



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



"FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL"

**"LEVANTAMIENTO DEL CAMINO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS.
KM 0 + 000 AL KM 6 + 480. USANDO LA ESTACIÓN TOTAL
SOKKIA SET 650X"**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

PRESENTA:

HYPATIA MARIANA CRUZ REYES

ASESOR:

M.I. TARSICIO AUDIFRED HURTADO SOLORZANO.

Morelia, Michoacán.

Febrero 2012.

INDICE

Contenido

CAPÍTULO I	2
1. INTRODUCCIÓN.	2
CAPÍTULO II	4
2. ESTADO DEL ARTE	4
2.1. Historia de caminos y carreteras.	4
2.1.1. Las carreteras modernas	10
2.2. Historia de los caminos y carreteras en México.....	11
2.3. Historia de la Topografía.....	14
CAPÍTULO III	24
3. Descripción del Equipo.....	24
3.1. Equipo Utilizado para este proyecto.	24
3.2. Preparación y alta de trabajo en la Estación Total.....	27
3.2.1. Centrado	27
3.2.2. Nivelado	28
3.2.3. Nivelación electrónica o fina (Nivelación por pantalla).	28
3.3. Transferencia de Datos de ET a PC.	36
3.3.1 Menú TOOLS.	37
3.3.2. DOWNLOAD (Descargar).....	38
3.3.3. Proceso de Datos en Civil CAD.....	41
CAPÍTULO IV	47
4. LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO.	47

4.1. DESCRIPCIÓN GEOGRAFICA Y LOCALIZACIÓN.....	47
4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.	48
4.2.1. PROCESO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL CAMINO “INDAPARAPEO - LAS BOMBAS”.....	48
4.2.1.1. PROCEDIMIENTO DE CONTROL GEODESICO	49
4.2.1.2. PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE POLIGONAL PRINCIPAL....	50
4.2.1.3. PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO DEL ALINEAMIENTO. ...	51
4.2.1.4. PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE REFERENCIA Y SECCIONES TRANSVERSALES.....	52
4.2.1.5. PROCEDIMIENTODE NIVELACION DE BMs	53
CAPÍTULO V	59
5. Resultados del Proyecto.....	59
5.1. Puntos del levantamiento topográfico.	59
CAPÍTULO VI	71
6. CONCLUSIONES.....	71
6.1. CONSIDERACIONES FINALES.	71
7. BIBLIOGRAFIA	72

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

Los caminos modernos son una necesidad para el desarrollo tanto económico como social, un polo de desarrollo para las comunidades en su vida cotidiana y una condición imprescindible para enfrentar las nuevas necesidades.

Cualquier acción que se lleve a cabo para lograr equilibrar el desarrollo entre las distintas regiones federativas, zonas, estados, municipios y las diversas localidades que los conforman tiene que apoyarse, en aras del progreso, si aspira al éxito en la Nación. Y ello no se puede lograr sin la existencia de vías de comunicación, eficientes entre la Capital de la República, las capitales y de estas con sus cabeceras municipales y poblaciones que las conforman.

Para ejemplificar la importancia del desarrollo de nuevas vías de comunicación y su necesidad, se realizó el levantamiento del camino Indaparapeo – Las Bombas, en el municipio de Indaparapeo, Michoacán, empleando nueva tecnología.

Para el presente trabajo se utilizó la Estación Total Sokkia SET 650x, en el levantamiento del camino antes mencionado, con lo cual pretendemos resaltar, como reduce los tiempos de trabajo y hace una representación de la zona de trabajo, con una mayor eficacia que con los equipos tradicionales, además demostrar que estos equipos topográficos se vuelven de suma importancia para el Ingeniero que proyecta y construye vías de comunicación, también para la realización del proyecto geométrico en la actualidad se cuenta con programas de computación que ayudan a simplificar los trabajos, en gabinete, y así obtener grandes beneficios tanto para pequeñas localidades o grandes ciudades modernas, de acuerdo a la topografía de la zona.

Capítulo II

ESTADO DEL ARTE

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Historia de caminos y carreteras.

Por los vestigios dejados por los primitivos, principalmente en el Nilo, el Éufrates y Ganges, se supone que desde hace aproximadamente 10,000 años, el hombre dejó de ser nómada y conoció la agricultura floreciendo con ello las primeras civilizaciones, hace unos 6,000 años.

En Asia Menor se inventó la rueda hace algunos 5,000 años; esto originó la necesidad de superficies de rodamiento que alojasen a las carretas de cuatro ruedas, como los que fueron encontrados en la “Tumba de la Reina” en la ruinas de la ciudad de Ur que datan de 3,000 años A.C.

Para esa época los egipcios y los asirios eran dos pueblos florecientes, que iniciaron el desarrollo de sus caminos. Señalase la existencia de los primeros caminos de una ruta entre Asia y Egipto.

Los cartagineses, constituyeron caminos de piedra sobre la costa Sur del Mediterráneo, 500 años A.C. que posteriormente copiaron los romanos.

Los primeros caminos construidos científicamente aparecen con el advenimiento del Imperio Romano.

Hasta finales del siglo IV a.n.e. las calzadas romanas eran poco más que senderos que conducían a Roma desde las distintas ciudades del Lacio. Desde ese momento comenzaron a construirse según un plan establecido, diseñado conjuntamente con el programa táctico de expansión. Ya en el 340 a.n.e. y una

vez conquistado Latium, se construyó la Vía Latina para conectar Roma con Capua, que acababa de ser devastada en la Guerra Samnita.

A iniciativa de Appius Claudius Crassus, quien financió parte del proyecto de su propio bolsillo, se construyó la más famosa de las calzadas romanas, la Vía Apia, que pretendía ser una ruta alternativa a Capua. Su construcción comenzó en el año 312 a.n.e. y ya en el 244 a.n.e. el camino había alcanzado Brundisium, situada en el extremo sur de Italia. El aspecto más revolucionario de la Vía Apia fue su pavimentación, realizada parcialmente con piedra y parcialmente con lava solidificada.



Fig. 1. La Vía Apia, una de las más emblemáticas calzadas romanas

Otra de las calzadas importantes, la Vía Flaminia, unía Roma con la colonia Latina de Ariminum, sita en territorio Celta. Estos caminos pavimentados y otros (normalmente contruidos a base de piedras, ripios y morteros de diversa composición) eran de gran importancia estratégica, facilitando la administración y el control de las tierras conquistadas. Aunque el gran periodo de construcción fuera de Italia se produjo en el siglo I y II, coincidiendo con la época de máximo esplendor del Imperio Romano. En Bretaña y el norte de África, así como en Italia, el progreso de expansión imperial puede ser trazado siguiendo el desarrollo de la red de calzadas romanas.

La mayor parte de los usuarios de estas calzadas viajaban sobre el lomo del caballo o a pie; los altos funcionarios y los potentados, sin embargo, usaban carros de dos y cuatro ruedas. Se idearon también estaciones donde caballos y conductores podrían ser relevados o asistidos, emplazándose cada 16 km. a lo largo de los caminos, aunque eran para el uso exclusivo del gobierno.

En el imperio romano las calzadas por lo general se construían en línea recta, tomando la ruta más directa allá donde fuera posible. Cuando las montañas no lo permitían, los ingenieros de la época diseñaban y construían complicados sistemas de circunvalación. Los logros romanos en este campo son del todo meritorios, dado que los agrimensores (antiguos topógrafos) tenían que replantear la línea de un nuevo camino y hacerlo tan recto como fuera posible privados de los instrumentos modernos de los que hoy en día disponemos y frecuentemente en circunstancias topográficas y climáticas muy desfavorables.

Una razón importante de por qué las calzadas romanas eran tan duraderas es el esmero que pusieron en el diseño y ejecución de un sistema de drenaje adecuado, que básicamente consistía en la excavación de zanjas en los extremos del camino y paralelas al mismo. La tierra procedente de aquéllas se utilizaba para la formación un banco asentado sobre una cimentación formada por fragmentos de piedra y cerámica cementados con limo.

Los grandes bloques poligonales de piedra dura o de lava solidificada (en zonas donde ésta existía) se encajaban cuidadosamente para formar la capa de terminación del camino. El término latino para esta superficie era pavimentum, que hoy en día se conoce como pavimento. Así, la sección-tipo de una calzada romana se hallaba integrada por las siguientes capas, en orden decreciente de profundidad:

- Un cimiento de piedras planas o statumen.
- Una capa formada por ripios y detritus de cantera, llamada rudus.
- Una capa intermedia de hormigón a base de piedra machacada y cal grasa, llamada nucleus.
- Una capa de terminación, formada por un enlosado de piedra sellado con mortero de cal, denominada summum dorsum.

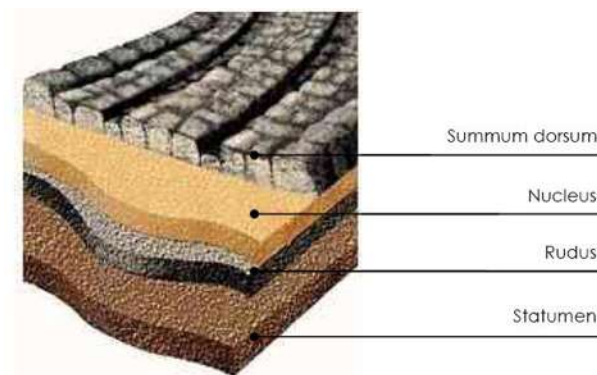


Fig. 2. Sección Transversal de una calzada romana.

También son los romanos quienes adoptan medidas normativas encaminadas a la construcción, conservación, reparación y tránsito por los caminos y calzadas, estableciendo la protección interdictal para el uso, mantenimiento del tránsito y no deterioro de los caminos públicos. El llamado Itinerario de Antonino es el documento antiguo más completo para el estudio de las vías romanas, y data de finales del siglo III de nuestra era.

Tras el ataque de las tribus bárbaras al imperio romano desde el siglo III, en adelante, que no eran partidarias del poder centralizado y tampoco eran adeptos a la vida en las ciudades los caminos romanos fueron abandonados paulatinamente.

Pasaron siglos antes de que se realizara cualquier intento por reconstruir el sistema de calzadas romanas.

Al ciclo de los imperios, caracterizado por la existencia de un poder organizado y centralizado, sucedió una etapa donde los efímeros mandatos y las continuas luchas por el poder impidieron no sólo el desarrollo, sino también el mantenimiento de la red de carreteras heredada de los romanos. Cabe destacar de este período las carreteras Brunehaut, construidas en el siglo VI en el norte de Francia para remozar las vías romanas, que habían sido totalmente destruidas.

Al gobierno absolutista y fuertemente centralizado existente en Francia. En 1716 se creó el Departamento de Puentes y Caminos (Corps Pons et Chaussées), que se encargó de redactar normas para la construcción de diversos tipos de camino.

Utilizaban capas de áridos cuya granulometría iba aumentando con la profundidad, diseñó cada capa ligeramente bombeada de sección transversal con una ligera pendiente a dos aguas, siendo el eje del camino el punto más alto para así conseguir una mejor evacuación de las aguas hacia los flancos del camino. Estas capas eran las siguientes:

- Un cimiento a base de piedras gruesas hincadas a mano.
- Una capa de regulación constituida por fragmentos de piedras ordenadas y apisonadas a mano, que aseguraba la transmisión y el reparto de las capas a la base.
- Una capa de rodadura de unos 8 cm de espesor, con áridos del tamaño de una nuez, machacados con maceta y colocados mediante una paleta. Esta capa, compuesta de piedras muy duras, aseguraba el bombeo del 3% en el origen.

Además, en los laterales del camino existían unos encintados de piedra, cuya misión era la de impedir que las piedras pequeñas que conformaban la capa de rodadura se perdieran fuera del propio camino. También hizo un mayor uso de las capas del subsuelo para asentar correctamente el camino.

A principios del siglo XIX Francia avanza en la investigación de carreteras empleando pavimentos de mástic asfáltico en la construcción de las mismas. A mediados del siglo pasado tanto franceses como ingleses utilizaban asfalto procedente de rocas comprimida en la pavimentación calles urbanas. El rápido crecimiento del tráfico rodado de la tercera década del siglo XX acrecentó el uso del firme asfáltico al tener una superficie que no generaba polvo, aunque llegaba a ser resbaladizo y causante de accidentes sobre todo cuando se hallaba mojado. En 1929 se comenzó a añadir grava revestida de productos bituminosos que facilitaban una mejor mezcla al asfalto aún caliente y en estado líquido, lo que proporcionaba una mayor aspereza en la capa de rodadura, mejorando así el agarre de los vehículos.

En Estados Unidos, las antiguas sendas Indias sirvieron para trazar los nuevos caminos; las sendas Mohawk y Natchez son algunas de ellas. Santa Fe, un poblado misionero que recibía abastecimiento desde México, llegó a convertirse un núcleo importante de comercio y atrajo a pioneros procedentes de tierras estadounidenses. En 1825 y como consecuencia del frecuente tránsito de viajeros, el Congreso destinó 30000 de dólares para la construcción de un camino a Santa Fe desde la ciudad de Independence, en el estado de Missouri. Los grandes movimientos migratorios hacia el oeste de mediado del siglo la construcción de la Ruta Overland, con desvíos hacia Oregón y posteriormente a California.

El desarrollo de carreteras especiales en los Estados Unidos realmente proviene no del deseo de permitir la circulación de tráfico a motor sin ninguna clase de impedimentos, sino de consideraciones de tipo ambiental; como parte de este plan y aprovechando el gran volumen de tierras extraídas, se construyó una carretera de cuatro carriles con accesos limitados y ningún paso a nivel que interceptase su recorrido; fue el comienzo de la red de autopistas existente en este país.



Fig. 3. Diferentes aspectos de la red variada urbana de las ciudades estadounidenses.

