

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**



**TESIS MONOGRÁFICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO
SUPERIOR EN TOPOGRAFÍA**

Tema:

***INSTALACIÓN DE RED GEODÉSICA SECUNDARIA EN EL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE MASATEPE, DEPARTAMENTO DE
MASAYA, SEPTIEMBRE 2014.***

Autores:

Br. Victoria Pavón Arias.

Br. Alí Asdrúbal Jiménez Carranza.

Tutor:

Ing. Oswaldo Balmaceda.

Octubre, 2014.

RESUMEN.

Con este proyecto de “Instalación de Red Geodésica Secundaria en el casco urbano del municipio de Masatepe”, nos propusimos instalar seis puntos geodésicos a partir de dos puntos geodésicos ubicados en el parque central del Municipio. Estos dos geodésicos fueron instalados, revisados, aprobados y certificados por INETER central, por lo que esta información es de carácter oficial garantizándonos la calidad en cuanto a precisión y ajuste.

Por muchos años la actualización cartográfica no ha tenido la atención e inversión necesaria de parte de las autoridades municipales; sino, hasta este año que se invirtió en la instalación de tres puntos geodésicos para iniciar el barrido catastral del casco urbano. Con ese proyecto se logró catastrar cuatrocientos ocho predios, por lo que queda pendiente un amplio margen en cuanto a área y predios por catastrar, por lo tanto, con el objetivo de continuar la actualización catastral y crear una base de datos que permita la definición exacta de poligonales urbanas, vocación de usos de suelo y actividades de planeamiento urbano y territorial en general, es que nació esta propuesta de ampliar o crear una red geodésica secundaria para el casco urbano del municipio de Masatepe.

La ubicación de los seis puntos geodésicos se determinó de acuerdo a la proyección futura del barrido catastral, además de tratar de cubrir la mayor parte de la zona urbana.

El proceso que se utilizó para darle las coordenadas a los seis puntos instalados fue la reiteración de medida, esto consiste en estacionarse en cada uno de los puntos o PI y radiar el punto siguiente tomando como referencia al punto anterior. El equipo utilizado para realizar este procedimiento fue una Estación Total SOKKIA, instrumento que puede medir, calcular y guardar coordenadas, ángulos y distancias.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	4
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	7
V.	OBJETIVOS.....	8
	5.1 GENERAL.....	8
	5.2 ESPECÍFICOS:.....	8
VI.	DESARROLLO.....	9
	6.1 SISTEMA DE COORDENADAS.....	9
	6.1.1 <i>Coordenadas geodésicas</i>	9
	6.1.2 <i>Coordenadas geocéntricas</i>	9
	6.1.3 <i>Coordenadas UTM</i>	10
	6.1.3.1 <i>Husos UTM</i>	11
	6.1.3.2 <i>Bandas UTM</i>	11
	6.2 SISTEMA DE COORDENADAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR.....	11
	6.2.1 <i>Proyección Transversa de Mercator</i>	13
	6.3 SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL 1984-WGS84.....	14
	6.3.1 <i>World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial) 1984 - WGS84</i>	15
	6.3.2 <i>Parámetros</i>	15
	6.3.3 <i>Cuadro Comparativo</i>	16
	6.3.4 <i>Longitudes en WGS 84</i>	17
	6.3.5 <i>Actualizaciones y nuevas normas</i>	17
	6.4 REDES GEODÉSICAS.....	17
	6.5 DISEÑO DE RED.....	18
	6.6.1 <i>Reconocimiento de los puntos fijos</i>	20
	6.7 PROCESO DE MEDICIÓN.....	20
	6.7.1 <i>Levantamiento Mediante Estación Total</i>	22
	6.7.2 <i>Material necesario</i>	23
	6.8 PROCESO PARA GRAFICAR.....	24
	6.8.1 <i>IMPORTACION DE PUNTOS:</i>	27
VII.	RESULTADOS.....	31

VIII. CONCLUSIONES	33
IX. RECOMENDACIONES	34
X. BIBLIOGRAFÍA.....	35
XI. ANEXOS	36

I. INTRODUCCIÓN.

Masatepe se ubica en el departamento de Masaya, ocupa el suroeste del departamento, Situado en las mesetas de los pueblos por la carretera a Masaya. Pertenece al corredor turístico, comprendido en la llanura Adriana, entre las coordenadas 11° 55´ de latitud norte y 86° 08´ de longitud Oeste. El territorio municipal consta de un área de 62 kilómetros cuadrados.

Límites geográficos:

Los límites del municipio son los siguientes: Al Norte con los municipios de La Concepción y Nindirí. Al Sur con el municipio de El Rosario, departamento de Carazo. Al Este con la laguna de Masaya, y los municipios de Niquinohomo y Nandasmó. Al Oeste con el municipio de La Concepción, y los municipios de San Marcos y Jinotepe del departamento de Carazo.

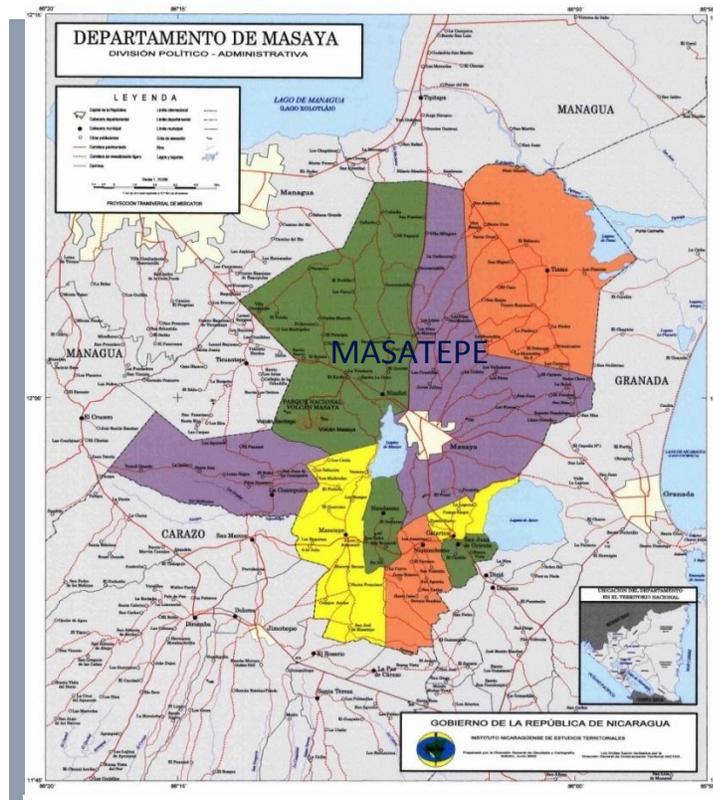


Figura 1. Plano de Macro localización del proyecto. Fuente: Alcaldía Municipal de Masatepe.

El desarrollo de la cartografía contemporánea en Nicaragua se vino a dar hasta después de la Segunda Guerra Mundial, como parte de un proyecto regional iniciado el 20 de febrero de 1947, con la instalación de la Oficina Interamericana de Geodesia en coordinación con el Inter American Geodetic Survey de Washington (IAGS).

Los primeros pasos estuvieron encaminados a la preparación de los primeros mapas topográficos con técnica moderna basados en fotografías aéreas. Fue a partir de entonces que comenzó a establecerse la red geodésica nacional que serviría de base para la confección del “Mapa Básico de Nicaragua”.

Así, hubo instituciones dedicadas a la información geodésica, como:

- Oficina Interamericana de Geodesia.
- Dirección General de Cartografía del Ministerio de Fomento.
- Instituto Geográfico Nacional, fundado el 06 de abril de 1972 como dependencia del ministerio de Obras Públicas.
- El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (fundado el 05 Octubre de 1981)

Una red geodésica es un conjunto de puntos ubicados en la superficie terrestre en los cuales se determinan su posición geográfica diferencial (latitud, longitud y elevación) mediante el uso de receptores GPS. Al hablar de posición diferencial geográfica nos referimos a la determinación de coordenadas a partir de puntos con coordenadas conocidas.

Las redes geodésicas constituyen los cimientos sobre los cuales se apoyan multitud de disciplinas tanto científicas como técnicas de la más diversa índole. Son imprescindibles para el estudio teórico de la forma y figura de la tierra, así como para el planteamiento, diseño y ejecución de cualquier tipo de infraestructura.

