

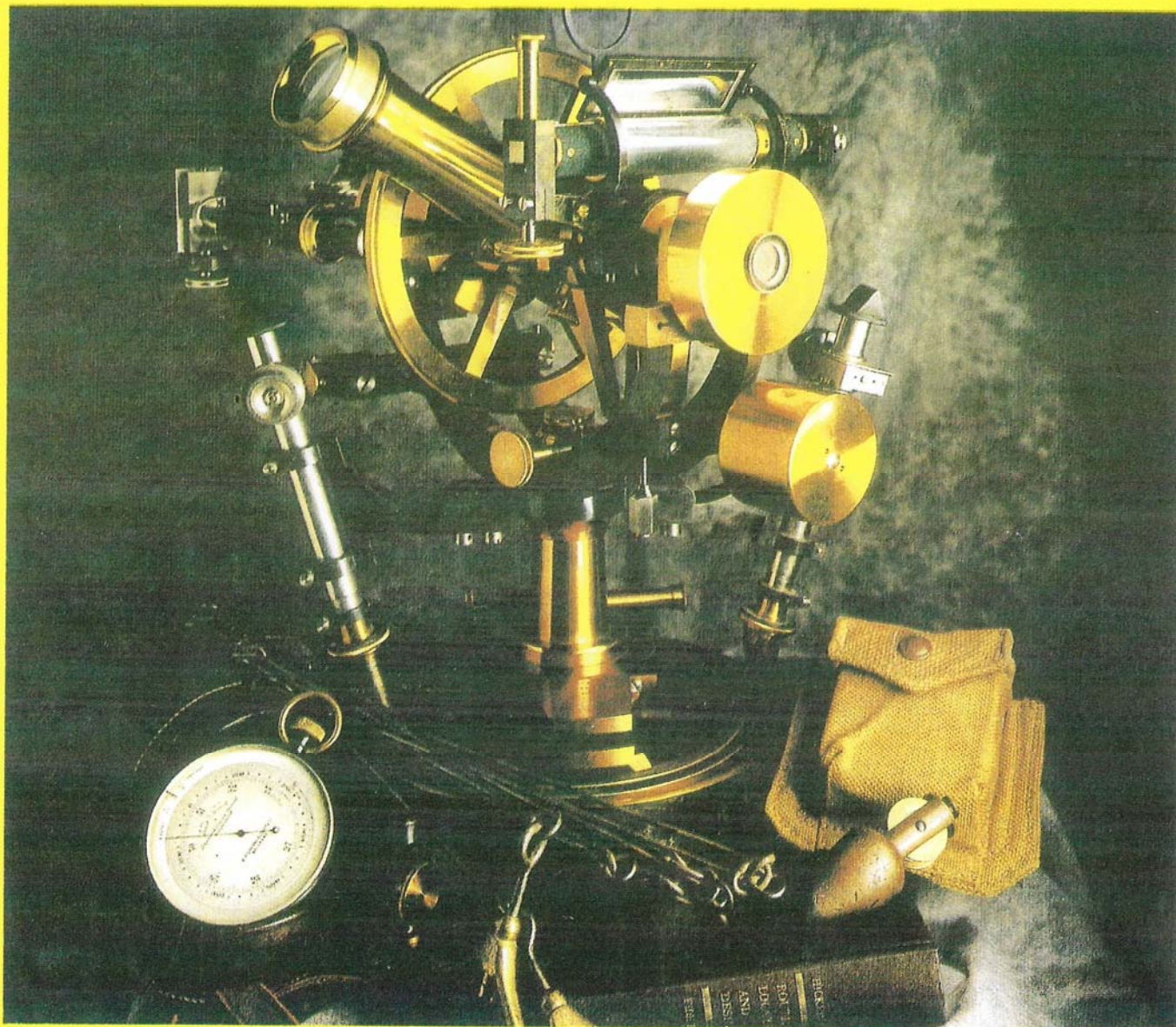


INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

ÓRGANO OFICIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS TOPÓGRAFOS, A. C.

BIENIO 98/99

NÚMERO 2 MAYO 1998



- * AIRE
- * SOL
- * LLUVIA
- * TEMPERATURA
- * HUMEDAD
- * PRESION
- * NIVEL
- * EVAPORACION, ETC.

