



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE**

**TEMA: “LEVANTAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS
MEDIANTE GPS Y AUTOCAD PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE RUTAS DE EVACUACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE
LA UGT”**

AUTORA: LEMA ALBIÑO JENNY SUSANA

DIRECTOR: ING. CADENA MOSCOSO JAIME NEPTALÍ

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “LEVANTAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE GPS Y AUTOCAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE EVACUACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LA UGT” realizado por la señorita LEMA ALBIÑO JENNY SUSANA, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señorita JENNY SUSANA LEMA ALBIÑO para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 29 de agosto del 2016



ING. JAIME CADENA
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, JENNY SUSANA LEMA ALBIÑO, con cédula de identidad N° 120653838-9, declaro que este trabajo de titulación “LEVANTAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE GPS Y AUTOCAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE EVACUACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LA UGT” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 29 de agosto del 2016

JENNY SUSANA LEMA ALBIÑO

C.C. 120653838-9



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORIZACIÓN

Yo, **JENNY SUSANA LEMA ALBIÑO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“LEVANTAMIENTO DE DATOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE GPS Y AUTOCAD PARA EL ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE EVACUACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LA UGT”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 29 de agosto del 2016

JENNY SUSANA LEMA ALBIÑO

C.C. 120653838-9

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a nuestro señor creador por haberme dado fortaleza en cada momento durante esta etapa muy importante de mi vida de formación profesional.

De igual forma, dedico este trabajo con mucho amor y cariño a mis padres Amado Lema y Narcisa Albiño por haber estado conmigo en cada instante especialmente en los momentos difíciles, brindándome su apoyo moral y económico durante todo mi trayecto.

Jenny Susana Lema Albiño

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y a mis padres por haberme guiado y cuidado a cada paso, quienes me han apoyado siempre durante toda esta realización del proyecto. Y a mí director de la tesis Ing. Jaime Cadena, por su amistad y apoyo, quien con sus conocimientos y carisma, me ayudó al desarrollo de este trabajo de graduación.

Jenny Susana Lema Albiño

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
1. TEMA	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos	5
1.5 ALCANCE	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 RUTAS DE EVACUACIÓN	6
2.1.1 Ruta de Evacuación	7
2.1.2 Reglas que se deben cumplir las rutas de evacuación	8

2.1.3 Salida de emergencia	11
2.1.4 Reglas que deben de cumplir las salidas de emergencia	12
2.1.5 Punto de Reunión	14
2.1.6 Zona de seguridad	15
2.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)	16
2.2.1 Arquitectura del sistema GPS	16
2.2.2 Cadenas de Código GPS.....	16
2.2.3 Niveles de Servicio GPS.....	17
2.3 FUENTES DE ERROR EN LOS GPS.....	17
2.3.1 Cuantificación de la incertidumbre en localización GPS	19
2.3.2 Corrección de errores mediante técnicas diferenciales (DGPS)	20
2.4 APLICACIONES DE LOS GPS	21
2.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS	23
2.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	28
2.6.1 Equipos Topográficos	29
2.7 DISEÑO CAD.....	30
2.7.1 Inicios del AutoCAD	30
2.7.2 Ventajas del AutoCAD	31
2.7.3 Parámetros iniciales en AutoCAD.....	31
2.7.4 Diseño en 2D	32
2.7.5 Técnicas de edición del dibujo 2D	32
2.7.6 Características avanzadas en AutoCAD	32
2.7.7 Modelado geométrico 3D.....	33
2.7.8 Descripción de la pantalla de AutoCAD	33

CAPÍTULO III.....	35
DESARROLLO DEL TEMA.....	35
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE LA UGT	35
3.1.1 Mapa Georeferencial.....	36
3.2 BASE LEGAL.....	36
3.3 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS	37
3.3.1 Levantamiento con GPS	38
3.3.2 Principios básicos de funcionamiento	38
3.3.3 Triangulación: la base del sistema	39
3.3.4 Medición de las distancias	40
3.3.5 Obtención de un perfecto sincronismo.....	41
3.3.6 Conocimiento de la posición de los satélites.....	42
3.4 DILUCIÓN DE LA PRECISIÓN Y VISIBILIDAD	42
3.5 GPS DIFERENCIAL (DGPS)	43
3.6 OBSERVACIONES DE CAMPO	43
3.6.1 Procesos comunes para los levantamientos con GPS.....	44
3.6.2 Altura de antena.....	44
3.6.3 Recomendaciones	45
3.7 MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO CON GPS	45
3.7.1 Método estático.....	46
3.7.2 Método estático rápido.....	46
3.8 PRECISIÓN	46
3.8.1 Planimetría.....	46
3.8.2 Altimetría.....	47

3.9 PROCESAMIENTO Y COMPENSACIÓN.....	47
3.9.1 Procesamiento.....	47
3.9.2 Compensación.....	48
3.10 VENTAJAS E INCONVENIENTES QUE PROPORCIONA UN TRABAJO CON GPS.....	49
3.11 MÉTODO DE MEDICIÓN.....	50
3.11.1 Instalación e GPS Navegador.....	50
3.11.2 Configuración del GPS Navegador Garmin.....	50
3.12 CAPTURA DE DATOS.....	52
3.13 DESCARGA DE ARCHIVOS DIGITALES DEL GPS (TRACKS).....	54
CAPÍTULO IV.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	60
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	62
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Radiografía del volcán	2
Figura 2 Zona de inundación por lahares.....	2
Figura 3 Ruta de evacuación (dirección derecha).....	7
Figura 4 Señalética de dirección y escaleras.....	8
Figura 5 Salida de emergencia libre de obstáculos	8
Figura 6 Dispositivos de iluminación de emergencia	9
Figura 7 No utilizar ascensor	9
Figura 8 Disposición de escaleras	10
Figura 9 Rutas de evacuación visibles.....	11
Figura 10 Salida de emergencia	11
Figura 11 Prohibición de cerradura de puertas de emergencia	12
Figura 12 Prohibición de cerradura de puertas de emergencia	12
Figura 13 Señalética con iluminación (salida de emergencia)	13
Figura 14 Puertas salidas de emergencia de vidrio templado.....	13
Figura 15 Salidas de emergencia con obstáculos.....	14
Figura 16 Punto de reunión.....	15
Figura 17 Zona de seguridad.....	15
Figura 18 Representación de recepción de señal GPS en un punto de la tierra.....	24
Figura 19 Representaciones de la señal de tres satélites GPS	25
Figura 20 Vista aérea zona de riesgos satélite	29
Figura 21 Vista de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.....	35

Figura 22 Ubicación Geo referenciada de la UGT	36
Figura 23 Ubicación satélites	39
Figura 24 Rango de cobertura de los satélites.....	39
Figura 25 Satélite y receptor	40
Figura 26 Impulsos en secuencias.....	41
Figura 27 Posicionamiento satélites	42
Figura 28 Métodos de precisión.....	47
Figura 29 GPS	50
Figura 30 Menú principal GPS Navegador Garmin.....	51
Figura 31 Menú configuración GPS Navegador Garmin.....	51
Figura 32 Sistemas de coordenadas GPS Navegador Garmin.....	51
Figura 33 Ingreso menú Tracks GPS Navegador Garmin.....	52
Figura 34 Menú Tracks GPS Navegador Garmin	52
Figura 35 Zona de Estudio.....	53
Figura 36 Momentos en los que el GPS comienza a adquirir señales satelitales.....	53
Figura 37 Imagen de GPS sin señal satelital	54
Figura 38 : Cable de conexión GPS PC.....	54
Figura 39 Conectividad entre programa DNR GARMIN y GPS	55
Figura 40 Configuración de proyección del programa DNR GARMIN	55
Figura 41 Configuración sistema de coordenadas.....	56
Figura 42 Menú de Track.....	56
Figura 43 Descarga de Track.....	56
Figura 44 Descarga de Track.....	57

RESUMEN

La sierra ecuatoriana se encuentra en una zona de gran actividad **SÍSMICA**, por lo que existe una alta probabilidad de ocurrencia de **ERUPCIONES** volcánicas, que causaría graves daños en las poblaciones de la sierra centro; siendo Pichincha, Latacunga y Tungurahua polos de desarrollo con proyección turística y comercial, se analizaron las condiciones de accesibilidad en estas ciudades y se elaboró un plano de evacuación **GEOREFERENCIADO**, en especial por los estudiantes de Unidad de Gestión de Tecnologías de la ESPE. Sobre la base de investigaciones realizadas por el Instituto Geofísico y técnicos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, con el apoyo de datos del Centro Geográfico del Departamento de Ciencias de la Tierra de la ESPE, se realizó el cálculo de los tiempos de **EVACUACIÓN** que necesitaría la población estudiantil para alcanzar los puntos de seguridad previamente identificados; con estos datos se elaboró un modelo numérico en el que se muestra las zonas críticas, donde la población no tendrá el tiempo suficiente para alcanzar las zonas determinadas como de seguridad, considerando factores como la distancia a la que se encuentran las zonas de seguridad, la pendiente del terreno y las vías de acceso, sin tomar en cuenta los escombros y otros obstáculos. Los resultados de esta investigación contribuirán para que entidades de socorro, puedan tomar decisiones adecuadas en el campo de la prevención y la mitigación de desastres.

PALABRAS CLAVE


- **SÍSMICA**
- **EVACUACIÓN**
- **ERUPCIONES**
- **GEOREFERENCIADOS**

ABSTRACT

The Highland region is located in a high **SEISMIC** activity, so there is a high probability of volcanic **ERUPTIONS** which can cause serious damage in the population of central Highlands. Being Pichincha, Latacunga and Tungurahua development poles with tourist and commercial projection, it is necessary to take care the integrity of its people and the physical infrastructure. For the reason, the accessibility in these cities were analyzed an evacuation **GEO-REFERENCED** plan was developed, especially for the students from Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE. Based on research by the technicians of the Instituto Geofísico and Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos supported by data from Centro Geográfico del Departamento de Ciencias de la Tierra of ESPE, it made the calculation of the **EVACUATION** times that students from this institution need to go up to the security identified points. With this data, a numerical model was elaborated which shows the critical zones where the population do not have the enough time to go up to the identified security zones considering some factors like: the distance which the security zones are, the sloping place and the access roads and without mentioning the debris and other obstacles. The results of this research will contribute so that relief agencies can take adequate decisions to prevent and mitigate disasters.

KEY WORDS

- **SEISMIC**
- **EVACUATION**
- **ERUPTIONS**
- **GEO-REFERENCED**


Lic. Diego I. Granja Peñaherrera
Jefe Secc. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

1. Tema

Levantamiento de datos topográficos mediante GPS y AutoCAD para el establecimiento de rutas de evacuación en las instalaciones de la UGT.

1.1 ANTECEDENTES

El Ecuador posee, aproximadamente, 256 volcanes de los cuales 26 son potencialmente activos, el Cotopaxi, es el volcán activo más alto del mundo, con una altura de 5897 msnm; es uno de los más peligrosos debido a la presencia del casquete glaciar, que en caso de producirse una erupción, como ha ocurrido antes, generaría una serie de flujos de lodo o lahares alrededor del cráter siguiendo el curso de los drenajes de los ríos Pita, San Pedro, Guayllabamba, Cutuchi, Patate, Pastaza, Tambo, Verdeyacu, Jatunyacu y Napo, abarcando importantes zonas agrícolas, industriales y ciudades como Latacunga, Sangolquí y San Rafael. Además, existen estudios realizados por la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) sobre los riesgos ante una posible erupción del volcán Cotopaxi, y asimismo, del monitoreo continuo del volcán, por parte del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

En los diferentes sectores de la ciudad de Latacunga no se cuenta con las coberturas completas de cartografía digital, lo que impide un manejo eficiente de la información espacial existente y el uso de los Sistemas de Información Geográfica, como consecuencia de los elevados costos que significa realizar vuelos fotogramétricos y adquirir imágenes satelitales para la elaboración y actualización de mapas digitales, sumado a ello, los procesos de corrección geométrica, digitalización y posterior atribución de los elementos foto interpretados. Por lo tanto, estos costos son imposibles de solventar, especialmente, por la UGT.



