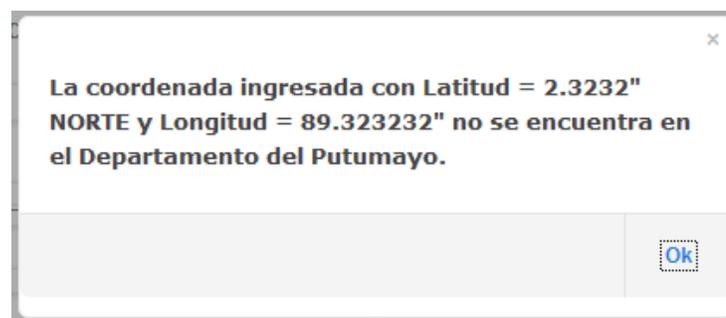
$result = pg_query($sig_db, $consultasql);

if(pg_num_rows($result)>0)
{
    $result = pg_query($sig_db, $consultasql);
    $row = pg_fetch_row ($result);
    echo $longitud . ";;; " . $latitud.";;;". $row[1];
}
else
    echo "f";
?>

```

Código fuente utilizado para la evaluación de puntos

Si el punto digitado no se encuentra localizado dentro del Departamento del Putumayo, el sistema genera el siguiente mensaje de alerta y no permite su almacenamiento.



Mensaje de alerta

5.4.2.- Verificación del Punto ingresado

El sistema permite verificar el lugar exacto de localización del punto ingresado utilizando las herramientas básicas de Google Maps.



Página para verificar el punto ingresado

Si el usuario está de acuerdo, puede proceder con su almacenamiento, en caso contrario puede corregirlo.

5.4.3.- Almacenamiento de registros

Para el almacenamiento, el sistema utiliza la página phpsajax/almacena_punto.php, la cual se ejecuta en segundo plano y retorna un mensaje al usuario dependiendo del tipo de resultado obtenido, que puede ser error o correcto almacenamiento.

```

<?php
require_once("../conector/codebase/config.php");
require("../conector/codebase/db_postgre.php");
$lat_gra = $_REQUEST['lat_gra'];$lat_min = $_REQUEST['lat_min'];$lat_seg = $_REQUEST['lat_seg'];
$punt_card = $_REQUEST['punt_card'];$lon_gra = $_REQUEST['lon_gra'];$lon_min = $_REQUEST['lon_min'];
$lon_seg = $_REQUEST['lon_seg'];$lat_min = $lat_min/60;$lat_seg = $lat_seg/3600;
$latitud = ($lat_gra + $lat_min + $lat_seg);$lon_min = $lon_min/60;$lon_seg = $lon_seg/3600;
$longitud = ($lon_gra + $lon_min + $lon_seg)*-1;if($punt_card==2) $latitud = ($lat_gra + $lat_min + $lat_seg)*-1;
$fecha = explode("-",$_REQUEST['fecha']);
$fecha = $fecha[0]. "-" . $fecha[1]. "-" . $fecha[2];

$consultasql = "insert into puntos (id_vector, geon, observaciones, fecha_caso, fecha_sistema, id_municipio,latitud, longitud, cardinal) values
('".$_REQUEST['vector']."' ,",GEOMETRYFROMTEXT('POINT (" . $longitud . " " . $latitud . "'),4326), "" . $_REQUEST['observa'] . "" , "" . $_REQUEST[
'fecha'] . "" , "" . $fecha . "" , "" . $_REQUEST['municipio'] . "" , "".$latitud."", "".$longitud."", "" . $_REQUEST['punt_card'] . ""));

$result = pg_query($sig_db, $consultasql);

if($result)
    echo "OK";
else
    echo "SIN MUNICIPIO";
?}

```

Código fuente para el almacenamiento de un caso de enfermedad

5.4.4.- Creación del archivo GeoJson

El archivo GeoJson que se genera para la representación de puntos a través de Google Maps y que puede ser utilizado desde otras aplicaciones utiliza un ciclo para acceder el resultado de una consulta y generar línea a línea el contenido del archivo.

Primero se define la estructura en un arreglo y luego se alimenta cada una de las propiedades del mismo y por último se genera utilizando la función `json_encode()`.

```

$result = pg_query($sig_db, $consultasql);
$geojson = array(
    'type' => 'FeatureCollection',
    'features' => array()
);

while ($row = pg_fetch_assoc($result)) {
    $properties = $row;
    $feature = array(
        'type' => 'Feature',
        'geometry' => array(
            'type' => 'Point',
            'coordinates' => array(
                $row['longitud'],           $row['latitud']
            )
        ),
        'properties' => $properties
    );
    array_push($geojson['features'], $feature);
}

echo json_encode($geojson, JSON_NUMERIC_CHECK) ;
$conn = NULL;

```

Código fuente para la generación del archivo GeoJson

5.4.5.- Creación del archivo XML

El archivo XML se genera para el posible intercambio de datos con otras entidades. Se crea utilizando un ciclo para acceder el resultado de una consulta y generar línea a línea el contenido del archivo.

Primero se define la estructura en un arreglo y luego se alimenta cada una de las propiedades del mismo y por último se genera utilizando la función `json_encode()`.

```

$dom = new DOMDocument("1.0");
$node = $dom->createElement("Datos");
$parnode = $dom->appendChild($node);
header("Content-type: text/xml");

$result = pg_query($sig_db, $consultasql);

while ($row = pg_fetch_assoc($result)) {
    $node = $dom->createElement("Punto");
    $newnode = $parnode->appendChild($node);
    $newnode->setAttribute("gid", $row['gid']);
    $newnode->setAttribute("municipio", $row['nombre']);
    $newnode->setAttribute("vector", $row['n_vector']);
    $newnode->setAttribute("latitud", $row['latitud']);
    $newnode->setAttribute("longitud", $row['longitud']);
    $newnode->setAttribute("fecha_caso", $row['fecha_caso']);
    $newnode->setAttribute("observaciones", $row['observaciones']);
}
echo $dom->saveXML();
?>

```

Código fuente para la generación del archivo XML

5.4.6.- Integración del archivo GeoJson con Google Maps

La integración del archivo GeoJson con Google Maps se realiza de la siguiente manera:

Primero debe crearse el objeto tipo Google Maps

```

map = new google.maps.Map(document.getElementById('map-canvas'), {
  zoom: 2,
  center: new google.maps.LatLng(0,0),
  mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID | });

var script = document.createElement('script');

```

Código fuente para la creación del objeto Google Maps

En segundo lugar, asignamos como fuente de datos para Google Maps, el archivo GeoJson generado, pasando los parámetros sobre los cuales debe realizarse la consulta.

```

script.src = 'phpsajax/json.php?mun=<? echo $_REQUEST['mun']?>&vector=<? echo $_REQUEST['vector']?>&desde=<? echo $_REQUEST['desde']?>
&hasta=<? echo $_REQUEST['hasta']?>';

```

Código fuente para asociar GeoJson y Google Maps

Y por último viene la creación de las marcas para cada uno de los puntos de acuerdo a los registros devueltos por GeoJson.

