

**Desarrollo aplicativo usado C# Windows forms (.NET Framework) para crear archivos
kml partiendo de datos almacenados en hojas de Excel.**

Juan David Becerra Molano

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico.

Director

Luis Fernando Perico Remolina

Magíster en Controles Industriales

Codirector

Deisy Carolina Páez Casas

Ingeniera en Electrónica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Mecatrónica

2023

Contenido

Introducción	9
1. Desarrollo aplicativo usado C# Windows forms (.NET Framework) para crear archivos kml partiendo de datos almacenados en hojas de Excel.	10
1.1 Reseña de la empresa.	10
1.2 Misión.....	10
1.3 Justificación.....	11
1.4 Identificación de la problemática.	11
1.5 Objetivos	14
1.5.1 Objetivo general	14
1.5.2 Objetivos específicos.....	14
2. Marco referencial	15
2.1 Marco Contextual.....	15
2.1.1 Telefónica	15
2.2 Marco teórico	15
2.2.1 .NET	15
2.2.2 C#	16
2.2.3 KML	16
3. Procedimiento	17
3.1 Requerimientos del aplicativo	17
3.1.1 Requerimientos funcionales	17
3.1.2 Requerimientos no funcionales	18
3.2 Aplicativo	18

3.2.1 Ventana de inicio	19
3.2.2 Caso 1 (archivo con un sitio por fila)	20
3.2.3 Caso 2 (archivo con dos sitios por fila)	21
3.2.4 Caso especial	23
3.2.5 Pruebas Manuales	25
3.2.6 Sintaxis KML	25
3.2.7 Dificultades	29
3.2.8 Resultados	29
4. Conclusiones	31
Referencias	32

Lista de tablas

Tabla 1. *Datos mínimos para crear un archivo .kml en el caso 1* 20

Tabla 2. *Datos mínimos para crear un archivo .kml en el caso 2* 22

Lista de figuras

Figura 1. Logo Colombia Telecomunicaciones SA ESP BIC (Telefónica)	10
Figura 2. Diagrama de actividades creación kml forma manual.	12
Figura 3. Diagrama de actividades creación kml con el aplicativo en desarrollo.....	13
Figura 4. Ventana inicial del aplicativo.....	19
Figura 5. Ventana “ARCHIVO DE UN SITIO POR FILA”.	21
Figura 6. Archivo KML creado usando el primer caso.	21
Figura 7. Ventana “ARCHIVO DE DOS SITIOS POR FILA”	22
Figura 8. Archivo KML creado usando el segundo caso	23
Figura 9. Ventana “CASO ESPECIAL”	24
Figura 10. Archivo KML creado usando el caso especial.	24
Figura 11. Sintaxis para dar estilo a los marcadores.....	26
Figura 12. Sintaxis para dar estilo a las líneas.	26
Figura 13. Sintaxis para ubicar un punto.	27
Figura 14. Sintaxis para crear cualquier tipo de figura geométrica.	27
Figura 15. Sintaxis para crear una tabla y la información que se desea visualizar.	28
Figura 16. Visualización de la tabla en Google Earth.	28
Figura 17. Visualización de las carpetas en Google Earth.	29

Lista de apéndices

Apéndice A. *Código fuente aplicativo S2MW*

Apéndice B. *Manual usuario aplicativo S2MW*

Apéndice C. *Aplicativo S2MW*

Apéndice D. *Casos de uso del aplicativo*

Nota: Los apéndices se encuentran externos y se encuentran en la carpeta “Apéndices”.

Resumen

Este proyecto se basa en el desarrollo de un aplicativo en .NET usando el lenguaje de programación C# que tiene como función crear archivos kml desde cualquier tabla contenida en Excel, este se implementó para aliviar cargas laborales y evitar demoras en los proyectos que para su análisis requieren visualizar la ubicación geográfica de diferentes sitios en Google Earth.

Palabras clave: KML, desarrollo, .NET, Google Earth, Excel

Abstract

This project is based on the development of an application in .NET using the programming language C # that has the function of creating kml files from any table contained in Excel, it was implemented to alleviate workloads and avoid delays in projects that for analysis require visualizing the geographical location of different sites in Google Earth.

Keywords: KML, development, .NET, Google Earth, Excel

Introducción

Existen dos formas para la transmisión de datos, los medios guiados los cuales son el par trenzado, cable coaxial y la fibra óptica, y los medios no guiados en los que se encuentran ondas de radio (ondas omnidireccionales con un rango de frecuencias entre 30MHz y 1GHz) y las microondas (terrestres y por satélite; con un rango de frecuencia entre 1GHz y 40GHz) [1]. Las empresas de telecomunicaciones para tener una mayor cobertura usan principalmente la transmisión de datos por microondas y fibra óptica. Cada uno de estos medios de transmisión tienen sus puntos a favor y en contra, por ejemplo, el enlace de microondas satelital tiene un mayor alcance, pero tiene un menor ancho de banda, mientras que, la fibra óptica tiene un mayor ancho de banda, pero un menor alcance, sin embargo, para usar el espectro de microondas se debe pagar por las frecuencias ocupadas a los entes regulatorios de cada país, en el caso de Colombia el uso del espectro se debe pagar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC).

Dados los altos costos de operación de las estaciones de MW satelital se desea transmitir los datos por medio de estaciones de MW terrestres, para lo cual se realiza un análisis preliminar donde se determina si el lugar donde está ubicada la estación satelital tiene línea de vista con alguna estación de MW terrestre en un radio de cincuenta kilómetros así establecer una viabilidad inicial para la migración.