Figura 1 Radiografía del volcán
Fuente (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2016)

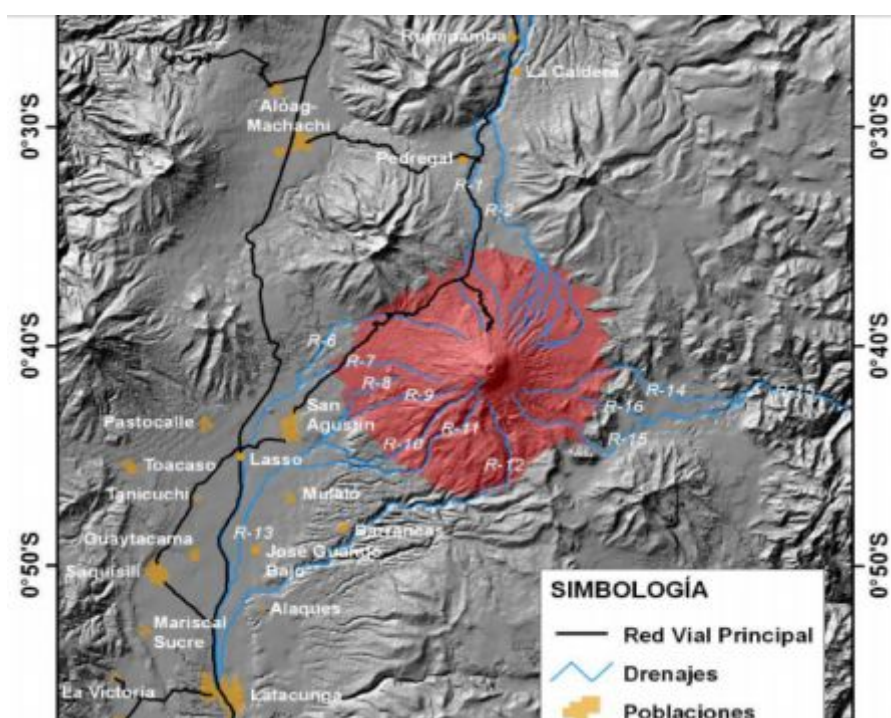


Figura 2 Zona de inundación por lahares
Fuente (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2016)

Desde el año 2000 hasta la fecha se ha hecho masiva la utilización de GPS Navegadores, los cuales son usados en las más diversas actividades, tales como: deporte, forestal, minería, agronomía, urbanismo, seguridad, entre otras. Como bien se sabe, el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) tiene como principal función la ubicación de un punto en el espacio geográfico mediante coordenadas y esto a partir de la información de una constelación de satélites destinados solamente para ese fin.

La información obtenida por los GPS se encuentra basada en la captación de puntos o “waypoints” los que tienen asociados un sistema de coordenadas, ícono, nombre e información variada conforme al requerimiento de cada usuario; pero, no es la única información que captan los GPS Navegadores, pues a partir de una serie de puntos que se guardan durante el movimiento de un GPS, en forma sistemática y automática, se crean líneas, las cuales son denominadas “track”, que permiten ser utilizados como caminos virtuales que pueden ser usados para ir y volver de un punto a otro.

Por todo lo anterior se define que el antecedente para este proyecto se manifiesta en la no existencia una ruta de evacuación georeferenciada, con la localización de puntos de coordenadas para dar cumplimiento a un plan de evacuación claro de acuerdo a los lineamientos de la Secretaria de Gestión de Riesgos.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando que el tránsito de flujos de lodo en las riberas del rio Cutuchi, es el evento más devastador y recurrente en las erupciones del volcán Cotopaxi, surge la necesidad de que los estudiantes conozcan cuales son las zonas de seguridad y como llegar a ellas, luego de recibir las alarmas o avisos respectivos.

El presente trabajo, pretende representar los flujos de lodos producidos ante una eventual erupción del volcán Cotopaxi mediante la georeferenciación por medio de GPS, la cual permita proponer alternativas tendientes a mitigar los efectos de desplazamientos masivos, desordenados e innecesarios de la población estudiantil, eventualmente, afectada.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Con esta investigación se da cumplimiento a rutas de evacuación segura, medidas preventivas y nuevos procedimientos en base al factor, evidenciando los riesgos a los que están expuestos los estudiantes, mejorando la estabilidad de su traslado, tratando de reducir el impacto de desgracias personales que pueden en el trayecto; por igual beneficia a la Institución en su población estudiantil.

Es preciso que en la “UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”, disponga de una ruta de evacuación segura, en este caso se analiza, optimizar las acciones y medidas que realizan durante el desarrollo de sus actividades laborales.

Esta clase de investigación se basa en la identificación, evaluación, y controles de riesgos, con el fin de amparar a las personas que laboran y estudian en la Institución, quienes están expuestos a riesgos, ya que estos pueden ser perjudiciales a la hora de decretar las alertas, ayudándoles en su estabilidad emocional y permanente, beneficiando no solo a los estudiantes y funcionarios si no en todo sentido a la Institución.

Se hace necesario y practico efectuar el presente trabajo, aplicando los conocimientos adquiridos durante la actividad académica en la Unidad de Gestión de Tecnologías, además la disponibilidad y aprobación de las autoridades, que permite la ejecución del presente trabajo de investigación, logrando una implementación de ruta de evacuación segura y práctica, además de inducir a cada persona del riesgo que está latente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Desarrollar una ruta de evacuación a una zona segura, a partir de equipos de posicionamiento satelital navegadores y software´s cartográficos, para el personal de la unidad de gestión de tecnologías.

1.4.2 Específicos

- Establecer el programa computacional en el mercado más adecuado para interactuar con el GPS.
- Diseñar un plano sobre las rutas de evacuación para el personal de la UGT georeferenciado.
- Realizar mediciones con GPS para establecer datos topográficos en ruta de evacuación.

1.5 ALCANCE

El alcance de este proyecto va enfocado a formar parte de uno de los métodos y técnicas aplicados a la seguridad y bienestar de todos los estudiantes del edificio denominado Unidad de Gestión de Tecnologías, así como también docentes y todo el personal empleado en esta institución, en caso de presentarse algún tipo de emergencia, como las ya antes mencionadas en este documento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 RUTAS DE EVACUACIÓN

Una evacuación es un conjunto de acciones mediante las cuales se pretende proteger la vida y la integridad de las personas que se encuentren en una situación de peligro, llevándolas a un lugar de menor riesgo.

En un ambiente de emergencia es preciso que todos los individuos, incluyendo los visitantes conozcan cómo actuar y como salir en caso de emergencia, es primordial que se conozca las rutas de evacuación de una institución.

Las rutas de evacuación son todas aquellas graficas cuyo objeto es prevenir y alertar en caso de una emergencia y se debe seguir la ruta de señalización del área, observando las salidas y los recorridos a seguir en ese lugar.

Otro concepto de una ruta de evacuación es el camino o ruta diseñada específicamente para que trabajadores, empleados y público en general evacuen las instalaciones en el menor tiempo posible y con las máximas garantías de seguridad.

En cuanto a las vías y salidas de evacuación es importante que permanezcan despejadas y libres de elementos que puedan estropear el desplazamiento ligero hacia una zona exterior o hasta el punto de encuentro. Las dimensiones de las vías y salidas de evacuación serán proporcionales al número de empleados y personas que permanezcan en el lugar.

Causas que puede llevar a una evacuación

- Sismos
- Incendios
- Inundación
- Deslizamientos de tierras
- Explosiones (sabotaje y otros).
- Contaminación

Las rutas que deben ser utilizadas para la evacuación deben ser marcadas con materiales visibles y duraderos, para que personas tanto internas (personal de la institución) como externas (visitantes) a la institución tengan una visión clara de los lugares accesibles o no para la evacuación en una situación de emergencia.

2.1.1 Ruta de Evacuación

Es el recorrido horizontal o vertical, o la combinación de ambos, continuo y sin obstrucciones, que va desde cualquier punto del centro de trabajo hasta un lugar seguro en el exterior, denominado punto de reunión, que incluye locales intermedios como salas, vestíbulos, balcones, patios y otros recintos; así como sus componentes, tales como puertas, escaleras, rampas y pasillos



Figura 3 Ruta de evacuación (dirección derecha)
Fuente (Acosta, 2007)

2.1.2 Reglas que se deben cumplir las rutas de evacuación

Las rutas de evacuación deben de cumplir con las condiciones siguientes estipulado en la norma NOM-002-STPS-2012 (normativa mexicana):



Figura 4 Señalética de dirección y escaleras
Fuente (Acosta, 2007)

Deben disponer de letreros, con la leyenda: "SALIDA DE EMERGENCIA". Estos letreros estarán a una altura mínima de 2.20 m o sobre el dintel de la puerta o fijada al techo en caso de que este no exista. El tamaño y estilo de los caracteres permitirán su lectura a una distancia de 20.00 m, en su caso, se debe cumplir según lo dispuesto en la norma.

Las salidas y los pasillos en los cuales se señalice la ruta de evacuación, deben encontrarse libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores y demás ocupantes.



Figura 5 Salida de emergencia libre de obstáculos
Fuente (Paniagua, 2015)

Además estos lugares en los que se implementarán las salidas de emergencia, deben contar con dispositivos de iluminación de emergencia que permitan percibir el piso y cualquier modificación en su superficie, cuando se interrumpa la energía eléctrica o falte iluminación natural.

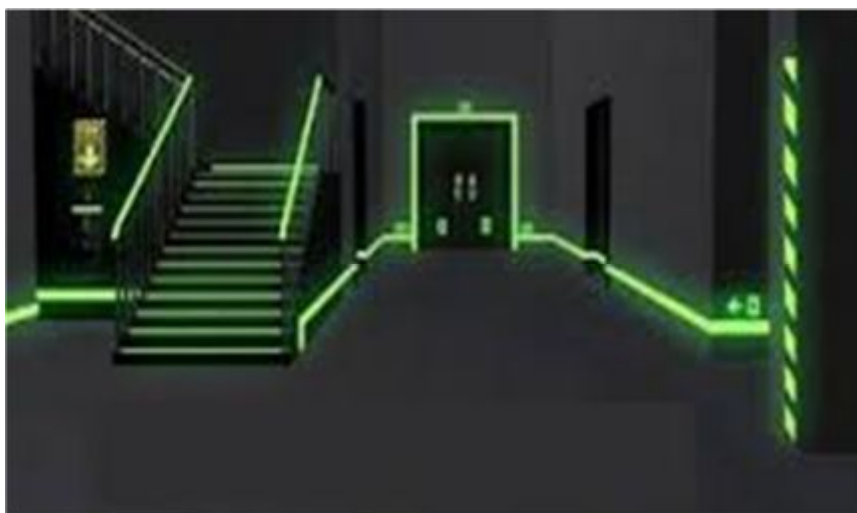


Figura 6 Dispositivos de iluminación de emergencia
Fuente (Acosta, 2007)

Cabe recalcar, que los elevadores no deben ser considerados parte de una ruta de evacuación y no deben usarse en caso de emergencia.



Figura 7 No utilizar ascensor
Fuente(Acosta, 2007)

Se debe procurar que los desniveles o escalones en los pasillos y corredores de las rutas de evacuación estén señalizados. Y que en el recorrido de las escaleras de emergencia exteriores de los centros de trabajo, las ventanas, fachadas de vidrio o cualquier otro tipo de aberturas, no representen un factor de riesgo en su uso durante una situación de emergencia.



Figura 8 Disposición de escaleras
Fuente (JOMY, 2008)

Los trayectos de las rutas de evacuación, deberán contar con una señalización visible con letrero a cada 20 m o en cada cambio de dirección de la ruta con la leyenda escrita: “RUTA DE EVACUACIÓN”, acompañada de una flecha en el sentido de la circulación del desalojo.

Estos letreros se ubicarán a una altura mínima de 2.20 m. El tamaño y estilo de los caracteres permitirán su lectura hasta una distancia de 20 m. En edificios de servicio público esta leyenda debe estar escrita con sistema braille a una altura de 1.20 m sobre el nivel del piso, en su caso.



Figura 9 Rutas de evacuación visibles
Fuente(Acosta, 2007)

2.1.3 Salida de emergencia

Es una estructura de salida especial para emergencias, tales como un incendio, sismos, inundaciones etc. El uso combinado de las salidas regulares y especiales permite una rápida evacuación, mientras que también proporciona una alternativa si la ruta a la salida normal es bloqueada.

Por lo general, tienen una ubicación estratégica con la apertura de puertas hacia afuera con una barra de choque en ella y con señales de salida que conducen a la misma. El nombre es una referencia, sin embargo, una salida de emergencia también puede ser una puerta principal dentro o fuera. Una salida de incendios es un tipo especial de salida de emergencia, montado en el exterior de un edificio.



Figura 10 Salida de emergencia
Fuente(Acosta, 2007)

2.1.4 Reglas que deben de cumplir las salidas de emergencia

Se prohíbe la instalación de cerraduras, candados o seguros en las puertas de emergencia, adicionales a las barras de seguridad de empuje simple.



Figura 11 Prohibición de cerradura de puertas de emergencia
Fuente (Acosta, 2007)

Adicional a esto, deben contar con letreros, con la leyenda: “SALIDA DE EMERGENCIA”. Estos letreros estarán a una altura mínima de 2.20 m o sobre el dintel de la puerta o fijada al techo en caso de que este no exista. El tamaño y estilo de los caracteres permitirán su lectura a una distancia de 20.00 m, en su caso, se debe cumplir según lo dispuesto en la NOM-026-STPS (norma mexicana).