```

window.eqfeed_callback = function(results)
{
    for (var i = 0; i < results.features.length; i++)
    {
        var coords = results.features[i].geometry.coordinates;
        if(!bounds) var bounds = new google.maps.LatLngBounds();
        var latLng = new google.maps.LatLng(coords[1],coords[0]);
        bounds.extend(latLng);
        var content = results.features[i].properties;
        //console.log(content);
        var marker = new google.maps.Marker(
        {
            position: latLng,
            icon: {
                path: google.maps.SymbolPath.CIRCLE,
                fillOpacity: 0.5,
                fillColor: content['fill'],
                strokeOpacity: 1.0,
                strokeColor: content['fill'],
                strokeWeight: 0.2,
                scale: 18 //pixels
            },
            title:content['n_vector'],
            map: map
        });

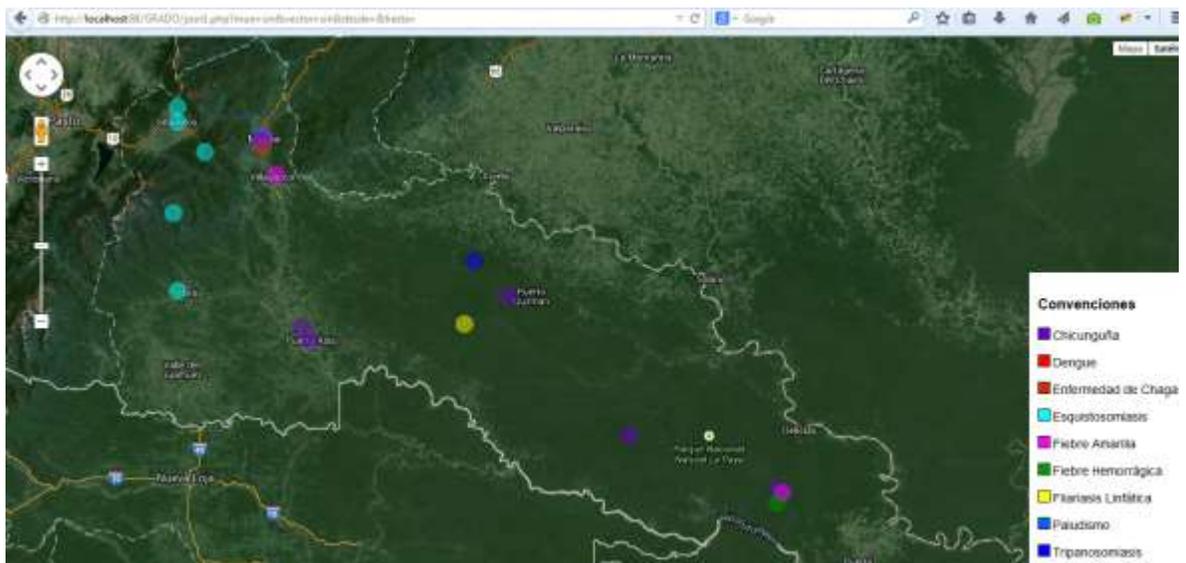
        var content = "<b>Enfermedad: </b>" + content['n_vector'] + "<br><b>Fecha del caso: </b>" + content['fecha_caso'] + "<br><b>Coordenadas: </b>" + content['latitud'] + ", " + content['longitud'] + "<br><b>observaciones: </b>" + content['observaciones'] ;
    }
}

```

Código fuente para la asignación de marcas en Google Maps

5.4.7.- Mapa en línea con la información consultada

El sistema está en capacidad de generar una consulta y por medio de Google Maps representar los resultados en un mapa, insertando marcas con su respectiva convención que las relaciona directamente con el tipo de vector registrado.



Presentación de resultados en un mapa basado en Google Maps

5.4.8.- Mapa en línea de densidad de casos

El sistema genera un mapa general en el cual se crean marcas que con la ayuda de gradientes representan la densidad de los casos presentados en un área determinada.

Esta opción solo está disponible para el caso de las consultas que previamente seleccionan un vector .

Para lograr ese efecto se utiliza las librerías de visualización de la api de Google Maps, invocándola como se indica a continuación:

```
<script src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?v=3.exp&signed_in=true&libraries=visualization"></script>
```

Luego se cargan todas las coordenadas resultantes de la consulta

```
var map, pointarray, heatmap;

var loader = dhtmlXAjax.postSync("phpsajax/coordenadas.php?mun=<? echo $_REQUEST['mun']?>&vector=<? echo $_REQUEST['vector']?>&desde=<? echo $_REQUEST['desde']?>&hasta=<? echo $_REQUEST['hasta']?>");
coordenadas_reg = loader.xmlDoc.responseText.split("...");

var listaCoordenadas = new Array();

for (i in coordenadas_reg)
{
    coord_int = coordenadas_reg[i].split(",");
    listaCoordenadas[i] = new google.maps.LatLng(coord_int[1], coord_int[0]);
}
}
```

Por último se asignan los puntos a la capa especificando que la visualización de los mismos debe ser con opciones de densidad.

```
var pointArray = new google.maps.MVCArray(listaCoordenadas);
heatmap = new google.maps.visualization.HeatmapLayer({
    data: pointArray
});