1. Desarrollo aplicativo usado C# Windows forms (.NET Framework) para crear archivos kml partiendo de datos almacenados en hojas de Excel.

1.1 Reseña de la empresa.

Telefónica es una empresa totalmente privada que cuenta con más de 337 millones de accesos, siendo uno de los principales proveedores de servicios de telecomunicaciones en el mundo, con presencia en Europa y Latinoamérica. Ofrece servicios de conectividad fija y móvil para empresas y particulares.

Telefónica tiene presencia en Colombia desde el año 2004, comenzando con actividades en el mercado de telefonía móvil bajo el nombre de Movistar, en el 2006 ingreso al mercado de telefonía fija al adquirir una participación del 52% en Colombia Telecomunicaciones SA ESP. En la actualidad Telefónica está presente en 47 ciudades y municipios del país con fibra óptica, 271 con banda ancha fija y más de 985 con telefonía móvil 4G LTE. [2]

Figura 1. Logo Colombia Telecomunicaciones SA ESP BIC (Telefónica)



Tomado de [3]

1.2 Misión.

Queremos hacer nuestro mundo más humano, conectando la vida de las personas [2].

1.3 Justificación.

De acuerdo con la problemática existente, se requiere diseñar, planificar y desarrollar el aplicativo que permita automatizar la creación de los archivos kml. Logrando así liberar de carga laboral al ingeniero encargado de crearlos, reducir en un diez por ciento el tiempo que se tarda en crear un archivo, eliminar errores de cálculos, añadir información que se pueda visibilizar dentro del archivo, poder procesar una mayor cantidad de datos a la que se procesa actualmente, y también contribuir en otras áreas de la empresa que podrían usarlo para hacer sus respectivos análisis.

1.4 Identificación de la problemática.

Actualmente en el área de tecnología de la empresa COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP BIC se realiza la creación de los archivos kml (representación de datos geográficos en Google Earth) de forma manual (Figura 1.), se usa plantilla creada en Excel donde se cargan las coordenadas de todos los sitios, después se usa una fórmula para calcular la distancia entre dos puntos con el fin de discriminar entre los sitios que se grafican y los que no, en otra hoja se tiene la plantilla con las sintaxis del archivo kml donde se concatena con las coordenadas de los sitios que se van a graficar, y si se desea unir los sitios con líneas o crear círculos alrededor de ellos se le agrega la sección que los añade dentro del kml, al final se copia el texto a un archivo de texto plano y se guarda con la extensión kml, lo cual para la persona encargada de la realización de estos archivos es un actividad bastante tediosa y demorada. De acuerdo con lo anterior, el propósito principal de la práctica es realizar un aplicativo el cual realice los cálculos necesarios y automatice la creación de estos (Figura 2).