Figura 12 Prohibición de cerradura de puertas de emergencia
Fuente (Acosta, 2007)

En edificaciones con grado de riesgo medio y alto y en el interior de salas de reunión o de espectáculo, las leyendas de “SALIDA DE EMERGENCIA” deben estar iluminadas permanentemente, conectadas al sistema de alumbrado de emergencia, o con fuente autónoma y sistema de baterías.



Figura 13 Señalética con iluminación (salida de emergencia)
Fuente (CorteDigital, 2010)

En su caso, las puertas de vidrio que se utilicen en las salidas de emergencia deben contar con vidrio de seguridad templado.



Figura 14 Puertas salidas de emergencia de vidrio templado
Fuente (Paniagua, 2015)

Asegurarse que las puertas consideradas como salidas de emergencia estén libres de obstáculos, candados, picaportes o cerraduras con seguros puestos durante las horas laborales, que impidan su utilización en casos de emergencia, y que cuando sus puertas sean consideradas como salidas de emergencia, y funcionen en forma automática, o mediante dispositivos eléctricos o electrónicos, permitan la apertura manual, si llegara a interrumpirse la energía eléctrica en situaciones de emergencia.



Figura 15 Salidas de emergencia con obstáculos
Fuente (Paniagua, 2015)

2.1.5 Punto de Reunión

Es un lugar que se ha designado como el lugar a donde se concentrará la población evacuada para ser contabilizada, clasificada y controlada; debiendo tener como características ideales las siguientes: Debe estar debidamente señalizada, de preferencia con señalamientos al piso y de bandera, debe ser lo suficientemente amplio para alojar a toda la población, debe estar alejado de objetos que puedan dañar a la población (alejados de ventanas, cables, árboles, etc.), tratar de que no se encuentre obstaculizado por vehículos u otros objetos, de preferencia para llegar a él no se debe cruzar el arroyo vehicular y debe ser de fácil acceso para los cuerpos de emergencia.



Figura 16 Punto de reunión
Fuente (Acosta, 2007)

Estas áreas pueden ser:

- **Externas:** Plazas, alamedas, parques, calles, canchas, estacionamientos, etc.
- **Internas:** En patios amplios, habitaciones pequeñas (2m x 3m) como baños, cocinas chicas, etc.

2.1.6 Zona de seguridad

Punto en el interior del inmueble que por sus características arquitectónicas sirve para resguardarse momentáneamente en caso de sismo o de que hayan quedado bloqueadas las salidas de emergencia. Es el punto al que los cuerpos de rescate deben dirigirse en caso de un desastre para buscar a las víctimas. Como característica principal es que su ubicación y construcción está considerada como adecuada para resguardo de los que la necesiten.



Figura 17 Zona de seguridad
Fuente (Acosta, 2007)

Estos puntos deben ser ubicados en un mapa que la brigada de evacuación en coordinación con un especialista, deben determinar cuáles son los adecuados para cada caso, las mejores rutas, las mejores opciones para cada zona. Una vez determinados estos puntos habrá que delegar responsabilidades a cada miembro de la brigada según el cargo que se le haya asignado.

2.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

2.2.1 Arquitectura del sistema GPS

El sistema se descompone en tres segmentos básicos, los dos primeros de responsabilidad militar: segmento espacio, formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26560 Km. de radio y un período de 12 h.; segmento control, que consta de cinco estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento, tres antenas terrestres que envían a los satélites las señales que deben transmitir y una estación experta de supervisión de todas las operaciones; y segmento usuario, formado por las antenas y los receptores pasivos situados en tierra. Los receptores, a partir de los mensajes que provienen de cada satélite visible, calculan distancias y proporcionan una estimación de posición y tiempo.

2.2.2 Cadenas de Código GPS

El código pseudo-aleatorio transmitido se compone de tres tipos de cadenas:

- El código C/A (Coarse/Acquisition), con frecuencia 1.023 MHz., utilizado por los usuarios civiles.
- El código P (Precisión Code), de uso militar, con una frecuencia 10 veces superior al código C/A.
- El código Y, que se envía encriptado en lugar del código P cuando está activo el modo de operación .

Los satélites transmiten la información en dos frecuencias:

- Frecuencia portadora L1, a 1575.42 MHz., transmite los códigos C/A y P.
- Frecuencia portadora L2, a 1227.60 MHz., transmite información militar modulada en código P.

El satélite transmite además una señal de 50 Hz. en ambas portadoras L1 y L2, que incluye las efemérides y las correcciones por desviación de sus relojes, dentro de sus lineamientos y parámetros ya establecidos por el equipo ya mencionado.

2.2.3 Niveles de Servicio GPS

El sistema GPS proporciona dos niveles diferentes de servicio que separan el uso civil del militar:

- Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS, Standard Positioning Service). Precisión normal de posicionamiento civil obtenida con la utilización del código C/A de frecuencia simple.
- Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS, Precise Positioning Service).

Este posicionamiento dinámico es el de mayor precisión, basado en el código P de frecuencia dual, y solo está accesible para los usuarios autorizados.

2.3 FUENTES DE ERROR EN LOS GPS

A continuación se describen las fuentes de error que en la actualidad afectan de forma significativa a las medidas realizadas con el GPS:"

• Perturbación ionosférica

La ionosfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.

- **Fenómenos meteorológicos.**

En la troposfera, cuna de los fenómenos meteorológicos, el vapor de agua afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad. Los errores generados son similares en magnitud a los causados por la ionosfera, pero su corrección es prácticamente imposible.

- **Imprecisión en los relojes.**

Los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.

- **Interferencias eléctricas imprevistas.**

Las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Si el error es grande resulta fácil detectarlo, pero no sucede lo mismo cuando las desviaciones son pequeñas y causan errores de hasta un metro.

- **Error multisenda.**

Las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor. Los receptores modernos emplean técnicas avanzadas de proceso de señal y antenas de diseño especial para minimizar este error, que resulta muy difícil de modelar al ser dependiente del entorno donde se ubique la antena GPS.

- **Topología receptor-satélite.**

Los receptores deben considerar la geometría receptor-satélites visibles utilizada en el cálculo de distancias, ya que una determinada configuración espacial puede aumentar o disminuir la precisión de las medidas. Los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia (dilución de la precisión geométrica).

Las fuentes de error pueden agruparse según que dependan o no de la geometría de los satélites. El error debido a la Disponibilidad Selectiva y los derivados de la imprecisión de los relojes son independientes de la geometría de los satélites, mientras que los retrasos ionosféricos, troposféricos y los errores multisenada dependen fuertemente de la topología. Los errores procedentes de las distintas fuentes se acumulan en un valor de incertidumbre que va asociado a cada medida de posición GPS.

2.3.1 Cuantificación de la incertidumbre en localización GPS

Debido a las múltiples fuentes de error anteriormente comentadas, los receptores GPS posicionan con un cierto grado de incertidumbre. Ofrecen una estimación de la posición, valor medio, a lo largo de un intervalo de tiempo con una determinada dispersión. De forma estándar se puede caracterizar esta dispersión mediante el error cuadrático medio (ECM) definido como la raíz cuadrada de la media de los errores al cuadrado, pudiendo referirse a una, dos o tres dimensiones.

En receptores GPS/GLONASS y DGPS los errores de posicionamiento, en un intervalo de horas se ajustan a una distribución normal, no ocurriendo así con el GPS en modo absoluto debido al error S/A. En los dos primeros casos, el error en las medidas sigue una distribución de probabilidad normal en cada eje, por lo que se pueden deducir las probabilidades asociadas a los mismos. Para análisis unidimensional, el valor de una medida se encuentra en el intervalo [valor medio $\pm 2\sigma$] en el 95% de los casos. En el caso bidimensional (ejes norte y este), el porcentaje de dispersión que está dentro de un círculo de radio ECM depende de la distribución, siendo del 98% en el caso circular.

Para las medidas GPS y GPS/GLONASS la distribución es elíptica, por lo que se aproxima a una distribución unidimensional, con probabilidad asociada del 95%. Siendo σ la desviación típica de la distribución Los fabricantes de GPS definen la precisión de las medidas de posición

obtenidas con sus receptores mediante el Error Circular Probable (CEP), que se define como el radio del círculo en el que se encuentra la estimación más probable de la posición en un porcentaje del 95% o CEP 95%, en asociación con el ECM y del 50% o CEP 50%.

2.3.2 Corrección de errores mediante técnicas diferenciales (DGPS)

En aplicaciones que no requieren gran precisión se puede utilizar un receptor con un único canal y bajo coste, que calcula la distancia a cuatro satélites en un intervalo de 2 a 30 segundos. Ahora bien, la precisión de las medidas se ve afectada por el movimiento del satélite durante el cómputo y por el tiempo que se tarda en obtenerlas posiciones, debido a lecturas repetitivas de todos los mensajes de la constelación.

El requerimiento de una localización precisa y continua en tiempo real, ha conducido al desarrollo de receptores con un mayor número de canales capaces de disminuir al máximo el error de localización utilizando los métodos de posicionamiento diferencial. Así, un receptor GPS ubicado en una posición conocida de la Tierra calcula su distancia a un conjunto de satélites; la diferencia entre la posición calculada y la localización exacta del receptor constituye el error en la medida.

Este error se transmite en un código predefinido (RTCM Radio Technical Commission Maritime) y cualquier usuario-receptor con capacidad de corrección diferencial puede acceder a él para corregir su posición. Esta técnica elimina prácticamente los errores S/A siempre que el receptor diferencial esté próximo a la base emisora de la corrección.

Las correcciones pueden enviarse desde una estación base propiedad de los usuarios, desde una estación base virtual (por ejemplo el servicio Omnistar) y vía estaciones de radio comerciales (Rasant). En todos estos casos el modo de operación del DGPS se denomina de área global ya que el error debido a cada satélite se procesa de modo individual.

2.4 APLICACIONES DE LOS GPS

Son múltiples los campos de aplicación de los sistemas de posicionamiento tanto como sistemas de ayuda a la navegación, como en modelización espacio atmosférico y terrestre o aplicaciones con requerimientos de alta precisión en la medida del tiempo. A continuación se detallan algunos de los campos civiles donde se utilizan en la actualidad sistemas GPS:

- **Estudio de fenómenos atmosféricos.**

Cuando la señal GPS atraviesa la troposfera el vapor de agua, principal causante de los distintos fenómenos meteorológicos, modifica su velocidad de propagación. El posterior análisis de la señal GPS es de gran utilidad en la elaboración de modelos de predicción meteorológica.

- **Localización y navegación en regiones inhóspitas.**

El sistema GPS se utiliza como ayuda en expediciones de investigación en regiones de difícil acceso y en escenarios caracterizados por la ausencia de marcas u obstáculos. Un ejemplo son los sistemas guiados por GPS para profundizar en el conocimiento de las regiones polares o desérticas.

- **Modelos geológicos y topográficos.**

Los geólogos comenzaron a aplicar el sistema GPS en los 80 para estudiar el movimiento lento y constante de las placas tectónicas, para la predicción de terremotos en regiones geológicamente activas.

- **Ingeniería civil.**

En este campo se utiliza la alta precisión del sistema GPS para monitorizar en tiempo real las deformaciones de grandes estructuras metálicas o de cemento sometidas a cargas.

- **Sistemas de alarma automática.**

Existen sistemas de alarma conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte de mercancías tanto contaminantes de alto riesgo como perecederas (productos alimentarios frescos y congelados). En este caso la generación de una alarma permite una rápida asistencia al vehículo.

- **Sincronización de señales.**

La industria eléctrica utiliza el GPS para sincronizar los relojes de sus estaciones monitoras a fin de localizar posibles fallos en el servicio eléctrico. La localización del origen del fallo se realiza por triangulación, conociendo el tiempo de ocurrencia desde tres estaciones con relojes sincronizados.

- **Guiado de disminuidos físicos.**

Se están desarrollando sistemas GPS para ayuda en la navegación de invidentes por la ciudad. En esta misma línea, la industria turística estudia la incorporación del sistema de localización en guiado de visitas turísticas a fin de optimizar los recorridos entre los distintos lugares de una ruta.

- **Navegación y control de flotas de vehículos.**

El sistema GPS se emplea en planificación de trayectorias y control de flotas de vehículos. La policía, los servicios de socorro (bomberos, ambulancias), las centrales de taxis, los servicios de mensajería, empresas de reparto, etc. organizan sus tareas optimizando los recorridos de las flotas desde una estación central. Algunas compañías ferroviarias utilizan ya el sistema GPS para localizar sus trenes, máquinas locomotoras o vagones, supervisando el cumplimiento de las señalizaciones.

- **Sistemas de aviación civil.**

El derribo del vuelo 007 de la compañía aérea coreana al invadir cielo soviético, por problemas de navegación, acentuó la necesidad de contar con la ayuda de un sistema preciso de localización en la navegación aérea.