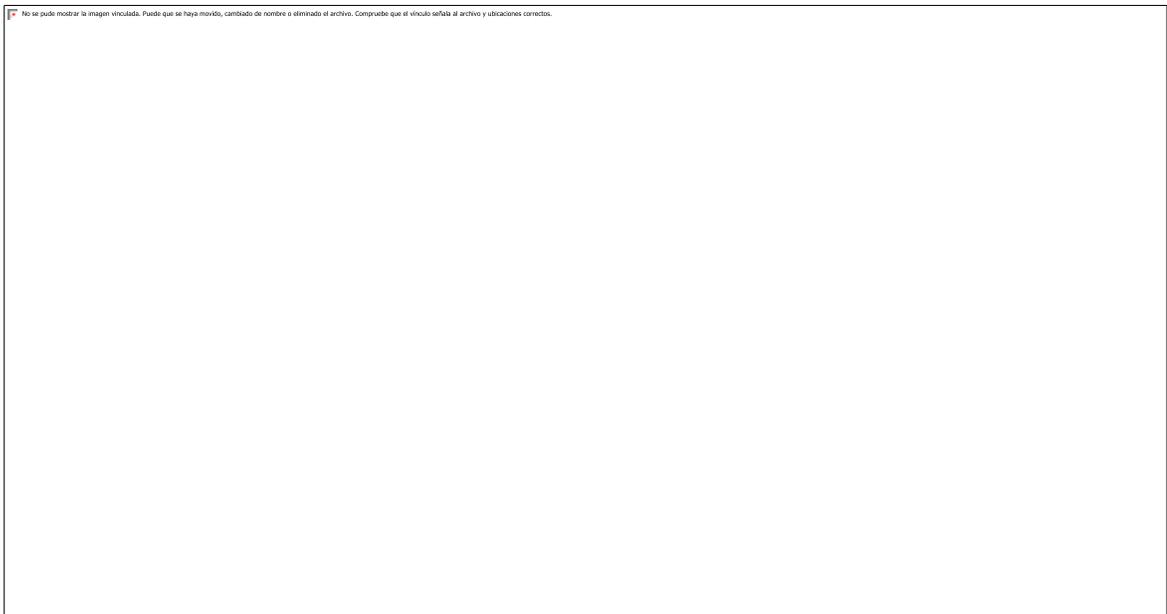
heatmap.setMap(map);
heatmap.changeRadius();
```

5.5.- MANUAL DE USUARIO ONLINE PARA EL CORRECTO USO DEL SISTEMA WEB DESARROLLADO

El sistema cuenta con un manual de usuario en línea el cual puede ser accesado a través de <http://mvillota.no-ip/grado/ayuda/ayuda.php>

La siguiente es la descripción general que el usuario encontrará en el manual de usuario.

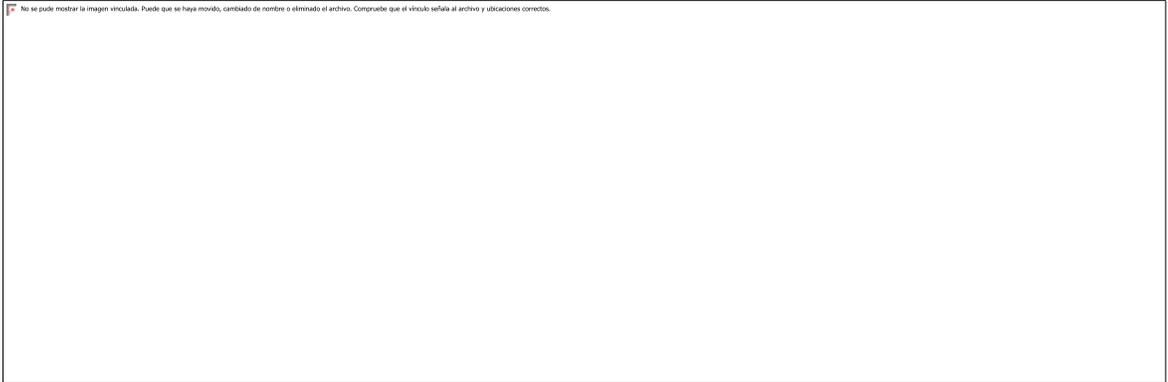
El sistema cuenta una herramienta de consulta para la representación de información a través de [tablas](#) y [mapas en línea](#).



5.5.1.- Ingresar Datos

El sistema permite el ingreso de información en escritorio o en campo a través de un dispositivo móvil con acceso a internet y utilizando las opciones de geolocalización de HTML 5.

La siguiente imagen representa la interfaz de usuario para el ingreso de datos



5.5.1.1.- Digitar la Coordenada (Grados, minutos y segundos)



El usuario debe digitar las coordenadas del lugar en el que se registra el caso en notación Sexagesimal (grados, minutos, segundos).

Tipo de Vector: Seleccione el vector causante del caso a registrar

Observaciones: Digite las observaciones del caso

Fecha del evento: Seleccione la fecha del caso

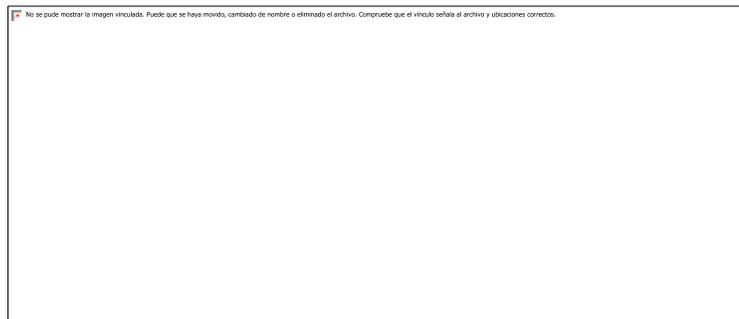
Latitud: Digite los grados, minutos y segundos y seleccione Norte o Sur. Los valores para estos campos deben ser positivos y el separador decimal permitido es el punto(.).

Longitud: Digite los grados, minutos y segundos. Los valores para estos campos deben ser positivos y el separador decimal permitido es el punto(.).

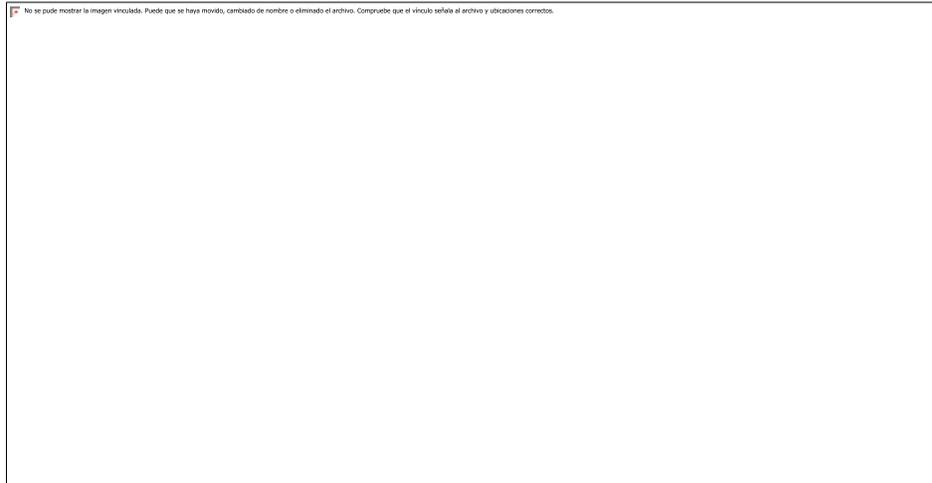
Una vez ha ingresado la información requerida, haga clic en el botón

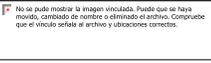
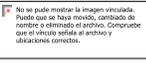


El sistema verificará que las coordenadas digitadas se encuentren dentro de la jurisdicción del Departamento del Putumayo, en caso contrario generará un mensaje de error igual al siguiente:



Si las coordenadas digitadas son validadas exitosamente, entonces se cargará en un mapa el lugar que representan, con el fin de que sean verificadas visualmente (utilizando las herramientas de zoom) y se proceda con su almacenamiento.

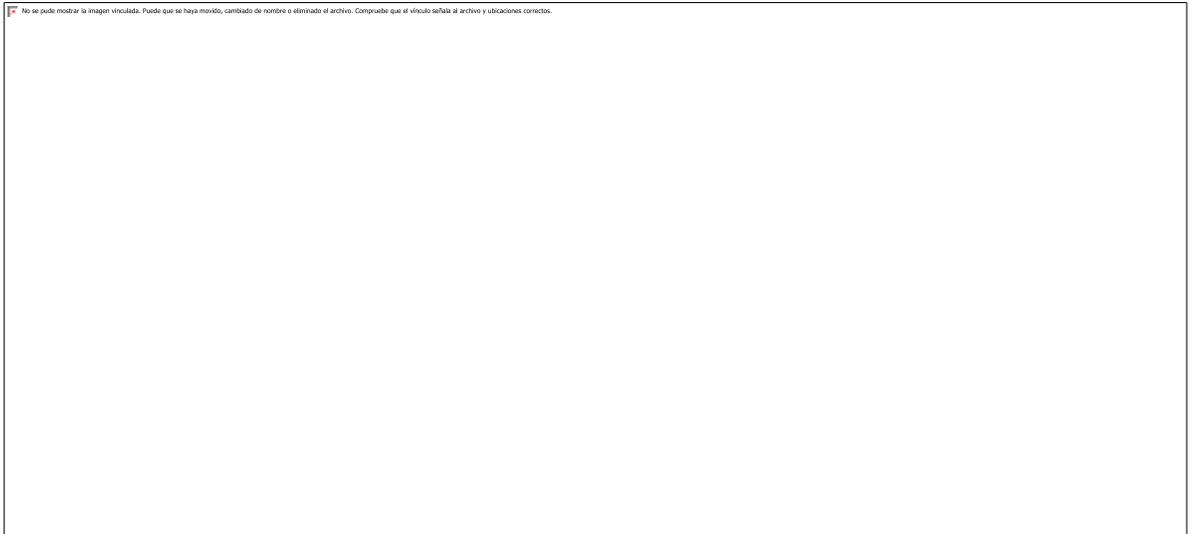


Si desea almacenar el registro haga clic en el botón , de lo contrario haga clic en el botón  para corregir los datos e intentar nuevamente el ingreso de la información.

Una vez almacenado el registro, el sistema presentará el siguiente mensaje:



5.5.1.2.-Digitar la Coordenada (Decimal)



El usuario debe digitar las coordenadas del lugar en el que se registra el caso en notación Decimal.

Tipo de Vector: Seleccione el vector causante del caso a registrar

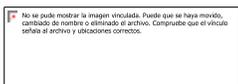
Observaciones: Digite las observaciones del caso

Fecha del evento: Seleccione la fecha del caso

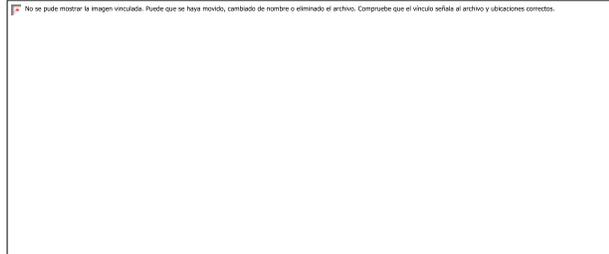
Latitud: Digite la coordenada en formato decimal y seleccione Norte o Sur. Los valores para estos campos deben ser positivos y el separador decimal permitido es el punto(.).

Longitud: Digite la coordenada en formato decimal. Los valores para estos campos deben ser positivos y el separador decimal permitido es el punto(.).

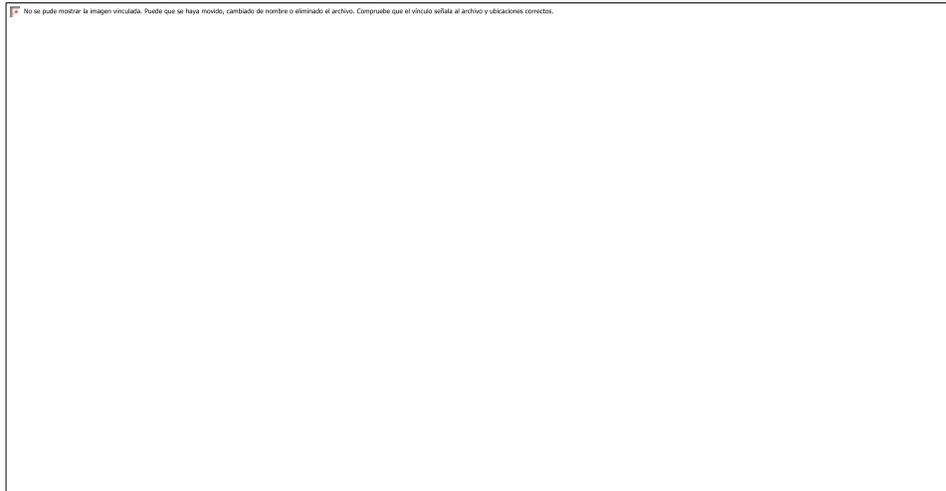
Una vez ha ingresado la información requerida, haga clic en el botón