Durante el presente siglo, el afianzamiento y preponderancia creciente del automóvil como medio de transporte ha requerido una gran expansión de las redes de carreteras en todos los países, que culmina con la construcción de vías reservadas únicamente a dicha clase de vehículos, sin cruces a nivel de ninguna clase y permitiendo la circulación sin peligro y a grandes velocidades: las autopistas.

2.1.1. Las carreteras modernas

Las variables más importantes a tener en cuenta en la ingeniería de caminos moderna son la inclinación de la tierra sobre la que se construye la carretera, la capacidad del pavimento para soportar la carga esperada, la predicción de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza del suelo que la sostiene y la composición y espesor de la estructura de pavimentación. El pavimento puede ser rígido (permitiendo poca latitud de flexión) o flexible. El pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tráfico pesado. Los pavimentos rígidos se construyen con una mezcla de cemento Portland y agregado grueso y fino. El espesor del pavimento puede variar de 15 a 45 cm, dependiendo del volumen de

tráfico que deba soportar, y a veces se utiliza un refuerzo de acero para evitar la formación de grietas. Bajo el pavimento se emplea arena o grava fina como base para reforzarlo.

Las carreteras modernas se construyen en líneas casi rectas a través de campo abierto, en lugar de seguir las viejas rutas establecidas. Las áreas congestionadas se evitan o se cruzan utilizando avenidas especiales, túneles o pasos elevados. La seguridad se ha incrementado separando el tráfico y controlando los accesos. En las autopistas y autovías se separan los vehículos que viajan en sentidos opuestos con una mediana. Las principales características de las autopistas y autovías modernas son señales luminosas adecuadas para la conducción nocturna, amplios arcenes, carriles con distintas velocidades, carriles de subida, carriles reversibles, zonas de frenado de emergencia, carriles para autobuses, señales reflectoras, marcas en el pavimento y señales de control de tráfico, entre otras.

2.2. Historia de los caminos y carreteras en México.

Los españoles al llegar a lo que actualmente es el Territorio Nacional, encontraron que sus pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos de transporte; pero a pesar de ello, contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos.

Destacaban en este aspecto constructivo los aztecas y los mayas, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, utilizaban ampliamente los caminos, de algunos perduran aún los vestigios.

Las culturas antiguas de América, entre ellas la de los mayas (posiblemente antes de la era Cristiana) en el sur de México y al norte de Centro América, la de los toltecas, que se establecieron en la Meseta Central, en México, por el año de 752; los aztecas (que fundaron Tenochtitlán, hoy la Ciudad de México, por el año

1325) y los incas (1100 A.C), en el Perú, dejaron huellas de una avanzada técnica en la construcción de caminos, siendo notables los llamados *Caminos Blancos* de los mayas. Estos últimos, formados con terraplenes de uno y dos metros de elevación, eran cubiertos con una superficie de piedra caliza, cuyos vestigios existen actualmente en Yucatán, México.

La colonización de la Nueva España trajo como consecuencia lógica un sensible mejoramiento de los caminos ya existentes y la apertura de otros muchos; como resultado de su especial situación geográfica y del uso económico dado a la nación conquistada por sus nuevos gobernantes.

Las primeras modificaciones a los caminos existentes, tienen origen en la necesidad de comunicar el centro de la Nueva España con los puertos marítimos en forma adecuada para hacer llegar a la madre Patria, los productos del país, que sumaban respectivamente, según datos históricos, 7,605 y 19,720 kilómetros, variando su estado de conservación de acuerdo con su importancia. Es evidente el grado de adelanto que se tuvo en la evolución de los caminos y el transporte.

La situación creada por la guerra de independencia, impidió la realización de caminos nuevos.

Los diferentes regímenes se concretaron a la expedición de algunas leyes relativas a las vías terrestres, que crean la Dirección General de Colonización e Industria, entre cuyas funciones tenía que construir y conservar caminos. En 1853 esta dirección fue substituida por la Secretaría de Fomento cuyo presupuesto provenía del impuesto del “peaje”.

El 19 de Noviembre de 1867 el Presidente de la República, Lic. Benito Juárez, creó un impuesto dedicado a la conservación de caminos, sustituyendo al “peaje”.

El 13 de Mayo de 1891 el Presidente de la República, Gral. Porfirio Díaz, creo la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

La Revolución Mexicana, inicio en 1910, provocó en el país una exigencia para el desarrollo económico, una necesidad para el acontecer político y una condición imprescindible para enfrentar las nuevas preocupaciones sociales.

Con la aparición del automóvil, acaecida en México en 1906, y que revolucionó definitivamente los viejos sistemas de transportación por carretera entre 1918 y 1920, el avance en los caminos es de mayor importancia que el registrado en los cuatrocientos años anteriores de la historia del país.

Hasta el momento de la aparición del automóvil, las características de los caminos eran las adecuadas a las exigencias de los vehículos de tracción animal; pero el desarrollo inusitado del automóvil y la aparición de los caminos capaces de viajar a velocidades desconocidas hasta entonces y con mayor capacidad de carga, obligan a modificar y mejorar o construir caminos nuevos para satisfacer la nueva demanda.

El movimiento revolucionario en México, al coincidir con la aparición del automóvil, impidió que la transformación de los caminos no se efectuara; lo cual trajo como consecuencia que, al ser estable el Gobierno, se encontró con que el automóvil había avanzado enormemente y los caminos quedaron totalmente anacrónicos.

Con la creación de la Comisión Nacional de Caminos, por la ley del 30 de Marzo de 1925, expedida por el entonces Presidente de la República, Gral. Plutarco Elías Calles, se inicia en firme la construcción de nuevos caminos y el mejoramiento y conservación de los existentes, para tal efecto se estableció un impuesto sobre la gasolina de tres centavos por litro.

El artículo II de la citada Ley, establece que la Comisión la integrarían dos miembros representantes del Ejecutivo Federal, nombrados respectivamente por las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Comunicaciones y Obras Públicas y un tercer miembro representante de los causantes y designado por ellos.

El nuevo organismo llegó a alcanzar un gran desarrollo y su actuación fue decisiva en la construcción de caminos. En el año de 1932 esta Comisión pasó a depender de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, convirtiéndose en Dirección Nacional de Caminos.

Posteriormente en 1958 y en atención al gran auge en la construcción de caminos, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas se divide en dos: Secretaría de Obras Públicas y Secretaría de Comunicaciones y Transportes. A la primera corresponde, entre otras cosas, el despacho de asuntos relativos a la construcción y conservación de caminos, aeropuertos y vías férreas.

A partir de 1982 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), atiende los asuntos relacionados con caminos.

2.3. Historia de la Topografía.

Remontándonos alrededor del año 3000 a. de C. los babilonios y egipcios utilizaban ya cuerdas y cadenas para la medición de distancias.

Hasta el 560 a. de C. no se tienen referencias de nueva instrumentación hasta que Anaximando introdujo el "Gnomon", aunque se cree que a este le pudo llegar alguna referencia de los babilonios o egipcios. Entre los primeros usuarios de este nuevo instrumento encontramos a Metón y Eratóstenes para la determinación de la dirección Norte y la circunferencia de la tierra respectivamente.

La "dioptra" o plano horizontal para la medición de ángulos y nivelación tenía su principio en un tubo en "U" con agua el cual servía para horizontalizar la plataforma. (Ver la figura 4).

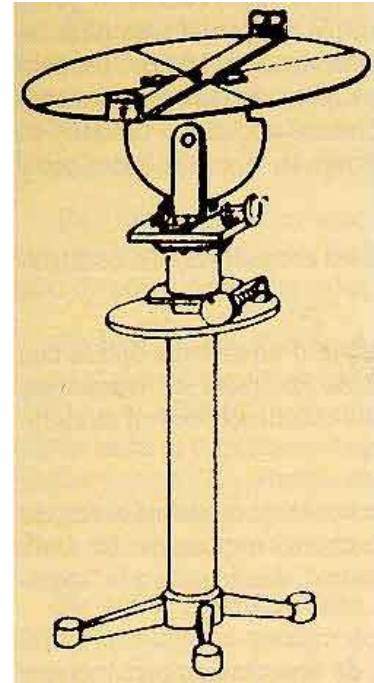


Fig. 4. Dioptra

El "corobates" o primer aproximación de un nivel, era una regla horizontal con patas en las cuatro esquinas, en la parte superior de la regla había un surco donde se vertía agua para usarla como nivel. Por otro lado Herón menciona la forma de obtener un medidor de distancia por medio de las revoluciones de una rueda.

Ptolomeo, hacia el año 150 a. de C. describió el cuadrante aplicándolo a observaciones astronómicas. Para ángulos verticales, las reglas de Ptolomeo fueron utilizadas hasta la Edad Media.

Se puede considerar como antecesor del teodolito al astrolabio de Hiparco, contemporáneo de Ptolomeo.

Los romanos, portadores de los conocimientos griegos por Europa, usaron la "Groma", que consta de una cruz excéntrica, con plomadas en sus extremos, fijada a una barra vertical, que disponía de una especie de alidadas. Vitruvio hace

referencia a los carros medidores de distancias por medio de contadores de vueltas, aunque las medidas de precisión se seguían a pasos mediante contadores de pasos. Además de las descripciones de Vitruvio, se encontraron en Pompella distintos instrumentos en el taller de un Agrimensor. También Vitruvio fue el constructor de la primera escuadra aplicando el fundamento de triángulo rectángulo de Pitágoras (lados de 3-4-5 metros).

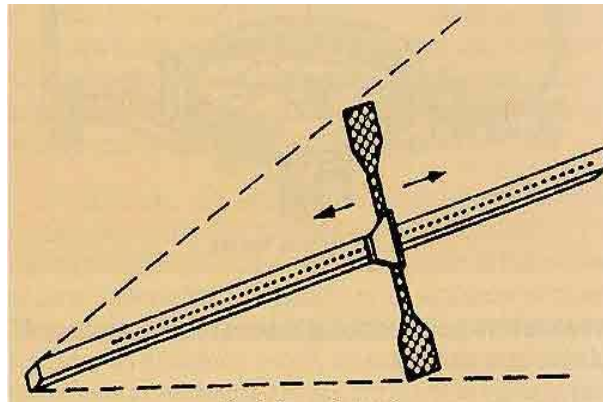


Fig. 5. Barra de Jacob.

Muy posteriormente, los árabes apoyándose en los conocimientos de los griegos y romanos, usaban astrolabios divididos en 5 minutos de arco. [Usbeke Biruni diseño hacia 1000 d. de C., la primera máquina para la graduación de círculos].

Sobre el año 1300, descrito por Levi Ben Gerson, se conoce un mecanismo para la medida indirecta de distancias, [posteriormente la barra de Jacob], mediante el movimiento de una barra perpendicular a otra principal graduada, que proporcionaba así los ángulos paralácticos.

La Brújula desde su nacimiento con los chinos hasta la referencia en 1187 de Alexander Neckman, con el desarrollo posterior introducido por Leonardo Da Vinci y Schmalcalder llegó a ser la precursora del teodolito.

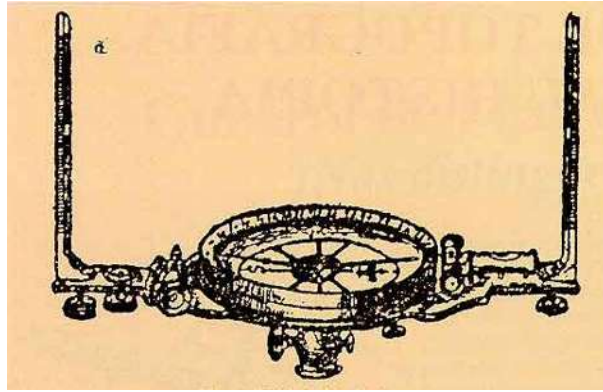


Fig. 6. Brújula de Pínulas.

Oronzio Fineo, en su libro "Geometría Práctica", aplica la brújula a un semicírculo graduado con dos alidadas, una fija y otra móvil. El siguiente paso hacia el goniómetro actual fue la mejora introducida por Josua Habernel con el teodolito-brújula que data del 1576.

Johan Praetorius, apoyándose en los conocimientos de Gemma Frisius, perfecciona la plancheta, que durante mucho tiempo fue el instrumento más fino y avanzado con que podían contar los topógrafos.

A todo esto en 1610 aparece la cadena de Agrimensor, atribuida a Aaron Rathbone.

En 1720 se construyó el primer teodolito como tal, este venia provisto de cuatro tornillos nivelantes, cuya tutoría es de Jonathan Sisson (numero de tornillos que casi hasta la actualidad, se siguen usando en los teodolitos americanos).

Tobias Mayer cambió los hilos reales del retículo, hasta la fecha de hilos de tela de araña, por una grabación en la propia lente. Ignacio Porro contribuyó con su telescopio y taquímetro autorreductor a los avances en el campo de la instrumentación.

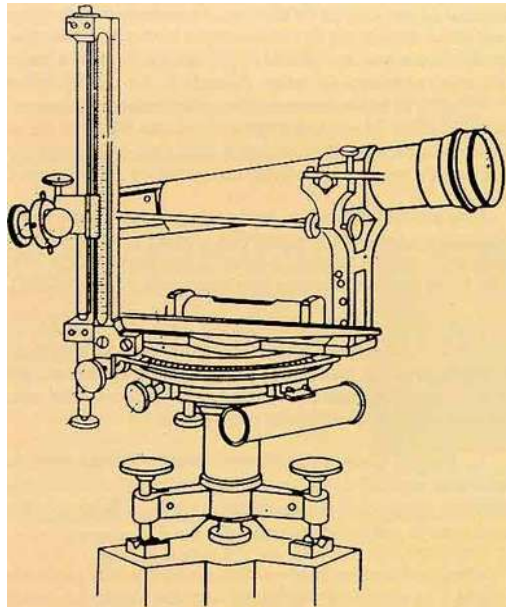


Fig. 7. Clisímetro.