En este trabajo se presenta la metodología para la construcción de una red geodésica secundaria en el casco urbano del Municipio de Masatepe, departamento de Masaya. Esta red de ubicará en lugares estratégicos y de mayor

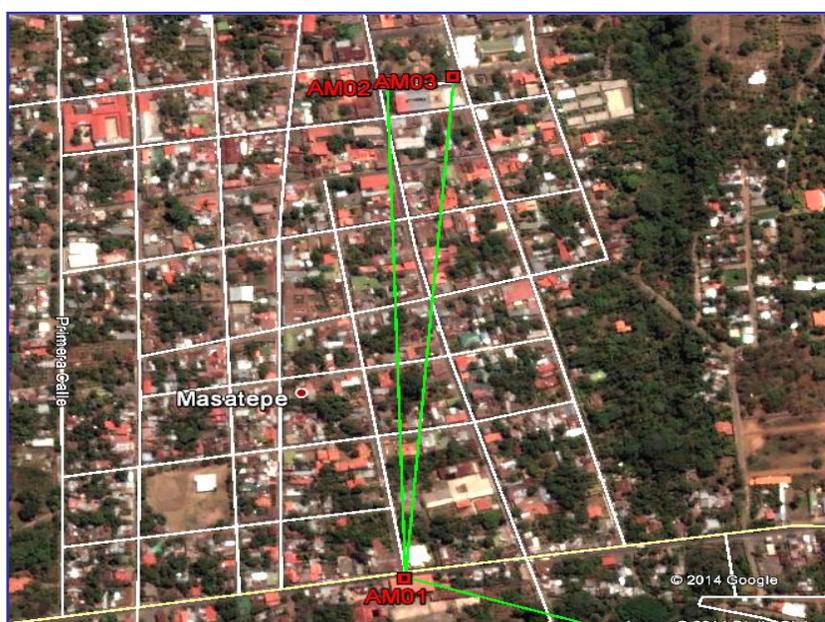
importancia dentro del casco urbano del municipio, lo cual será un proyecto de gran impacto ya que vendrá a solventar problemas topográficos y cartográficos generando mejores ingresos en la municipalidad y un mejor ordenamiento territorial para un mejor desarrollo del Municipio.

II. ANTECEDENTES.

Masatepe es un pueblo muy antiguo, su existencia data desde época aborígenes. Sus antiguos pobladores pertenecieron a las tribus de los Dirianes, cuyo nombre significa “hombres de las alturas o las montañas”, a la cual pertenecían los antepasados de todos los pueblos del departamento de Masaya. Posteriormente se fundan 3 barrios más: Veracruz, San Juan y La Estación, los que al expandirse se fusionan dando origen a lo que hoy es el centro histórico de la ciudad.

La unidad de catastro municipal fue creada desde el año de 1996 y desde entonces no se contaba con una base de datos actualizada y es hasta el 05 de mayo del año 2014 que la municipalidad a través de sus planes de fortalecimiento institucional, ha financiado con fondos de transferencias recibidas del gobierno central, el proyecto de Levantamiento Catastral de 408 lotes ubicados en la zona central del casco urbano del municipio quedando pendiente un alto porcentaje de lotes por registrarse. En este mismo proyecto también se instalaron 3 puntos georeferenciados por traslación de coordenadas geodésicas certificados por INETER.

Figura 2. Ubicación de puntos geodésicos existentes. Fuente Google Earth.



El municipio de Masatepe no cuenta con una red geodésica secundaria y es hasta la actualidad que se ha tratado la información territorial de forma aislada, no se han seguido mecanismos para normalizarla, compartirla, integrarla o aprovecharla al máximo.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que no existe la ubicación referenciada de las propiedades urbanas no existe un registro catastral actualizado ni tampoco la integración de una cartografía territorial confiable que permita la incorporación constante de las áreas de crecimiento urbano y no se pueden normar los levantamientos topográficos y geodésicos para estos fines.

De manera que si no se formula y ejecuta los proyectos para la generación y actualización de la información básica territorial y que se ofrezca a las instituciones públicas y privadas y al público en general, será un obstáculo para el desarrollo de proyectos de cualquier índole, que necesite la información cartográfica; para el desarrollo de actualizaciones catastrales a nivel de municipio para conocer su riqueza inmobiliaria.

A continuación se presenta a manera de resumen, los principales problemas existentes.

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO
Falta de registros catastrales actualizados	No se realizan levantamientos catastrales periódicamente.	Poco ingreso en las recaudaciones debido a la falta de una base de datos actualizada
Irregular formulación de proyectos sobre diseño calles.	Debido a la falta de información topográfica.	Mal diseño y trazado de calles.
Crecimiento poblacional	No existe un diagnóstico sobre ordenamiento territorial	El crecimiento desmedido hacia zonas no aptas para viviendas

IV. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto beneficiará a la municipalidad, población, instituciones y empresas privadas porque se tendría un mejor ordenamiento territorial y los futuros proyectos se harían con mayor calidad y eficiencia al integrarse a una red geodésica.

Es por tal razón la idea de regular todos los proyectos topográficos y cartográficos que se realicen en el municipio, que utilicen el área pública municipal para la dotación de dichos servicios así como de particulares, queden ligados a un solo sistema de referencia geográfica. Además esto ayuda a establecer las bases para generar la cartografía indispensable para el desarrollo económico y social del municipio. Esto impacta en el ámbito económico del municipio, al contar con una base de datos confiable que determine el área y la forma de las propiedades ubicadas en el casco urbano.

V. OBJETIVOS

5.1 General:

Instalar una red geodésica secundaria en el casco urbano de Masatepe.

5.2 Específicos:

- Identificar los lugares donde se van a colocar los puntos.
- Trasladar la información de los mojones de los puntos geodésicos existentes a los nuevos a establecer.
- Realizar un plano que muestre la ubicación exacta de los puntos que forman la red geodésica con su respectiva leyenda.

VI. DESARROLLO

6.1 Sistema de Coordenadas

Son un conjunto de reglas matemáticas que definen la manera en que las coordenadas se asignan a los puntos.

6.1.1 Coordenadas geodésicas

Las coordenadas son:

- **La Longitud geodésica** (λ), ángulo entre el meridiano origen (Greenwich) y el meridiano del punto medido en el ecuador. Suelen denotarse con el ángulo sexagesimal más la dirección, positivo o E si es dirección este, y negativo o W si es dirección oeste. Dominio $180 W > \lambda < 180 E$.
- **La Latitud geodésica** (φ), ángulo entre el paralelo origen o ecuador y la vertical geodésica del punto medido en el plano del meridiano local. Suelen denotarse como positivas o N si el punto está en el hemisferio Norte y S o negativas si está en hemisferio Sur. Dominio $90 N > \varphi < 90 S$.
- **La Vertical geodésica** (h) en un punto, es la línea perpendicular al elipsoide que pasa por ese punto.

6.1.2 Coordenadas geocéntricas

Los elementos de estas coordenadas vienen definidos por:

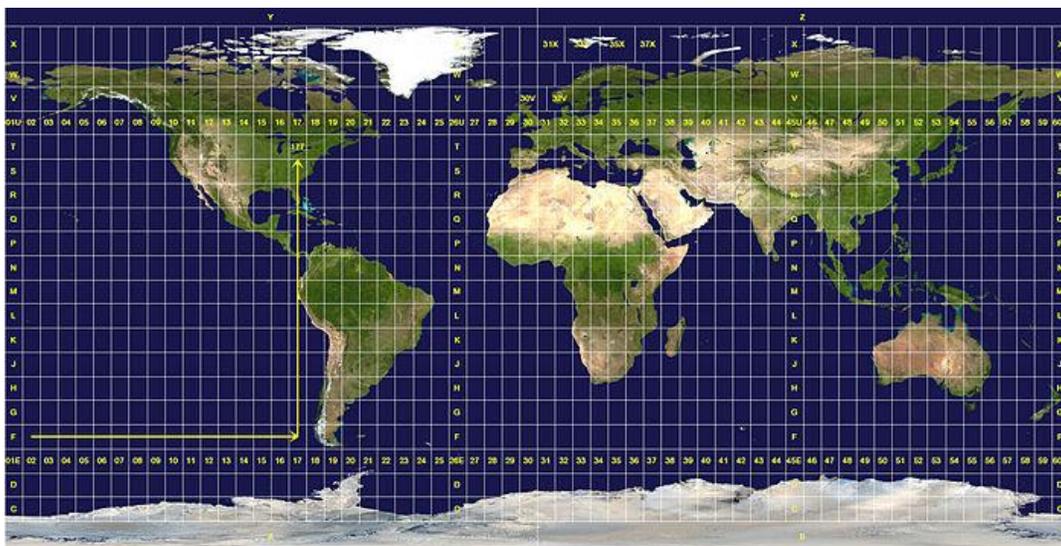
- El Origen en el geocentro.
- El Eje Z, que coincide con el eje de rotación y es perpendicular al plano del ecuador (Plano XY).
- El Eje Y, sobre el ecuador y en dirección al meridiano de Greenwich.
- El Eje X, sobre el ecuador y perpendicular a los dos anteriores y con sentido tal que completa una terna dextrógira.