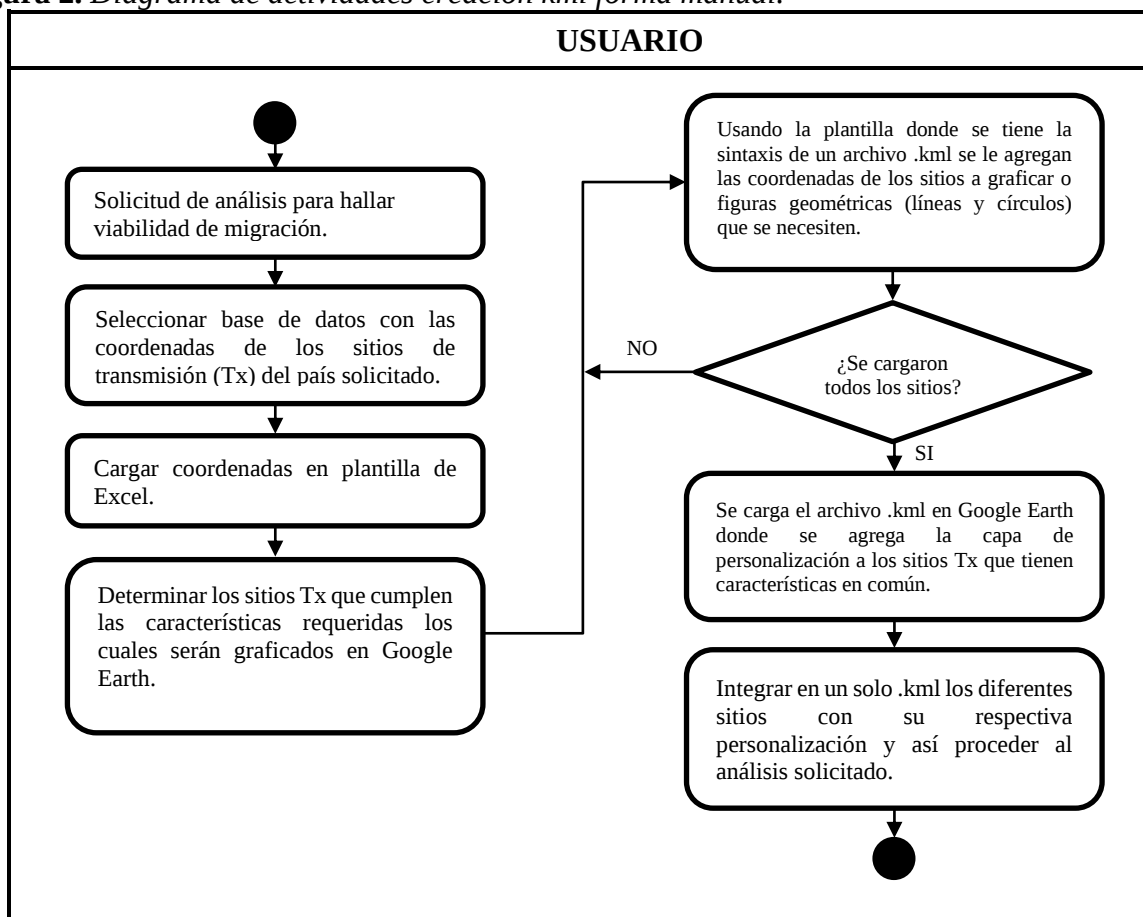
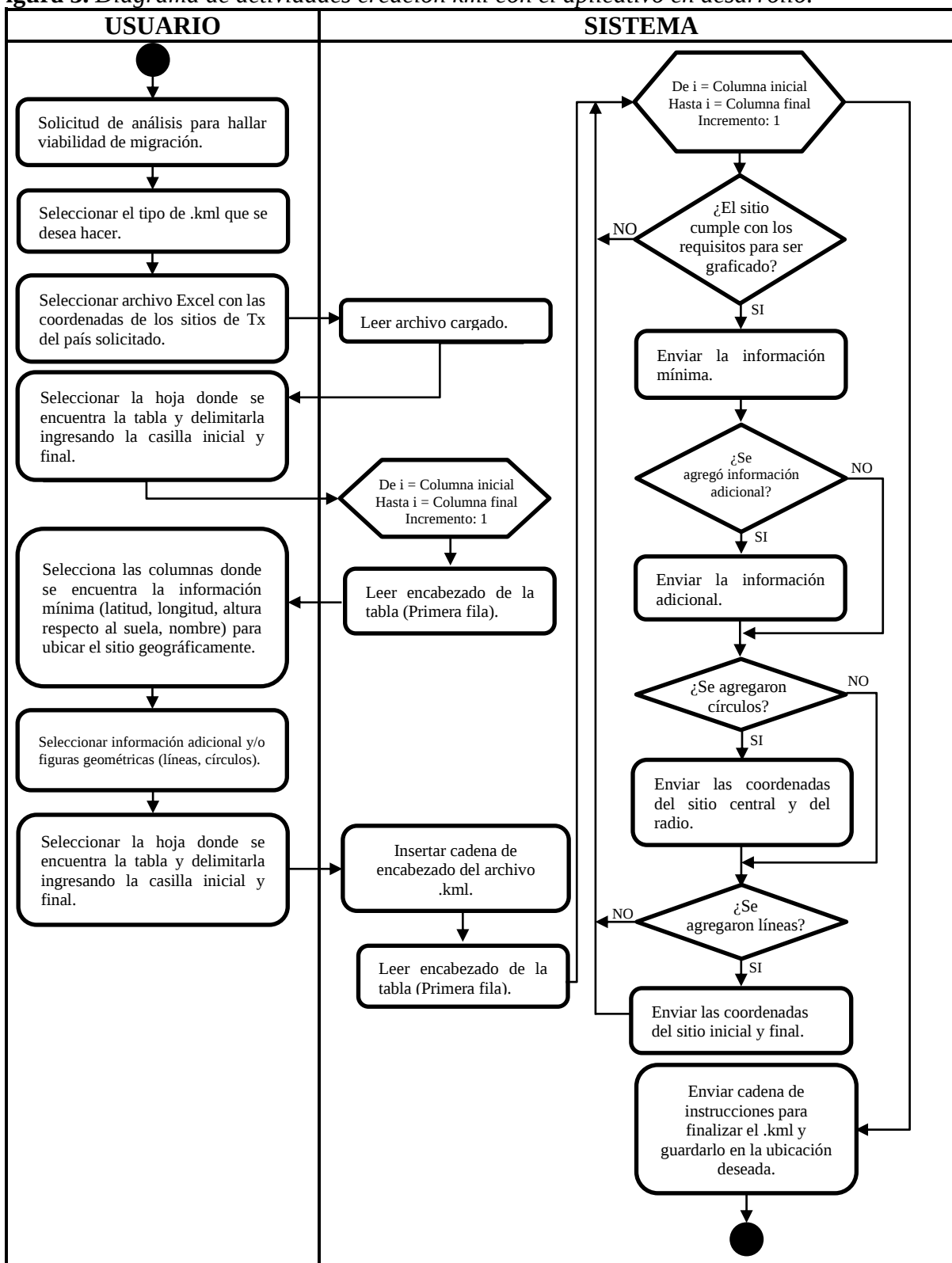
Figura 2. Diagrama de actividades creación kml forma manual.

Figura 3. Diagrama de actividades creación kml con el aplicativo en desarrollo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un aplicativo programado en C# (Windows Forms (.NET Framework)) usando la IDE de Visual Studio Community 2022, capaz de tomar los datos de una tabla en Excel para realizar un archivo .kml con el fin de visualizar las diferentes estaciones satelitales y de microondas terrestres, su información importante en su respectiva ubicación geográfica.

1.5.2 Objetivos específicos

Establecer con el grupo de trabajo un listado de requerimientos y necesidades que el aplicativo debe cumplir a través de encuentros mediados por la tecnología (usando MS Teams), con el fin de crear un plan de trabajo que permita desarrollar el aplicativo en el menor tiempo posible.

Realizar pruebas manuales a los diferentes módulos del aplicativo utilizándolo en un entorno similar al real, cargando archivos de Excel y comparando el resultado obtenido con un archivo creado con el procedimiento que se usa actualmente, para comprobar su correcto funcionamiento.

Realizar el manual del usuario usando MS PowerPoint explicando el funcionamiento de cada uno de los objetos que contiene el aplicativo en sus respectivos módulos para que cualquier persona tenga la facilidad de usar aplicativo.