OTROS SERVICIOS DISPONIBLES

- * AEROTRIANGULACION ANALITICA
- * FOTOGRAMETRIA DIGITAL
- * EDICION
- * GRAFICADO

MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO CLINICO-OPTICO-MECANICO

- * BALANZAS ANALITICAS
- * CENTRIFUGAS
- * AUTOCLAVES
- * MUFLAS
- * OTROS

TEL.: 277-63-73
SANTIAGO DE CHILE
REPT. ROBERTO NARBONA HASCHKE.

LABORATORIO OPTICO DE PRECISION

REPRESENTADO POR EL ING. HERMAN HASCHKE. ESPECIALIZADO EN EQUIPO OPTICO-MECANICO EN LA CARL ZEISS JENA DE ALEMANIA, CONTANDO CON UNA AMPLIA EXPERIENCIA DE MAS DE 15 AÑOS, EN LA REPARACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE PRECISION, LO QUE HACE QUE SE UBIQUE ENTRE LAS MEJORES CASAS PRESTADORAS DE DICHOS SERVICIOS

EN TODAS LAS MARCAS

LA RESPUESTA A SUS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACION PROFESIONAL PARA PROTEGER ADECUADAMENTE EL EQUIPO DE PRECISION QUE USTED MANEJA

NICETO DE ZAMACOIS 113-5
VIADUCTO PIEDAD, MEXICO, 08200, D.F.
TEL. 519-22-34 FAX 538-94-06

TOPOGRAFIA

ALGUNOS DE LOS SERVICIOS QUE SE OFRECEN SOBRE TEODOLITOS:

- * REPARACION DE ESTACIONES TOTALES.
 - * DISTANCIOMETROS:
- EQUIPOS: WILD, SOKKISHA, NIKON, ROSSBACH, PENTAX, FENNEL, CARL ZEISS JENA, CARL ZEISS, OTROS



- * LIMPIEZA Y LUBRICACION DE LOS SISTEMAS MECANICOS.
- * LIMPIEZA DE LA OPTICA Y ELIMINACION DE HONGOS.
- * AJUSTE DE: CIRCULO VERTICAL, CIRCULO HORIZONTAL, ALIDADAS, CHUMACERAS, TORNILLOS NIVELANTES, TANGENCIALES, MICROMETRO, FRENOS, RETICULA, COMPENSADOR, OPTICA, BURBUJAS, COLIMACION.
- * RESANE Y PINTURA GENERAL.
- * ADAPTACIONES.
- * REFACCIONES ORIGINALES.

OTROS SERVICIOS DISPONIBLES REPARACION Y MANTENIMIENTO DE:

- * NIVELES NORMALES.
- * NIVELES LASER.
- * TRIPIES.
- * SOPORTES DE PRISMAS DE DISTANCIOMETRO.
- * ADAPTACION DE BASES EN TEODOLITOS PARA CONEXION DE DISTANCIOMETROS.
- * ADAPTACIONES OPTICO-MECANICAS EN GENERAL.

FOTOGRAMETRIA



EQUIPOS:

- WILD

- * AUTOGRAFO A7, A8.
- * AVIOGRAFO B8, B8S.
- * PUG 3, 4.
- * STEREOCOMPARADOR STK1.
- * RECTIFICADORA E4.
- * COORDINATOGRAFOS.
- * IMPRESORA U4.

- GALILEO SANTONI.

- * STEREOSIMPLEX IIC, G6, G8.
- * ORTOFOTOSIMPLEX.
- * REGISTRADOR DE COORDENADAS.
- * STEREOSCOPIOS DE ESPEJOS.
- * PROYECTORES DE IMAGENES DE SATELITE.
- * MULTIESPECTRALES.

- CARL ZEISS JENA

- * TOPOCART C-B
- * STEREOMETROGRAFO.
- * KARTOFLEX.

- CARL ZEISS

- * RECTIFICADORA SEG V, SEG VI.
- * PLANIMAT.
- * PLANICART.
- * PLANITOP.
- * STEREO PLANIGRAFO.
- * CAMARAS STEREOMETRICAS SKM.

- OTROS EQUIPOS

- * MATRA, KERN, BAUSH AND LOMB (TRANSFEROSCOPIOS), KESLH, ETC.
- * INSTALACION Y REPARACION DE CAMARAS FOTOGRAFICAS AEREAS, ZEISS, WILD, OTRAS

MICROSCOPIA

EQUIPOS:

- * CARL ZEISS.
- * CARL ZEISS JENA.
- * WILD.
- * NIKON.
- * ROSSBACH.
- * PENTAX.
- * COLLEGIATE.
- * OLIMPUS.
- * KYOWA.
- * OTROS.