6.1.3 Coordenadas UTM

Es una proyección de coordenadas muy importante, ya que en ella se publica la mayor parte de los mapas oficiales. Es común utilizar esta proyección para trabajos topográficos que sean de zonas de extensión media o grande así como para georefenciar trabajos. La proyección UTM (Universal Transverse Mercator), es una proyección cilíndrica conforme y modificada. Es decir, que utiliza cilindros como superficie auxiliar, y conserva los ángulos en la proyección pero no las distancias. Se divide el elipsoide elegido (Hayford para el sistema de referencia ED50 y GRS80 para ETRS89) en 60 husos de 6 o. Éstos se numeran desde el antimeridiano de Greenwich y en sentido antihorario. Por lo tanto, el huso que está entre los meridianos 0 o y 6 o E es el 31 y el que está entre los 6 o W y el meridiano origen es el 30.

Para cada huso se utiliza un cilindro, cuyo eje se coloca perpendicular al eje menor del elipsoide (aproximado al eje de rotación terrestre), y se le hace pasar por el centro del elipsoide. El cilindro es, en una primera aproximación, tangente al meridiano central del huso.

Figura 3. Husos y zonas UTM



6.1.3.1 Husos UTM

Se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174° W y centrado en el meridiano 177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. En el sistema de coordenadas geográfico las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los -180° hasta casi 180° (intervalo $-180^{\circ} \rightarrow 0^{\circ} \rightarrow 180^{\circ}$); el valor de longitud 180° se corresponde con el valor -180°, pues ambos son el mismo.

Nicaragua, está comprendida en las zonas 16 y 17, cuyos meridianos centrales son el 87° y el 81° respectivamente

6.1.3.2 Bandas UTM

Se divide la Tierra en 20 bandas de 8° Grados de Latitud, que se denominan con letras desde la C hasta la X excluyendo las letras "I" y "O", por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente. Puesto que es un sistema norteamericano (estadounidense), tampoco se utiliza la letra "Ñ". La zona C coincide con el intervalo de latitudes que va desde 80° Sur (o -80° latitud) hasta 72° S (o -72° latitud). Las bandas polares no están consideradas en este sistema de referencia. Para definir un punto en cualquiera de los polos, se usa el sistema de coordenadas UPS. Si una banda tiene una letra igual o mayor que la N, la banda está en el hemisferio norte, mientras que está en el sur si su letra es menor que la "N".

6.2 Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator

El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en

la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

El sistema de coordenadas UTM fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en la década de 1940. El sistema se basó en un modelo elipsoidal de la Tierra. Se usó el elipsoide de Clarke de 1866 para el territorio de los 48 estados contiguos. Para el resto del mundo – incluidos Alaska y Hawái– se usó el Elipsoide Internacional. Actualmente se usa el elipsoide WGS84 como modelo de base para el sistema de coordenadas UTM.

Anteriormente al desarrollo del sistema de coordenadas UTM varios países europeos ya habían experimentado la utilidad de mapas cuadrículados, en proyección conforme, al cartografiar sus territorios en el período de entreguerras. El cálculo de distancias entre dos puntos con esos mapas sobre el terreno se hacía más fácil usando el teorema de Pitágoras, al contrario que con las fórmulas trigonométricas que había que emplear con los mapas referenciados en longitud y latitud. En los años de post-guerra estos conceptos se extendieron al sistema de coordenadas basado en las proyecciones Universal Transversa de Mercator y Estereográfica Polar Universal, que es un sistema cartográfico mundial basado en cuadrícula recta.

La proyección transversa de Mercator es una variante de la proyección de Mercator que fue desarrollada por el geógrafo flamenco Gerardus Mercator en 1569. Esta proyección es conforme, es decir, que conserva

los ángulos y casi no distorsiona las formas pero inevitablemente sí lo hace con distancias y áreas. El sistema UTM implica el uso de escalas no lineales para las coordenadas X e Y (longitud y latitud cartográficas) para asegurar que el mapa proyectado resulte conforme. Las coordenadas utm, son también reconocidas como coordenadas planas.

Figura 4. Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 45° E y el ecuador.

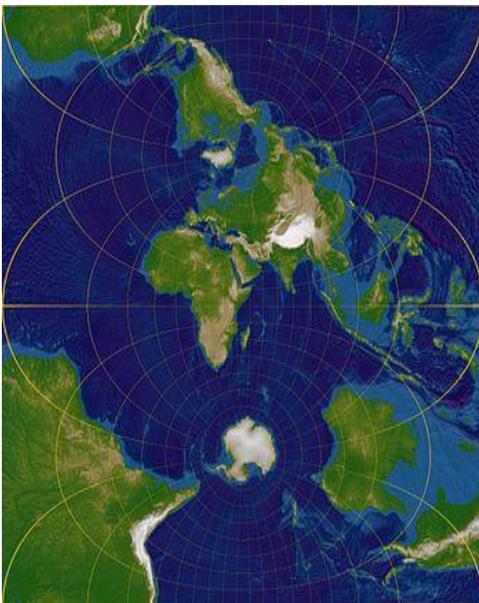
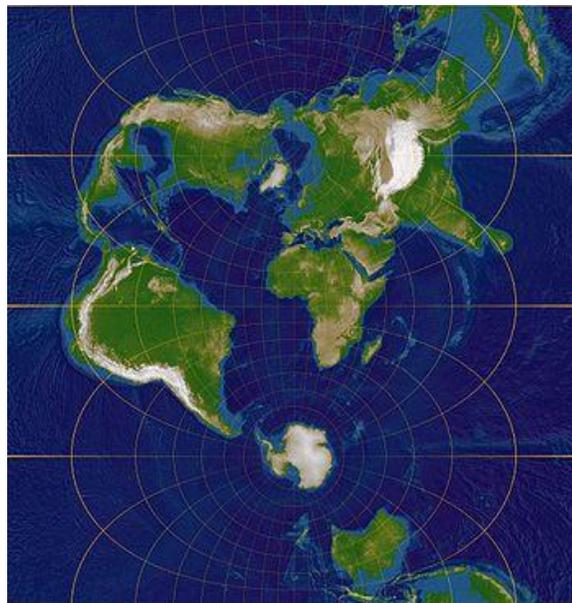


Figura 5. Mapa del mundo en proyección transversa de Mercator, centrado sobre el meridiano 0° y el ecuador.



6.2.1 Proyección Transversa de Mercator

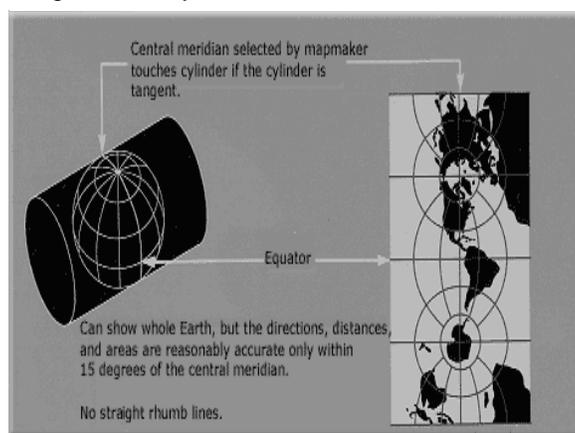
La UTM es una proyección cilíndrica conforme. El factor de escala en la dirección del paralelo y en la dirección del meridiano son iguales ($h = k$). Las líneas loxodrómicas se representan como líneas rectas sobre el mapa. Los meridianos se proyectan sobre el plano con una separación proporcional a la del modelo, así hay equidistancia entre ellos. Sin embargo los paralelos se van separando a medida que nos alejamos del Ecuador, por lo que al llegar al polo las deformaciones serán infinitas. Por eso sólo se representa la región entre los paralelos 84°N y 80°S. Además es una proyección compuesta; la esfera se

representa en trozos, no entera. Para ello se divide la Tierra en husos de 6° de longitud cada uno, mediante el artificio de Tyson .

La proyección UTM tiene la ventaja de que ningún punto está demasiado alejado del meridiano central de su zona, por lo que las distorsiones son pequeñas. Pero esto se consigue al coste de la discontinuidad: un punto en el límite de la zona se proyecta en coordenadas distintas propias de cada Huso.

Para evitar estas discontinuidades, a veces se extienden las zonas, para que el meridiano tangente sea el mismo. Esto permite mapas continuos casi compatibles con los estándares. Sin embargo, en los límites de esas zonas, las distorsiones son mayores que en las zonas estándar.

Figura 6. Proyección transversa de Mercator.