2. Marco referencial

2.1 Marco Contextual

2.1.1 Telefónica

En 1924 se creó en Madrid la CTNE (Compañía Telefónica Nacional de España), en 1945 el estado español compra el 79.6% de las acciones de la empresa, en 1967 Telefónica inicia las comunicaciones por satélite, en 1994 lanza la telefonía móvil digital llamada Movistar, en 2004 adquirió los activos de BellSouth en América Latina y en 2006 compra el 51% de Telecom en Colombia. [5]

Telefónica es una compañía global que tiene presencia en 12 países, que son, España, Alemania, Brasil, Reino Unido, y Telefónica Hispanoamérica que aglutina los activos y operaciones en Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, México, Uruguay y Venezuela. [6]

2.2 Marco teórico

Para entender el desarrollo del aplicativo es necesario conocer la plataforma (.NET), lenguaje de programación (C#) que se utilizaron como base y el lenguaje de marcado (KML) que se debe obtener como resultado. A continuación, se presenta cada uno de sus conceptos.

2.2.1 .NET

.NET es una plataforma de desarrollo gratuita, multiplataforma y de código abierto con la que se pueden crear diferentes tipos de aplicaciones. En .NET se pueden crear aplicaciones web,

móviles, de escritorio, juegos, entre muchos otros. Las aplicaciones se pueden escribir C#, F#, o VB. [7]

2.2.2 C#

Es un lenguaje de programación orientado a objetos moderno, de código abierto y multiplataforma que va desde aplicaciones móviles (iOS y Android), hasta servidores empresariales (Windows Server y Linux). [8]

2.2.3 KML

KML (Keyhole Markup Language) es un formato de archivo que se utiliza para mostrar datos geográficos en un navegador terrestre, como Google Earth y Google Maps. KML utiliza una estructura basada en etiquetas con atributos, elementos anidados y está basado en el estándar XML. [9]

3. Procedimiento

Se establecieron los requerimientos del aplicativo, lenguaje de programación y entorno de ejecución. Se determinó que la mejor opción dado que es software de código abierto es la IDE de Visual Studio Community, usando un proyecto de Windows Forms, programando en C#, con el fin de que el aplicativo se pueda ejecutar en un entorno Windows.

3.1 Requerimientos del aplicativo

3.1.1 *Requerimientos funcionales*

Aplicativo amigable con el usuario, intuitivo y adaptable a cualquier tabla de datos que se le ingrese.

Tener la capacidad de realizar archivos .kml a partir de una tabla de datos contenida en un archivo Excel sin importar su extensión (.xlsx, .xls, .csv, etc.). **Requerimiento relacionado al caso de uso:* CU-01, CU-02, CU-03.

Poder crear un archivo .kml capaz de crear círculos concéntricos con radios determinados por el usuario, puntos geográficos, y líneas con la capacidad de unir dos o más puntos, cada figura con su respectiva capa de personalización asignada por el usuario. **Requerimiento relacionado al caso de uso:* CU-01, CU-03.

Añadir una tabla desplegable sobre una línea o punto que permita ver información que sea relevante para el usuario. **Requerimiento relacionado al caso de uso:* CU-01, CU-02, CU-03.

Hallar la distancia entre dos puntos geográficos y poder discriminar los puntos por su distancia al punto de referencia con el fin de determinar los que se grafican y los que no. **Requerimiento relacionado al caso de uso:* CU-03.

No graficar los puntos ya existentes. **Requerimiento relacionado al caso de uso:* CU-01, CU-02, CU-03.

3.1.2 Requerimientos no funcionales

Implementar los principios de código limpio, utilizar nombres informativos para los métodos y clases, y realizar una documentación apropiada con la finalidad que el código pueda ser mantenible.

3.2 Aplicativo

Como se mencionó anteriormente, el aplicativo se desarrolló en C# usando la IDE Visual Studio para ejecutarse en el sistema operativo de Windows, se usó el paradigma de programación orientada a objetos, principio de código limpio y se escribió el código de forma tal que sea mantenible en el tiempo. Teniendo como principal ventaja frente al método usado anteriormente es un mayor procesamiento en la cantidad de sitios, mientras que, manualmente usando diferentes tipos de plantillas en Excel, en la primera, se cargaban todos los nombres y coordenadas de las estaciones satelitales y de microondas terrestres, luego se calculaban las distancias de las estaciones de microondas terrestres para discriminar entre las estaciones de microondas terrestres que se graficaban y las que no, en la segunda plantilla se iban agregando una a una las estaciones satelitales y círculos, estos datos se copiaban a un archivo de texto plano, se guardaba y usando Google Earth se aplicaba la capa de personalización, se repetía el mismo paso con las estaciones de microondas terrestres y ya cuando se tenían los dos tipos de estaciones creados y con sus respectivas personalizaciones se agregaban las líneas conectoras y todo se unificaba en un solo archivo de texto plano se guardaba con la extensión .kml; crear un kml usando el método

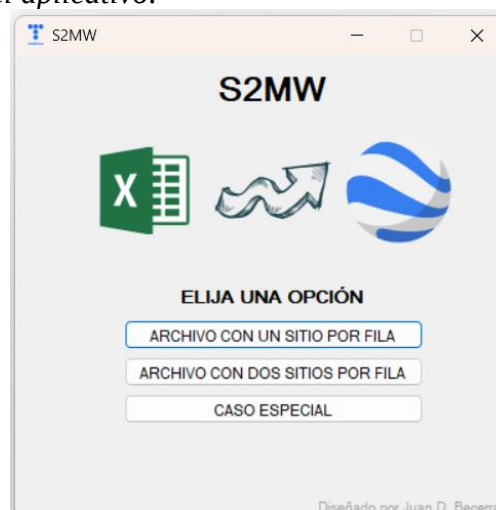
anteriormente descrito con aproximadamente quince sitios satelitales con círculos, líneas y los sitios de microondas terrestres cercanos podía tomar entre dos y tres días laborales, mientras que usando el aplicativo puede realizar la creación de un archivo kml con doscientos cuarenta (240) sitios satelitales con todos los elementos necesarios para su posterior análisis en un día laboral aproximadamente.