Pedro Núñez aportó un mecanismo de lectura para un cuadrante, dividiendo los círculos concéntricos en $(n-1)$ del anterior, naciendo así el nonio. Jhon Sisson construyó en 1730 el primer goniómetro, mejorando por Jesse Ramsden quien introdujo microscopios con tornillos micrométricos para las lecturas angulares. Reichenbach inventó en 1803 la primera máquina para graduar círculos o limbos, basado en el sistema de copias, principio que actualmente seguimos usando; en 1804 el propio Reichenbach introdujo su teodolito repetidor y el centrado forzoso.

En 1823, Porro, con ayuda de una lente modificó el ángulo paraláctico, para obtener el que ahora conocemos. En 1839 bautizó a su instrumento "taquímetro", dando paso a la "taquimetría".

En la línea de construcción de aparatos autorreductores encontramos en 1866 a Sanguet con su clisímetro o medidor de pendientes, el cual permitía obtener la distancia reducida con un mínimo cálculo.

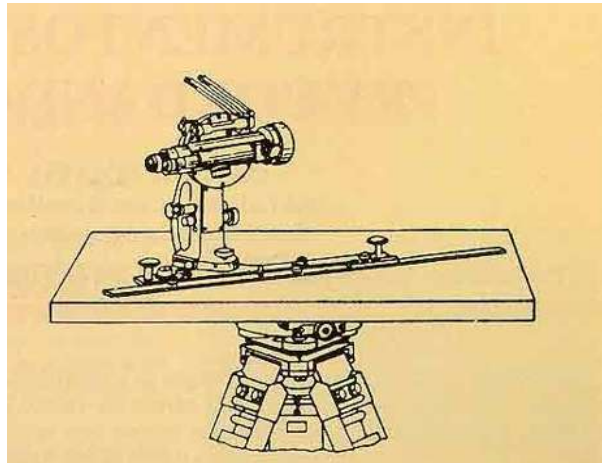


Fig. 8. Plancheta.

La mira parlante se la debemos a Adrien Bordaloue, el cual, alrededor de 1830, fabricó la primera mira para nivelación, hecho que potenció el estudio y fabricación de autorreductores, permitiendo así leer en la mira la distancia reducida y el término "t"; entre estos aparatos podemos citar en 1878 el taquímetro logarítmico, en 1893 el taquímetro autorreductor de Hammer, en 1890 Ronagli y Urbani usaron una placa de vidrio móvil con doble graduación horizontal, cuya distancia entre hilos variaba en función del cenital observado.

En 1900, Fennel creó, de acuerdo con Porro el primer anteojo analítico, usando un arco circular como línea base de los hilos del retículo. Carl Zeiss fabricó en 1932 un prototipo que se fabricó en 1942. En 1936 apareció el DKR y en 1946 el DKRM de Kern.

A finales del siglo XIX vieron la luz los primeros telémetros de imagen partida dentro del mismo ocular, dando lugar a los telémetros artilleros o de base fija y a los topográficos o de base móvil.

En 1880 apareció el precursor de la actual estadía invar, con una barra de madera. En 1906 Carl Zeiss usaba una barra de tubo de acero para su estadía, pasando al invar en 1923.

En 1886, Sanguet inventó el principio que en un futuro dio lugar al prisma taquimétrico. Este principio fue fabricado por Wild en el año 1921 con mira vertical, en lo que posteriormente sería el duplicador taquimétrico (principio ideado por Boskovic en 1777). Hemos de esperar hasta 1933 para encontrar este sistema empleado con nuestra conocida mira horizontal, fabricado por Breithaupt.

En 1908, Heinrich Wild, colaborador entonces de Carl Zeiss, introdujo el anteojo de enfoque interno. Así mismo a Wild le debemos el nivel de coincidencia, el micrómetro de coincidencia y la estadía invar como ahora la conocemos.

Los limbos de cristal fueron fabricados en serie poco antes del 1936, mejorando así la graduación en el propio limbo. En el año 1936, Smakula vaporizó las lentes del anteojo en el vacío, obteniendo algo parecido a lo que actualmente conocemos como la Óptica azul del anteojo.

Se hicieron estudios e intentos para obtener el primer nivel automático, teniendo que esperar hasta 1946, año en el que el ruso Stodolkjewich puso en práctica estos principios. En el año 1950, Carl Zeiss fabricó el Ni2, instrumento que poseía un compensador mecánico en lugar de burbuja tubular, precursor de los actuales sistemas de compensación por gravedad. Askania traspasó este principio a los teodolitos en 1956 montando el compensador para el limbo vertical.

El primer distanciómetro electro-óptico se fabricó en Rusia en el 1936, promovido por el Instituto de óptica Gubernamental. Este tipo de instrumento se empleó en el distanciómetro Aga fabricado en Estocolmo en 1948. En 1957, Wadley obtuvo un distanciómetro de microondas, el Telurometer. Hasta 1968 no aparecerán los distanciómetros electro-ópticos de láser. Wild fabricará el DI-10, distanciómetro de pequeñas dimensiones, que unido a un teodolito proporcionaba un gran beneficio para las medidas topográficas, tanto en rapidez como en precisión.

Hace más o menos 11 años aparecieron las semi-estaciones, que eran un distanciómetro montado sobre el mismo teodolito, compartiendo carcasa con él (no muy distintas en aspecto a las actuales estaciones totales), pero con el teodolito era analógico, la electrónica solo podía conocer los resultados de la medida de la distancia, debiendo teclear a mano los ángulos para que el aparato pudiera realizar los cálculos deseados.

Con la aparición de los sistemas electrónicos de captación de ángulos, la carrera contra el tiempo ha sido aun más rápida y efectiva, obteniendo teodolitos digitales más precisos que antaño e incluso abaratando los recios del mercado.

El siguiente paso que mejora la captación de datos son los colectores de datos, apareciendo paulatinamente los colectores externos (libretas con software propio que manejaban el funcionamiento de la estación), colectores de tarjetas de registro (los cuales son manejados por la estación y su software interno), tanto en su versión de contactos físicos con la estación o de carga por inducción electromagnética, como los colectores internos en la propia estación, debiendo conectar esta al ordenador para su descarga. No pasará mucho tiempo para que la técnica permita el volcado de datos por medio de un "modem" a la línea telefónica, estando el colector a cientos de kilómetros del ordenador que recibe los datos.

No podemos olvidar que los propios distanciómetros ya funcionan por medida de fase (permitiendo ya reflectores totalmente planos) o por medida de tiempo, lo cual permite poder leer la distancia a sólido, con tal de que este no sea de un material que absorba la onda emitida.

Podemos hacer referencia aquí a los últimos modelos de las estaciones motorizadas, en sus dos versiones, tanto para replanteo de puntos y las

robotizadas que mediante un sistema de búsqueda y seguimiento del prisma puede ir tomando datos sin operador que manipule la estación total, sino que la propia persona que lleva el reflector está en contacto con la estación dándole cuantas órdenes precise el aparato.

Capítulo III

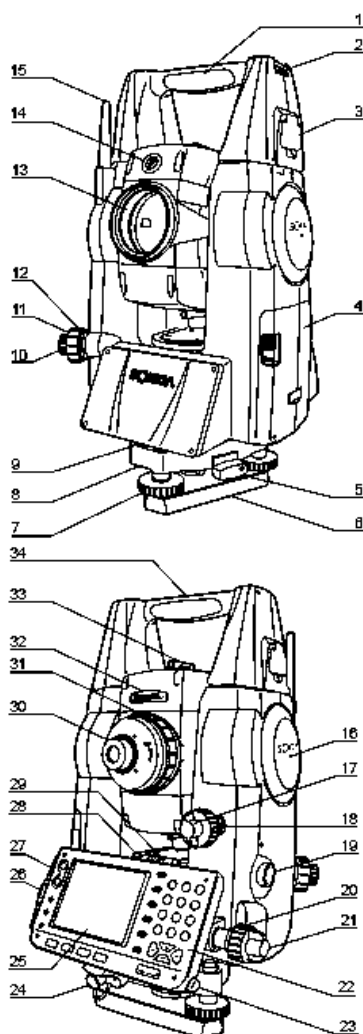
DESCRIPCIÓN DEL
EQUIPO

CAPÍTULO III

3. Descripción del Equipo.

3.1. Equipo Utilizado para este proyecto.

Para la ejecución del levantamiento topográfico se requirió una Estación Total Marca Sokkia, Modelo SET 650x, con los siguientes componentes:



- 1 Asa
- 2 Ranura de la declinatoria
- 3 Seguro de bloqueo del asa
- 4 Cubierta de la batería
- 5 Mordaza de la base nivelante
- 6 Base
- 7 Tornillo de nivelación del pie
- 8 Tornillos de ajuste del nivel circular
- 9 Nivel circular
- 10 Ocular de la plomada óptica
- 11 Tapa de ajuste del retículo de la plomada óptica
- 12 Anillo de enfoque de la plomada óptica.
- 13 Lente objetiva
- 14 Luz guía
- 15 Antena Bluetooth
- 16 Marca de la altura del instrumento
- 17 Tornillo de fijación vertical
- 18 Tornillo de movimiento vertical
- 19 Tecla de activación
- 20 Tornillo de movimiento preciso horizontal
- 21 Tornillo de fijación horizontal
- 22 Teclado "5.1 Teclas básicas"
- 23 Soporte para bolígrafo tipo aguja
- 24 Conector combinado de comunicaciones y suministro de alimentación eléctrica
- 25 Pantalla
- 26 Ranura para tarjetas CF
- 27 Puertos USB
- 28 Tornillo de ajuste del nivel tubular
- 29 Nivel tubular
- 30 Tornillo del ocular del anteojo
- 31 Anillo de enfoque del anteojo
- 32 Indicador de advertencia de radiación láser
- 33 Mirilla de puntería
- 34 Marca del punto central del instrumento

La Estación Total Sokkia 650x tiene las siguientes especificaciones:

Telescopio

- Con capacidad de nivelación completa, óptica de medición de distancia y observación coaxial.
- Aumento y poder de resolución 26x / 3.5"
- Largo 171mm (6.7"). Apertura del objetivo: 45mm (1.8") ((48mm (1.9") para EDM). Imagen derecha. Campo visual: 1°30' (26 m / 1.000 m). Enfoque mínimo: 1.3" m (4.3 pies). Iluminación del retículo: 5 niveles de iluminación.

Medición de ángulos

- Escaneo absoluto del codificador, los círculos adoptan detección diametral.
- Resolución de pantalla: 1" / 5", 0.0002 / 0.001 gon, 0.005 / 0.02 mil, seleccionable.
- Precisión (ISO 171123-3:2001): 6" / 1.9 mgon / 0.03 mil.
- Modalidad de medición: S. En sentido horario / en el sentido antihorario, puesta a cero, en espera, entrada angular, repetición. V. Cenit 0 / Horizontal 0 / Horizontal 0 ± / Inclinación %.
- Compensador de eje doble / Compensación de colimación: Sensor líquido de inclinación de doble eje, rango de trabajo: ±6' (±111 mgon) / Compensación de colimación proporcionada.
- Tornillos de movimiento fino: 1 velocidad de movimiento.

Medición de distancia

- Láser modulado, método de comparación de fases con diodo rojo (690 nm).
- Potencia del láser: Clase 1.
- Rango de medición (en condiciones intermedias): Un prisma AP. 1.3 a 3.500 m (4.3 a 11.480 pies) / En buenas condiciones: 1.3 a 4.000 m (13.120 pies); Tres prismas AP. A 4.500 m (14.760 pies) / En buenas condiciones:

hasta 5.000 m (16.400 pies); Mini prismas. CPO1: 1.3 a 1.000 m (3.280 pies), OR1PA: 1,3 a 600 m (1.960 pies); Lamina reflectora: RS9DN-K: 1,3 a 150 m (4.3 a 490 pies), RS50N-K: 1,3 a 60 m (4.3 a 190 pies), RS10N-K: 1,3 a 25 m (4.3 a 82 pies).

- Unidad: Metro, pie, pie + pulgada, pie de EE.UU., pie de EE.UU + pulgada.
- Resolución de pantalla: Fina / rápida 0.001 m / 0.01 pies / 1/8" Rastreo: 0.01, pies / 1/2".
- Precisión (ISO 17123-4:2001) Prisma: (2 + 2 ppm x D) mm; Lamina reflectora: (3 + 2 ppm x D) mm.
- Modo de medición: Fina (simple / repetición / promedio). Rápida (simple / repetición). Rastreo
- Tiempo de medición: Fina: 0,9 s (inicial 1.7 s). Rápida: 0.7 s (inicial 1.4 s). Rastreo: 0.3 s (inicial 1.4 s).
- Correcciones: Curvatura terrestre y refracción ($K = 0.142/ 0.20/\text{nada}$) / Corrección del nivel del mar / Factor de escala (0.5 a 2).

Administración de los datos y de la interfaz

- Pantalla: LCD gráfico, 192 x 80 puntos, luz de fondo, regulación del contraste.
- Teclado: Teclado alfanumérico, 27 teclas iluminadas.
- Ubicación de control: En un lado.
- Almacenamiento de datos: Memoria interna. Aprox. 10.000 puntos; Dispositivo de memoria complementaria: Tarjeta SD y tarjeta SDHC (máx. 4 GB). Memoria flash USB (máx. 4 GB).
- Interfaz: Serial RS-232C (velocidad de transferencia en baudios: 1.200 a 38.400 bps).
- Módem Bluetooth (opcional) / Transferencia de datos SFX: Bluetooth Clase 2, Ver.1.2. / Transferencia de datos SFX mediante conexión Bluetooth con un teléfono celular que admita GPRS.

Software

- Resección, medición de coordenadas en 3D, disposición, línea de disposición, arco de disposición, proyección de puntos, intersección, ajuste longitudinal, desplazamiento de distancia simple, desplazamiento de dos distancias (punto escondido), ángulo de desplazamiento, medición de línea perdida (MLM), medida de elevación remota (REM), cálculo de área.