6.3 Sistema Geodésico Mundial 1984-WGS84

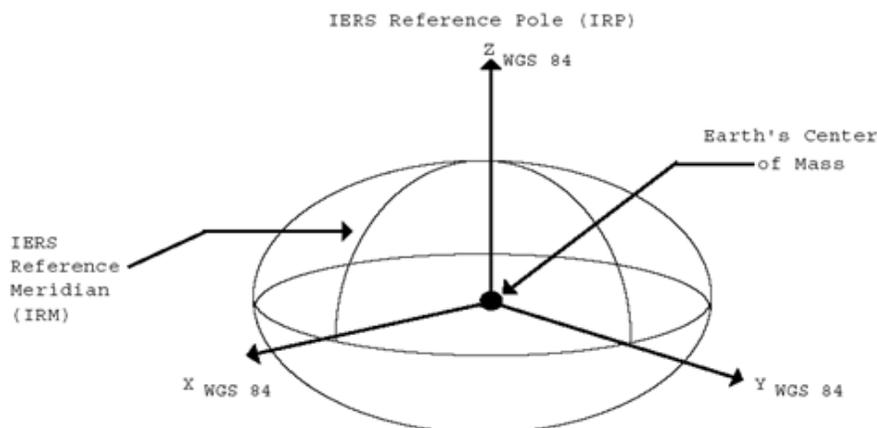
En la actualidad, la utilización de los GPS es común sobre todo para trabajos de ingeniería y sobre todo topografía donde la precisión es fundamental. Debido a ello, se ha presentado una dificultad cuando queremos utilizar el GPS en cualquier parte del mundo y que nos presente con las coordenadas que corresponde al sistema local de ese país. Es por esta razón que debemos tener conocimientos sobre el Sistema Geodésico Mundial 1984 o WGS84, el mejor sistema de referencia geodésico global para aplicaciones cartográficas, geoposicionamiento y navegación, y estudios de geofísica.

6.3.1 World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial) 1984 - WGS84

El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

El Sistema Geodésico Mundial es un estándar para su uso en la cartografía, geodesia y navegación. Cuenta con un estándar de coordenadas de la Tierra, un estándar de referencia de la superficie esférica (el dato o elipsoide de referencia) para los datos de altitud primas, y una superficie equipotencial gravitacional (el geoide) que define el nivel del mar nominal. El origen de coordenadas de WGS 84 está destinado a ser ubicado en el centro de la masa de la Tierra, se cree que el error es menos de 2 cm.

Figura 7. Sistema de referencia elinsoidal



6.3.2 Parámetros

El sistema de referencia WGS84 es un sistema global geocéntrico, definido por los parámetros:

- Origen: Centro de masa de la Tierra
- Sistemas de ejes coordenados:
 - Eje Z: dirección del polo de referencia del IERS _ The International Earth Rotation Service

- Eje X: intersección del meridiano origen definido en 1984 por el BIH y el plano del Ecuador (incertidumbre de 0.005”).
- Eje Y: eje perpendicular a los dos anteriores y coincidentes en el origen.
- Elipsoide WGS84: elipsoide de revolución definido por los parámetros:
 - Semieje mayor (a) = 6 378 137 m
 - Semieje menor (b) = 6 356 752.3142 m
 - Achatamiento f: 1/298,257223563
- Constante de Gravitación Terrestre
 - $GM = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
- Velocidad angular: $\omega = 7,292115 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$
- Coeficiente de forma dinámica: $J_2 = -484,166 85 \times 10^{-6}$

6.3.3 Cuadro Comparativo

El WGS 84 utilizado originalmente el 80 elipsoide de referencia GRS, ha sufrido algunos retoques de poca variación en posteriores ediciones desde su publicación inicial. La mayoría de estas mejoras son importantes para los cálculos de precisión orbitales de los satélites, pero tienen poco efecto práctico en los usos típicos topográficos. La siguiente tabla muestra los parámetros principales del elipsoide.

Elipsoide de referencia	Semi-eje principales	Semieje menor b	Inverso aplanamiento (1 / f)
GRS 80	6,378,137.0 m	≈ 6,356,752.314 140 m	298,257 222 101
WGS 84	6,378,137.0 m	≈ 6,356,752.314 245 m	298,257 223 563
"WGRS 80/84"	6,378,137.0 m	6,356,752.3 m	≈ 298,257

6.3.4 Longitudes en WGS 84

El WGS 84 utiliza el meridiano de referencia IERS definido por la Oficina Internacional de l'Heure. Se definió que por la compilación de las observaciones de estrellas en diferentes países. La media de estos datos causó un desplazamiento de unos 100 metros al este lejos del Meridiano de Greenwich en Greenwich, Reino Unido. Las posiciones de longitud en WGS 84 de acuerdo con los de la mayor de América del Norte Datum 1927 en aproximadamente 85 ° de longitud oeste, en el centro-este de los Estados Unidos

6.3.5 Actualizaciones y nuevas normas

La última revisión importante de WGS 84 también se conoce como "modelo gravitacional de la Tierra 1996" (EGM96), publicado por primera vez en 1996, con revisiones tan reciente como el 2004. Este modelo tiene la misma referencia, como elipsoide WGS 84, pero tiene una mayor fidelidad del geoide (unos 100 km de resolución contra 200 km en el original WGS 84). Muchos de los autores originales del WGS 84 contribuyeron a un nuevo modelo de la fidelidad más alta, llamada EGM2008. Este nuevo modelo tendrá un geoide con una resolución cercana a los 10 km, que requieren más de 4,6 millones de términos en la expansión esférica (frente a 130.317 en EGM96 y 32.757 en el sistema WGS 84).

6.4 Redes geodésicas

Una red geodésica es un conjunto de puntos ubicados en la superficie terrestre en los cuales se determinan su posición geográfica diferencial (latitud, longitud y elevación) mediante el uso de receptores GPS. Al hablar de posición diferencial geográfica nos referimos a la determinación de coordenadas a partir de puntos con coordenadas conocidas.

La creación de redes geodésicas es con la idea de regular que todos los proyectos topográficos y cartográficos que se realicen, tanto en dependencias estatales, municipales y empresas descentralizadas de servicios que utilicen el área pública

municipal para la dotación de dichos servicios, así como de particulares, queden ligados a un solo sistema de referencia geográfica.

El establecimiento de Redes Geodésicas es uno de los objetivos principales que se persiguen con la Geodesia, pues en ellas se basaran una gran cantidad de estudios y trabajos posteriores (por mencionar algunos de ellos como son: levantamientos topográficos, fotogramétricos, Geodésicos, Cartográficos, Marítimos, etc.), puesto que la geodesia ha superado en mucho su base geométrica inicial y se desenvuelve hoy en día en un contexto de entornos físicos-dinámicos fundamentales, y ha pasado de la bidimensionalidad a la TRIDIMENSIONALIDAD, derivado que el desarrollo tecnológico de nuestra época, con nuevos instrumentos, tecnologías de medición y análisis computacional, ha obligado a evolucionar la concepción de la Geodesia y de los resultados que de ella se esperan.

Las técnicas de medición contemporáneas se inscriben ahora en un entorno dinámico espacial que permite resultados muy precisos en tiempos relativamente cortos en comparación de los métodos tradicionales, en particular el Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S), que en la década de los noventa ha venido a revolucionar la tecnología de medición geodésica, sustituyendo ventajosamente a los métodos de posicionamiento astronómico, triangulación, poligonación y Doppler, aplicados hasta fechas recientes para conformación de Redes Geodésicas.

6.5 Diseño de red

Se establecieron los puntos nuevos a partir de los puntos geodésicos existentes (AM02 y AM03) aprobados por el INETER como referencia para proceder a formar la red secundaria la cual estará establecida por 6 puntos, ubicados en lugares estratégicos que sirven como puntos de referencia para levantamientos catastrales que la municipalidad ejecutara en un futuro. Con el fin de conocer la propiedad y el censo de contribuyentes del municipio para poder elaborar la

actualización de la tributación, conocer la cobertura, el alcance de infraestructura y equipamientos para crear una base de datos que permita la definición exacta de poligonales urbanas, vocación de usos de suelo y actividades de planeamiento urbano y territorial en general.

Los 6 nuevos puntos se distribuyeron de la siguiente manera:

Dos en el parque de Veracruz y Dos en el Instituto Nacional de Masatepe, ubicados en el barrio Evenor calero.



Dos al costado norte de la gasolinera Petronic, ubicada en el barrio Macario Brenes.



En cada uno de los puntos se colocaron chapas o mojones, los cuales fueron embazado con concreto compuesto de cemento y piedrín, con un ancho 15 centímetro por 30 centímetro de profundidad. A este mojón geodésico en la parte inferior trae un orificio el cual se le coloca un clavo de 4 pulgada traspasando el orificio para cuando este sea embazado le dé mayor seguridad a la chapa o mojón geodésico.

Figura 8. Chapa o mojón utilizado



6.6.1 Reconocimiento de los puntos fijos.

El terreno en el cual se localizan estos puntos, tiene una estabilidad razonable, lo que garantiza la permanencia de la marca. Se evitaron los terrenos erosionables o sometidos a procesos de deslizamientos o inundaciones. Además, se evitaron lugares donde se producen transmisiones radiales, antenas de transmisión de alta potencia, transformadores de alta tensión, líneas de conducción eléctrica de alto voltaje, etc.