Hoy en día el sistema GPS se emplea en la aviación civil tanto en vuelos domésticos, transoceánicos, como en la operación de aterrizaje. La importancia del empleo de los GPS en este campo ha impulsado, como se verá en la siguiente sección, el desarrollo en Europa, Estados Unidos y Japón de sistemas orientados a mejorar la precisión de los GPS.

- **Navegación desasistida de vehículos.**

Se están incorporando sistemas DGPS como ayuda en barcos para maniobrar de forma precisa en zonas de intenso tráfico, en vehículos autónomos terrestres que realizan su actividad en entornos abiertos en tareas repetitivas, de vigilancia en medios hostiles (fuego, granadas, contaminación de cualquier tipo) y en todos aquellos móviles que realizan transporte de carga, tanto en agricultura como en minería o construcción.

La alta precisión de las medidas ha permitido importantes avances en el espacio en órbitas bajas y así tareas de alto riesgo de inspección, mantenimiento y ensamblaje de satélites artificiales pueden ahora realizarse mediante robots autónomos.

2.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS

El sistema se compone de 24 satélites distribuidos en seis órbitas polares diferentes, situadas a 2,169 kilómetros (11 000 millas) de distancia de la Tierra; cada satélite la circunvala dos veces cada 24 horas. Por encima del horizonte siempre están “visibles” para los receptores GPS por lo menos 4 satélites, de forma tal que puedan operar correctamente desde cualquier punto de la Tierra donde se encuentren situados.

Una representación de la cantidad de satélites vista por los receptores GPS está en la figura siguiente, que en ese punto de la tierra el receptor GPS recibe la señal de 12 satélites.

Los receptores GPS detectan, decodifican y procesan las señales que reciben de los satélites para determinar el punto donde se encuentran situados y son de dos tipos: portátiles y fijos. Los portátiles pueden ser tan pequeños como algunos teléfonos celulares o móviles. Los fijos son los que se instalan en automóviles o coches, embarcaciones, aviones, trenes, submarinos o cualquier otro tipo de vehículo.

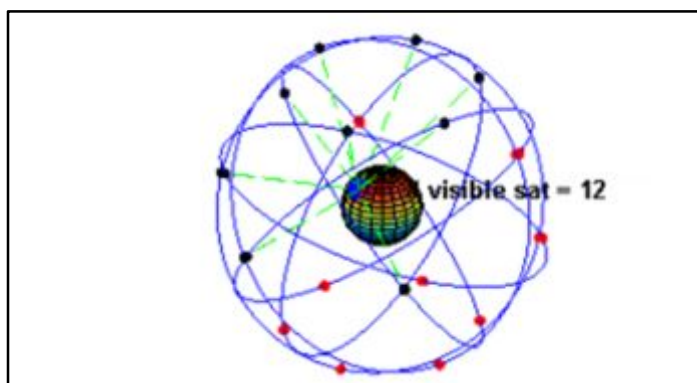


Figura 18 Representación de recepción de señal GPS en un punto de la tierra.

Fuente (Gonzalez, 2014)

El monitoreo y control de los satélites que conforman el sistema GPS se ejerce desde diferentes estaciones terrestres situadas alrededor del mundo, que rastrean su trayectoria orbital e introducen las correcciones necesarias a las señales de radio que transmiten hacia la Tierra.

Esas correcciones benefician la exactitud del funcionamiento del sistema, como por ejemplo las que corrigen las distorsiones que provoca la ionosfera en la recepción de las señales y los ligeros cambios que introducen en las órbitas la atracción de la luna y el sol.

El funcionamiento del sistema GPS se basa, al igual que los sistemas electrónicos antiguos de navegación, en el principio matemático de la triangulación. Así, para calcular la posición de un punto, será necesario que el receptor GPS determine la distancia que lo separa de los satélites.

Con la aplicación del principio matemático de la triangulación se puede conocer el punto o lugar donde se encuentran situados, e incluso rastrear y ubicar el origen de una transmisión por ondas de radio. El sistema GPS utiliza el mismo principio, pero en lugar de emplear círculos o líneas rectas crea esferas virtuales o imaginarias para lograr el mismo objetivo.

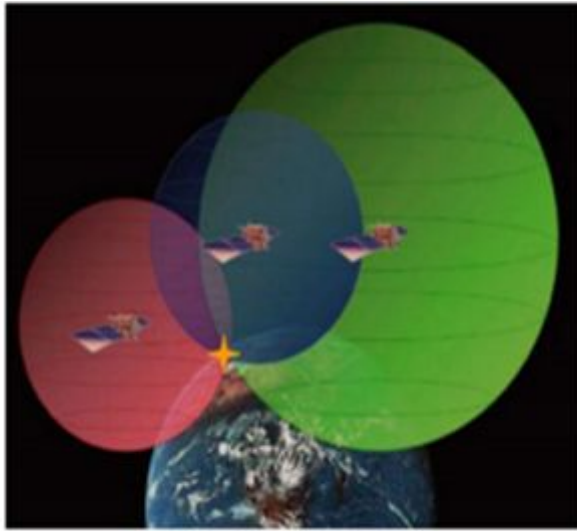


Figura 19 Representaciones de la señal de tres satélites GPS
Fuente (Gonzalez, 2014)

Desde el mismo momento que el receptor GPS detecta una señal de radiofrecuencia transmitida por un satélite desde su órbita, se genera una esfera virtual o imaginaria que envuelve al satélite. El propio satélite actuará como centro de la esfera cuya superficie se extenderá hasta el punto o lugar donde se encuentre situada la antena del receptor; por tanto, el radio de la esfera será igual a la distancia que separa al satélite del receptor.

A partir de ese instante el receptor GPS medirá las distancias que lo separan como mínimo de dos satélites más. Para ello tendrá que calcular el tiempo que demora cada señal en viajar desde los satélites hasta el punto donde éste se encuentra situado y realizar los correspondientes cálculos matemáticos.

En la figura anterior, se mostró la forma de cómo se interceptan las esferas imaginarias para determinar la posición del receptor GPS. Todas las señales de radiofrecuencias están formadas por ondas electromagnéticas que se desplazan por el espacio de forma concéntrica a partir de la antena transmisora. Debido a esa propiedad las señales de radio se pueden captar desde cualquier punto situado alrededor de una antena transmisora.

Las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz, es decir, 300 mil kilómetros por segundo (186 mil millas por segundo) medida en el vacío, por lo que es posible calcular la distancia existente entre un transmisor y un receptor si se conoce el tiempo que demora la señal en viajar desde un punto hasta el otro. Para medir el momento a partir del cual el satélite emite la señal y el receptor GPS la recibe, es necesario que tanto el reloj del satélite como el del receptor estén perfectamente sincronizados.

El satélite utiliza un reloj atómico de cesio, extremadamente exacto, pero el receptor GPS posee uno normal de cuarzo, no tan preciso. Para sincronizar con exactitud el reloj del receptor GPS, el satélite emite cada cierto tiempo una señal digital o patrón de control junto con la señal de radiofrecuencia. Esa señal de control llega siempre al receptor GPS con más retraso que la señal normal de radiofrecuencia.

El retraso entre ambas señales será igual al tiempo que demora la señal de radiofrecuencia en viajar del satélite al receptor GPS. La distancia existente entre cada satélite y el receptor GPS la calcula el propio receptor realizando diferentes operaciones matemáticas. Para hacer este cálculo el receptor GPS multiplica el tiempo de retraso de la señal de control por el valor de la velocidad de la luz.

Si la señal ha viajado en línea recta, sin que la haya afectado ninguna interferencia por el camino, el resultado matemático será la distancia exacta que separa al receptor del satélite. Las ondas de radio que recorren la Tierra

lógicamente no viajan por el vacío sino que se desplazan a través de la masa gaseosa que compone la atmósfera; por tanto, su velocidad no será exactamente igual a la de la luz, sino un poco más lenta.

Existen también otros factores que pueden influir también algo en el desplazamiento de la señal, como son las condiciones atmosféricas locales, el ángulo existente entre el satélite y el receptor GPS, etc.

Para corregir los efectos de todas esas variables, el receptor se sirve de complejos modelos matemáticos que guarda en su memoria. Los resultados de los cálculos los complementa después con la información adicional que recibe también del satélite, lo que permite mostrar la posición con mayor exactitud.

Para ubicar la posición exacta donde se está ubicado, el receptor GPS tiene que localizar por lo menos 3 satélites que le sirvan de puntos de referencia. Para detectar también la altura a la que se encuentra situado el receptor GPS sobre el nivel del mar, tendrá que medir adicionalmente la distancia que lo separa de un cuarto satélite y generar otra esfera virtual que permitirá determinar esa medición.

Si por cualquier motivo el receptor falla y no realiza las mediciones de distancias hasta los satélites de forma correcta, las esferas no se interceptan y en ese caso no podrá determinar, ni la posición, ni la altura.

El DGPS (Differential GPS), o GPS diferencial, es un sistema que proporciona a los receptores GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada. Se concibió fundamentalmente debido a la introducción de la disponibilidad selectiva (SA).

El fundamento radica en el hecho de que los errores producidos por el sistema GPS afectan por igual (o de forma muy similar) a los receptores situados próximos entre sí. Los errores están fuertemente correlacionados en los receptores próximos.

Un receptor GPS fijo en tierra (referencia) que conoce exactamente su posición basándose en otras técnicas, recibe la posición dada por el sistema GPS, y puede calcular los errores producidos por el sistema GPS, comparándola con la suya, conocida de antemano.

Este receptor transmite la corrección de errores a los receptores próximos a él, y así estos pueden, a su vez, corregir también los errores producidos por el sistema dentro del área de cobertura de transmisión de señales del equipo GPS de referencia.

2.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se entiende por levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera; lo resumen como “el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que conforman una extensión de tierra”. (Torres & Villate, 2014)

En los últimos años, la aparición de los levantamientos por satélite que pueden ser operados de día o de noche incluso con lluvia y que no requiere de líneas de visual libres entre estaciones, ha representado un gran avance respecto a los procedimientos de levantamientos convencionales, que se basan en la medición de ángulos y distancias para la determinación de posiciones de puntos. (Wolf & Brinker, 2013)

La aparición de nuevas tecnologías persigue prioritariamente mejorar la captura y registro de datos como es el caso de las libretas electrónicas que permite transformar esos datos en información en formatos digitales y gráficos. Aun cuando las nuevas tecnologías han impactado en el cómo se capturan y se procesan los datos, el conjunto de las actividades que contempla el levantamiento topográfico, la selección de equipos, planificación, señalización y captura de datos. (Pachas, 2009)

2.6.1 Equipos Topográficos

En el presente trabajo se propone al GPS y a la Estación Total como equipos topográficos a ser utilizados en el levantamiento, es por tanto necesario que el usuario conozca los principios de funcionamiento de ambos; la información aquí presentada tiene como objetivo proporcionar al usuario una visión general de dichos principios. Para conocer en detalle su uso y manejo se deberá consultar los respectivos manuales del usuario, los cuales son suministrados por las casas comerciales al momento de su adquisición.



Figura 20 Vista aérea zona de riesgos satélite
Fuente (Google maps, 2016)

2.7 DISEÑO CAD

El concepto de Diseño Asistido por Computadora (CAD– Computer Aided Design), representa el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador definir el producto a fabricar.

En un programa de delineación y dibujo de detalle 2D y diseño 3D utilizado por la mayoría de diseñadores y proyectistas en el mundo entero. Uno de los más utilizados el AutoCAD, debido a su gran número de funciones y mejores que se le han presentado a través de todos sus actualizaciones. (StudyLib, 2014)

2.7.1 Inicios del AutoCAD

CAD fue desarrollado por primera vez en la década de los sesentas. Sin embargo, había muy pocos usuarios CAD al principio porque estos eran muy costosos y difíciles de utilizar. Las computadoras que ejecutaban los programas CAD eran grandes maquinas voluminosas y costosas que ocupaban habitaciones completas.

Gracias a la evolución de las computadoras, CAD se volvió más fácil de utilizar y más accesibles para usuarios con computadoras comunes y corrientes.

AutoCAD fue introducido en 1982. este podía ejecutarse en sistemas IBM XT con 540 K de RAM y DOS. Las primeras versiones eran simples herramientas para generar dibujos bidimensionales básicos. Además, eran demasiada lenta e incorporaban solo lo más básico para incorporar bocetos. AutoCAD, sin embargo, a pesar de todas estas limitaciones, fue un éxito debido a que proporcionaba una manera a bajo costo para entrar al mundo del CAD.

Otros programas CAD requerían una considerable inversión económica en el sistema de la computadora donde se deseaba ejecutar. Gracias a la

facilidad de obtener una computadora personal, cualquier persona puede utilizar el AutoCAD como una forma de comunicar ideas. AutoCAD se convirtió en unas herramientas que todos pueden obtener y usar.