3.2. Preparación y alta de trabajo en la Estación Total.

Para realizar un levantamiento topográfico se requiere seguir los siguientes pasos:

3.2.1. Centrado

1. Colocación el trípode.
 - Primero se coloca el trípode de forma que la cabeza esté colocada del punto topográfico (la primera estación).
 - Después hay que probar que las patas están separadas por igual y que la cabeza de trípode esté más o menos nivelada.
 - Por último se verifica que las patas de trípode estén fijas en el suelo.
2. Instalación del instrumento.
 - Se pone el instrumento en la cabeza del trípode.
 - Mientras se sujeta con la mano, se aprieta el tornillo de centrado de la parte inferior de la estación total para confirmar que está firme atornillado al trípode.
3. Establecimiento de Estación.
 - Ver por el ocular de la plomada óptica y girar para enfocar el retículo.
 - Una vez ya enfocado el punto se fija una pata de trípode y moviendo dos patas se centra aproximadamente el instrumento buscando que el punto topográfico quede dentro del retículo marcado en el ocular de la plomada óptica

3.2.2. Nivelado

1. Se centra el punto topográfico en el retículo.
 - Se afloja ligeramente el tornillo de centrado del trípode para mover la base nivelante y de esa forma centrar el punto topográfico en el retículo de plomada óptica.
2. Se centra la burbuja en el nivel circular.
 - Centrar la burbuja del nivel circular utilizando las patas de trípode, ya sea acortando o alargando, según sea necesario.
3. Se centra la burbuja en el nivel tubular.
 - Se afloja el tornillo de general horizontal para girar la parte superior del instrumento hasta que el nivel tubular esté paralelo a una situada entre los tornillos de nivelación.
 - Se busca centrar la burbuja de aire mediante los tornillos paralelos de nivelación.
 - Una vez centrada la burbuja se gira 90° el instrumento para verificar que la nivelación sea correcta, de no ser así se vuelve a centrar la burbuja ahora en la posición en la que se encuentra el instrumento y se vuelve a girar 90° hasta que queda nivelado (la burbuja centrada).

3.2.3. Nivelación electrónica o fina (Nivelación por pantalla).

1. Se prende el instrumento pulsando “ON” (Encender).

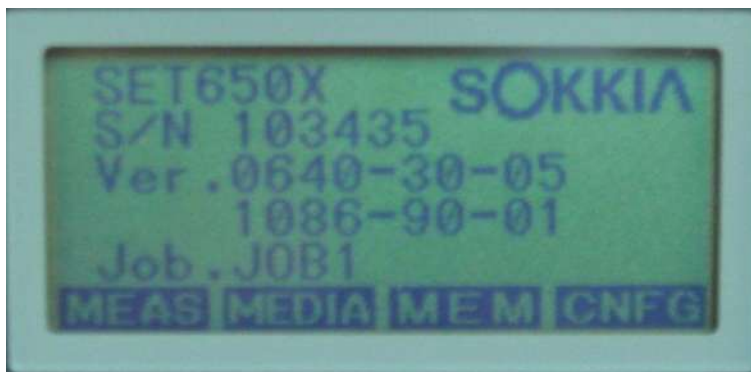


Fig. 9. Pantalla de Inicio

2. Al encender el instrumento, éste se ubica en el modo Meas (Medición), con el botón F1; se elije la etiqueta “TILT” (Inclinación), para comenzar a nivelar.

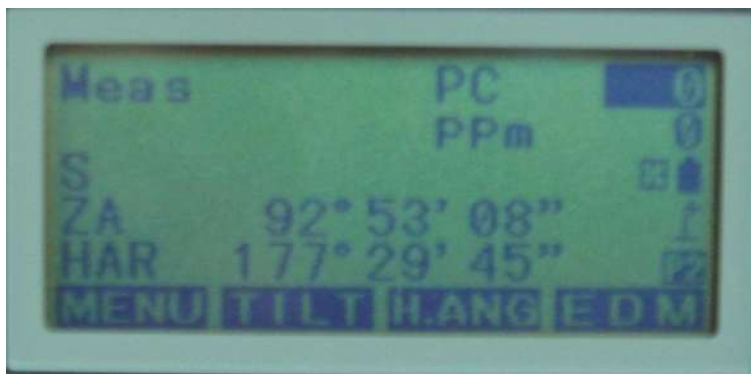


Fig. 10. Pantalla Meas (Medición).

- “I” indica la burbuja en el nivel circular. El rango del círculo interior es ± 3 y el del círculo exterior es de $\pm 6'$.
- También aparecen en la pantalla los valores de X e Y del ángulo de inclinación.

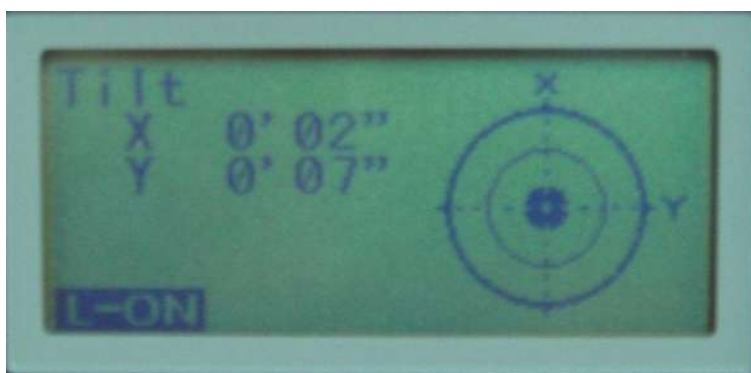


Fig. 11. Nivelación Electrónica.

3. Se centra “I” en el nivel circular con los tornillos de nivelación.
4. Una vez que se centró se pulsa “ESC” para regresar al modo de Meas (Medición).

Selección de archivo de trabajo (JOB).

1. Como la estación se encuentra en la pantalla para tomar mediciones, se requiere ubicarla en la pantalla de inicio, para lo cual es necesario presionar “ESC” las veces que sea necesario para regresar a la pantalla de inicio.
2. En la pantalla de inicio con las teclas de funciones se selecciona “MEM” con la tecla F3 para ingresar al menú de memoria de la estación.
3. Con las teclas direccionales se ubica el cursor en “JOB” y con la tecla “ENTER” se confirma la selección.

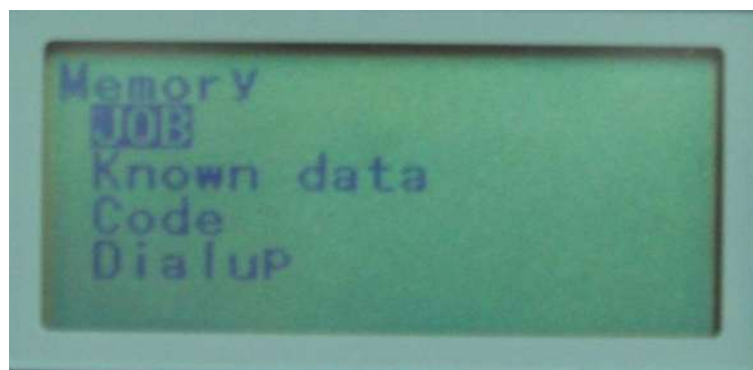


Fig. 12. Pantalla MEN (Memoria).

4. Se selecciona “JOB SELECTION” y de esta manera se ingresa a los archivos de trabajo.

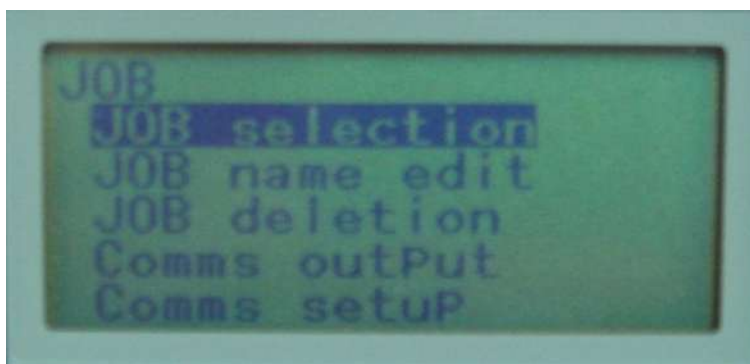


Fig. 13. Pantalla JOB.

5. Para seleccionar un archivo nuevo se elige “LIST”, con la tecla F1. Seleccionamos el archivo “JOB”, con las teclas direccionales, en el que vayamos a trabajar y lo confirmamos presionando “ENTER”.

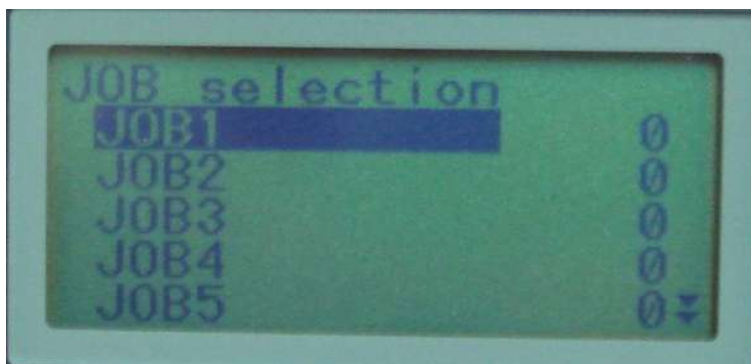


Fig. 14. Selección de un trabajo nuevo (JOB).

6. Se regresa a la pantalla JOB Selection, para seleccionar el mismo archivo JOB, tanto el superior como el inferior.

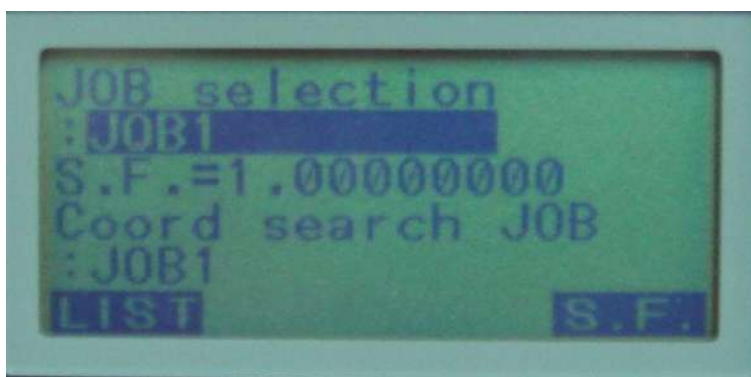


Fig. 15. Pantalla JOB Selection.

7. Cuando se tenga los dos archivos iguales se le da “ENTER”.
8. Una vez seleccionado el archivo de trabajo se presiona la tecla “ESC” para salir a la pantalla JOB.
9. En el menú de JOB con las teclas direccionales seleccionamos “JOB name edit.” y damos “ENTER”. Para darle nombre al archivo se utiliza la tecla “FUNC” para cambiar la función de mayúsculas, minúsculas o número.

Cuando se ha capturado el nombre se da “ENTER” para confirmar y nos regresa al menú de memoria.

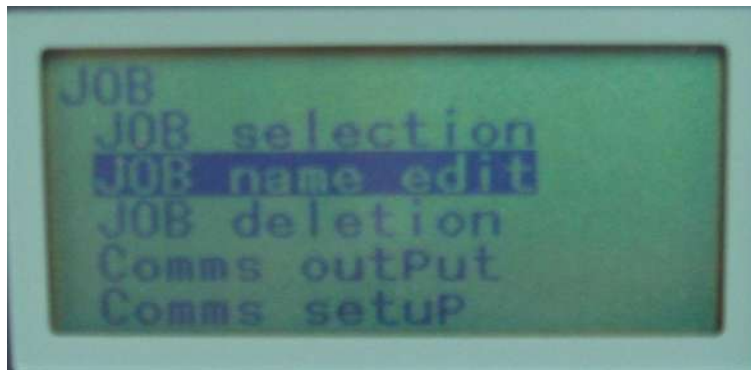


Fig. 16. JOB name edit.

10. Presionamos “ESC” hasta regresar a la pantalla de inicio.

Datos de la estación inicial para efectuar el levantamiento.

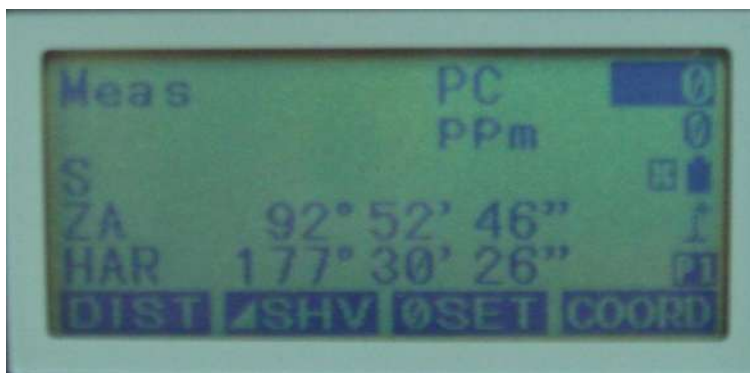


Fig. 17. Función COORD.

Para poder dar datos a la estación inicial se tiene que ingresar a la pantalla para tomar mediciones, para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

1. De la pantalla inicial (Fig.1) en la que se encuentra la estación seleccionamos medir “MEAS” con las teclas de funciones.

2. Con la tecla “FUNC” cambiamos las opciones de las teclas direccionales hasta que aparezca la función “COORD” que corresponde a la tecla F4, ya que es la que utilizamos en el levantamiento para procesar los datos, y la seleccionamos.
3. Con las teclas direccionales seleccionamos “STN. ORIENTATION”.