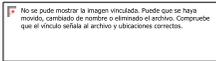
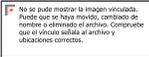


El sistema verificará que las coordenadas digitadas se encuentren dentro de la jurisdicción del Departamento del Putumayo, en caso contrario generará un mensaje de error igual al siguiente:



Si las coordenadas digitadas son validadas exitosamente, entonces se cargará en un mapa el lugar que representan, con el fin de que sean verificadas visualmente (utilizando las herramientas de zoom) y se proceda con su almacenamiento.



Si desea almacenar el registro haga clic en el botón  , de lo contrario haga clic en el botón  para corregir los datos e intentar nuevamente el ingreso de la información.

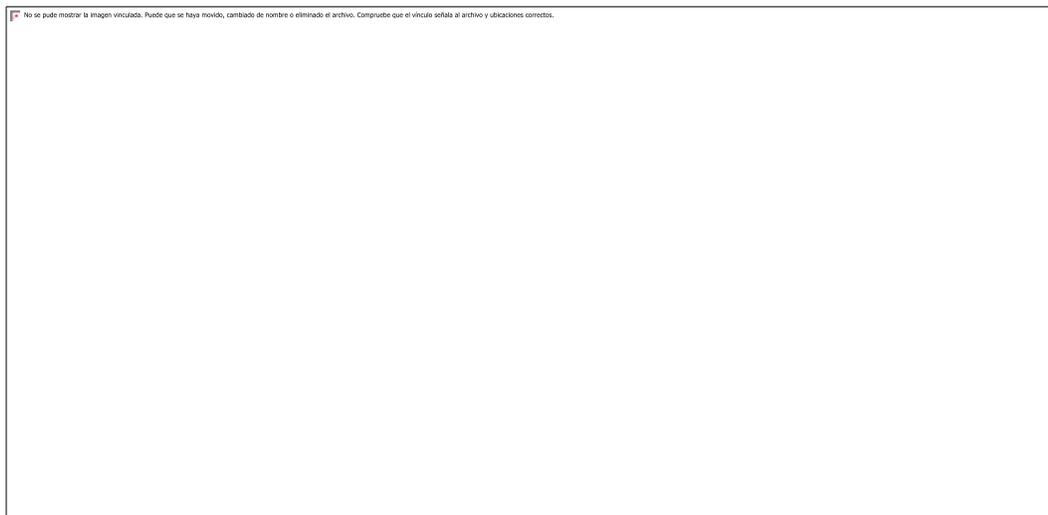
Una vez almacenado el registro, el sistema presentará el siguiente mensaje:



5.5.1.3.- Geolocalizar la Coordenada

Mediante esta opción, el sistema permite recolectar la información directamente en campo. Para esto necesita contar con un dispositivo con gps o que cuente con plan de datos o se encuentre conectado a una red WIFFI y debe permitir compartir la ubicación.

Al ingresar a esta opción, el sistema preguntará por medio del navegador si desea compartir la ubicación actual, a lo que el usuario debe responder que SI, en caso contrario, no podrá capturar las coordenadas del punto donde se encuentra.



Tipo de Vector: Seleccione el vector causante del caso a registrar

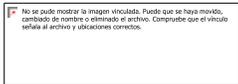
Observaciones: Digite las observaciones del caso

Fecha del evento: Seleccione la fecha del caso

Latitud: Son capturadas directamente por el sistema

Longitud: Son capturadas directamente por el sistema.

Una vez ha ingresado la información requerida, haga clic en el botón

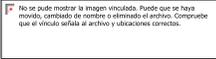
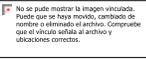


El sistema verificará que las coordenadas se encuentren dentro de la jurisdicción del Departamento del Putumayo, en caso contrario generará un mensaje de error igual al siguiente:



Si las coordenadas digitadas son validadas exitosamente, entonces se cargará en un mapa el lugar que representan, con el fin de que sean verificadas visualmente (utilizando las herramientas de zoom) y se proceda con su almacenamiento.



Si desea almacenar el registro haga clic en el botón , de lo contrario haga clic en el botón  para corregir los datos e intentar nuevamente el ingreso de la información.

Una vez almacenado el registro, el sistema presentará el siguiente mensaje:



5.5.1.4.- Seleccionar Coordenada en mapa

Mediante esta opción, el sistema permite capturar el punto directamente desde un mapa. El usuario podrá seleccionar con un clic (izquierdo) un lugar dentro del mapa y las coordenadas del mismo se asignarán a los campos de latitud y longitud.

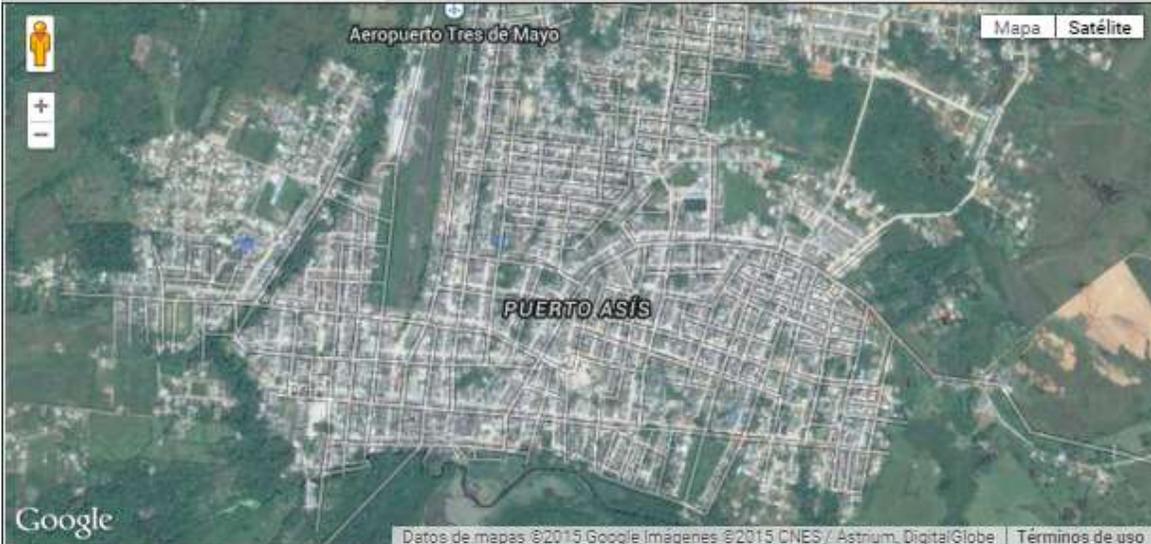
REGISTRO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VECTORES	
Seleccione un lugar con un toque o un clic	
Latitud	0.5966079313018235
Longitud	-76.56460759229958
Ir a	<input type="text"/>
Siguiete	Volver
	

El sistema cuenta con una opción de localización rápida que le permitirá al usuario localizar el centro urbano seleccionado en poco tiempo.

Para esto, seleccione el municipio al que quiere ir en el menú de selección

Ir a

La siguiente imagen representa el resultado obtenido al seleccionar Puerto Asís.