2.7.2 Ventajas del AutoCAD

La versatilidad del sistema lo ha convertido en un estándar general, sobretodo porque permite: Dibujar de una manera ágil, rápida y sencilla, con acabado perfecto y sin las desventajas que se encuentran si se ha de hacer a mano. Permite intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños, sobretodo en el campo de las tres dimensiones. Con herramientas para gestión de proyectos se puede compartir información de manera eficaz e inmediata. Esto es muy útil sobretodo en ensamblajes, contrastes de medidas, etc.

Es importante en el acabado y la presentación de un proyecto o plano, ya que tiene herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como, lo más importante, en información, que ha de ser muy clara. Para esto se tiene la herramienta de acotación, planos en 2D a partir de 3D, cajetines, textos, colores, etc.

Un punto importante para AutoCAD es que se ha convertido en un estándar en el diseño por ordenador debido a que es muy versátil, pudiendo ampliar el programa base mediante programación (Autolisp, DCL, Visual Basic, etc.). (Sabater, 2005)

2.7.3 Parámetros iniciales en AutoCAD

- Fundamentos del entorno del programa. Ventana de ayuda, ventana gráfica, funciones de ayuda.
- Menús desplegables, en cascada de pantalla. Formatos. Organización de las entidades del dibujo, según capa, tipo de línea, paleta de colores, etc. Determinación de unidades de trabajo. Escalas, límites, grilla, coordenadas forzadas. Dibujos prototipos.

- Comando de dibujos genéricos: líneas, círculos, arcos, poli línea, multilínea, arandela, tipos de polígonos, rectángulo, elipse, arcos elípticos, sólidos. Introducción de líneas de construcción y filtros.

2.7.4 Diseño en 2D

- Sistemas de coordenadas. Precisión en la fijación de puntos. Sistema absoluto, relativo y polar.
- Sistemas de coordenadas del usuario. Uso de los distintos sistemas de coordenadas, herramientas que otorgan exactitud en el dibujo.
- Comandos de visualización. Creación de vistas asimilándose a cámaras; nombrar vistas, vistas predeterminadas. Destruir, restaurar, numerar, división de múltiples pantallas.
- Modos de selección. Modos de referencia a entidades.
- Comando de edición básicas.

2.7.5 Técnicas de edición del dibujo 2D

- Comandos de edición avanzados. Introducción de técnicas y trucos para lograr mayor eficiencia.
- Combinación de comandos.
- Comando de edición aplicados en forma productiva.
- Técnicas de espacio papel.
- Uso de bloques. Creación y exportación de bloques.
- Comandos de inquisición: Área, perímetro, centro de mas, distancia entre puntos, incluso de todo el dibujo mismo como una totalidad.

2.7.6 Características avanzadas en AutoCAD

- Dimensionados. Tipos de dimensionados: lineal, angular, diametral, radial, ordinal. Términos de las cotas.
- Estilos de acotación. Manipulación de variables. Ajuste del estilo de cota a los requerimientos del dibujo.
- Estilos de texto. Modos de justificación, alineamiento. Creación de estilos y uso de fuentes.

- Caracteres especiales.
- Importación y exportación de archivos según su utilidad.
- Composición y ploteo de planos. Compresión y uso de escalas.

2.7.7 Modelado geométrico 3D

Descripción analítica de la volumetría, contornos y dimensiones de un objeto sistema, incluyendo relaciones geométricas e incluso algebraicas entre los distintos componentes.

- Proyecciones bidimensionales del objeto o sistema: obtención de vistas, secciones, perspectivas, detalles, etc.; automáticamente.
- Modelado de superficie.
- Creación de modelos tridimensionales usando extrusión, primitivas y revolución.
- Uso de operadores booleanos para sumar, restar e interceptar partes de modelos. Sirve para moldear diversas regiones.
- Manipulación de sólidos.
- Redondeo de vértices.
- Separación de sólidos.
- Creación de piezas mecánicas.
- Manipulación de vistas.
- Vistas isométricas.

2.7.8 Descripción de la pantalla de AutoCAD

- **Barra de menús:** Permiten acceder a los comandos de AutoCAD de la misma manera que en el resto de aplicaciones Windows. Algunos de los comandos muestran una pequeña flecha, eso quiere decir que contienen un submenú que se abrirá si se mantiene el cursor del ratón sobre el elemento del menú. En la barra de estado se obtendrá una pequeña descripción de la utilidad de cada comando según se vaya seleccionándolos.
- **Barras de herramientas:** AutoCAD posee muchas de estas barras, por lo que tan sólo se visualizan por defecto un pequeño número de ellas,

posibilitan el acceder a cada una de las órdenes de AutoCAD de una forma más rápida. Algunos de los botones contienen una pequeña flecha en su esquina inferior derecha: eso quiere decir que a su vez contienen otra barra de botones desplegable. Para abrirla basta con hacer clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono y mantener el botón pulsado. Para visualizar una barra de herramientas, hacer clic con el botón derecho del ratón sobre cualquiera de las barras de herramientas. Se presentará un menú contextual donde se podrá escoger la barra de herramientas que se quiera activar o desactivar.

- **Área de dibujo:** Es el espacio en el que realizarás el dibujo, donde se trabajará. En AutoCAD se podrá tener activos simultáneamente varias de estas ventanas; Interesa siempre tener el máximo de espacio de dibujo para trabajar cómodamente.

- **Icono del SCP:** SCP significa "sistema de coordenadas personales". Representa la ubicación de los ejes X, Y, Z en el dibujo. Es fundamental para el trabajo en tres dimensiones.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE LA UGT

La estructura organizacional representa la distribución formal de las dependencias que integran su composición orgánica, determinando de manera coordinada la cadena escalar que respeta la autoridad y responsabilidad expresadas a través de jerarquías, niveles y grados que la conforman. (Silva, 2009)

El desarrollo organizacional es una estrategia que implica la reestructuración de los sistemas tradicionales de la organización y que lleva implícita la idea de participación y desarrollo de las personas mediante la educación y la aplicación de ciencias del comportamiento. (Jose, 2014)

Por lo tanto se toma en cuenta un nivel jerárquico representando la organización de la Unidad de Gestión de Tecnologías, el nivel de mando que permite darse cuenta, por medio de un dispositivo complementario, de las distintas relaciones, conexiones y coordinaciones que deben existir entre los elementos componentes del mismo, teniendo como su máxima autoridad el Director de la UGT.



**Figura 21 Vista de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.
Fuente (Unidad de Gestion de Tecnologias ESPE, 2016)**

3.1.1 Mapa Georeferencial

La ubicación georeferencial con latitud $0^{\circ}55'04.5''$ S y longitud $78^{\circ}37'15.4''$ W la información está tomada con la utilización de GPS.



Figura. 22 Ubicación Georeferenciada de la UGT
Fuente (Google maps, 2016)

3.2 BASE LEGAL

Para dar cumplimiento al Procedimiento de evaluación de riesgos, en cuanto a establecer los lineamientos para un proceso sistemático de identificación continua de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles relacionados a la Seguridad y Salud Ocupacional en las actividades e instalaciones relacionadas con los procesos de la Unidad de Gestión de Tecnologías “UGT - ESPE”.

- Decreto 2393 art. 15 Numeral 2 literal a) y b). Sobre el reconocimiento y evaluación de riesgos.
- Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Capítulo III, Art. 11, Literal b) y c).
- Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo, Art. 1 literal b). Que trata sobre la Gestión Técnica y la evaluación de riesgos.

3.3 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

La metodología del análisis se realiza a través de etapas toma de datos la que deben satisfacer la necesidad de identificación, medición y evaluación de las rutas proceso realizado en las vías y calles del sector hasta llegar a un punto de encuentro determinado.

La siguiente etapa consiste en la utilización del GPS para proceder a georeferenciar la ruta que se tomará en la evacuación de ser necesaria. La preparación de equipo de toma de datos GPS es importante para la siguiente etapa donde se inicia de manera cronológica y siempre consta lo siguiente:

- Calibrar el GPS del presente proyecto de investigación.
- Encender el equipo,
- Comprobar el estado
- Determinar el factor de respuesta;
- Configurar el intervalo de medición,
- Determinar el tipo de medición,
- Crear un evento nuevo,
- Escoger pantalla,
- Empezar la medición.

3.3.1 Levantamiento con GPS

Las actividades relacionadas al levantamiento topográfico han sido modificadas tremendamente durante las pasadas décadas por la incorporación de instrumentos de última tecnología entre los que se puede mencionar el GPS.

Es necesario resaltar que la característica de mayor importancia en esta modificación se evidencia en el proceso de captura, almacenamiento, cálculo y transmisión de los datos de campo, así como en la representación gráfica de los mismos; esto ha traído como consecuencia la posibilidad de obtener un producto final con mayor precisión y rapidez.

El uso que el profesional de la Ingeniería hace de la topografía tiene básicamente que ver con la definición de linderos y con el desarrollo de proyectos de infraestructura tales como urbanismos, carreteras, puentes, obras hidráulicas, acueductos, alcantarillado, riego y drenaje, etc.

Por lo tanto se hace necesario incorporar a los cursos de Topografía la enseñanza de los fundamentos y prácticas necesarias para que los estudiantes adquieran estos conocimientos y desarrollen las habilidades y destrezas que les permitan el manejo instrumental de equipos como el GPS.

3.3.2 Principios básicos de funcionamiento

El sistema GPS funciona mediante unas señales de satélite codificadas que pueden ser procesadas en un receptor GPS permitiéndole calcular su posición, velocidad y tiempo.

Se utilizan cuatro señales para el cálculo de posiciones en tres dimensiones y ajuste de reloj del receptor. Aunque los receptores GPS utilizan tecnología punta, los principios básicos de funcionamiento son sencillos y se podría resumir en los cuatro apartados siguientes.

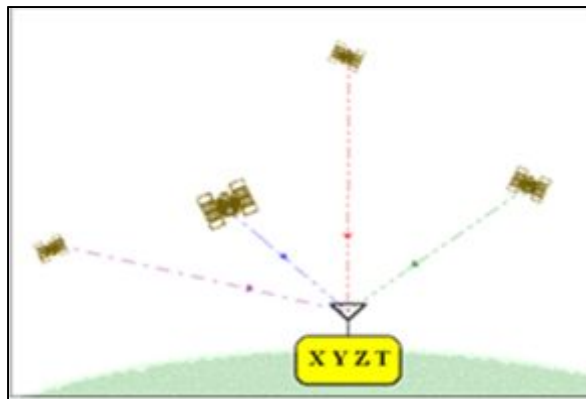


Figura 23 Ubicación satélites
Fuente (Positional Accuracy Handbook, 2007)

3.3.3 Triangulación: la base del sistema

El principio básico fundamental en el funcionamiento del sistema GPS, consiste en utilizar los satélites de la constelación NAVSTAR situados en distintas órbitas en el espacio, como puntos de referencia precisa para determinar nuestra posición en la superficie de la Tierra.

Esto se consigue obteniendo una medición muy precisa de nuestra distancia hacia al menos tres satélites de la constelación, pudiéndose así realizar una “triangulación” que determine nuestra posición en el espacio.

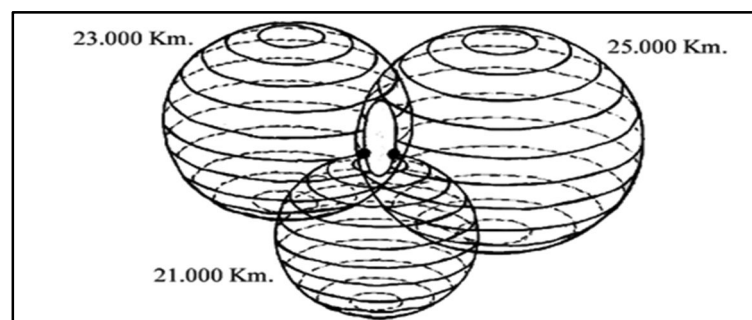


Figura 24 Rango de cobertura de los satélite
Fuente (Positional Accuracy Handbook, 2007)

De todas formas, si se quiere ser absolutamente técnico, la trigonometría dice que se necesita las distancias a cuatro satélites para situarse sin ambigüedad. Pero en la práctica se tiene suficiente con solo tres.

3.3.4 Medición de las distancias

El sistema GPS funciona midiendo el tiempo que tarda una señal de radio en llegar hasta el receptor desde un satélite y calculando luego la distancia a partir de ese tiempo.

$$\text{DISTANCIA} = \text{VELOCIDAD DE LA LUZ} \times \text{TIEMPO}$$

Las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz: 300.000 km/sg en el vacío. Así, si se puede averiguar exactamente cuándo se recibe esa señal de radio, se podrá calcular cuánto tiempo ha empleado la señal en llegar hasta el punto. Por lo tanto, solo falta multiplicar ese tiempo en segundos por la velocidad de la luz (300.000 km/s) y el resultado será la distancia al satélite.