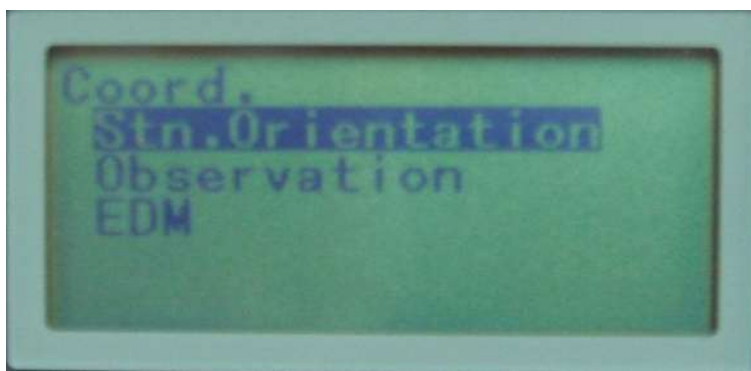


Fig. 18. Pantalla para Orientar el trabajo.

4. Seleccionamos “STN. ORIENTATION” e introducimos las coordenadas de la estación inicial, así como la altura del instrumento y la de la baliza, Cd. descripción del punto en el que se encuentra la estación y Operator, presionando “ENTER”.

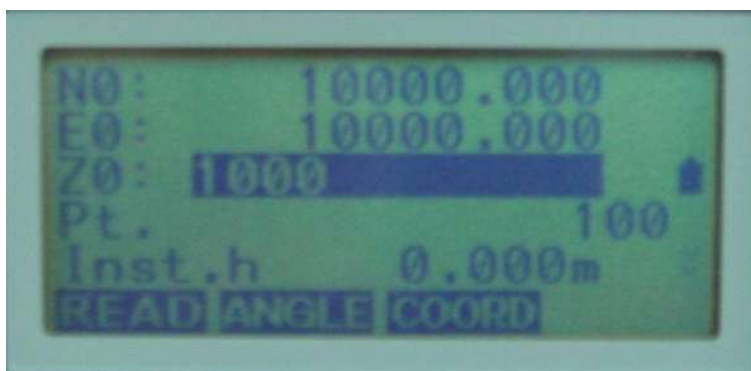


Fig. 19. Pantalla SNT. ORINTATION.

5. En el menú “Operator” seleccionamos “ANGLE” (F2) aparece la pantalla Back sight. y con ayuda del déclimetro, orientamos el instrumento al norte, ya que está orientada al norte damos un ángulo inicial $0^{\circ} 0' 0''$.

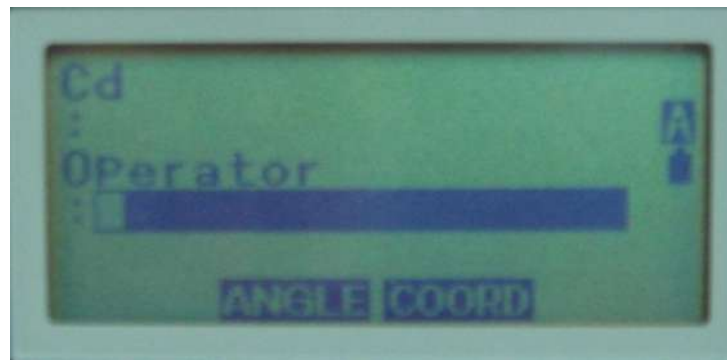


Fig. 20. Pantalla Operator.



Fig. 21. Pantalla Back sight.



Fig. 22. Orientación al Norte.

6. Se regresa a la pantalla de “COORD” y se elige Observation dando “ENTER”, en este momento se comienza la observación de puntos.

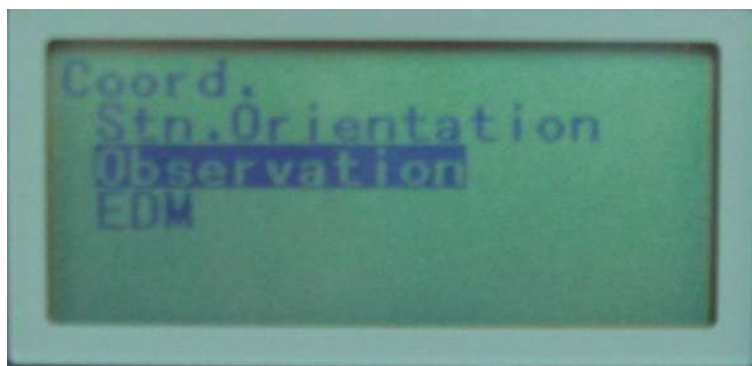


Fig. 23. Menú de la Pantalla COORD.

7. Una vez ya realizada la primera observación y para continuar se presiona F2 que corresponde a la función OBS.

Ahora si, comenzamos a realizar el levantamiento tomando todos los detalles necesarios como son señales, postes, guarniciones, alcantarillas, construcciones y seccionamos en tramo a cada 20 m.

Se hacen los cambios de estación que sean necesarios para lo cual, es indispensable ir marcando las estaciones al tiempo que se está haciendo el levantamiento, para que de esta manera también se guarden los datos de cada estación y al momento de hacer los cambios de estación verificar que las coordenadas coincidan.

Para hacer los cambios de estación se mueve a la estación de adelante y se visa atrás y se sigue el procedimiento antes descrito, solo que al orientar la estación, en lugar de poner el ángulo en cero se escoge la opción “BACK SIGHT” (Fig.13) y se dan las coordenadas de la estación en la que se encuentra (obtenidas en la estación anterior), y las de la estación a la que se visa. Se dispara el láser y las coordenadas que arroje el instrumento deben ser las mismas que se dieron de referencia para la estación de atrás.

Una vez realizado lo anterior se sigue con el procedimiento de observación de detalles.

3.3. Transferencia de Datos de ET a PC.

Una vez que se ha ejecutado todo el levantamiento, se procede a descargar los datos en una computadora con ayuda de un software incluido en la estación; para nuestro caso el software Sokkia I/O. Los datos que se obtienen contienen el código para reconocer cada uno de los objetos levantados y las coordenadas X, Y y Z de cada punto.

A continuación se describe detalladamente y mediante ilustraciones como se realiza el procedimiento paso a paso para una adecuada transferencia de datos:

3.3.1 Menú TOOLS.

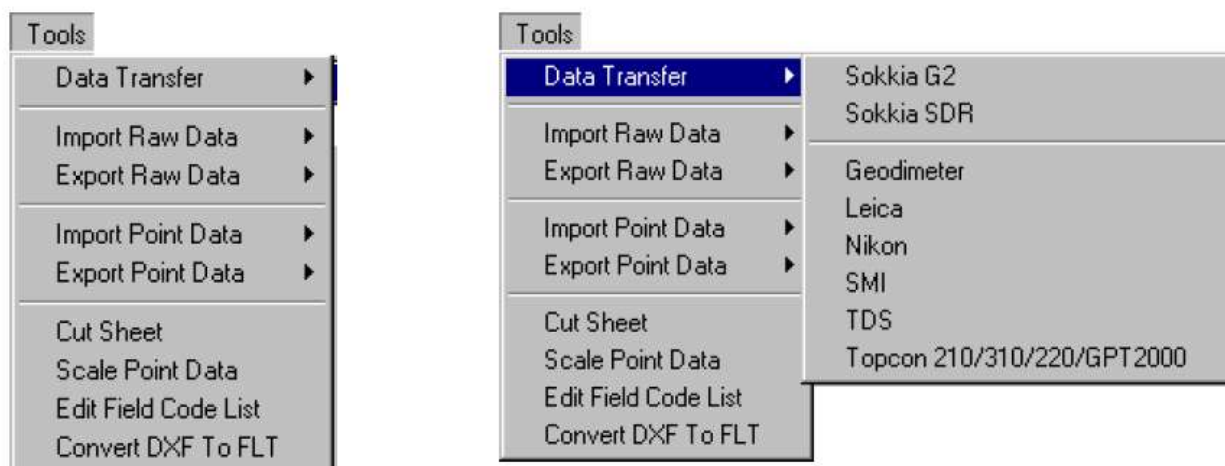


Fig. 24. Menú TOOLS.

DATA TRANSFER (Transferencia de datos).

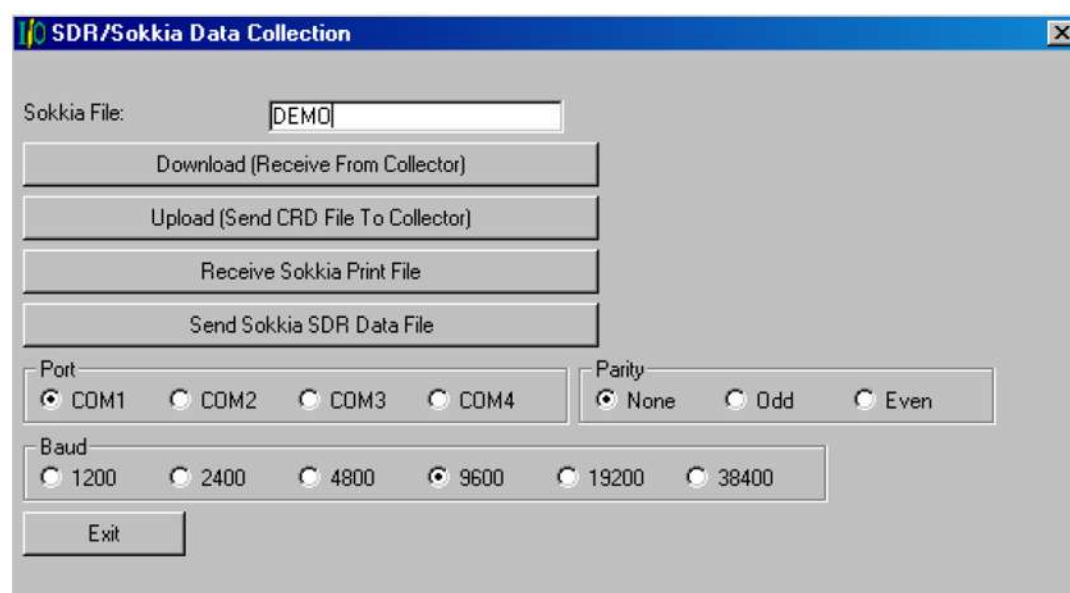


Fig. 25. DATA TRANSFER.

Este comando se aplica al Sokkia SDR-20, SDR-22, SDR-31 y SDR-33, así como a otros colectores que emplean el formato de transferencia SDR.

3.3.2. DOWNLOAD (Descargar).

En la estación total vaya al menú MEM – JOB, en esta sección verifique con el comando COMMS SETUP y verifique que la paridad y la velocidad sean iguales a las especificadas en el cuadro de dialogo.

Una vez verificado el protocolo de comunicaciones regrese y seleccione la función COMMS OUTPUT, verá en la pantalla de la estación los trabajos que están en memoria así como el número de puntos correspondientes a cada trabajo. Seleccione presionando ENTER en el o los trabajos que necesite transferir, una vez seleccionados, presione la tecla F4 (OK).

Vera ahora los formatos en que se puede transferir la información, uno de los formatos es SDR y el otro es para la impresora, tiene que seleccionar el formato SDR.

IMPORTANTE

Antes de presionar la tecla ENTER, que es la que activa el inicio del envío de datos, presione primero el botón DOWNLOAD en su computadora, una vez realizado esto, entonces podemos presionar la tecla ENTER en la estación y dará inicio el envío de datos de la estación y la recepción en la computadora.

El envío – recepción de datos finaliza automáticamente, debe esperar a que aparezca un cuadro de dialogo en la pantalla que le indica que ya finalizo la conversión de datos. Vera en la parte inferior de la pantalla en su computadora las coordenadas que transfirió de su estación.

	Point#	Northing	Easting	Elevation	
1	1	4839112.4300000	315612.5200000	127.5600000	
2	4	4839126.7000000	315543.9200000	126.3900000	
3	7	4839112.7000000	315535.8800000	127.7700000	
4	10	4839112.4800000	315612.5500000	127.2100000	
5	13	4839078.8200000	315533.9200000	127.4900000	
6	16	4839076.3300000	315536.1800000	127.3100000	
7	19	4839108.9300000	315558.4500000	126.2900000	
8	22	4839117.0700000	315571.0800000	126.0700000	
9	25	4839032.3800000	315582.3800000	123.5200000	
10	28	4839043.4300000	315570.1000000	124.5300000	
11	31	4839060.7300000	315524.9700000	126.6700000	

Fig. 26. Envío y Recepción de Datos.

Sokkia I/O no exporta puntos en el formato DXF pero si lo hace en el formato ASCII (texto), este formato lo acepta cualquier programa de topografía.

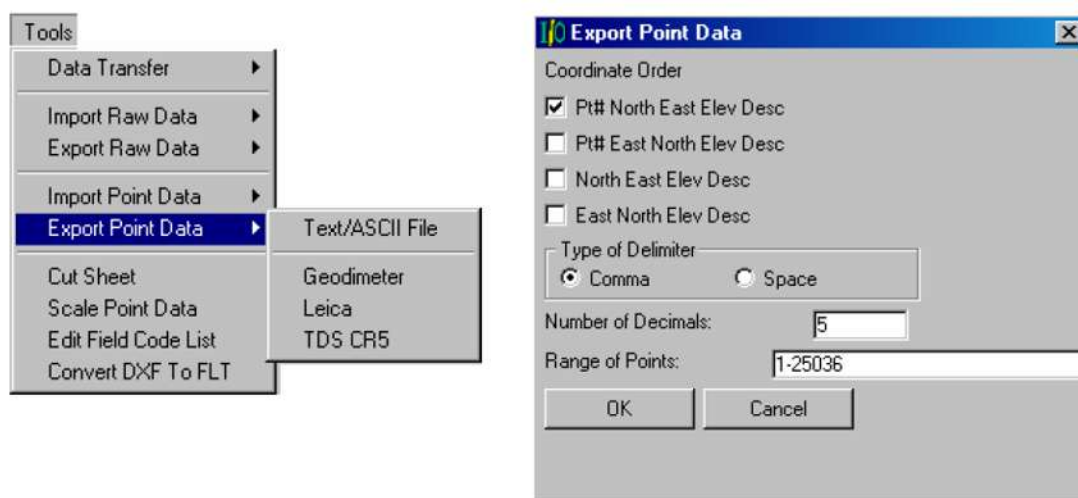


Fig. 27. Exportación en formato de Texto.