REGISTRO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VECTORES	
Seleccione un lugar con un toque o un clic	
Latitud	
Longitud	
Ir a	<input type="text" value="Puerto Asís"/>
<input type="button" value="Siguiete"/>	<input type="button" value="Volver"/>
	

Una vez capturado el punto, debe hacer clic en el botón para continuar con el ingreso de los datos relacionados con el mismo.

La interfaz para la captura de los datos es la que se indica a continuación:

REGISTRO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VECTORES		
Tipo de Vector	<input type="text" value="Chicungunya"/>	
Observaciones	<input type="text"/>	
Fecha del evento	<input type="text"/>	
Latitud	<input type="text" value="0.4989370232218427"/>	<input type="text" value="NORTE"/>
Longitud	<input type="text" value="76.49687245489531"/>	
	<input type="button" value="Siguiete"/>	<input type="button" value="Volver"/>

Donde:

Tipo de Vector: Seleccione el vector causante del caso a registrar

Observaciones: Digite las observaciones del caso

Fecha del evento: Seleccione la fecha del caso

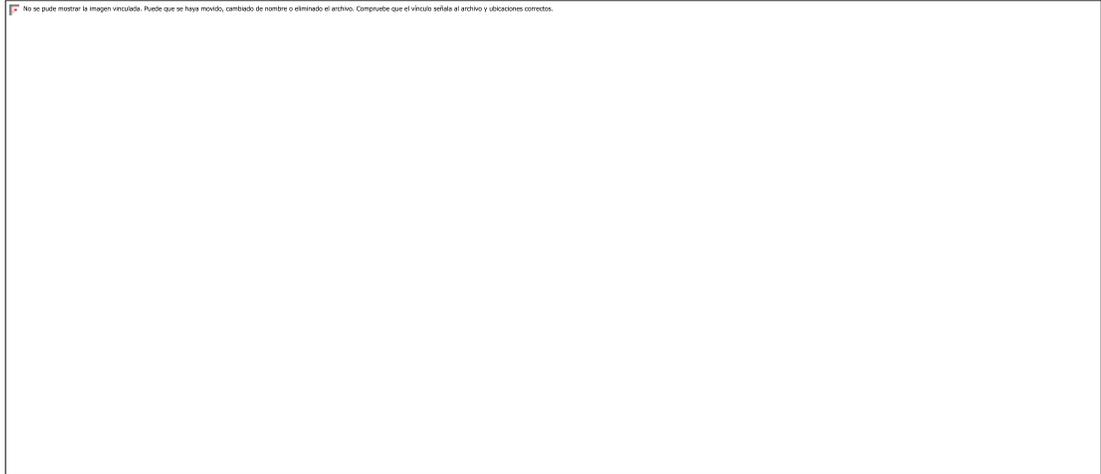
Latitud: Este valor es igual al punto seleccionado en el paso anterior. Para cambiarlo haga clic en el botón .

Longitud: Este valor es igual al punto seleccionado en el paso anterior. Para cambiarlo haga clic en el botón .

Una vez ha ingresado la información requerida, haga clic en el botón

5.5.2.- Consultar Datos

Los resultados de la búsqueda pueden ser representados en [TABLAS](#) o en un [MAPA GENERAL](#).

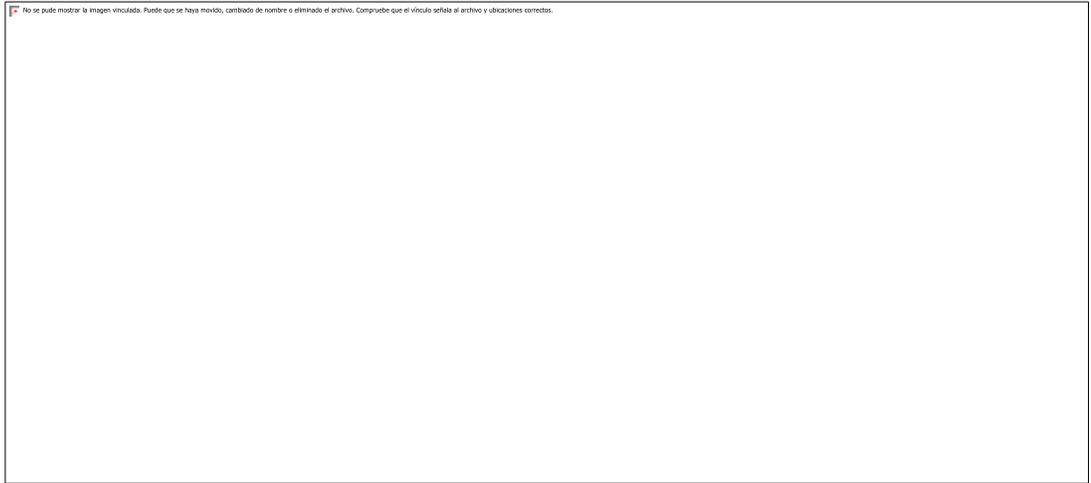


Para ejecutar una consulta seleccione cualquiera de los parámetros disponibles como vector causante de la enfermedad, municipio y periodo.

Puede seleccionar ninguno o más de un parámetro de búsqueda.

5.5.2.1.- Presentar por tabla

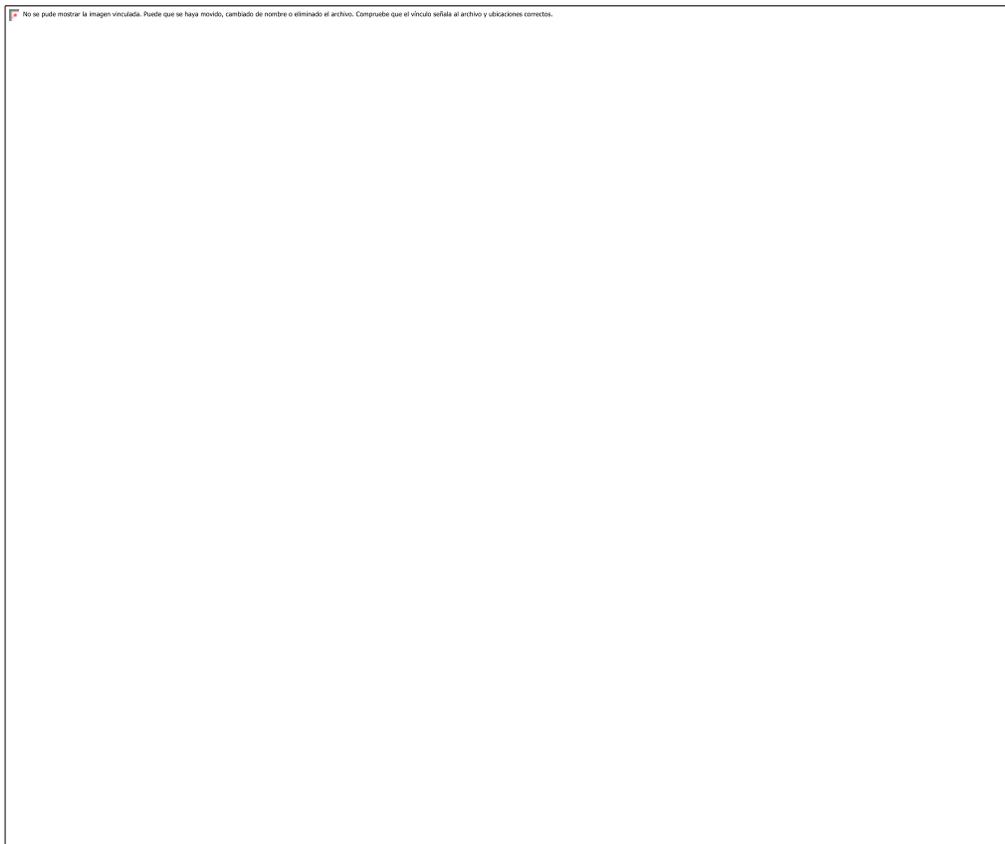
Esta opción le ofrece al usuario un menú para que seleccione el tipo de información que quiere generar, basado en los parámetros seleccionados en la página de consultas.



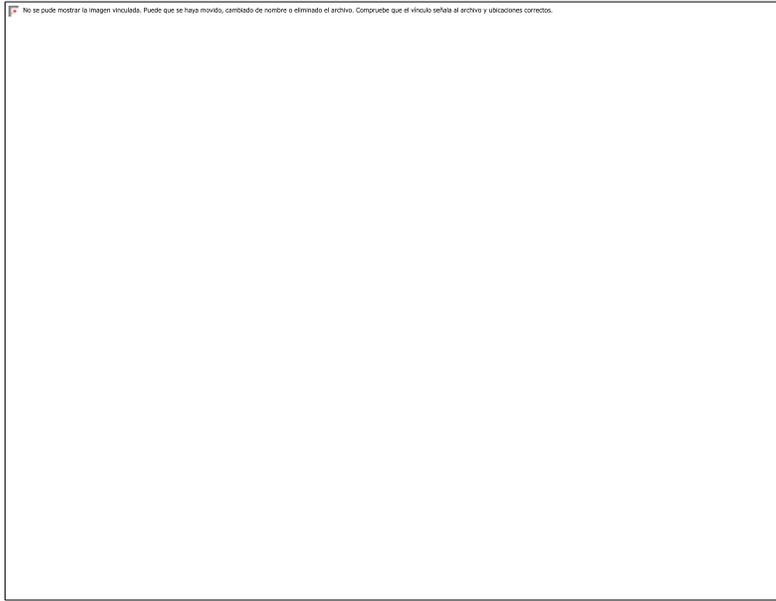
5.5.2.1.1.- Municipios vs casos: Presenta una tabla en la que se relaciona todos los resultados de la consulta teniendo en cuenta el Municipio y la cantidad de casos ocurridos en cada uno. Al hacer clic en el número de casos, el [sistema presentará la totalidad seleccionada](#) y el usuario podrá mirar en un mapa cada uno de ellos por separado.



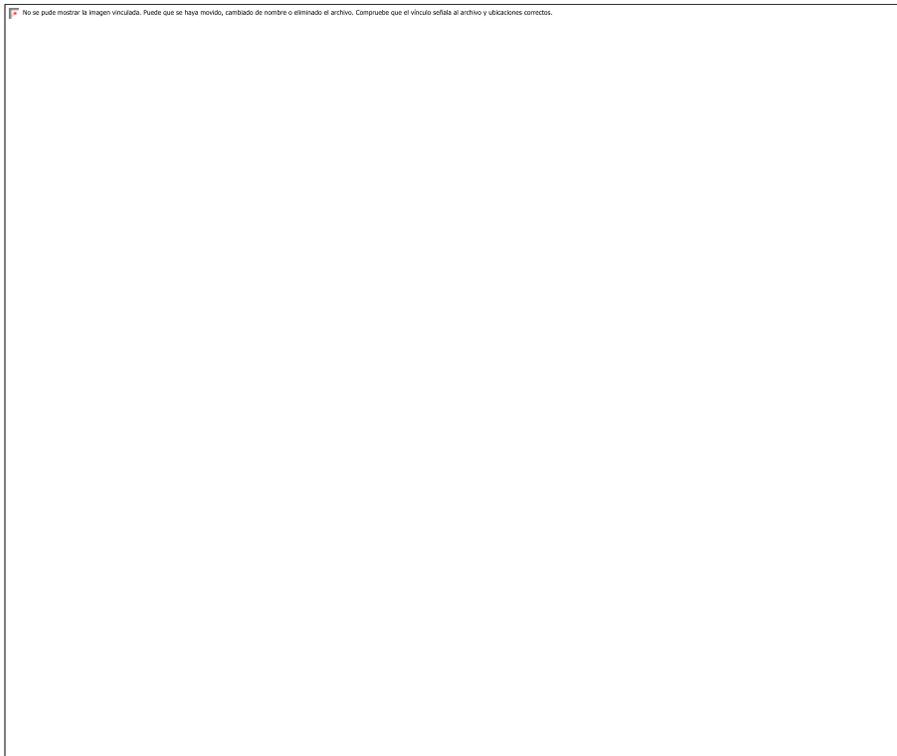
5.5.2.1.2.- Principal Vector: Presenta una tabla en la que se relaciona todos los vectores transmisores resultantes de la consulta teniendo en cuenta el número de casos ocurridos para cada uno. Al hacer clic en el número de casos, el [sistema presentará la totalidad seleccionada](#) y el usuario podrá mirar en un mapa cada uno de ellos por separado.



5.5.2.1.3.- Archivo GeoJson: Genera el archivo GeoJson con la estructura básica para la representación de los puntos resultantes a través de un sistema que soporte este tipo de archivos, como Google Maps.

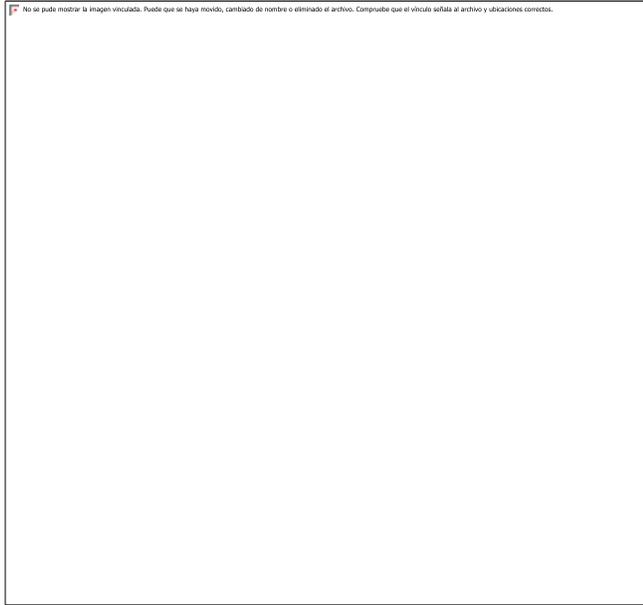


5.5.2.1.4.- Archivo xml: Genera el archivo xml con la estructura básica para la representación de la información resultante, el cual puede ser utilizado para el intercambio de información con otros sistemas.

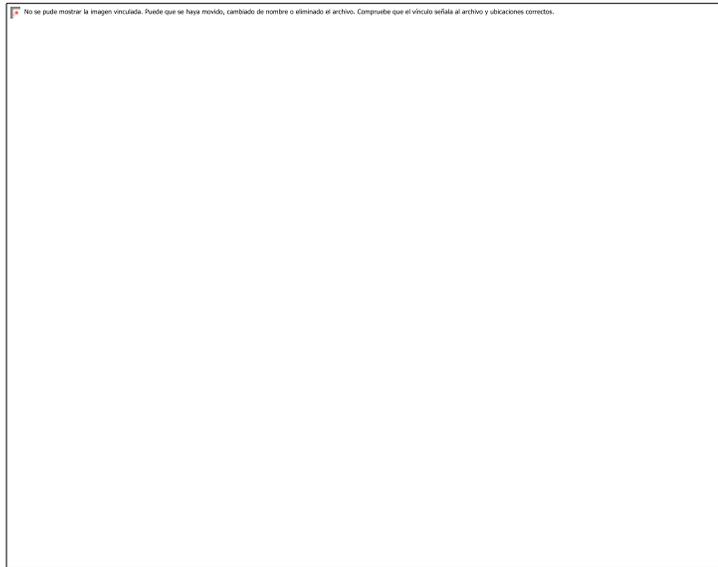


5.5.2.2.- Lista de registros