Su principal función es leer archivos Excel que contengan una tabla con mínimo los nombres de los sitios y sus respectivas coordenadas en sistema decimal, con fin de crear uno o varios archivos .kml así el usuario tiene la posibilidad de visualizar los sitios en un mapa, en este caso usando Google Earth, así facilitar cualquier análisis de escritorio que se requiera realizar de una forma más rápida y práctica. El aplicativo consta de 4 diferentes ventanas que se explican a continuación.

3.2.1 Ventana de inicio

El usuario elige el caso que desea usar de acuerdo con el formato en el que están contenidos los datos.

Figura 4. Ventana inicial del aplicativo.



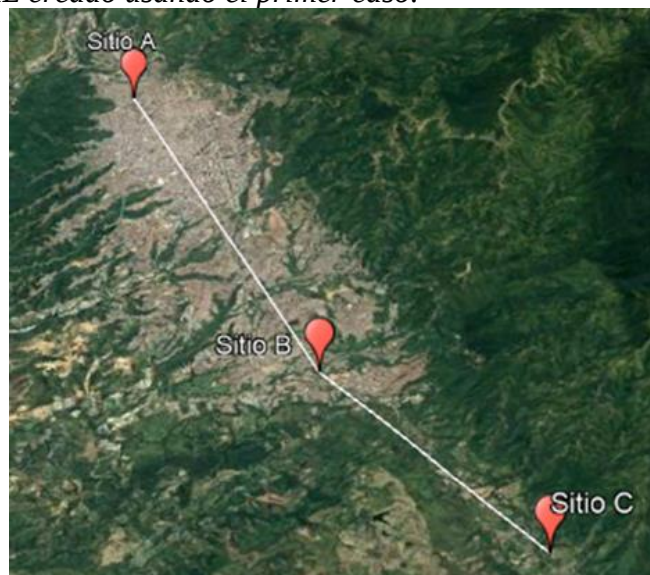
3.2.2 Caso 1 (archivo con un sitio por fila)

El usuario para elegir esta opción debe tener como mínimo los datos que se presentan en la tabla 1. De este modo se asegura que se puede crear el archivo .kml como mínimo ubicando los sitios que se desean visualizar en Google Earth. Si el usuario lo desea puede conectar cada sitio al sitio que aparece anterior en la tabla, por ejemplo, en la tabla 1 conectar “Sitio B” con “Sitio A”, el “Sitio C” con “Sitio B” y así sucesivamente con cada uno de los sitios que existan, también se pueden conectar los puntos a un punto definido, por ejemplo, en la tabla 1 si se desea se pueden unir los puntos “Sitio A” y “Sitio C” al punto “Sitio B”. Además tiene la posibilidad de agregar la cantidad de círculos que se necesite usando como centro los sitios graficados y longitud en kilómetros del radio definido por el usuario.

Tabla 1. *Datos mínimos para crear un archivo .kml en el caso 1*

NOMBRE DEL SITIO	LATITUD	LONGITUD
Sitio A	7.13678	-73.12829
Sitio B	7.06539	-73.09528
Sitio C	7.02252	-73.05958
...	...	...

Figura 5. Ventana “ARCHIVO DE UN SITIO POR FILA”.

Figura 6. Archivo KML creado usando el primer caso.

3.2.3 Caso 2 (archivo con dos sitios por fila)

El usuario para elegir esta opción debe tener como mínimo los datos que se presentan en la tabla 2. De este modo se asegura que se puede crear el archivo .kml como mínimo ubicando los sitios que se desean visualizar en Google Earth. Si el usuario lo desea puede activar la opción que

conecte los sitios “A” con los sitios “B” por medio de una línea recta, por ejemplo, en la tabla 2, en la segunda fila conectara a “Sitio Uno” con “Sitio Tres” y así con cada una de las filas que haya en la tabla, también se puede decidir si se grafica un punto geográfico las veces que aparece en la tabla o graficarlo solo una vez para hacer el archivo más liviano.

Tabla 2. *Datos mínimos para crear un archivo .kml en el caso 2*

NOMBRE SITIO A	LATITUD SITIO A	LONGITUD SITIO A	NOMBRE SITIO B	LATITUD SITIO B	LONGITUD SITIO B
Sitio Uno	7.13678	-73.12829	Sitio Tres	7.02252	-73.05958
Sitio Dos	7.06539	-73.09528	Sitio Uno	7.13678	-73.12829
Sitio Tres	7.02252	-73.05958	Sitio Dos	7.06539	-73.09528
...	...	...	...	...	...