Seleccionando las opciones mostradas, se puede exportar la información en un formato de texto que se adecue a nuestras necesidades, comúnmente se seleccionan los parámetros mostrados, No. De punto, Norte, Este, Elevación y Descripción, separados por coma, se puede especificar también el número de

decimales deseados en esta transferencia a si como el rango de puntos a exportar.



Fig. 28. Nombre del Archivo y Ubicación.

En la caja de dialogo que aparece hay que indicarle el nombre del archivo y su ubicación. La información queda ahora en formato de texto como se muestra a continuación.

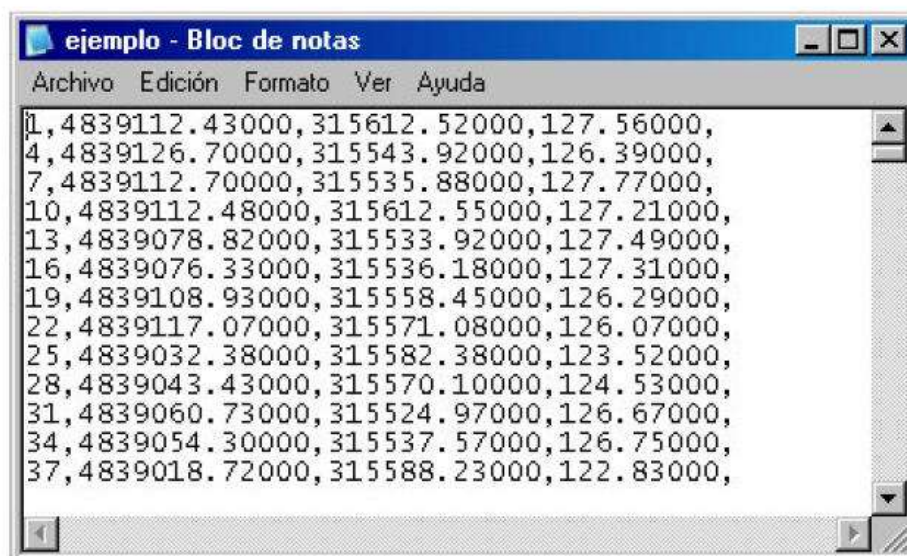


Fig. 29. Descarga de Datos en Bloc de Notas.

El software de la estación nos descarga los datos en un archivo de texto (*.txt) y de esta forma es más sencillo procesarlos y trabajar con ellos. Los datos siempre fueron tomados como coordenada Norte (Y), coordenada Este (X) y coordenada (Z), por lo que al descargar los datos el software nos los da en coordenadas Y, X y Z; esto debe tomarse en cuenta al momento de trabajar con los datos para evitar errores y no trabajar con valores erróneos.

3.3.3. Proceso de Datos en Civil CAD.

Existen varios software que nos auxilian para optimizar los tiempos y presentar un trabajo mejor presentación y calidad, uno de ellos y muy comúnmente usado es el Civil CAD.

El Civil CAD es un módulo más del programa Auto CAD específico para los profesionales de la Ingeniería Civil, Topografía y Arquitectura, ya que es una herramienta que permite acelerar y facilitar las fases del diseño y dibujo de planos ejecutivos de proyectos.

El Civil CAD contiene ayuda en español y rutinas útiles para anotación automática de datos en líneas y arcos, reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas, resumen de áreas, generación automática de perfiles, secciones, curvas de nivel, calculo de volúmenes, dibujo de polígonos, curvas y muchas utilerías más.

Para procesar los datos se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se abre Auto CAD, en la barra de herramientas se selecciona Civil CAD.

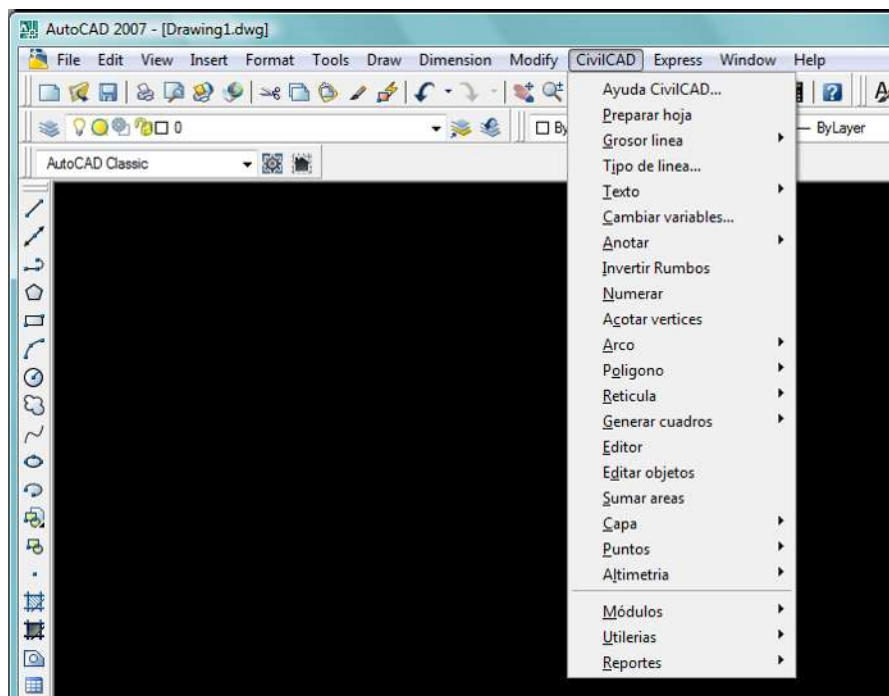


Fig. 30. Barra de Herramientas de Auto CAD.

2. Del menú que se despliega se selecciona “Puntos” de ahí se despliega otro menú y escogemos “Terreno” y de ahí seleccionamos “Importar”.

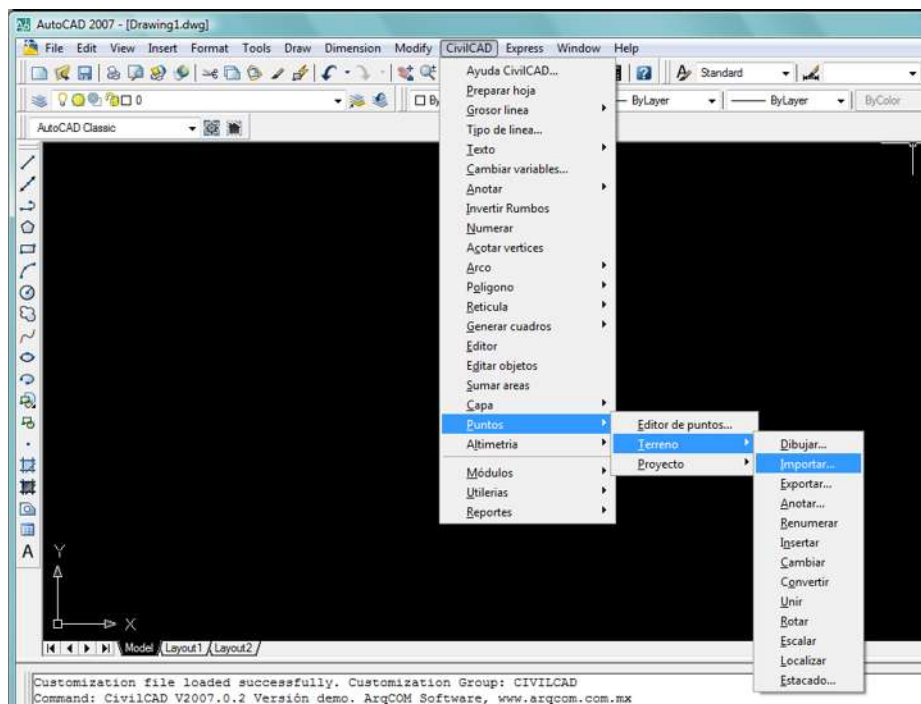


Fig. 31. Importación de Datos.

3. Seleccionamos la opción como nos importará los datos, en este seleccione YXZ, pues es así como los descargaremos en la estación total.

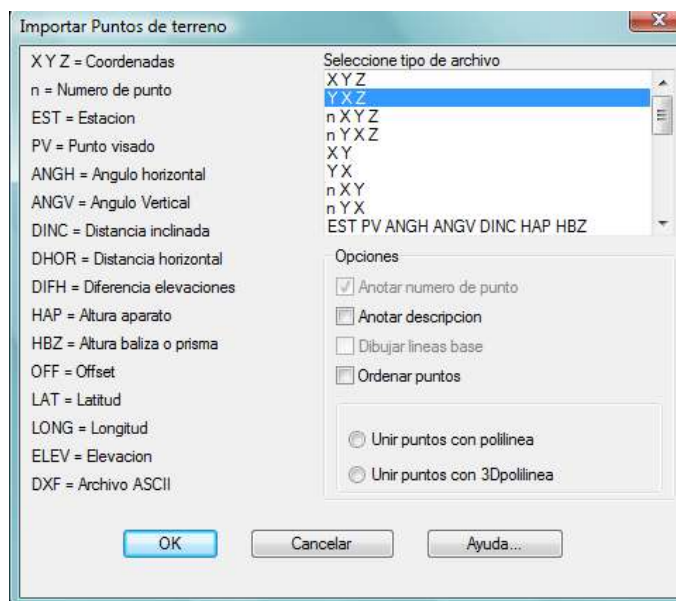


Fig. 32. Selección de Tipo de Archivo.

4. En la ventana que aparece se busca la ubicación del archivo que contiene los datos del levantamiento, los seleccionamos y le damos “Abrir”.

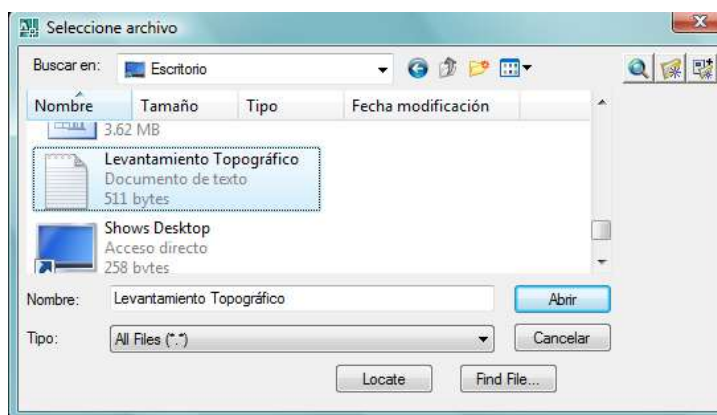


Fig. 33. Localización del Archivo.

Después del procedimiento anterior lo que se obtiene en Auto CAD son todos los puntos del terreno que fueron levantados.



Fig. 34. Puntos obtenidos en el levantamiento topográfico.

Con los puntos del terreno natural que tienen coordenadas en tres dimensiones y con ayuda de Civil CAD se pueden obtener las curvas de nivel del terreno, para lo cual es necesario efectuar primero la triangulación del terreno para que el programa pueda calcular las curvas de nivel.

Para hacer la triangulación se procede llevar a cabo los siguientes pasos:

1. De la barra de herramientas de Auto CAD, seleccionamos Civil CAD.
2. A continuación seleccionamos “Altimetría”, después seleccionamos “Terreno”.
3. Indicamos al programa que se va hacer las triangulaciones con base a “Puntos” y los seleccionamos.

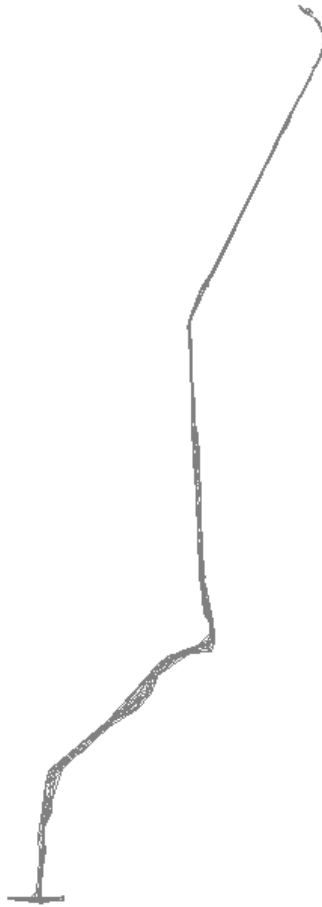


Fig. 35. Triangulación del terreno.

Ya con la triangulación hecha la herramienta Civil CAD nos proporciona las curvas de nivel mediante interpolaciones que realiza en las triangulaciones obtenidas anteriormente

Capítulo IV

LEVANTAMIENTO DEL
PROYECTO

CAPÍTULO IV

4. LEVANTAMIENTO DEL PROYECTO.

4.1. DESCRIPCIÓN GEOGRAFICA Y LOCALIZACIÓN.

Se localiza al norte del Estado, en las coordenadas 19°47' de latitud norte y 100°58' de longitud oeste, a una altura de 1,930 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Álvaro Obregón y Queréndaro, al sur con Hidalgo y Tzitzio, al oeste con Charo y al este con Queréndaro. Su distancia a la capital del Estado es de 28 Km.



Fig. 36. MACROLOCALIZACIÓN.



Fig. 37. Macrolocalización de camino.

4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

4.2.1. PROCESO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL CAMINO “INDAPARAPEO - LAS BOMBAS”.

Antes de salir a campo se deben de tomar las siguientes consideraciones para hacer un buen levantamiento:

1. Seleccionar el equipo adecuado en correspondencia al tipo de trabajo a realizar (para este trabajo se eligió la Estación Total Sokkia Set 650x por ser un equipo moderno y versátil ya que facilita y reduce el trabajo).
2. Antes de salir al campo debe ser comprobada la calibración del equipo mediante mediciones reales. Además se procederá a la comprobación de la transmisión de datos.