Este es el resultado que genera el sistema cuando se hace clic sobre el número de casos devueltos por una consulta.



Al hacer clic sobre cualquiera de ellos (Ver en Mapa), el sistema cargará dicho punto en Google Maps.



El usuario puede hacer clic en un punto específico para obtener los datos que el mismo representa.



5.5.2.3.- Presentar por Mapa

Esta opción le ofrece al usuario un menú para que seleccione el tipo de información que quiere generar, basado en los parámetros seleccionados en la página de consultas.

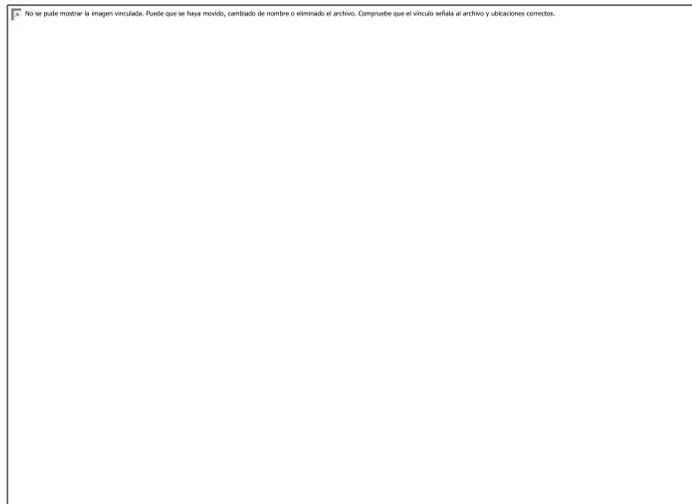
OPCIONES PARA LA PRESENTACION DE RESULTADOS	
Ver mapa general	⌵
Ver mapa de densidad	⌵
Volver	⌵

Ver mapa general: Presenta una mapa indicando los casos encontrados

Ver mapa de densidad: Presenta una mapa indicando la densidad de eventos. Esta opción solo se activa cuando previamente se ha seleccionado un vector en específico.

5.5.2.3.1.- Mapa General

El resultado de presentar los datos por Mapa es el siguiente

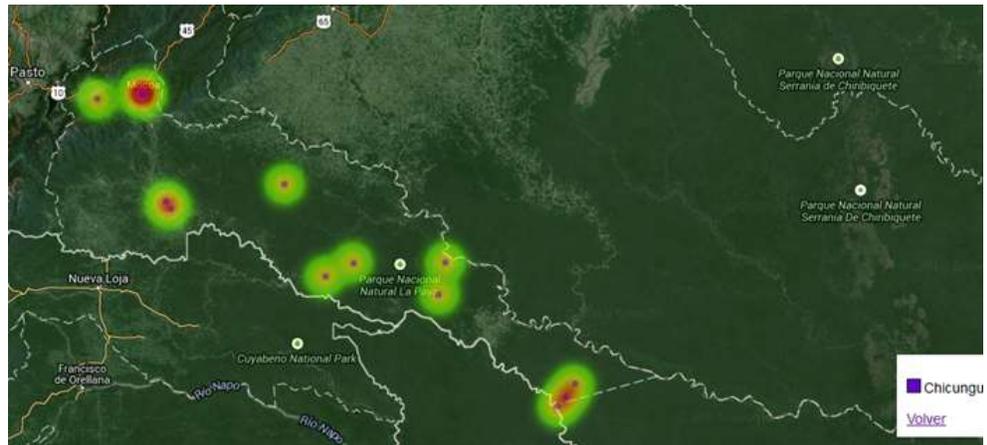


Aquí se representa la totalidad de puntos resultantes de la consulta en un solo mapa. El usuario puede hacer clic en un punto específico para obtener los datos que el mismo representa.



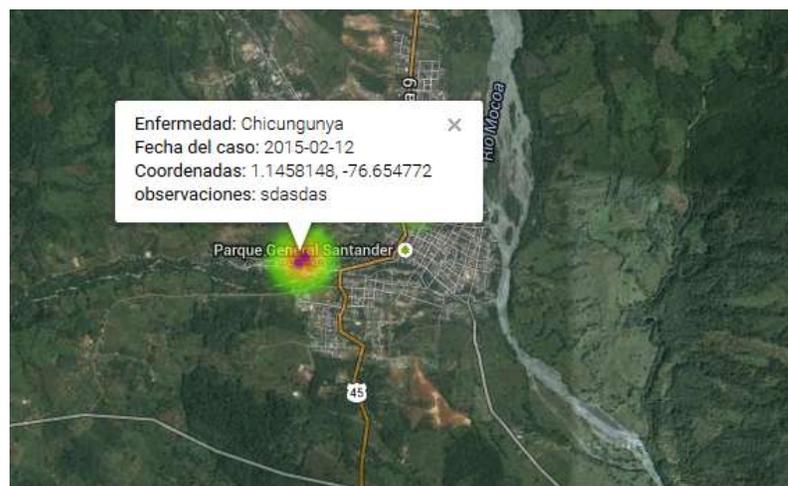
5.5.2.3.2.- Mapa de densidad

El resultado de presentar los datos por Mapa es el siguiente



Aquí se representa la densidad de presentación de casos para el vector seleccionado. Para el ejemplo, se representan todos los casos de Chicungunya acentuando el color rojo donde existen más puntos cercanos.

El usuario puede hacer clic en un punto específico para obtener los datos que el mismo representa.



5.6.- INTEGRACION DEL SISTEMA CON OTROS APLICATIVOS

La integración del sistema con otros aplicativos puede efectuarse utilizando los archivos GeoJson y XML.

5.6.1.- Integración con Archivo GeoJson

La integración a través de esta opción puede darse llamando los datos desde la siguiente dirección:

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php

Como resultado se obtendrá toda la información de casos reportados en el sistema.

Para aplicar filtros a los resultados deseados, puede pasar los siguientes parámetros a la URL del archivo:

mun = Código Dane del Municipio

vector = Código correspondiente al vector: **1**= Dengue, **2** = Esquistosomiasis, **3** = Filariasis Linfática, **4** = Fiebre Hemorrágica, **5** = Fiebre Amarilla, **6**= Enfermedad de Chagas, **7**=Paludismo, **8**= Tripanosomiasis, **9** = Chicunguña.

inicio = Fecha de inicio del periodo en formato aaaa-mm-dd

fin = Fecha de término del periodo en formato aaaa-mm-dd

5.6.1.1.- Tres (3) ejemplos de llamado del archivo GeoJson

1.- Cargar todos los casos sin tener en cuenta Municipio ni periodo

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=sin&vector=sin&inicio=&fin=

2.- Cargar todos los casos del Municipio de Mocoa (Código Dane 86001) ocurridos entre el 01 de febrero de 2015 y el 15 de febrero de 2015

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=86001&vector=sin&inicio=2015-02-01&fin=2015-02-15

3.- Cargar todos los casos de Fiebre Amarilla sin tener en cuenta Municipio ni periodo

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=sin&vector=5&inicio=&fin=

5.6.1.2.- Estructura de un registro en GeoJson

La estructura de un registro GeoJson generado por el sistema es la siguiente:

```
$geojson = array(
    'type'      => 'FeatureCollection',
    'features' => array()
);

while ($row = pg_fetch_assoc($result)) {
    $properties = $row;
    $feature = array(
        'type' => 'Feature',
        'geometry' => array(
            'type' => 'Point',
            'coordinates' => array(
                $row['longitud'],           $row['latitud']
            )
        ),
        'properties' => $properties
    );
    array_push($geojson['features'], $feature);
}
```

Y el resultado obtenido al invocar el archivo es:

```
"type":"Feature","geometry":{"type":"Point","coordinates":[-75.017222222222,0.039722222222222]}},
"properties":{"observaciones":"Prueba de fiebre amarilla","fecha_caso":"2015-02-27","latitud":0.039722222222222,"longitud":-75.017222222222,"gid":36,"n_vector":"Fiebre Amarilla","nombre":"Leguízamo","fill":"#FF00FF"}}
```

Donde

Geometría: {

Tipo: punto

Coordenadas: longitud, latitud }

Propiedades: {

Observaciones: Observaciones registradas

fecha_caso : Fecha del caso

latitud = coordenada en latitud

longitud = coordenada en longitud

gid = identificador del registro

n_vector = Nombre del vector registrado

nombre = Municipio del evento

fill = Código Hexadecimal del color de la marca en el mapa.

}

Los valores de Geometría son los utilizados para vincular los registros a un mapa.

5.6.2.- Integración con Archivo XML

La integración a través de esta opción puede darse llamando los datos desde la siguiente dirección:

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_xml.php

Como resultado se obtendrá toda la información de casos reportados en el sistema.

Para aplicar filtros a los resultados deseados, puede pasar los siguientes parámetros a la URL del archivo:

mun = Código Dane del Municipio

vector = Código correspondiente al vector: **1**= Dengue, **2** = Esquistosomiasis, **3** = Filariasis Linfática, **4** = Fiebre Hemorrágica, **5** = Fiebre Amarilla, **6**= Enfermedad de Chagas, **7**=Paludismo, **8**= Tripanosomiasis, **9** = Chicunguña.

inicio = Fecha de inicio del periodo en formato aaaa-mm-dd

fin = Fecha de término del periodo en formato aaaa-mm-dd

5.6.1.1.- Tres (3) ejemplos de llamado del archivo XML

1.- Cargar todos los casos sin tener en cuenta Municipio ni periodo

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=sin&vector=sin&inicio=&fin=

2.- Cargar todos los casos del Municipio de Mocoa (Código Dane 86001) ocurridos entre el 01 de febrero de 2015 y el 15 de febrero de 2015

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=86001&vector=sin&inicio=2015-02-01&fin=2015-02-15

3.- Cargar todos los casos de Fiebre Amarilla sin tener en cuenta Municipio ni periodo

http://mvillota.no-ip.org:88/grado/archivo_json.php?mun=sin&vector=5&inicio=&fin=

5.6.1.2.- Estructura de un registro en XML

La estructura de un registro con formato XML generado por el sistema es la siguiente:

```
$dom = new DOMDocument("1.0");
$node = $dom->createElement("Datos");
$parnode = $dom->appendChild($node);

while ($row = pg_fetch_assoc($result)) {
    $node = $dom->createElement("Punto");
    $newnode = $parnode->appendChild($node);
    $newnode->setAttribute("gid", $row['gid']);
    $newnode->setAttribute("municipio", $row['nombre']);
    $newnode->setAttribute("vector", $row['n_vector']);
    $newnode->setAttribute("latitud", $row['latitud']);
    $newnode->setAttribute("longitud", $row['longitud']);
    $newnode->setAttribute("fecha_caso", $row['fecha_caso']);
    $newnode->setAttribute("observaciones", $row['observaciones']);
}
```

Y el resultado obtenido al invocar el archivo es:

```
<Datos>
<Punto gid="34" municipio="Leguízamo" vector="Fiebre
Hemorrágica" latitud="0.004166666666666667" longitud="-
75.0355555555556" fecha_caso="2015-01-05" observaciones="Prueba de ingreso
de enfermedad"/>
</Datos>
```

Donde

Datos: Es la cabecera del archivo XML

Punto:

gid = identificador del registro

municipio = Municipio del evento

vector = Nombre del vector registrado

latitud = coordenada en latitud

longitud = coordenada en longitud

fecha_caso : Fecha del caso

observaciones: Observaciones registradas

Los valores de latitud y longitud pueden ser utilizados para vincular los registros a un mapa.

Este archivo puede utilizarse especialmente para la transferencia a sistemas como SIVIGILA, siempre y cuando la estructura del sistema se ajuste a la estructura que dicho sistema exija para el intercambio de información.

6.- CONCLUSIONES

- Debido a su localización geográfica, en nuestro Departamento se presenta un alto porcentaje de casos de enfermedades transmitidas por vectores, los cuales muchas veces son tratados con medicina tradicional y en un 30% no son reportados a las entidades que velan por la salud de los habitantes del Departamento.
- Actualmente no existe en el Departamento del Putumayo un sistema que permita georeferenciar cualquier tipo de enfermedad entre las que se encuentran las transmitidas por vectores, ya que lo único que se realiza es capturar los datos generales del caso y reportarlo a SIVIGILA.
- La Gobernación del Putumayo se encuentra en el proceso de aplicar lo dispuesto en Gobierno en línea, razón por lo cual existe un gran interés por contar con este tipo de herramientas de análisis y procesamiento que generen información de primera mano relacionada con enfermedades transmitidas por vectores.
- La representación de información a través de mapas puede brindar ideas más claras respecto a los datos que se consultan, para nuestro caso de estudio puede utilizarse para la toma de decisiones respecto a posibles focos de enfermedades ocurridas en uno o varios Municipios y por un determinado periodo.
- Las pruebas de funcionamiento del sistema se efectuaron utilizando el servicio de internet domiciliario, con una velocidad de descarga de 1 Mb y de subida de datos de 512 Kb, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a tiempo de

respuesta del servidor, lo que demuestra que si se logró la meta de contar con una herramienta eficiente, robusta y liviana.

- Existe gran variedad de software libre que puede utilizarse para el desarrollo de herramientas web o de escritorio enfocadas al registro, análisis y procesamiento de datos espaciales y su posterior representación en mapas almacenados de forma local o a través de un servicio como Google Maps.

- Relacionar la información estadística con el área geográfica a la que aplican los datos, facilita su comprensión y asegura en gran medida que el usuario los convierta en conocimiento.

- La representación cartográfica o espacial es de gran apoyo para la Epidemiología, ya que ayuda a ubicar los principales focos de problemas en salud y de paso brinda mecanismos de información para que nuestros gobernantes tomen decisiones acertadas que beneficien a la población.

- La implementación de un sistema de información igual o mejor al que se obtuvo como resultado de este trabajo, permitirá a cualquier entidad de la salud lo siguiente:

- Determinar la situación de salud en un área determinada
- La generación y análisis de hipótesis de investigación
- Identificación de grupos de alto riesgo a la salud
- Planeación y Programación de actividades
- Monitoreo y evaluación de intervenciones.

7.- RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La realización de este trabajo de grado tuvo como principal resultado el desarrollo de un prototipo de sistema de información para el registro espacial de enfermedades transmitidas por vectores en el Departamento del Putumayo. La idea es demostrar que mediante la utilización de herramientas de libre uso, se puede crear software potente para el manejo espacial de la información.

Como todo sistema, éste prototipo está sujeto a cambios y mejoras que logren satisfacer los futuros requerimientos que se presenten en el proceso de puesta en marcha del sistema.

Recomendaciones

- Aunque el prototipo se desarrolló orientado a dispositivos móviles, su integración se realiza actualmente a través de navegadores web y no cuenta con una app para Android u otro sistema operativo móvil.
- Para la captura de información en campo se debe utilizar equipos dotados de GPS (Tablet, celular o computador conectado a una red WIFI).
- Al tratarse de un sistema web, el equipo utilizado para la captura de la información en campo debe contar con acceso a Internet
- Ajustar el prototipo a los requerimientos de información necesarios y adicionar los nuevos campos en la tabla puntos.

- Realizar un seguimiento a la cantidad de solicitudes efectuadas a Google Maps, y si dichas solicitudes sobrepasan las 25.000 por día, entonces la entidad dueña del sistema debe adquirir una licencia del API de Google Maps for Business.

Trabajos Futuros

Para mejorar este sistema se puede tener en cuenta lo siguiente:

- Crear un aplicativo para los sistemas operativos Android e iOS principalmente, el cual permita la captura en campo sin necesidad de acceder al sistema vía web y luego se encargue de la transferencia de los registros utilizando la internet por medio de archivos planos u otro tipo de formato.
- Expandir el rango de trabajo del sistema a los Departamentos de la Amazonia Colombiana (Amazonas, Caquetá y Putumayo) para que se convierta en una herramienta de uso regional.
- Ampliar las utilidades de captura de información a fotografías, conversión de voz a letras, creación de roles de usuario, entre otros, que volverán robusto al sistema y facilitarán su uso.

BIBLIOGRAFIA

- NIETO MESA, Marco Oscar. (2010). Guía para elaborar el marco metodológico de un proyecto de investigación. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/39980319/GUIA-PARA-ELABORAR-EL-MARCO-METODOLOGICO-DE-UN-PROYECTO-DE-INVESTIGACION>
- MORLES, Víctor. (1994). Planeamiento y análisis de investigaciones. El dorado Ediciones. Caracas. Venezuela.
- J. López Quijano, Domine JavaScript, México: AlfaOmega, 2005.
- A. Vaquero Sanchez y G. Quiroz Vieyra, Diseño de Interfaz de Usuario Para Aplicaciones Windows, Madrid: McGrawHill, 2000.
- J. Senn A., Análisis y Diseño de Sistemas de Información, México: McGrawHill, 1992.
- ECO UMBERTO 1977, *Como se hace una tesis*, GEDISA EDITORIAL, Barcelona
- SAMAJA J. 1993, *Epistemología y Metodología*, EUDEBA, Bs. Aires
- SAMPIERI R. Y OTROS 1991, *Metodología de la investigación*, MC GRAW HILL, México
- L. Herrera, Desarrollo de Aplicaciones Web con Php, SantoDomingo : V Centenario, 2011.

- M. Castaño y M. g. Piattini Velthuis, Concepción y Diseño de Bases de Datos del Modelo E/R, Wilmington: Ra-ma, 1993.
- Universidad Metropolitana. (). Guía metodológica para la elaboración de trabajos de titulación. Disponible en <http://www.umet.edu.ec/pdf/GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-TRABAJOS-DE-TITULACION.pdf>