Figura 7. *Ventana “ARCHIVO DE DOS SITIOS POR FILA”*

SIN ARCHIVO

HOJA: CELDA INICIAL CELDA FINAL ☐ FILTRO

ARCHIVO EXCEL LEER TABLA

INFORMACIÓN IMPORTANTE

LATITUD SITIO A LATITUD SITIO B

LONGITUD SITIO A LONGITUD SITIO B

ALTURA ANTENA SITIO A ALTURA ANTENA SITIO B

NOMBRE SITIO A NOMBRE SITIO B

ICONO DEL MARCADOR ICONO DEL MARCADOR

☐ COLOR PERSONALIZADO ☐ COLOR PERSONALIZADO

AÑADIR INFORMACIÓN SITIO A. **AÑADIR INFORMACIÓN SITIO B.** **AÑADIR INFORMACIÓN A LA LÍNEA.**

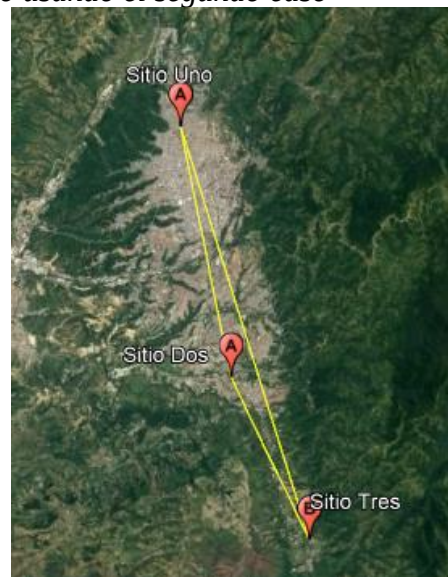
☐ AÑADIR TODA LA INF. SITIO A ☐ AÑADIR TODA LA INF. SITIO B ☐ AÑADIR TODA LA INF. A LA LÍNEA CONECTORA

☐ PERMITIR PUNTOS REPETIDOS. ☐ PERMITIR LINEAS REPETIDOS.

LINEAS CONECTORAS ☐ ☐ Crear solo líneas.

CREAR KML

Figura 8. Archivo KML creado usando el segundo caso



3.2.4 Caso especial

El usuario para elegir esta opción debe tener dos tablas, la primera con los datos mínimos de la tabla 1 (sitios satelitales) y la segunda con los datos mínimos de la tabla 2 (sitios celulares), se ingresa la cantidad de círculos que desea crear usando como centro cada estación satelital y sus respectivos radios los cuales son definidos por el usuario, la distancia máxima en kilómetros desde la estación satelital con el fin de discriminar los sitios celulares que se grafican y que van unidos a la estación satelital por medio de una línea, también de forma opcional se puede seleccionar la información que se despliega de cada sitio o línea.

Hay dos opciones para crear el .kml en este caso, la primera es contener cada grupo de sitios (sitios satelitales, sitios celulares, líneas y círculos) en una carpeta para poderlos ocultar o mostrar a medida que se realiza el análisis de una forma más rápida, con el fin de que el usuario pueda realizar un análisis concentrándose en un sitio a la vez, sin embargo, en la segunda se puede crear el archivo sin lo sitios estén guardados en una carpeta pero esta opción es recomendable cuando la cantidad de sitios es baja y a nivel geográfico tienen una distancia considerable.

Figura 9. Ventana “CASO ESPECIAL”

S2MW

SIN ARCHIVO
←
CONSOLIDADO SATELITAL
HOJA: [dropdown] CELDA INICIAL [input] CELDA FINAL [input] FILTRO [checkbox]
LEER TABLA

SIN ARCHIVO
SITIOS CELULARES
HOJA: [dropdown] CELDA INICIAL [input] CELDA FINAL [input] FILTRO [checkbox]
LEER TABLA

INFORMACIÓN IMPORTANTE

SATELITAL	SITIO A	SITIO B
LATITUD SATELITAL [dropdown]	LATITUD SITIO A [dropdown]	LATITUD SITIO B [dropdown]
LONGITUD SATELITAL [dropdown]	LONGITUD SITIO A [dropdown]	LONGITUD SITIO B [dropdown]
ALTURA SATELITE [input]	ALTURA ANTENA SITIO A [input]	ALTURA ANTENA SITIO B [input]
NOMBRE ESTACIÓN SATELITAL [dropdown]	NOMBRE SITIO A [dropdown]	NOMBRE SITIO B [dropdown]
ICONO DEL MARCADOR [dropdown]	ICONO DEL MARCADOR [dropdown]	ICONO DEL MARCADOR [dropdown]
COLOR PERSONALIZADO [checkbox]	COLOR PERSONALIZADO [checkbox]	COLOR PERSONALIZADO [checkbox]

AÑADIR INFORMACIÓN A:

SITIO SATELITAL	SITIO A	SITIO B
AÑADIR TODA LA INF. SATELITAL [checkbox]	AÑADIR TODA LA INF. SITIO A [checkbox]	AÑADIR TODA LA INF. SITIO B [checkbox]

LINEAS Y CIRCULOS

Unir sitio celular con estación satelital menor a 50 Km

COLOR [1.0] [dropdown] [Next]

AGREGAR [checkbox] [input] BORRAR [input]