La clave de la medición del tiempo de transmisión de la señal de radio, consiste en averiguar exactamente cuando partió la señal del satélite. Para lograrlo se sincronizan los relojes de los satélites y de los receptores de manera que generen la misma señal exactamente a la misma hora. Por tanto, todo lo que hay que hacer es recibir la señal desde un satélite determinado y compararla con la señal generada en el receptor para calcular el desfase. La diferencia de fase será igual al tiempo que ha empleado la señal en llegar hasta el receptor.

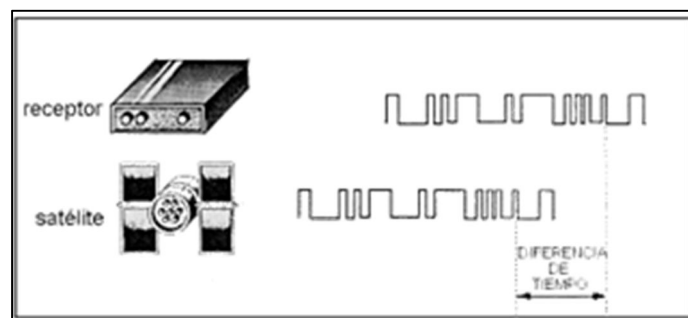


Figura 25 Satélite y receptor
Fuente (Aplicaciones del GPS, 2015)

La señal generada tanto en los satélites como en los receptores consiste en conjuntos de códigos digitales complejos. Estos códigos se han hecho complicados a propósito, de forma que se les pueda comparar fácilmente sin ambigüedad. De todas formas, los códigos son tan complicados que su aspecto es el de una larga serie de impulsos aleatorios.



Figura 26 Impulsos en secuencias
Fuente (Positional Accuracy Handbook, 2007)

Estos impulsos no son realmente aleatorios, sino que se trata de secuencias “pseudoaleatorias” cuidadosamente elegidas que en verdad se repiten cada milisegundo. Por lo que se conocen con el nombre de código “pseudoaleatorio” (PRN, Pseudo Random Noise).

3.3.5 Obtención de un perfecto sincronismo

Puesto que se sabe que las señales de radio transmitidas por los satélites GPS viajan a la velocidad de nuestro receptor de tan solo 1/100 de segundo, provocaría una desviación en la medición de la distancia de 3.000 Km. La trigonometría nos dice que si tres mediciones perfectas sitúan un punto en el espacio tridimensional, entonces cuatro mediciones imperfectas pueden eliminar cualquier desviación de tiempo (siempre que la desviación sea consistente).

En el caso general de posicionamiento en tres dimensiones, se necesita hacer como mínimo cuatro mediciones de distancia, para eliminar cualquier error producido por falta de sincronismo entre relojes.

Por lo tanto, será imposible conseguir un posicionamiento verdaderamente preciso, si no se dispone de por lo menos cuatro satélites sobre el horizonte circundante.

3.3.6 Conocimiento de la posición de los satélites

Los satélites GPS no transmiten únicamente un “mensaje de tiempo”, sino que también transmiten un “mensaje de datos” que contiene información sobre su órbita exacta y la salud del sistema. Un buen receptor GPS, utiliza esta información junto con la información de su almanaque interno, para definir con precisión la posición exacta de cada uno de los satélites.

3.4 DILUCIÓN DE LA PRECISIÓN Y VISIBILIDAD

La geometría de los satélites visibles es un factor importante a la hora de conseguir una buena precisión en el posicionamiento de un punto. Dicha geometría cambia con el tiempo como consecuencia del movimiento orbital de los satélites en el espacio (puesto que no son geoestacionarios). El factor que mide la bondad de esta geometría es el denominado factor de dilución de la precisión (DOP, Dilution Of Precision).

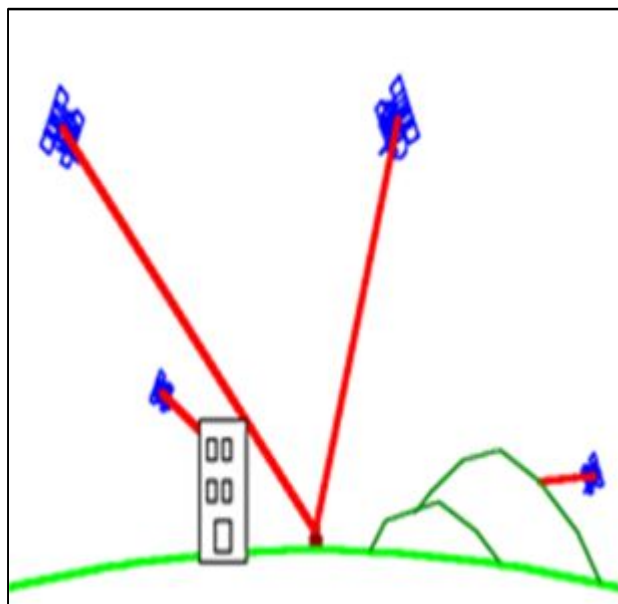


Figura 27 Posicionamiento satélites
Fuente (Positional Accuracy Handbook, 2007)

Para evitar la oclusión de las señales, la DOP se calcula utilizando los satélites que realmente son visibles. Los efectos combinados de la dilución de la precisión en posición y tiempo se denominan GDOP (Geometric Dilution Of Precision), dilución de la precisión geométrica.

3.5 GPS DIFERENCIAL (DGPS)

El GPS Diferencial consigue eliminar la mayoría de los errores naturales y causados por el usuario que se infiltran en las mediciones normales con el GPS. Estos errores son pequeños, pero para conseguir el nivel de precisión requerido por algunos trabajos de posicionamiento es necesario minimizar todos los errores por pequeños que sean. Para realizar esta tarea es necesario tener dos receptores operando simultáneamente.

El receptor de “referencia” permanece en su estación y supervisa continuamente los errores, y después transmite o registra las correcciones de esos errores con el fin de que el segundo receptor (receptor itinerante que realiza el trabajo de posicionamiento) pueda aplicar dichas correcciones a las mediciones que está realizando, bien sea conforme las realiza en tiempo real, o posteriormente.

3.6 OBSERVACIONES DE CAMPO

El sistema GPS presenta un conjunto de técnicas de localización con diversos niveles de precisión. Los procesos presentados a continuación se refieren exclusivamente a la utilización de las medidas de fases en las ondas portadoras emitidas por los satélites del sistema. El tratamiento de estas observaciones se efectúa obligatoriamente en método diferencial, de manera que se eliminen los “ruidos” sistemáticos relacionados con los satélites y receptores.

El sistema GPS presenta un conjunto de técnicas de localización con diversos niveles de precisión. Los procesos presentados se refieren exclusivamente a la utilización de las medidas de fases en las ondas

portadoras emitidas por los satélites del sistema. El tratamiento de estas observaciones se efectúa en método diferencial, de manera que si se eliminan los “ruidos” sistemáticos relacionados con los satélites y receptores

3.6.1 Procesos comunes para los levantamientos con GPS

• La calibración

El procedimiento habitual es el del intercambio de antenas en una línea base de algunos metros, preferentemente conocida. Las mediciones efectuadas con una redundancia suficiente permiten definir un “offset” por antena y por frecuencia (L1/L2), asociado a una desviación típica, que se introduce en los cálculos de las líneas base.

• La instalación

La experiencia demuestra que la instalación incorrecta es a menudo el principal motivo de error en los métodos de posicionamiento con GPS.

Centrado: Las antenas se centran con un sistema de plomo óptico controlado con regularidad.

Orientación: Las antenas están siempre orientadas hacia el norte geográfico, obtenido con una brújula.

3.6.2 Altura de antena

Se efectúan tres mediciones de la distancia oblicua marca/borde de plano de absorción. Dicha etapa permite controlar la horizontalidad del plano de la antena, así como, en menor medida, la calidad del centrado. Se ejecutan en dos unidades, centímetros (con una precisión milimétrica) y pulgada, para evitar el riesgo de un error grave (típicamente el decímetro). Cada uno de estos tres elementos mencionados se controla al inicio y al final de los periodos de medición.

3.6.3 Recomendaciones

En cuanto a las estaciones GPS, deben reunir las siguientes condiciones:

- La elevación de la máscara se refiere a la menor elevación, en grados, a la que un receptor puede seguir a un satélite. Se fija normalmente un cielo despejado sobre los 10° desde el horizonte para evitar los efectos atmosféricos y la interferencia causada por objetos cercanos y los efectos de multe trayectoria de la onda, aunque la elevación de la máscara estándar es de 15° .
- El uso del GPS no es recomendable en las zonas urbanas, debido a las interferencias como:
 - Las instalaciones eléctricas con 8 cables de alta tensión y transformadores.
 - Las superficies reflectoras de la señal a menos de 50 metros de la estación (como espejos de agua, estructuras metálicas, techos planos metálicos, edificios); ya que estos provocan el efecto multi trayectoria de la onda.
 - Las antenas de telecomunicaciones (radio, televisión, teléfono,...)
- Se debe asegurar de la configuración correcta de los satélites al momento de las observaciones. Esta información es dada por GDOP (Geometric Dilution Of Precisión) que corresponde a la pérdida de precisión durante las observaciones. Este GDOP debe ser siempre inferior a 6.

Lo más recomendable en el área urbana es la combinación de equipo GPS con Estación total, en cuanto a amarres y establecimientos de puntos de control.

3.7 MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO CON GPS

Los topógrafos deberán utilizar por lo menos 2 receptores GPS (modo diferencial), para una sesión de observación cuyo uno debe estar fijo en todos los métodos. El CNR podrá proponer a los usuarios estaciones fijas con observaciones continuas.

3.7.1 Método estático

Los receptores se quedan fijos sobre las respectivas estaciones. Es el método de posicionamiento clásico de observación de medidas de líneas base superior a 15 km con el máximo de precisión. La medición estática, ha sido durante años el soporte principal de GPS. Es la más sencilla pero la más lenta; por lo general se requiere de 1 a 2 horas de medición o más según la longitud de las líneas bases.

A mayor distancia corresponde más tiempo de observación, la relación es directamente proporcional. Esta técnica de medición no es recomendable para levantamientos topográficos, ya que sus usos es para Geodesia pura como por ejemplo la determinación de redes geodesia de alta precisión, el establecimiento de puntos de control, los estudios de deformación de volcanes, etc.

3.7.2 Método estático rápido

Este método se utiliza cuando no se puede llevar a cabo el método estático. Se puede utilizar 4 satélites para cada una de las posiciones búsquedas. Con este se tiene un poco más flexibilidad que con el estático, pero se tiene que observar cada punto una segunda vez con un intervalo de por lo menos una hora.

3.8 PRECISIÓN

3.8.1 Planimetría

Se espera alcanzar precisiones del orden del centímetro, según la longitud de la línea base. Por seguridad, se aceptaran solamente resultados obtenidos con uno de los tres métodos precedentes, según los parámetros siguientes:

Método	Línea Base (Km)	Número de satélites	GDOP	Tiempo de observación	Intervalo (seg)	Precisión Teórica
Estático	De 5 a 15	4-5	< 6	De 30 a 45 min	15	± 1cm / 5 km
	De 15 a 50	4-5	< 6	De 60 a 90 min		
	De 50 a 100	4-5	< 6	De 1.5 a 2.5 h		
	Superior a 100	5-5	< 6	Hasta 4 horas		
Estático rápido	De 0 a 5	5	<6	De 5 a 10 min	5	
	De 5 a 10	5	<6	De 10 a 15 min		
	De 10 a 15	5	<6	De 15 a 20 min		
Reocupación	De 0 a 5	4	<8	De 5 a 10 min	Variable	
	De 5 a 10	4	<8	De 10 a 15 min		
	De 10 a 15	4	<8	De 15 a 20 min		

Figura 28 Métodos de precisión
Fuente (Aplicaciones del GPS, 2015)

3.8.2 Altimetría

La precisión altimétrica generada por los GPS está todavía en estudio. Se pretende llevar a cabo el proyecto sobre la elaboración de una carta de ondulaciones Geoide – Elipsoide para hacer la transformación de alturas elipsoidales a orto métricas.

No se debe confundir la altura generada elipsoidal generada en las mediciones GPS, con las alturas orto métricas que corresponden a las alturas de nivel medio del mar.

De momento, para todos los trabajos de investigación se debe utilizar métodos tradicionales de trigonometría (con estación total) o diferencial (con nivel), a partir de bancos de marca disponibles en el IGN.

3.9 PROCESAMIENTO Y COMPENSACIÓN

3.9.1 Procesamiento

Cualquiera sea el tipo de receptor y el método de análisis de datos es importante recordar q las coordenadas calculadas corresponden al centro eléctrico de la antena del receptor, razón por la cual es fundamental medir con precisión la distancia entre esta antena y la marca q materializa el punto trigonométrico.

Al grado de tratamiento que debe darse a las observaciones GPS depende de la precisión buscada y del tipo de receptor empleado. Todos los receptores realizan algún tratamiento directo de las mediciones .