6.7 Proceso de medición.

Se utilizó la reiteración de medidas para dar coordenadas a n puntos, esto consiste en estacionarse en cada uno de los puntos o PI y radiar el punto siguiente tomando como referencia al punto anterior.

Figura 9. Inicio del levantamiento de un punto conocido



Figura 10. Punto de cambio o PI



Se establecieron 6 puntos los cuales conformaran la red secundaria utilizando estación total sokkia TOPCON, partiendo de 2 geodésicos con coordenadas conocidas y oficiales, lo que nos garantizó de inicio la calidad en cuanto a precisión, ajuste y georeferenciación.

Figura 11. Ubicación de Puntos Geodésicos AM02 y



Fuente Google Earth

6.7.1 Levantamiento Mediante Estación Total

Una estación total permite efectuar las mismas operaciones que se efectúan con otros aparatos como los taquímetros y teodolitos incorporando las nuevas técnicas de la electrónica y la informática. El software incorporado facilita la toma rápida de puntos de lectura para ajustes o restablecimientos rápidos, de igual manera permite la medida de distancias de forma automática sin más que apretar una tecla una vez hecha puntería en el prisma y el cálculo de coordenadas de los puntos del terreno. Todas las funciones del aparato, se visualizan en una pantalla digital y un teclado como el de la foto.

Figura 12. Teclado y pantalla de la estación total SOKKIA TOPCON SET 60



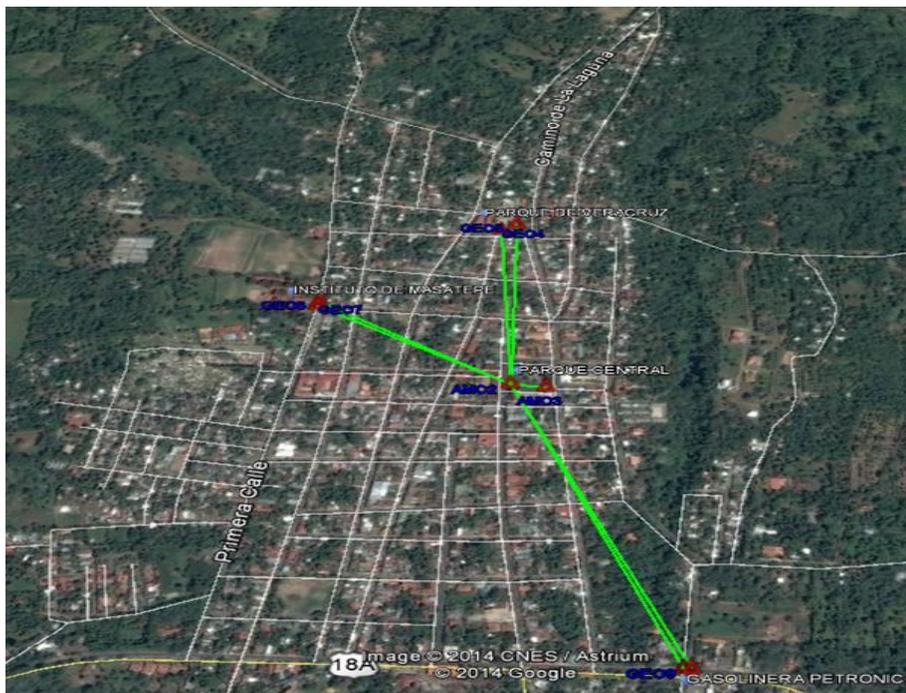
La Estación Total SOKKIA es un instrumento que puede Medir, Calcular y Guardar, Coordenadas, Ángulos y Distancias partiendo de métodos implementados en la Topografía Clásica, simplificando el trabajo y evitando los riesgos de los sitios peligrosos y/o inaccesibles.

Para la toma de datos estacionamos el aparato en un punto de coordenadas conocidas, leemos la altura a la que se encuentra la Estación Total y el Prisma al que apuntaremos, se orienta con respecto a otro punto también conocido. El prisma o reflector se colocan en el punto que queremos determinar, introducimos a la estación las coordenadas del punto existente donde nos plantamos luego nos orientamos al otro punto conocido para verificar las coordenadas de ese punto. A continuación se hace puntería sobre el prisma, enfocando según la distancia, y se pulsa la tecla correspondiente para iniciar la medición. La estación lanzará una señal que será reflejada por el prisma y devuelta a la fuente emisora, registrándose el tiempo transcurrido, a partir del cual se determinará la distancia. El software incorporado en la estación se ocupa de realizar los cálculos

presentando en la pantalla los datos que se necesiten. Continuamos el mismo proceso radiando a los puntos que conforman nuestra red, o a algún punto de apoyo o PI hasta llegar al de nuestra red.

Los resultados obtenidos no será necesario que los incorporemos a una libreta de campo, pues la estación posee una libreta electrónica o colector de datos que va almacenándolos para la posterior descarga a un ordenador y la realización de los trabajos de gabinete (compensación de errores, dibujo del mapa, etc).

Figura 13. Ubicación de nuevos puntos georeferenciados. Fuente Google Earth



6.7.2 Material necesario

El material utilizado para llevar a cabo el levantamiento:

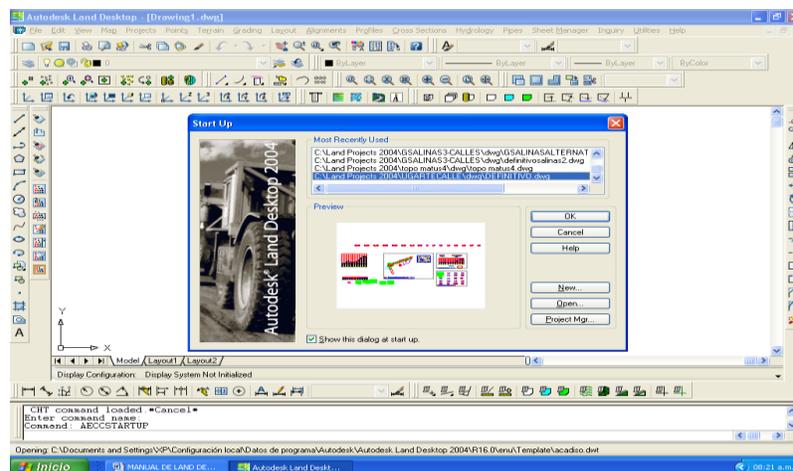
- Clavos de acero
- Pintura (Spray)
- Martillo
- Estación Total SOKKIA TOPCON SET 60

- Trípode para la Estación Total
- Prisma
- Bastón para el prisma
- Cintas métricas CST- Metálica Revestida.
- Cintas métricas STANLEY fibra de vidrio.

6.8 Proceso para graficar

Para el procesamiento y descarga de los datos, el equipo utilizado Estación total SOKKIA TOPCON SET 60 logra importar los datos y estos son recepcionados por un hardware en formato txt por medio de un bloc de notas, AutoCAD Civil 3D Land Desktop 2004, en este software se procesa la información topográfica obtenida en el levantamiento de campo, aquí logramos graficar los diferentes puntos.

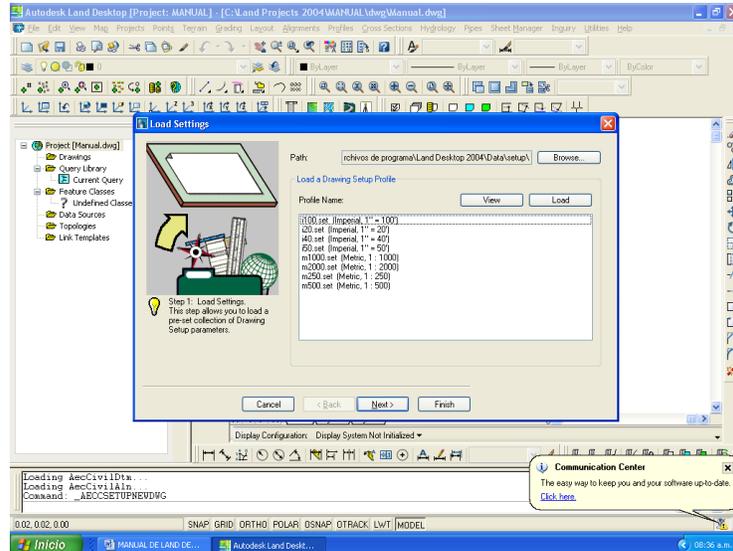
Para graficar lo primero que hay que hacer es iniciar el Land, este muestra en pantalla el último proyecto desarrollado, para iniciar uno nuevo, seleccione NEW.