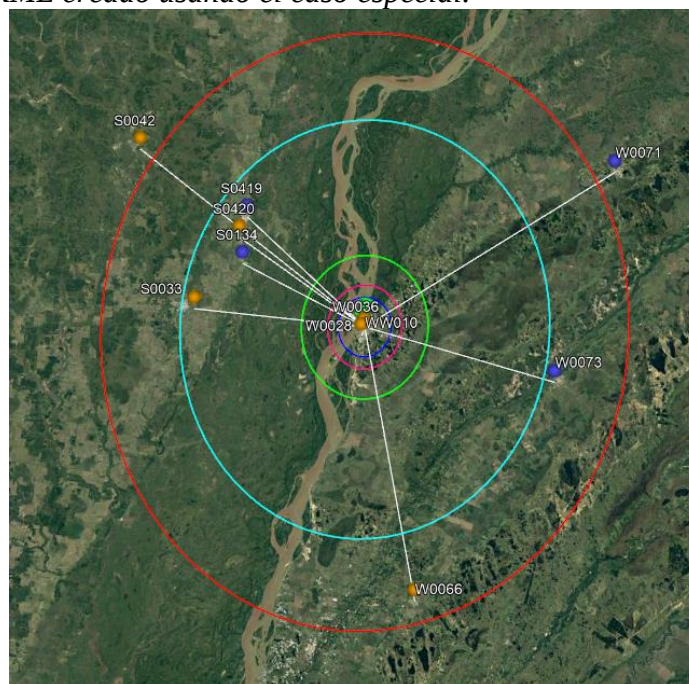
COLOR [1.0] [dropdown] [input] BORRAR [input]

CREAR KML

AÑADIR TODA LA INF. A LA LINEA CONECTORA ARCHIVO SATELITAL [checkbox]

AÑADIR TODA LA INF. A LA LINEA CONECTORA ARCHIVO SITIOS CELULARES [checkbox]

Crear carpeta por cada sitio satelital [checkbox]

Figura 10. Archivo KML creado usando el caso especial.

3.2.5 Pruebas Manuales

Las pruebas manuales se realizaron conforme el desarrollo avanzaba con el fin de comprobar y corregir el funcionamiento del aplicativo, como la ubicación de los puntos geográficos, los datos mostrados en las tablas desplegadas coincidieran con los datos guardados en la tabla de Excel correspondiente, el radio de los círculos graficados sea el configurado, las coordenadas de los marcadores coincidieran con el punto inicial y final de las línea que los une, la interfaz gráfica de usuario mantenga su diseño, la capa de personalización aplicada sea la deseada por el usuario. Por su parte en el rendimiento del aplicativo se analizan items como el tiempo de lectura de las tablas, cambio entre ventanas y de creación de un archivo kml.

3.2.6 Sintaxis KML

3.2.6.1 Estilos

Para los marcadores se definen usan diferentes etiquetas para definir el estilo que se les desea aplicar:

Scale: En el atributo se ingresa es un entero que determina el tamaño que se desea para el marcador.

Icon: Se le agrega un elemento hijo con etiqueta “href” el cual contiene la dirección en la que está contenida la imagen que se usa para mostrar en el marcador.

LabelStyle: Se configura el tamaño de la etiqueta en la que se visualiza el nombre del marcador.

Figura 11. *Sintaxis para dar estilo a los marcadores.*

```

<Style id="Marcador_1">
  <IconStyle>
    <scale> 1 </scale>
    <Icon>
      <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/paddle/red-blank.png</href>
    </Icon>
  </IconStyle>
  <LabelStyle>
    <scale> 0.7 </scale>
  </LabelStyle>
</Style>

```

Para las figuras geométrica, en la etiqueta “color” el atributo es un número hexadecimal de ocho dígitos el cual se divide en dos partes, los dos dígitos más significativos equivalen a la transparencia de la línea, siendo “00” transparente y “ff” completamente opaco; la segunda parte es el código del color. Tanto para líneas y marcadores se asigna el “id” que sirve para identificar el estilo que se desea usar.

Figura 12. *Sintaxis para dar estilo a las líneas.*

```

<Style id="inline0">
  <LineStyle>
    <color>ff0000ff</color>
    <width>2</width>
  </LineStyle>
</Style>

```

3.2.6.2 Ubicación del punto

Para ubicar el marcador se usa la etiqueta “coordinates” y como atributo las coordenadas se ingresan latitud, longitud y altura separadas por coma (,) en formato decimal (usando el punto (.) como separador), para definir el estilo se usa la etiqueta “styleUrl” y como atributo el ID asignado en el apartado de estilo de los marcadores.

Figura 13. *Sintaxis para ubicar un punto.*

```

<Placemark>
  <name>Sitio B</name>
  <styleUrl>#Marcador_1</styleUrl>
  <Point>
    <gx:drawOrder> 1 </gx:drawOrder>
    <coordinates>-73.09528,7.06539,0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>

```

3.2.6.3 Creación de figuras geométricas

Para crear diferentes figuras geométricas se escribe por par de coordenadas separadas por medio de un espacio, para definir el estilo se usa la etiqueta “styleUrl” y como atributo el ID que se define en el apartado de estilos.

Figura 14. *Sintaxis para crear cualquier tipo de figura geométrica.*

```

<Placemark>
  <name>Figura geométrica</name>
  <styleUrl>#inline1</styleUrl>
  <LineString>
    <coordinates>
      Latitud_A,Longitud_A Latitud_B,Longitud_B Latitud_C,Longitud_C ...,...
    </coordinates>
  </LineString>
</Placemark>

```

3.2.6.4 Tabla con información

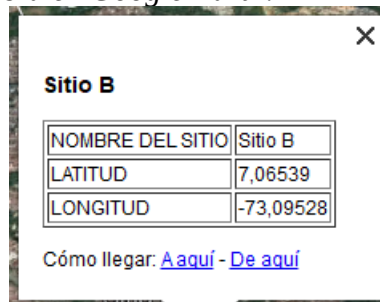
Para crear una tabla que se despliega de un marcador o figura geométrica se añade el fragmento de código de la figura 15 en un elemento raíz “Placemark”.