En general los datos de una marca de receptores no pueden ser leídos por los programas de cálculo de otra. Esto ha llevado al establecimiento de normas comunes para todas las marcas y tipos de observaciones conocidas como formato de intercambio de datos independiente de los receptores RINEX.

Al adquirirse un equipo es importante, entonces saber si su software contiene un programa que transforme los datos correspondientes al formato de la firma en formato RINEX. Esto permitirá que los datos que observa este receptor puedan ser compatibilizados con otros equipos o transferidos a otros usuarios o ser calculados con programas científicos que se basan en el formato RINEX. Por lo contrario si lo que se desea es hacer uso de los datos de otra marca de receptores se deberá contar con un programa que permita transformar los datos en formato RINEX el formato del programa que se dispone.

3.9.2 Compensación

La compensación de las observaciones GPS se ha planteado en diferentes programas con parametrización más o menos complejas. Estas van desde el simple promedio de coordenadas o componentes vectoriales hasta determinación de parámetros ligados a la ionosfera y/o la troposfera y algunas constantes instrumentales.

Desde el punto de vista práctico, los receptores más simples poseen programas que permiten solo un promedio de las coordenadas instantáneas. Una etapa más rica en información es aquella en q las componentes vectoriales son calculadas a partir del conjunto de las observaciones de una línea en la que ya incluye la matriz de las componentes del vector.

Los programas más complejos tratan simultáneamente todos los vectores de una sesión y calculan la matriz de varianza covarianza entre todas las componentes vectoriales y en general entre estas y las ambigüedades determinadas. El uso del programa de compensación adecuado permite obtener el óptimo resultado de las observaciones efectuadas.

3.10 VENTAJAS E INCONVENIENTES QUE PROPORCIONA UN TRABAJO CON GPS

Las ventajas de los trabajos con GPS aumentan día a día conforme mejoran los instrumentos. Sin embargo se puede citar unas cuantas ventajas frente a los trabajos realizados mediante instrumentos y métodos clásicos.

- Las condiciones meteorológicas adversas no son obstáculo para trabajar con GPS, ya sea niebla, lluvia, calima, polvo o nieve.
- No es necesario que el operador tenga que ver el blanco o la estación, según dónde se encuentre: la intervisibilidad entre estación y punto medido no es necesaria.
- Una sola persona puede realizar el trabajo. No es necesario que haya una persona en la estación y otra en el punto medido.
- La precisión de los trabajos es más homogénea, ya que el error el único en cada punto: no se van acumulando en un itinerario o radiación.
- Se puede trabajar con un equipo en un radio aproximado de unos 10 Km., frente a los 2.5 Km. que proporcionan las estaciones totales convencionales.
- Se puede trabajar sorteando obstáculos sin necesidad de establecer nuevas estaciones o puntos destacados.

Por otro lado los inconvenientes más relevantes:

- No es necesario realizar punterías.
- No es necesario comunicarse con el operario situado en el punto o la estación, ya que éste no existe.
- No hay que realizar cambios de estación continuamente.
- No es necesario realizar comprobaciones continuas cada vez que se estacione.

- Disminuye el número de errores o equivocaciones producidas por la intervención humana.
- No puede ser utilizado en obras subterráneas y a cielo cerrado.
- Tiene dificultades de uso en zonas urbanas, cerradas, con edificios altos y zonas arboladas y boscosas, debido a las continuas pérdidas de la señal de los satélites. Este problema, no obstante, se está solucionando, y de forma satisfactoria, con el uso combinado de las constelaciones GPS y GLONASS para mantener siempre cinco o más satélites sobre el horizonte.
- El desconocimiento del sistema. El sistema de posicionamiento por satélite es una gran herramienta, y de fácil uso, pero ello no lleva consigo eximirse de su conocimiento y del tratamiento de sus observables correctamente, ya que de lo contrario, se pueden obtener resultados poco satisfactorios en precisión y rendimiento.

3.11 MÉTODO DE MEDICIÓN

3.11.1 Instalación e GPS Navegador



Figura 29 GPS
Fuente (Lema, 2016)

3.11.2 Configuración del GPS Navegador Garmin

Se ingresó a la pantalla del Menú principal y se seleccionó el ícono Configurar, programando las unidades distancia, velocidad, dirección, altitud y velocidad vertical.

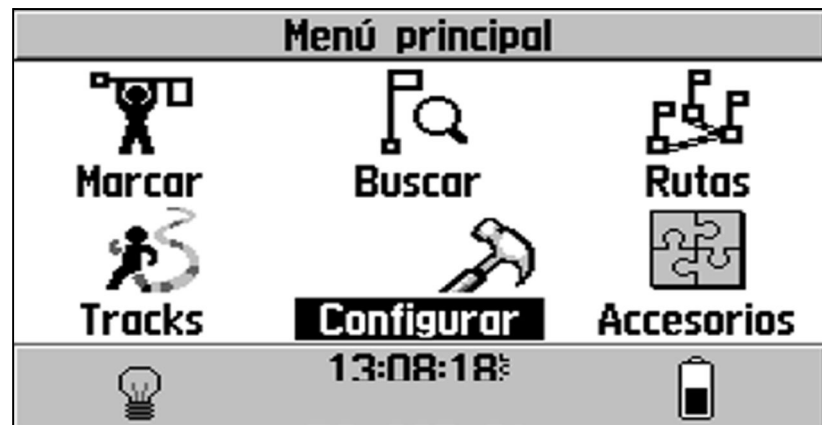


Figura 30 Menú principal GPS Navegador Garmin
Fuente (Lema, 2016)



Figura 31 Menú configuración GPS Navegador Garmin
Fuente (Lema, 2016)

Para el caso del Formato de posición se puede utilizar Grados, UTM y Datum WGS 84, siendo importante verificar siempre estos datos, al momento de comenzar con las mediciones.

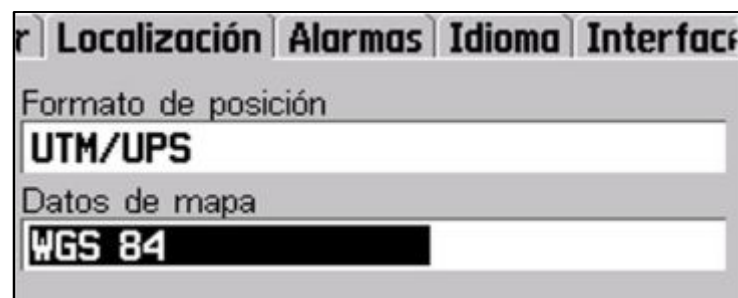


Figura 32 Sistemas de coordenadas GPS Navegador Garmin
Fuente (Lema, 2016)

Después, en Menú principal se seleccionó la ventana Tracks para borrar todos los tracks guardados anteriormente por el GPS.

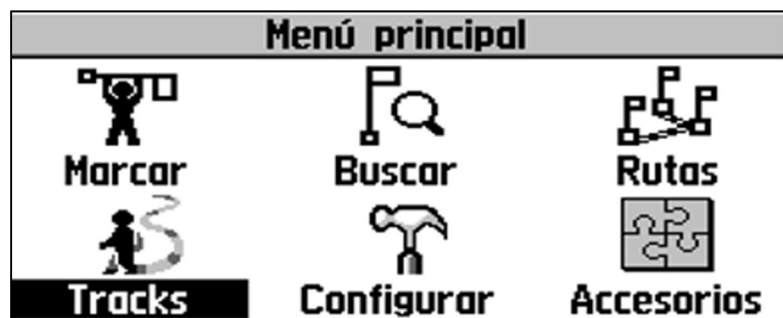


Figura 33 Ingreso menú Tracks GPS Navegador Garmin
Fuente (Lema, 2016)

El GPS está sin tracks guardados, encontrándose en condiciones para comenzar las mediciones en la zona de estudio.

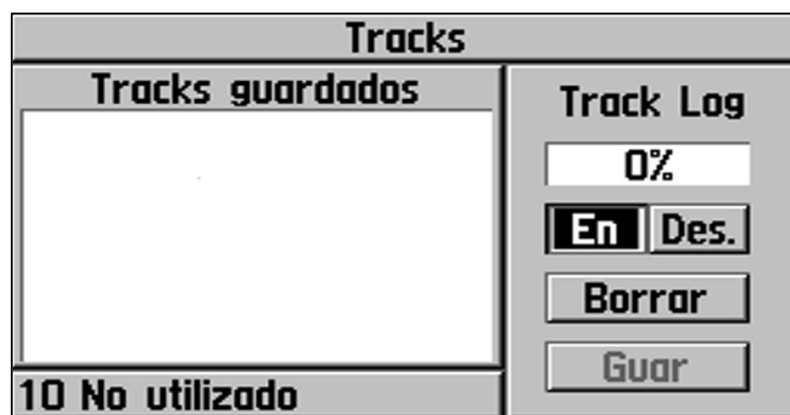


Figura 34 Menú Tracks GPS Navegador Garmin
Fuente (Lema, 2016)

3.12 CAPTURA DE DATOS

Después de verificar la correcta instalación y configuración del GPS, el vehículo se encontraba en condiciones de desplazarse hacia la zona que fue planificada para el levantamiento de tracks, es decir, bajo el itinerario que comprende desde la UGT hasta el punto de encuentro o zona segura. Estas mediciones debieron ser tanto en calles norte – sur, como este – West, con el objeto de medir los errores en ambos ejes.



Figura 35 Zona de Estudio
Fuente (Lema, 2016)

Para comenzar la medición fue necesario tener una buena recepción de señal satelital. Al mismo tiempo, el GPS dio el error probable que tiene en ese momento, lo que estuvo directamente en relación a la calidad de la señal satelital, por lo que se recomienda comenzar con al menos 8 a 7 satélites, para obtener una precisión de 8 a 5 metros.

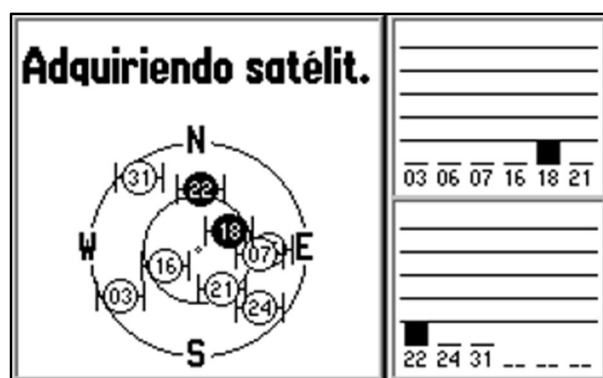


Figura 36 Momentos en los que el GPS comienza a adquirir señales satelitales.

Fuente (Lema, 2016)

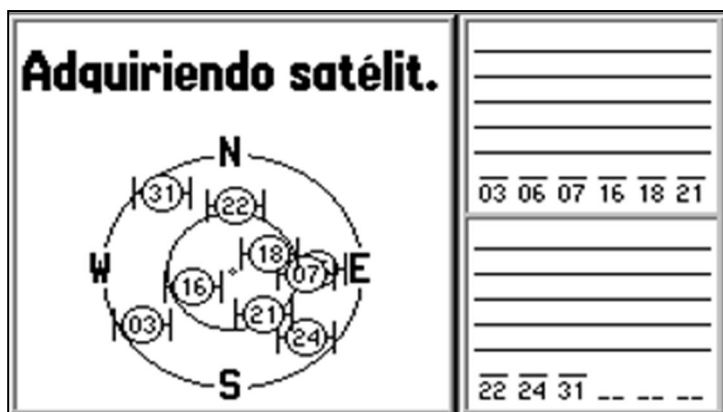


Figura 37 Imagen de GPS sin señal satelital
Fuente (Lema, 2016)

El traslado se debió realizar lo más cerca al eje de la calle. Para que de esta manera los datos arrojados por el instrumento sean fiables y precisos dentro de lo posible.

3.13 DESCARGA DE ARCHIVOS DIGITALES DEL GPS (TRACKS)

Para la conexión del GPS Navegador al PC es necesario contar con un cable de interface, que corresponde a los accesorios del GPS, luego se conecta al GPS y posteriormente al PC.



Figura 38 Cable de conexión GPS PC
Fuente (IPAddress.com, 2016)

Para descargar los archivos desde el GPS al PC, a través del cable de interface, se conectó el GPS al PC, y se hizo un test para verificar la conectividad entre ambos equipos. Posteriormente se ejecutó el programa

DNR GARMIN, de distribución gratuita en Internet (<http://www.om/>), especialmente diseñado para descargar los tracks de los GPS GARMIN y luego ser exportados a formato SHP. Una vez conectado el GPS V Marca GARMIN, fue reconocido automáticamente por parte del programa MD DNR GARMIN.