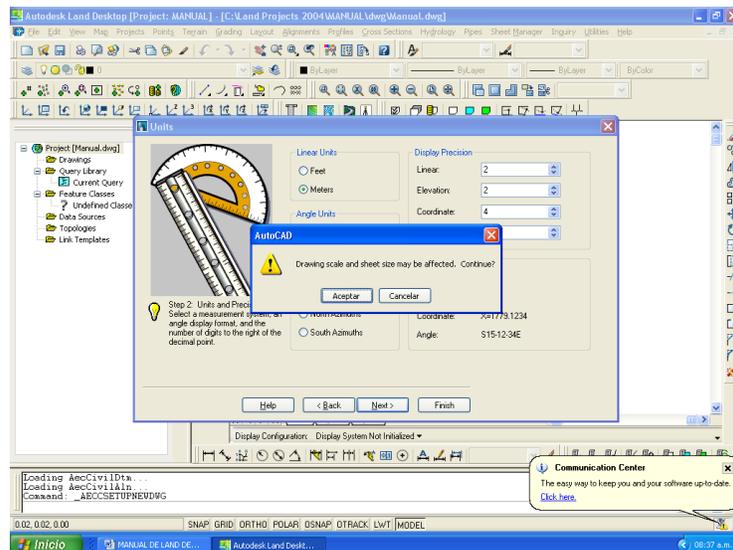
En DRAWING NAME: Se asignamos un nombre (en este caso le llamamos RED SECUNDARIA), luego click en CREATE PROJEC.

En la parte superior, en PROTOTYPE, seleccione METERS, pues el por defecto muestra FEET, en este caso el programa se configura para que siempre active METERS.

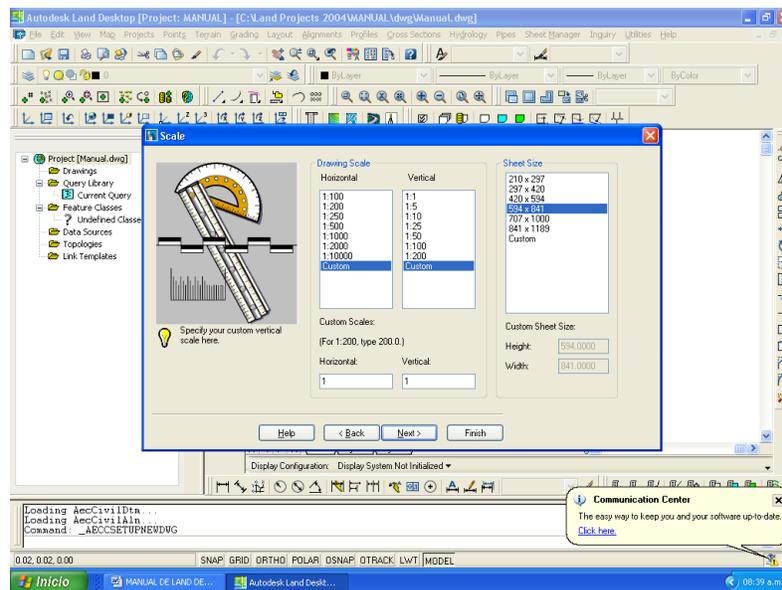
En PROJECT INFORMATION: asignar un nombre y en DESCRIPTION, es opcional si desea escribir o no, luego click en O.K....O.K.....O.K.



Se procede a establecer UNIDADES, PRECISION, ESCALAS, ETC. Click en NEXT.



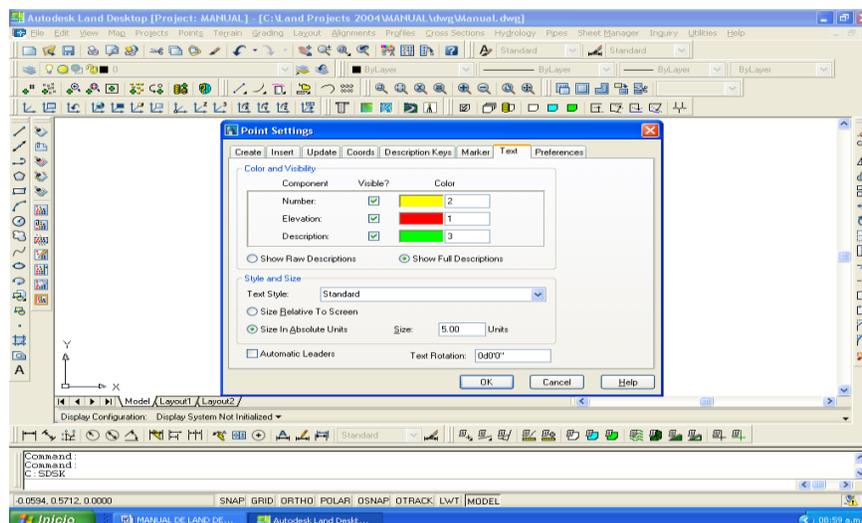
Seleccionamos METER, luego ACEPTAR, puede también variar la precisión LINEAR, ELEVATION, etc., incrementando el número de decimales.....NEXT.



En esta parte se define una escala horizontal y vertical de trabajo, por tanto siempre trabajar a escala natural 1: 1, click en FINISH, luego O.K.

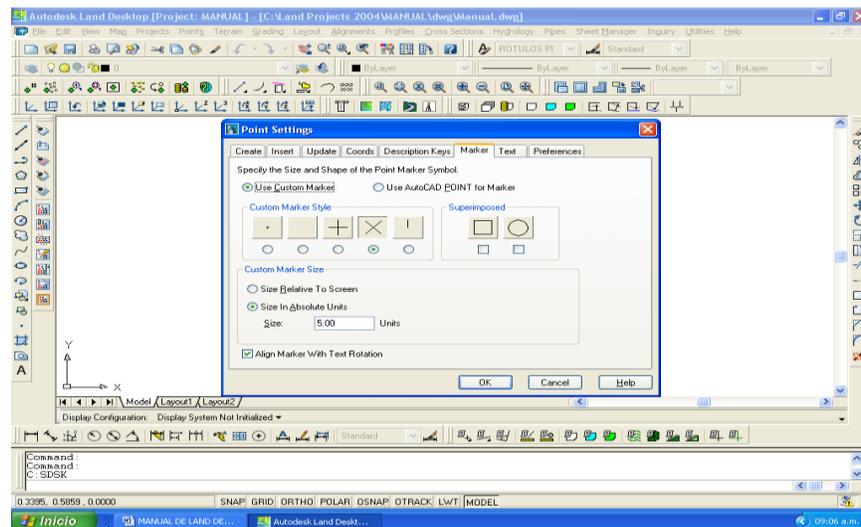
En caso de modificar algunos de los parámetros anteriores, click en el desplegable PROJECT, luego en DRAWING SETUP y en la siguiente pantalla hacer las modificaciones del caso.

A continuación click en el desplegable POINTS.....POINT SETTINGS...y en la pantalla a continuación seleccione TEXT....



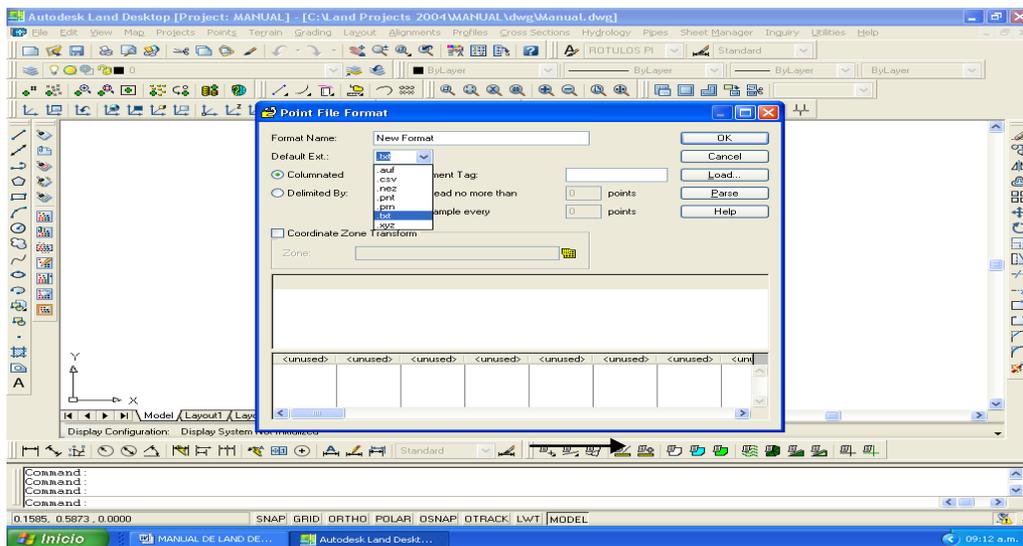
En TEXT STYLE, seleccionar ROTULOS PI....debajo de COMPONENT, a la par se muestran los colores de los textos para NUMBER, ELEVATION y DESCRIPTION, por tanto haga click en el color y seleccione el color que tendrá el texto (los colores están en función de los grosores de sus calidades de líneas).