Figura 15. Sintaxis para crear una tabla y la información que se desea visualizar.

```

<ExtendedData>
  <Data name="NOMBRE DEL SITIO">
    <value>Sitio B</value>
  </Data>
  <Data name="LATITUD">
    <value>7,06539</value>
  </Data>
  <Data name="LONGITUD">
    <value>-73,09528</value>
  </Data>
</ExtendedData>

```

Figura 16. Visualización de la tabla en Google Earth.


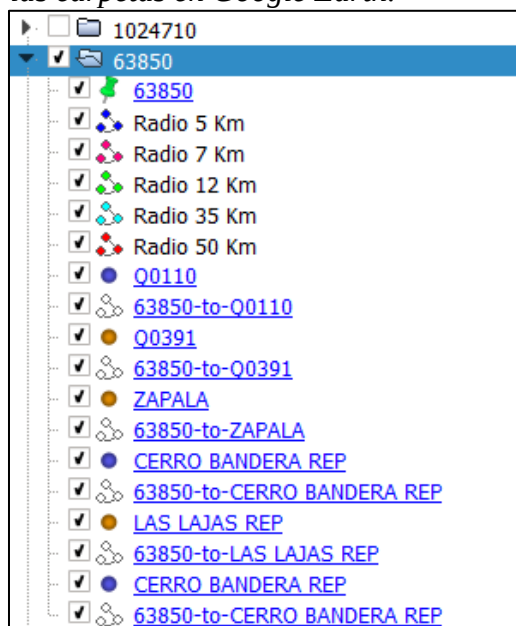
Sitio B

NOMBRE DEL SITIO	Sitio B
LATITUD	7,06539
LONGITUD	-73,09528

Cómo llegar: [Aquí](#) - [De aquí](#)

3.2.6.5 Carpetas

Para crear las carpetas se usan las etiquetas “Folder” como elementos raíz y como elementos hijos diferentes “Placemark” con el fin de agrupar, por ejemplo, en el caso especial por estación satelital y las estaciones de microondas terrestres cercanas, esto hace más fácil el análisis.

Figura 17. Visualización de las carpetas en Google Earth.

3.2.7 Dificultades

A lo largo del desarrollo hubo dificultades como, por ejemplo, se tuvo poco apoyo de los compañeros de área debido al bajo conocimiento en desarrollo, no existencia de librerías .NET para la creación de un archivo .kml, y poca documentación de la sintaxis de un archivo .kml.

Para solucionar los inconvenientes presentados se hizo consultas en internet ingresando a foros, documentaciones de otros proyectos, videos en YouTube, entre otros recursos, así mismo se creo una clase la cual contiene la sintaxis (extraída de distintos archivos kml creados con anterioridad desde Google Earth) necesaria para crear los archivos .kml.

3.2.8 Resultados

Como resultado final se obtuvo dos entregables, el ejecutable del aplicativo S2MW.exe (Apéndice C), el cual no es necesario instalar dado que ya está listo para su uso en cualquier sistema operativo Windows 10 o superior. También se realizó el manual de usuario (Apéndice B)

en MS PowerPoint usando capturas de pantalla del aplicativo, en este se explica la función de cada uno de sus componentes y se realizan recomendaciones pertinentes para lograr total comprensión y usabilidad por parte el usuario, así él pueda hacer uso correcto del aplicativo con el fin de obtener los mejores resultados en el menor tiempo posible.

4. Conclusiones

Se logró que el aplicativo cumpliera con los requerimientos establecidos, teniendo una reducción considerable en la carga laboral del ingeniero encargado en realizar los archivos kml de dos días laborales a media hora de ejecución del aplicativo aproximadamente, agilizando la ejecución del proyecto de migración dado que se puede tomar el tiempo de creación de los archivos en la realización del análisis de escritorio.

Se creó un aplicativo confiable y eficiente gracias a las pruebas manuales realizadas, dado que se encontraron y solucionaron errores, de igual forma se consiguió reducir el tiempo de ejecución del código al optimizar algunos métodos, se corrigieron errores de diseño y ortografía, se configuró para evitar los errores provocados debido al mal uso por parte del usuario y de los datos guardados en un formato no valido.

Referencias

- [1] P. Gil Vázquez, J. Pomares Baeza y F. A. Candelas Herías, REDES Y TRANSMISIÓN DE DATOS, Alicante, España: PUBLICACIONES UNIVERSIDAD DE ALICANTE, 2010.
- [2] «Acerca de Telefónica Colombia - telefonica,» [En línea]. Available: <https://www.telefonica.co/acerca-de-telefonica-colombia>. [Último acceso: 06 02 2023].
- [3] «Telefonica Logo - símbolo, significado logotipo, historia, PNG,» 2023 02 26. [En línea]. Available: <https://1000marcas.net/telefonica-logo/>. [Último acceso: 2023 03 01].
- [4] «Misión - Telefónica,» [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/nosotros/mision/>. [Último acceso: 11 10 2022].
- [5] «Historia y principales hitos - Telefónica,» [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/nosotros/principales-datos/historia/>. [Último acceso: 2011 11 10].
- [6] «Países en los que está presente Telefónica,» [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/nosotros/paises-unidades-emergentes/>. [Último acceso: 2022 11 10].
- [7] «What is .NET? An open-source developer platform,» MICROSOFT, [En línea]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/learn/dotnet/what-is-dotnet>. [Último acceso: 17 11 2022].

- [8] «C# | Modern, open-source programming language for .NET,» MICROSOFT, [En línea]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/languages/csharp>. [Último acceso: 17 11 2022].
- [9] «Tutorial de KML | Keyhole Markup Language | Google Developers,» GOOGLE, [En línea]. Available: https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut?hl=es-419. [Último acceso: 17 11 2022].