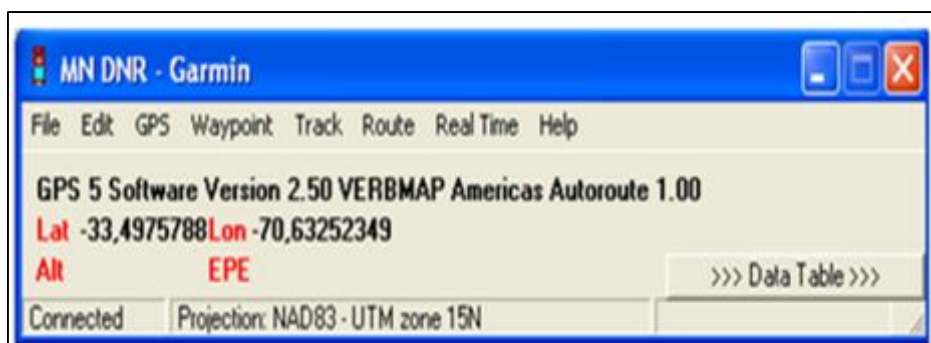


Figura 39 Conectividad entre programa DNR GARMIN y GPS Fuente (MNDNR, 2016)

Para bajar los tracks fue necesario configurar el programa computacional, mediante la función FILE/ GET PROJECTION, debiendo indicar en qué sistema y Datum fue levantada la información en terreno.

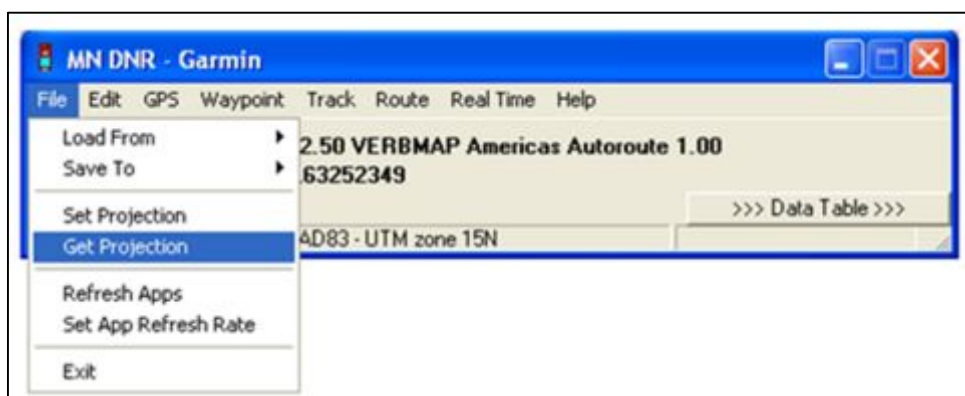


Figura 40 Configuración de proyección del programa DNR GARMIN Fuente (MNDNR, 2016)

Para este caso, se consideró el sistema de coordenada Grados, UTM y el Datum WGS 84, ya que en estas unidades se encuentra el mapa digital escala 1:5.000, que permitió comparar los errores de los tracks levantados en terreno.

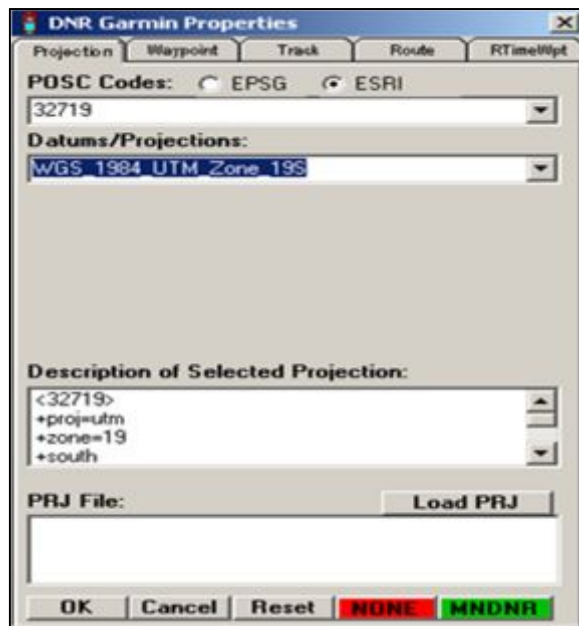


Figura 41 Configuración sistema de coordenadas Fuente (MNDNR, 2016)

Para descargar la información captada por el GPS se debió ir a la función Track y seleccionar la función Tracks Properties y Download.

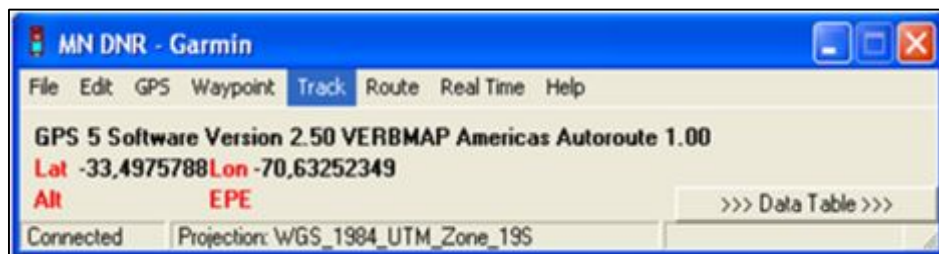


Figura 42 Menú de Track Fuente (MNDNR, 2016)

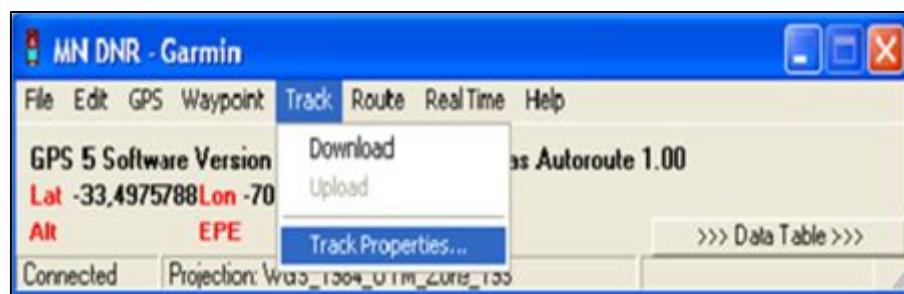


Figura 43 Descarga de Track Fuente (MNDNR, 2016)

En esta ventana se seleccionaron los campos que se necesitaban bajar, los cuales se crearon como atributos del formato SHP.



Figura 44 Descarga de Track
Fuente (MNDNR, 2016)

Luego se seleccionó el comando DOWNLOAD y de esta manera comenzó el proceso de bajar los tracks levantados con el GPS en terreno.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Durante el desarrollo del presente estudio se cumplieron los objetivos específicos planteados, como la determinación de la zona de levantamiento; verificación de parámetros geodésicos de los GPS Navegadores; software adecuado para conexión al GPS.
- Este proyecto tuvo como objetivo demostrar una nueva visión del tema, ampliando su uso a otras áreas de la cartografía, y pudiendo de esta manera actualizar rutas, planos, cuyo nivel de detalle es pequeño, mediante una metodología rigurosa, que permita al usuario obtener certeza métrica de los productos confeccionados, a partir del uso de los GPS Navegadores.
- Con esta metodología de trabajo, se disminuyen considerablemente los costos de producción en la elaboración de cartografía y/o en la actualización de productos cartográficos, especialmente en sectores rurales, en donde no son actualizados los ejes de calles y elementos puntuales.
- En relación con muchos trabajos realizado, la gran ventaja del sistema GPS, sin duda ha sido el hecho de poder obtener posicionamientos absolutos con la precisión necesaria en tiempo real, requisito imprescindible en la topografía minera, además de la posibilidad de implementar rutas adecuadas para evacuaciones.

RECOMENDACIONES:

- Esta metodología de levantamiento de tracks con el GPS Navegador, no se recomienda para sectores urbanos, por la interferencia con antenas de radio, construcciones en altura y arboledas, que podrían interferir en la recepción de la señal satelital.
- Al contar con un notebook o computador portátil durante la captura de la información en terreno, para ir descargando simultáneamente los datos obtenidos sobre la base cartográfica e ir evaluando su comportamiento o la causalidad de cometer errores groseros y así poder repetir el trayecto en el momento.
- Es importante considerar que los puntos de tracks son limitados. A ello se debe la necesidad de contar con un notebook para la captura de información en sectores muy amplios, con el objeto de bajarlos al computador y liberar la memoria del GPS; no obstante, hoy existen receptores GPS que tienen mayor capacidad de almacenamiento, pero son de costo más elevado.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- (2007). Obtenido de Positional Accuracy Handbook:
http://www.mnplan.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda_o.pdf
- (2008). Obtenido de JOMY: <http://www.jomy.es/es/about.htm>
- (2010). Obtenido de CorteDigital: <https://cdcortedigital.wordpress.com/>
- (2014). Obtenido de StudyLib: <http://studylib.es/doc/6092/autocad>
- (2015). Obtenido de Aplicaciones del GPS:
<http://www.gps.gov/applications/spanish.php>
- (2016). Obtenido de Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional:
<http://www.igepn.edu.ec/red-de-observatorios-vulcanologicos-rovig>
- (2016). Obtenido de Google maps:
<https://www.google.com.ec/maps/place/ITSA/@-0.9178235,-78.6235599,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d460504833a071:0x9305307a5fba5839!8m2!3d-0.9178289!4d-78.6213712>
- (2016). Obtenido de Unidad de Gestion de Tecnologias ESPE:
<http://ugt.espe.edu.ec/>
- (2016). Obtenido de IPAddress.com: <http://www.gpsxtreme.cl.ipaddress.com/>
- (2016). Obtenido de MNDNR:
<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>
- Acosta, J. (2007). Obtenido de Scrib:
<https://es.scribd.com/doc/59498277/Joan-Costa-La-senaletica>
- Gonzalez, S. (2014). Obtenido de Blogspot:
<http://advancedlogisticsinformation.blogspot.com/>
- Jose, F. (2014). Obtenido de UPSE:
<http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1234/1/JOSE%20SORIANO%20FANNY.pdf>
- Lema, J. (2016).
 LÓPEZ, FRANCISCO J.; “Los Diferentes Test Para El Control De Calidad Posicional En Cartografía”. XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Badajoz 2001.

BERNÉ VALERO, J.L.; FEMENIA RIBERA, C. "GPS" Servicio de Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia. 2000.

Pachas, R. (2009). El Levantamiento Topografico:Uso del GPS y Estacion Total. <http://es.slideshare.net/soufrontt/levantamientos-topograficos>.

Paniagua, A. (2015). Obtenido de SlideShare:
<http://es.slideshare.net/arturopaniagua9/rutas-de-evacuacion-y-salidas-de-emergencias>

Sabater, I. (2005). Obtenido de Guía completa de AutoCAD 2000 (v.3.2):
<http://www.upcnet.es/~isn/>

Silva, G. (2009). Del insularismo al meta-archipiélago. Alcalá.

Torres, & Villate. (2014). Topografía.

Wolf, P. R., & Brinker, R. C. (2013). Topografía.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CAD: Sigla de la expresión inglesa Computer Aided Design, diseño asistido por computadora. Consiste en el uso de sistemas informáticos y programas para diseñar en dos o tres dimensiones.

Datum: Es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico.

Evacuación: En su sentido más frecuente, se refiere a la acción o al efecto de retirar personas de un lugar determinado. Normalmente sucede en emergencias causadas por desastres, ya sean naturales, accidentales o debidos a actos bélicos.

Fotogrametría: es una técnica para determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas. Puede realizarse mediante radar, estereoscopia, a partir de pares de imágenes aéreas o tomas por satélite.

Georeferenciación: Es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datos específicos.

GPS: Se conoce como GPS a las siglas “Global Positioning System” que en español significa “Sistema de Posicionamiento Global”. Se trata de un sistema de navegación basado en 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo), en órbita sobre el planeta tierra que envía información sobre la posición de una persona u objeto en cualquier horario y condiciones climáticas.

Lahares: Son flujos que acompañan a una erupción volcánica; contienen fragmentos de roca volcánica, producto de la erosión en las pendientes de un volcán; se mueven pendiente abajo y pueden incorporar suficiente agua, de tal manera que forman un flujo de lodo. Además, pueden llevar escombros volcánicos fríos o calientes o ambos, dependiendo del origen del material fragmentario.

Topografía: Ciencia cuyo fin es la descripción y representación detallada de cualquier sector de la superficie terrestre, esquematizando en mapas el relieve y los demás caracteres naturales y artificiales.

Track: Es el trazado por el cual ha transcurrido o va a transcurrir el desplazamiento con el instrumento (GPS).

Triangulación: Mediante GPS, consiste en averiguar la distancia de cada una de las tres señales respecto al punto de medición. Conocidas las tres distancias se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites.

Waypoint: Son puntos que indican una situación de coordenadas dentro del mapa que marcamos voluntariamente, y están almacenados previamente o durante la excursión en los receptores GPS.

ANEXOS