Luego seleccionar MARKER, está activa la CRUZ, se puede combinar uno de la izquierda con los de la derecha (CUADRO o CÍRCULO), pero lo más importante es definir su tamaño; en SIZE (abajo), asignar un tamaño igual a la mitad del tamaño del texto.



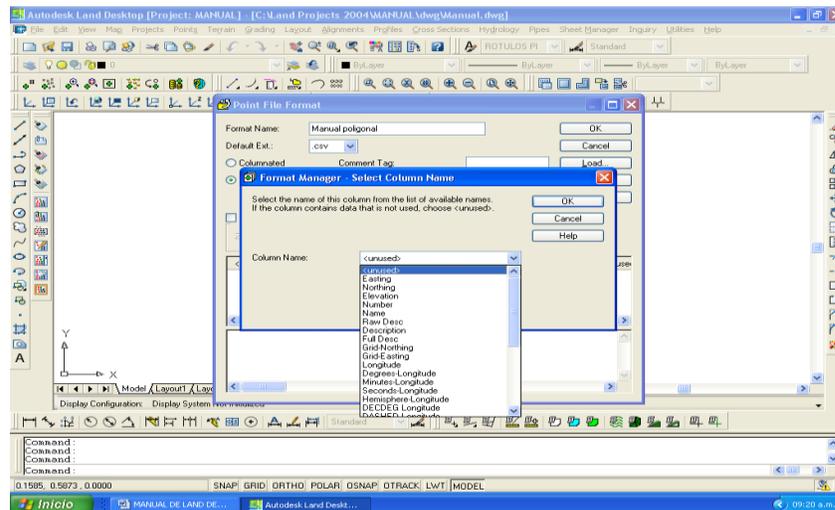
6.8.1 IMPORTACION DE PUNTOS:

Procedemos a crear el FORMATO que indicará al Land, como vienen ordenados los datos en el archivo CSV y en que directorio se encuentra localizado. Para esto seleccionar el desplegable POINTS.....IMPORT/EXPORT POINTS.....FORMAT MANAGER.....ADD.....seleccione USER POINT FILE.....O.K.....

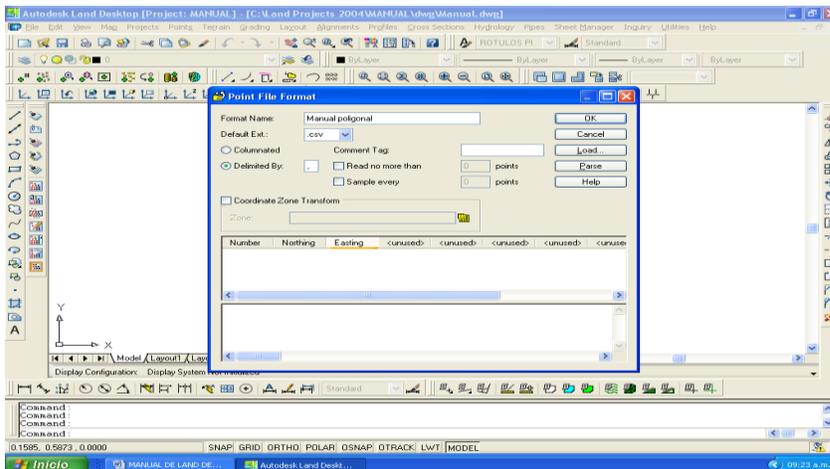


En primer lugar asignar un nombre al formato (FORMAT NAME). En DEFAULT EXT: seleccionar TXT (este es el formato que se importara), luego activar el círculo de DELIMITED BY, en su casilla blanca a la derecha digite la coma (,).

En la casilla UNUSED, indicar al Land como vienen ordenados los datos, click en el primer UNUSED y obtendrá la siguiente pantalla.



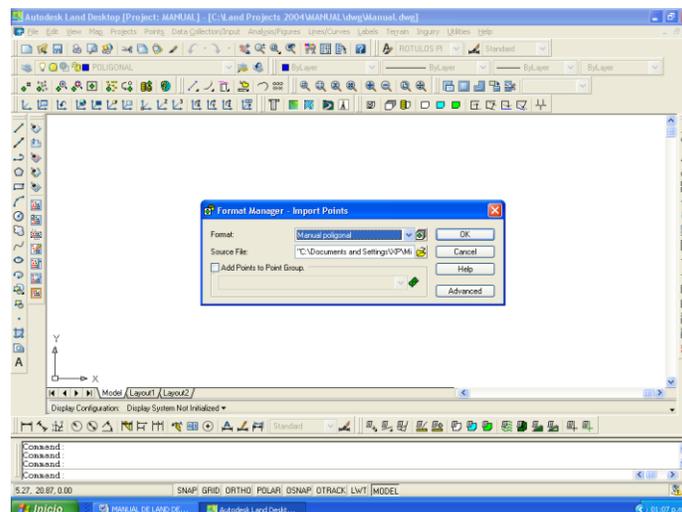
Click en la flecha y aparecerá el siguiente listado, seleccione NUMBER y luego O.K., y en la primera casilla UNUSED aparecerá NUMBER y así sucesivamente seleccione los otros dos (Y = NORTHING) (X = EASTING).



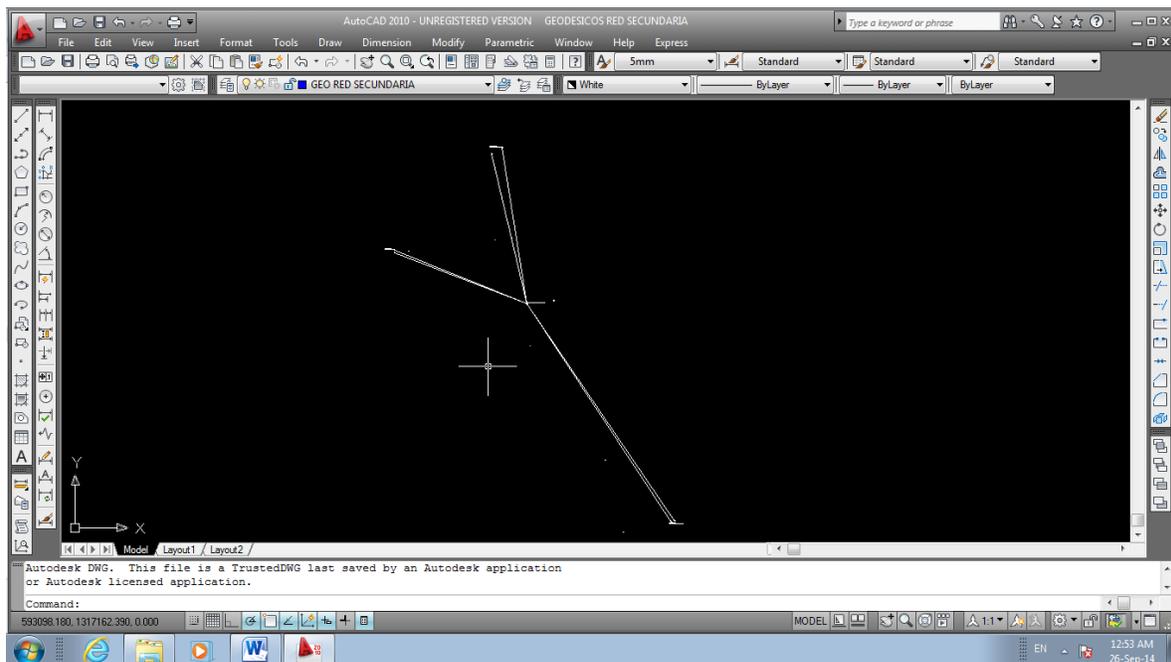
En caso de colocar las columnas equivocadamente, click sostenido con el mouse y mueva la columna a la posición correcta. Luego click en LOAD (para cargar el archivo) y buscamos el archivo en el directorio donde lo guardamos y abrimos; aparecerán los datos en la pantalla inferior, luego click en PARSE.....O.K.....CLOSE.

Al dar PARSE los datos se trasladan a la parte superior. Si los datos no coinciden con los de abajo, revisar nuevamente los pasos.

El siguiente paso consiste en Importar los puntos, para esto se realizaron los pasos siguientes: POINTS.....IMPORT/EXPORT POINT.....IMPORT POINTS....



En la flecha a la derecha de FORMAT, seleccionar el formato que se creó para este proyecto, luego activar la casilla ADD POINTS TO POINT GROUP y click en la esponja verde, aparecerá una nueva pantalla, digitar el nombre que se dará a ese grupo de puntos, click en O.K.....O.K.....O.K.... luego de este paso se están importando los puntos; en principio es probable que no se vean los puntos en la pantalla, por tanto, hacemos un ZOOM EXTENTS.