3. Se deberá verificar que la batería este carga en su totalidad y llevar otra de repuesto por si requiere ocuparla, así también como elegir un tripie y prismas necesarios en buen estado.
4. Se deberá llevar los instrumentos necesarios como pintura, clavos, estacas, machete así como el material necesario para la elaboración de los puntos geodésicos y BMs.

Para realizar un buen levantamiento topográfico es necesario realizar una serie de procedimientos de acuerdo a las necesidades que se presenten en el lugar del trabajo a continuación se describen estos procedimientos:

4.2.1.1. PROCEDIMIENTO DE CONTROL GEODESICO

1. Determinar la necesidad de uso de control geodésico en función de la extensión del área de trabajo, consideraciones especiales o requerimientos del Cliente.
2. De ser necesario, determinar el sistema de trabajo. Generalmente es el más recomendable el posicionamiento satelital GPS.
3. Seleccionar la ubicación de los puntos de control en lugares con buena visibilidad hacia el área de trabajo y fuera de la zona de influencia del movimiento de tierras y con posibilidades de acceso.
4. Monumentación adecuada del punto. Varilla de fierro corrugado o disco de bronce empotrados en hito de concreto de dimensiones que garanticen su permanencia.
5. Señalización y croquis de ubicación, que permite su fácil identificación. Se generará un reporte por punto con estas características.

6. Los puntos de control geodésico deben estar ubicados a una distancia entre ellos que permita su enlace mediante poligonales de apoyo no muy largas para no perder precisión. Se recomienda distancias no mayores de 10 Km.

4.2.1.2. PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE POLIGONAL PRINCIPAL.

1. La Poligonal de Apoyo es el principal elemento de control de la obra. A partir de sus puntos pueden efectuarse los levantamientos de detalle requeridos y replantearse cualquier estructura del proyecto, como son: Ejes de vías, alcantarillas, muros, etc.

2. Los puntos deben ser ubicados en los lugares más convenientes, tanto por visibilidad hacia el área de trabajo, como por seguridad, para garantizar su permanencia.

3. Los puntos deben ser monumentados preferentemente mediante varilla de fierro corrugado empotrada en concreto y señalizada convenientemente para su fácil ubicación.

4. Deben medirse también los desniveles entre puntos, especialmente si el cálculo va a ser en coordenadas UTM, pues no es posible hacerlo si no se tiene la cota absoluta de los puntos.

5. Las poligonales deben calcularse preferentemente haciendo uso de software existentes para el efecto y comprobar la precisión obtenida.

6. De no lograrse la precisión especificada, deberá revisarse toda la información y repetir en campo las estaciones donde se haya cometido errores

7. Se asignará los valores de coordenadas a los puntos de la poligonal. Se efectuará un reporte de datos de la Poligonal.

8. Debe evitarse medir una poligonal como simple transporte de coordenadas con una Estación Total, pues esta es la causa de la mayoría de errores que se cometen en los trabajos topográficos.
9. Es importante recordar que la mejor referencia de un punto son sus coordenadas, pues éstas permitirán reponer dicho punto desde la poligonal con mucha facilidad y mayor precisión.

4.2.1.3. PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO DEL ALINEAMIENTO.

1. La Poligonal de Trazo, conformada por los puntos de intersección de los alineamientos del eje de la vía, debe ser enlazada a la Poligonal de Apoyo para el cálculo de las Coordenadas respectivas y el control de la precisión misma.
2. La forma de establecer los PI's dependerá de la naturaleza del proyecto, pudiendo ser establecido por trazo directo o indirecto.
3. Los PIs que se encuentren en lugares accesibles; deben ser monumentados mediante varilla de fierro corrugado empotrada en base de concreto.
4. Los PIs que son inaccesibles, serán referenciados mediante un punto colocado en cada alineamiento que forma dicho vértice.
5. Una vez monumentados los puntos, se tomarán las medidas de referencia a puntos fijos ubicados en las proximidades, que permitan la ubicación futura del punto durante el proceso de replanteo para la construcción.
6. Se generará croquis y reporte del PI y de sus Referencias
7. Los puntos deberán ser claramente señalizados para su ubicación futura

8. De existir alineamiento mayor a 500 metros entre dos PIs consecutivos, se establecerán Puntos de Paso en dicho alineamiento, los que deberán ser monumentados y referidos.

4.2.1.4. PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE REFERENCIA Y SECCIONES TRANSVERSALES.

1. Se tomarán todos los detalles planimétricos existentes dentro del área establecida, así como un número de puntos de relleno, en cantidad y ubicación suficientes para una fiel representación del relieve del terreno, de acuerdo a la escala del plano y al intervalo de curvas de nivel que se desea establecer.

2. Los puntos de relleno se ubicarán siguiendo la misma lógica de interpolación de curvas de nivel del software a utilizar, a fin de establecer las líneas obligatorias necesarias para orientar el sentido de la interpolación, de acuerdo a las inflexiones del relieve del terreno. La no observancia de esta norma, hará que se cometan graves errores de interpolación de curvas, que distorsionarán el plano.

3. Para la definición de los detalles planimétricos y las líneas obligatorias, deberá hacerse necesariamente, los respectivos croquis que faciliten el dibujo del plano. No es suficiente la información dada por el registro de códigos de identificación de puntos tomados por la Estación Total.

4. Al ejecutar un levantamiento topográfico se deberá utilizar códigos (abreviatura del nombre del detalle), para identificar los puntos tomados y permitir el uso de filtros para facilitar el proceso de dibujo mediante líneas de unión automática.

5. Al levantar el cauce de ríos o cursos de agua, para el diseño de estructuras especiales, deberá levantarse dicho cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo, en la distancia especificada para cada caso o recomendada por el especialista.

6. Para el levantamiento de secciones transversales, se tendrá en cuenta:

- a) Las secciones transversales se tomarán cada 20 m. en alineamientos rectos y cada 10 m. en alineamientos en curva.
- b) Se deberán levantar secciones transversales en posiciones intermedias cuando haya variaciones de relieve del terreno (quebradas o prominencias del terreno), que puedan afectar los metrados al no ser consideradas.
- c) Deberán levantarse en una longitud suficiente para poder definir exactamente los volúmenes de tierra a mover, siendo recomendable que se extienda por lo menos 10 m. mas allá del borde del talud en corte y del pie del talud en relleno.
- d) Se levantará la sección transversal luego de señalizar la línea perpendicular a cada estaca.

4.2.1.5. PROCEDIMIENTO DE NIVELACION DE BMs

- 1. Los BMs deben ser convenientemente monumentados, ya sea mediante placa de bronce o varilla de fierro corrugado empotrada en hito de concreto o mediante señal de pintura sobre salientes de rocas fijas y ubicadas en lugares fuera de las áreas de movimiento de tierras, a fin de no ser disturbados durante las obras.
- 2. Serán señalizados a fin de ser fácilmente ubicables y referidos, generalmente al eje de trazo y de ser posible, mediante sus coordenadas.
- 3. La nivelación se ejecutará de ida y vuelta, en circuitos cerrados, colocando BMs cada 500 m.

REPORTE FOTOGRÁFICO, RECORRIDO DEL CAMINO INDAPARAPEO – LAS BOMBAS.



**VISTA DEL INICIO DEL TRAMO
INDAPARAPEO - LAS BOMBAS. KM 0+000
AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.**



**TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS
BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO
INDAPARAPEO, MICH.**



**DAÑOS DEL CAMINO INDAPARAPEO- LAS
BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO
INDAPARAPEO, MICH.**



**CAPA ASFÁLTICA. CAMINO
INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000
AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO,**



CURVA HACIA LA DERECHA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480.



TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



SALIDA A BRECHA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO,



PRINCIPIA TRAMO DE TERRACERÍA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



1° PUENTE. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



DESVIACIÓN A TERRENOS DE SEMBRADÍOS.



SALIDA A BRECHA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480.



CURVA HACIA LA DERECHA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480.



TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



2° PUENTE. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.



CAMBIA TIPO DE TERRACERÍA. TRAMO CARRETERO INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL 6+480.



**BANCO DE NIVEL. TRAMO CARRETERO
INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000 AL
6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO, MICH.**



**TERMINA CAMINO. TRAMO CARRETERO
INDAPARAPEO-LAS BOMBAS. KM 0+000
AL 6+480. MUNICIPIO INDAPARAPEO,**

Capítulo V

RESULTADOS DEL
PROYECTO

CAPÍTULO V

5. Resultados del Proyecto.

5.1. Puntos del levantamiento topográfico.

A continuación se muestran gráficamente los puntos obtenidos con la Estación Total Marca Sokkia, Modelo SET 650x, en el levantamiento del camino Indaparapeo - Las Bombas, ubicado en el municipio Indaparapeo, Michoacán.

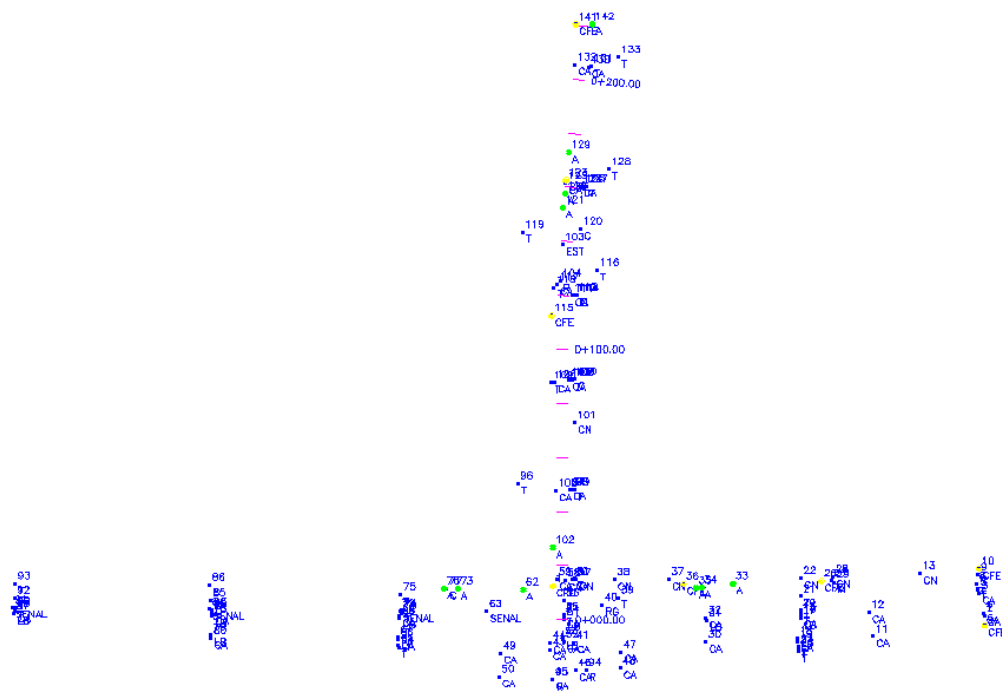


Fig. 38. Puntos obtenidos en el km 0 + 000 al km 0 + 200.

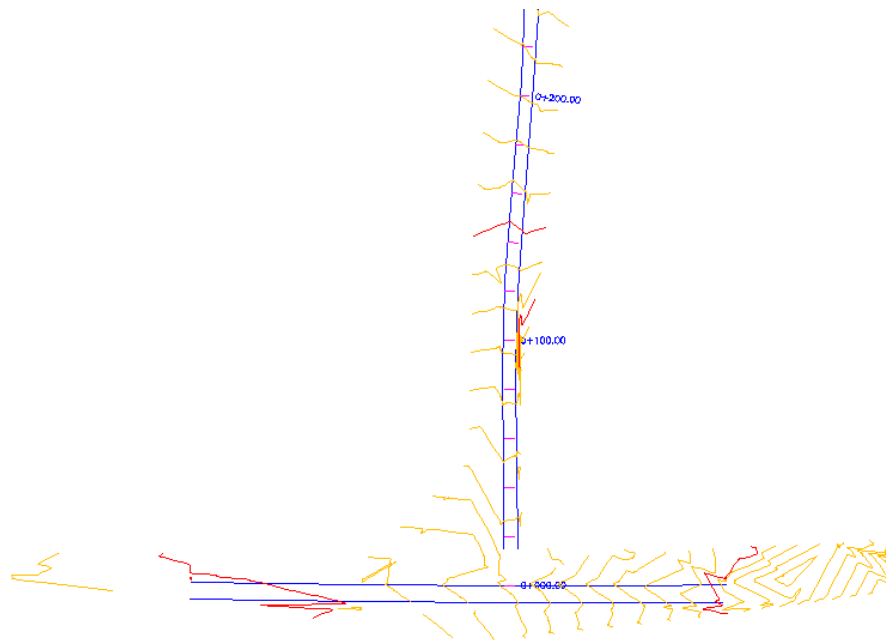


Fig. 39. Trazo y curvas de nivel en el km 0 + 000 al km 0 + 200.



Fig. 40. Inicio del camino Indaparapeco- Las Bombas km 0 +000.

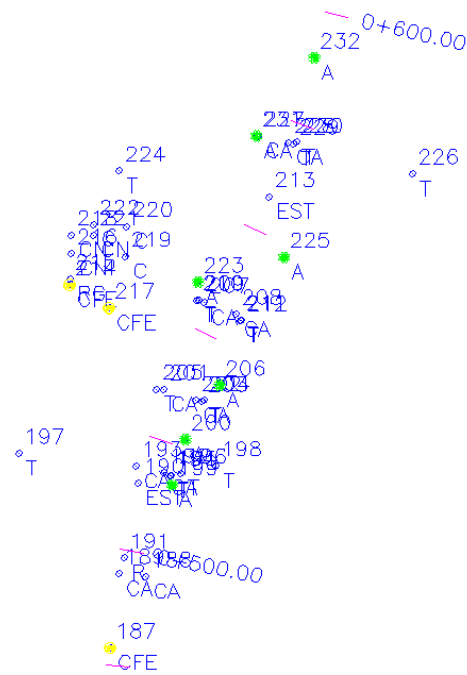


Fig. 41 Puntos obtenidos en el km 0 + 483 al km 0 + 633..

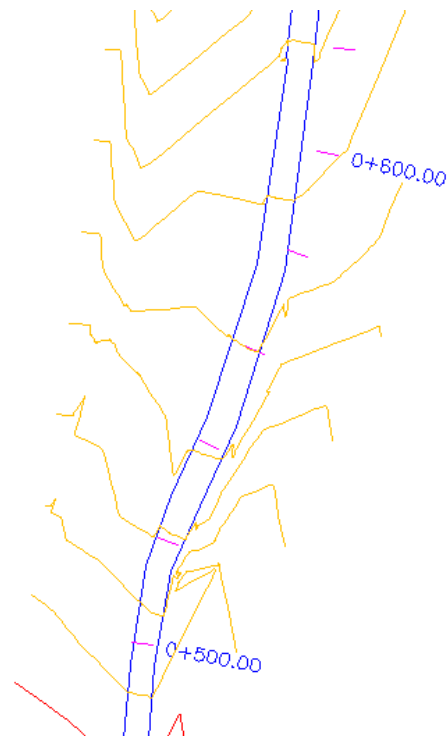


Fig. 42. Trazo y curvas de nivel en el km 0 + 483 al km 0 + 633.



Fig. 43. Curvas en el km 0 + 483 al km 0 + 633



Fig. 44. Puntos obtenidos en el km 0 + 758 al km 0 + 759.

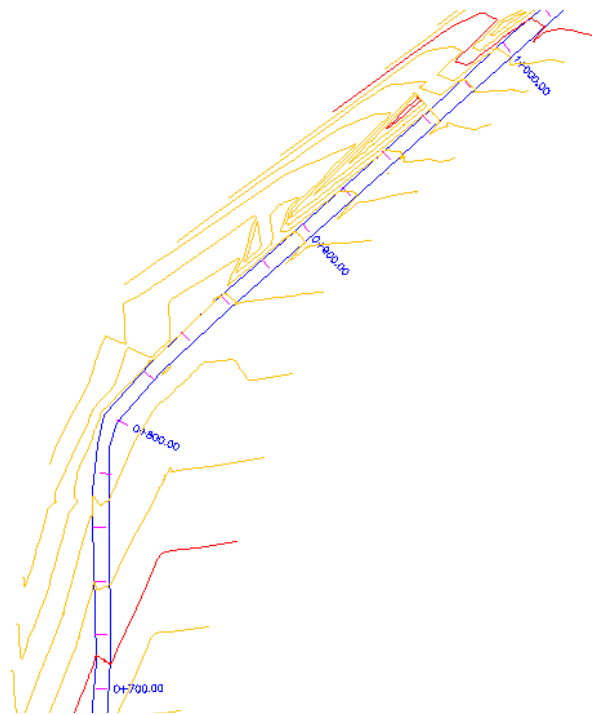


Fig. 45. Trazo y curvas de nivel en el km 0 + 758 al km 0 + 759.



Fig. 46. Curva del km 0 + 758 al km 0 + 759.

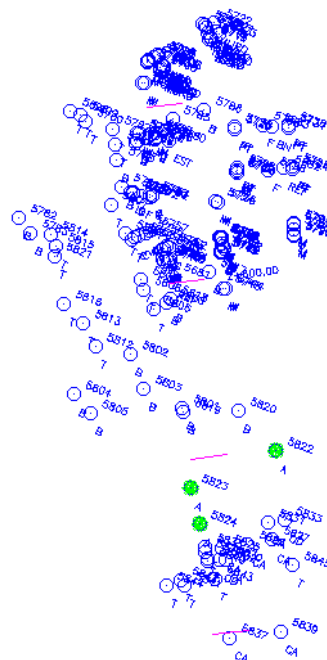


Fig. 47. Puntos obtenidos en el km 2 + 600.

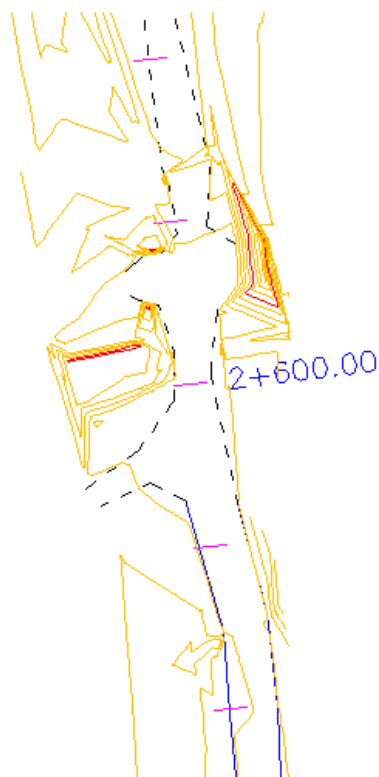


Fig. 48. Trazo y curvas de nivel en el km 2 + 600.



Fig. 49. Camino en el km 2 + 600.

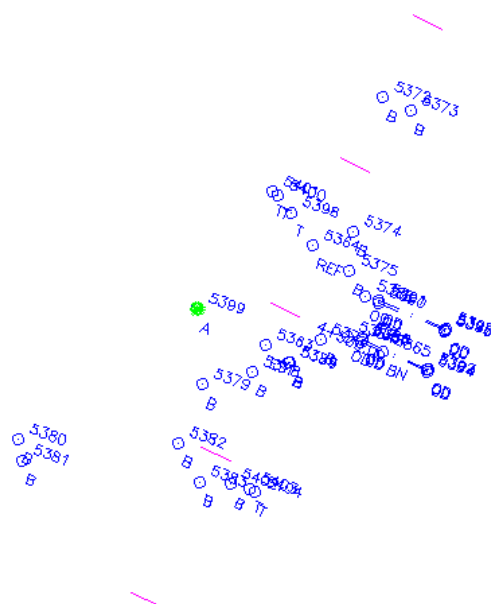


Fig. 50. Puntos obtenidos en el km 4 + 500.

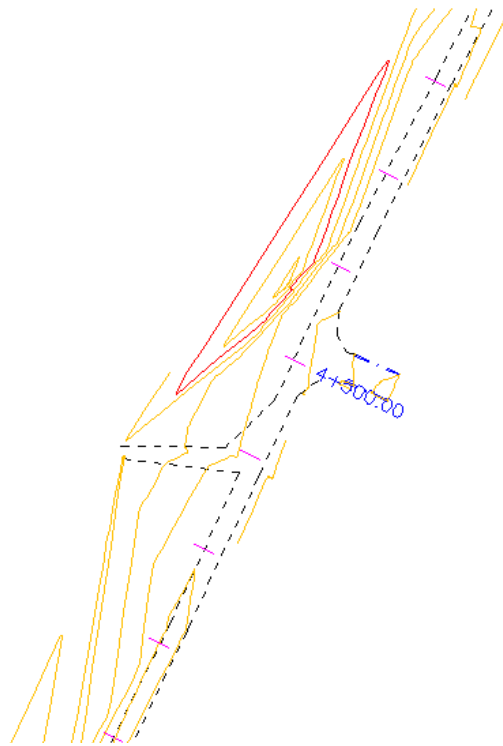


Fig. 51. Trazo y curvas de nivel en el km 4 + 500.



Fig. 52. Camino en el km 4 + 500.



Fig. 53. Camino en el km 4 + 500.

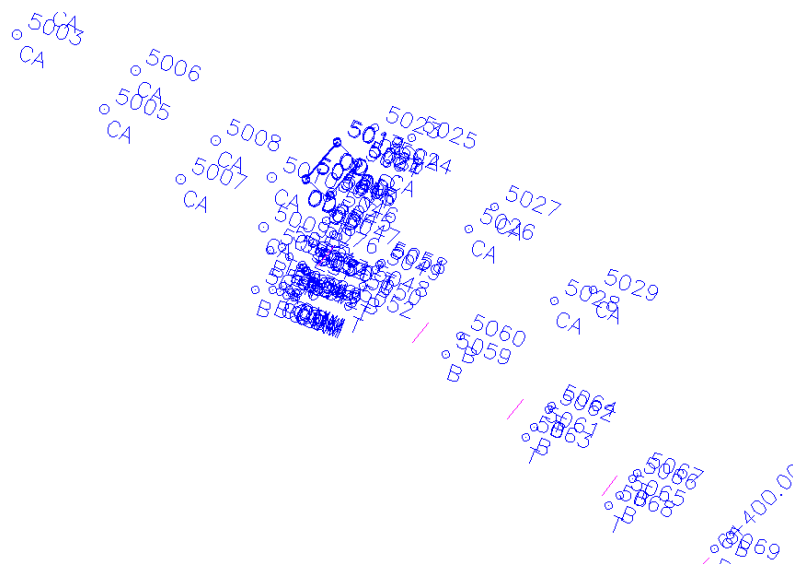


Fig. 54. Puntos obtenidos en el km 6 + 400 al km 6 + 480.

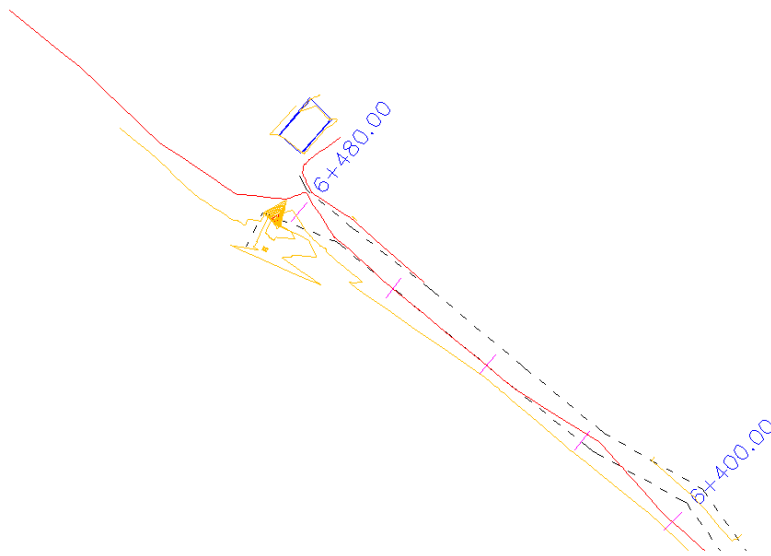


Fig. 55. Trazo y curvas de nivel en el km 6 + 400 al km 6 + 480.



Fig. 56. Camino en el km 6 + 400 al km 6 + 480.



Fig. 57. Camino en el km 6 + 400 al km 6 + 480.



Fig. 58. Camino en el km 6 + 400 al km 6 + 480.

Capítulo VI

CONCLUSIONES

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES.

6.1. CONSIDERACIONES FINALES.

1. El avance tecnológico que últimamente ha revolucionado todas las áreas del conocimiento humano y que en el campo de la topografía ha contribuido con la generalización del uso de sistemas electrónicos de medición, que cada día son más sofisticados, causa en los operadores una sensación de que la maquina lo hace todo, que olvidan elementales medidas de control para garantizar la precisión de los trabajos.
2. Los proyectos de ingeniería requieren durante el proceso constructivo de modificaciones, variantes o ajustes al proyecto, debido principalmente por haber sido diseñados sobre planos topográficos que no representan fielmente las características del terreno y en muchos casos estas modificaciones o variantes ocasionan costos adicionales, además del tiempo perdido en subsanar dichas deficiencias.
3. Se debe capacitar al personal, tanto de campo como de gabinete, para que tengan los criterios correctos de cómo se debe tomar la data de campo, labor fundamental, pues si esta información no es bien tomada, nada se podrá hacer en gabinete para remediarla.
4. En gabinete, se debe aplicar los sistemas de procesamiento de datos, observando todas las recomendaciones para su correcto uso.
5. Establecer un adecuado programa de control de calidad, mediante la elaboración de manuales de procedimientos para normar cada una de las actividades y estandarizar los procedimientos, tanto de campo como de gabinete.

BIBLIOGRAFIA

Fernando García Márquez. 2003. Curso Básico de Topografía. Pax, México, librería Carlos Cesarman S.A. Primera edición; México.

Fernando García Márquez. 1994. Topografía Aplicada. Editorial: Árbol. Primera Impresión; México.

Fernando Olivera Bustamante. 1996. Estructuración de Vías Terrestres. Compañía Editorial Continental. Segunda Edición; México.

Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G. Fundamentos y Aplicaciones. 8ª. Edición; México. Pp. 1-3.

José Alfonso Mier Suarez y Horacio Solorio Cano. 1968 Apuntes de Vías Terrestres I. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 1-4.

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. S.A.H.O.P. Secretarías de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Normas de servicios técnicos. 1984. Proyecto geométrico. Carreteras. Secretaría de Comunicación y Transporte.

<http://elultimolibro.wordpress.com/2010/05/30/manual-de-carreteras-2-luis-banon-blazquez-jose-bevia-garcia/>. (Consultado en Octubre de 2011).

http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2011/08/historia-de-las-carreteras-y-caminos_15.html. (Consultado en Octubre de 2011).

http://www.fptopografia.com.mx/productos/sokkia_serie_x.html. (Consultado en Septiembre de 2011).

http://www.ufrgs.br/museudetopografia/Artigos/Instrumentos_de_topografia.pdf.

(Consultado en Septiembre de 2011).

<http://www.ecomexico.net/detalle.php?articulo=117&?categoria=117>. (Consultado

en Septiembre de 2011).

http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/topografia_plana/pdf/CAP-5.pdf. (Consultado en Diciembre de 2011)

ANEXOS