VII.RESULTADOS

Para cumplir con el control de calidad en las observaciones geodésicas, así como la exactitud y precisión de los datos, se utilizó la estación total para instalar la red secundaria formada por 6 puntos partiendo de dos puntos geodésicos conocidos y aprobados por el INETER, obteniendo los siguientes resultados.

Fecha:	16 DE SEPTIEMBRE DEL 2014
Nombre del proyecto:	RED SECUNDARIA
Ubicación:	MASATEPE, DEPARTAMENTO DE MASAYA
Objetivo del Trabajo:	GEOREFERENCIACIÓN
Puntos nuevos:	GE04, GE05, GE06, GE07, GE08, GE09

COORDENADAS WGS84

Nombre	WGS84 Latitud	WGS84 Longitud	Ubicación
AM01	11°54'33.52"N	86°08'38.08"W	Mercado de artesanías
AM02	11°54'55.14"N	86°08'38.74"W	Parque central (esquina sur-oeste)
AM03	11°54'55.43"N	86°08'36.33"W	Parque central (esquina sur-este)
GE04	11°55'8.53"N	86°08'41.91"W	Parque de Veracruz
GE05	11°55'9.10"N	86°08'40.99"W	Atrio de la Iglesia de Veracruz
GE06	11°54'59.97"N	86°08'50.75"W	Instituto de Masatepe
GE07	11°54'59.72"N	86°08'50.73"W	Instituto de Masatepe
GE08	11°54'35.66"N	86°08'25.76"W	Frente a la Gasolinera PETRONIC
GE09	11°54'35.73"N	86°08'25.42"W	Frente a la Gasolinera PETRONIC

COORDENADAS WGS84 - UTM Z16N

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Ubicación
AM01	1316669.460	593227.030	456.359	Mercado de artesanías
AM02	1317333.419	593205.045	449.182	Parque central (esquina sur-oeste)
AM03	1317342.489	593278.091	450.741	Parque central (esquina sur-este)
GE04	1317744.296	593107.964	436.261	Parque de Veracruz
GE05	1317761.882	593136.020	438.626	Atrio de la Iglesia de Veracruz

GE06	1317480.426	592841.567	438.321	Instituto de Masatepe
GE07	1317472.861	592842.108	438.417	Instituto de Masatepe
GE08	1316735.944	593599.761	452.855	Frente a la Gasolinera PETRONIC
GE09	1316738.242	593610.044	453.165	Frente a la Gasolinera PETRONIC

VIII. CONCLUSIONES

La instalación de la red secundaria de puntos geodésicos dieron como resultado las transformaciones antes mencionadas que sirvieron para realizar el plano de planta que es el producto final de todo tipo de levantamiento, tanto geodésico, topográfico o fotogramétrico.

Las coordenadas en proyección UTM se usarán para realizar el sistema de información geográfica (SIG) para la consulta de todos los usuarios implicados dentro de dicho proyecto.

Las coordenadas topográficas sirven para que los levantamientos realizados por las brigadas de topografía concuerden en un mismo arco general de levantamiento, y dicha información proporcionada por los equipos de topografía se traduzcan al mismo levantamiento.

Este tipo de información es realmente relevante, no solo para este proyecto, sino para todo tipo de trabajo de ingeniería, esta tecnología satelital ayuda a traslapar los trabajos realizados por cualquier ingeniero que necesite de una ubicación que contenga algún tipo de información, al igual que montarle una base de datos que facilite el entendimiento de los levantamientos a los usuarios que no tienen la formación necesaria para entender el tipo de datos entregados, recopilados y pos procesados en este caso.

IX. RECOMENDACIONES

Destinar recursos dentro del presupuesto municipal, para continuar ampliando la red geodésica secundaria en el casco urbano y extenderla a las zonas rurales del municipio.

Facilitar la información a todas las personas que requieran de estos puntos geodésicos para cualquier tipo de proyectos.

Garantizar que estos puntos permanezcan en buen estado y no sean removidos de su lugar de origen.

X. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Masatepe, oficina de proyecto (2012). *Caracterización Municipal*.

Deetz, Charles H (1944). *Elementos de proyección de mapas y su aplicación a la construcción de mapas y cartas*.

Dirección general de geodesia y cartografía, INETER (2008). *Informe técnico de densificación geodésica en el sitio de Miramar*.

García-Asenjo, L. Y Garrigues, P (2007). *Apuntes de Geodesia*.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER (Octubre 2008). *Diagnóstico del Sistemas Geodésico de Nicaragua*.

Reyes, Alberto. "Manejo del programa LAND DESKTOP 2004"

Urrutia, Javier (2005). *Curso de cartografía y orientación*.

Zamarripa, Manuel (2010). *Aprendizajes de Civilcad y Estación Total*

WEBGRAFIA

Sistema geodésico mundial 1984, WSG84 (2009)

<http://ingecivilcusco.blogspot.com>

Métodos Planimétricos.

<http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria>

Manejo de Estaciones Totales Topográficas Sokkia

www.mecinca.net

XI. ANEXOS

Foto. Inicio del proyecto.

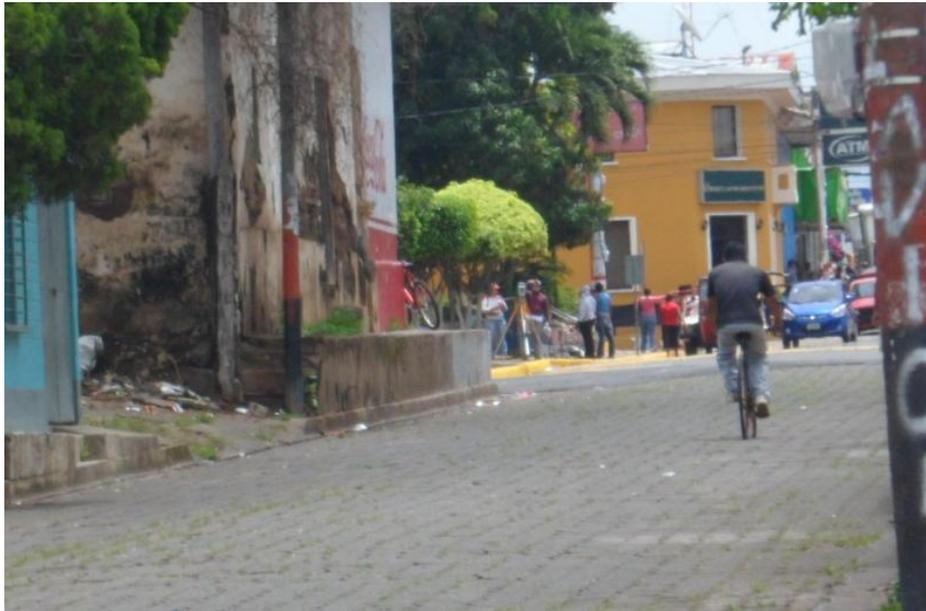


Foto. Geodésico ubicado en el parque de Veracruz. GEO 4



Foto. Geodésico ubicado en el Instituto de Masatepe GEO 6



Foto. Geodésico ubicado en el Instituto de Masatepe GEO 7



Foto. Geodésico ubicado en el costado norte de la Gasolinera Petronic GEO 8

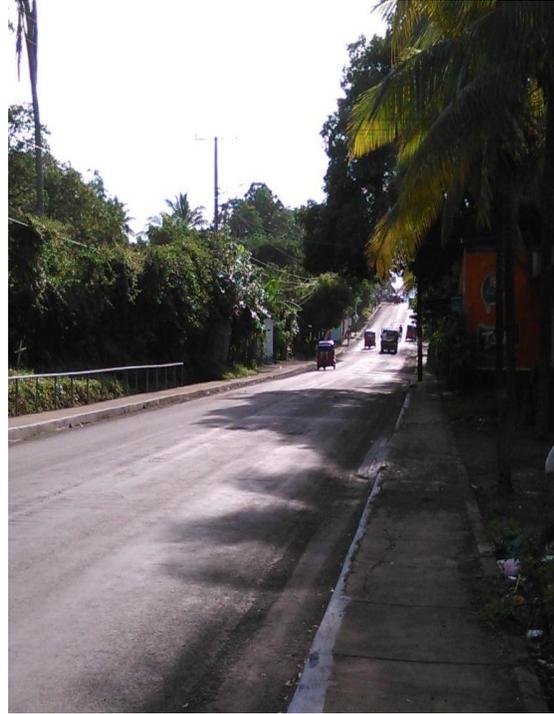


Foto. Geodésico ubicado en el costado norte de la Gasolinera Petronic GEO 9



Figura. Estación Total SOKKIA TOPCON SET 60



PLANO