ALGUNOS DE LOS SERVICIOS QUE SE PRESTAN SOBRE MICROSCOPIOS:

- * LIMPIEZA Y LUBRICACION DE LOS SISTEMAS MECANICOS.
- * LIMPIEZA DE LA OPTICA Y ELIMINACION DE HONGOS
- * AJUSTE DE: MACHO Y MICRO, DIRECCION DE RAYOS OPTICOS, SISTEMAS MECANICOS, RECTIFICADO DE COLAS DE MILANO, COLIMACION OPTICA-MECANICA
- * REPARACION Y ADAPTACION DE SISTEMAS DE ILUMINACION.
- * RESANE Y PINTURA GENERAL.
- * REFACCIONES ORIGINALES.

FOTOMECANICA

TRABAJOS DE:

- * CAMARAS REPRODUCTORAS HORIZONTALES Y VERTICALES (BRAUN, KLINNCH, INTERGRAF Y OTROS)
- * MARCOS DE VACIO
- * PROCESADORAS DE PELICULA Y PAPEL
- * COPIADORAS DE CONTACTO

SERVICIOS QUE SE OFRECEN:

INSTALACION, MANTENIMIENTO, REPARACION Y ADAPTACION EN GENERAL.

REPRESENTACIONES



TOPCON

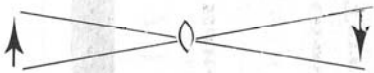
Servicio y Ventas



Laboratorio
Optico de
Precisión

VENTA Y SERVICIO

**TOPOGRAFIA
FOTOGRAMETRIA
MICROSCOPIA
FOTOMECANICA**



OTROS SERVICIOS DISPONIBLES

* INSTALACION, MANTENIMIENTO, REPARACION Y ADAPTACIONES A EQUIPOS METEOROLOGICOS DE:

- * AIRE
- * SOL
- * LLUVIA
- * TEMPERATURA
- * HUMEDAD
- * PRESION
- * NIVEL
- * EVAPORACION, ETC.

OTROS SERVICIOS DISPONIBLES

- * AEROTRIANGULACION ANALITICA
- * FOTOGRAMETRIA DIGITAL
- * EDICION
- * GRAFICADO

MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO CLINICO-OPTICO-MECANICO

- * BALANZAS ANALITICAS
- * CENTRIFUGAS
- * AUTOCLAVES
- * MUFLAS
- * OTROS



DR. MANUEL BARROS BORGÑO 163

PROVIDENCIA

TEL.: 277-63-73

SANTIAGO DE CHILE

REPT. ROBERTO NARBONA HASCHKE.

LABORATORIO OPTICO DE PRECISION

REPRESENTADO POR EL ING. HERMAN HASCHKE. ESPECIALIZADO EN EQUIPO OPTICO-MECANICO EN LA CARL ZEISS JENA DE ALEMANIA, CONTANDO CON UNA AMPLIA EXPERIENCIA DE MAS DE 15 AÑOS, EN LA REPARACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE PRECISION, LO QUE HACE QUE SE UBIQUE ENTRE LAS MEJORES CASAS PRESTADORAS DE DICHOS SERVICIOS

**SERVICIO DE
INSTALACION,
MANTENIMIENTO
Y REPARACION
EN TODAS LAS
MARCAS**

LA RESPUESTA A SUS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACION PROFESIONAL PARA PROTEGER ADECUADAMENTE EL EQUIPO DE PRECISION QUE USTED MANEJA

NICETO DE ZAMACOIS 113-5
VIADUCTO PIEDAD, MEXICO, 08200, D.F.
TEL. 519-22-34 FAX 538-94-06

TOPOGRAFIA

ALGUNOS DE LOS SERVICIOS QUE SE OFRECEN SOBRE TEODOLITOS:

- * REPARACION DE ESTACIONES TOTALES.
- * DISTANCIOMETROS:

EQUIPOS: WILD, SOKKISHA, NIKON, ROSSBACH, PENTAX, FENNEL, CARL ZEISS JENA, CARL ZEISS, OTROS



FOTOGRAMETRIA



EQUIPOS:
- WILD

MICROSCOPIA

EQUIPOS:

- * CARL ZEISS.
- * CARL ZEISS JENA.
- * WILD.
- * NIKON.
- * ROSSBACH.
- * PENTAX.
- * COLLEGIATE.
- * OLIMPUS.
- * KYOWA.
- * OTROS.



INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

Órgano de difusión

del Colegio de Ingenieros

Topógrafos, A.C.

ING. LINO SOLIS LÓPEZ.

Presidente

ING. BENITO GÓMEZ DAZA.

Vicepresidente

ING. HÉCTOR BENÍTEZ CABRAL.

Secretario Técnico

ING. L. ALBERTO BAUTISTA G.

Secretario Administrativo

M.I. RAYMUNDO ARVIZU DÍAZ

Secretario Técnico (Suplente)

ING. MÓNICA GARRIDO GUZMÁN

Tesorera

ING. ARMANDO LÓPEZ SÁNCHEZ

Subtesorero

ING. MIGUEL MÉNDEZ PIOQUINTO

Vocal

ING. FRANCISCO ARIAS MORALES

Secretario Administrativo Suplente

LIC. NOÉ RAMÍREZ CARREÑO

Asesor Jurídico

ARQ. JOSÉ MANUEL GÓMEZ P.

Editor

COLABORADORES:

Dr. Jorge Caire Lomeli, Ing. Mónica Garrido Guzmán, Ing. Héctor Benítez Cabral, Ing. Armando Madera Sosa, Ing. Arq. Carlos Rodríguez Soto, Ing. Lino Solis López.

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA es una publicación mensual editada por EL COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS, A.C., oficinas en Tacuba N°5 despacho 7-A Centro, México, D.F.

Redacción, Talleres e Imprenta: Av. Baja California N° 275 Despacho 502, Col. Hipódromo Condesa, C.P. 06100, Tel. 286-94-52. Correspondencia de Segunda Clase en la Administración de Correos N° bajo el N° Expediente Número de Reserva de la Dirección General de Derecho de Autor

EN ESTE NÚMERO

Editorial.....Página 3

Gravimetría y Mareas

Terrestres.....Página 4

La Cartografía en seis

Tiempos.....Página 20

El Segundo Reloj.....Página 24

Vivencias de un Pasado

Glorioso.....Página 27

“ El Agua: un Enigma para el

Tercer Milenio”.....Página 29

EDITORIAL

Por: ING. LINO SOLÍS LÓPEZ

El Colegio de Ingenieros Topógrafos de la ciudad de México, ha participado de una manera constante y con mucho esfuerzo en la designación de las delegaciones del Colegio en diferentes estados de la República mexicana. Es importante resaltar que durante las últimas décadas, algunas de estas delegaciones se constituyeron como Colegios estatales de nuestra profesión; ello no ha sido una tarea fácil, se requirió de la participación de colegas comprometidos con un ideal.

Hoy el Colegio de Ingenieros Topógrafos y los Colegios estatales tenemos un nuevo compromiso con nuestra profesión, ya que durante el Primer Congreso Internacional y Cuarto Congreso Nacional, llevados a efecto durante el período comprendido del 3 al 6 de diciembre de 1997, en la ciudad de Colima, Col., se convocó a los Colegios que actualmente se encuentran legítimamente constituidos, a una reunión de Presidentes de Colegios.

Cabe destacar que en esta reunión estuvieron presentes representantes de diferentes asociaciones de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, similares a los Colegios de nuestra República mexicana, requiriendo en ese momento que los Ingenieros Topógrafos tuviésemos representatividad a nivel nacional, para lo cual los Presidentes de los Colegios Estatales y en particular el de la ciudad de México propusieran, que con carácter de urgente, se formara *La Federación de Colegios de Ingenieros Topógrafos*; Asociación que participará, en su momento, en las negociaciones con los similares de los países de E.U.A., y de Canadá, tal y como lo establece el T.L.C. y la Ley de Metrología, formando parte a su vez de los comités de certificación.

El compromiso ya se estableció para conformar la Federación, por ello tenemos la obligación de prepararnos ante este nuevo reto, por lo anterior consideramos propicio que este único medio con que cuenta El Colegio de Ingenieros Topógrafos: "La revista *Ingeniería Topográfica*", continúe llegando a las manos de aquellos que les interese la ingeniería topográfica en todas y cada una de sus especialidades.

Nuestro propósito como profesionistas de la Ingeniería Topográfica, es la de continuar esforzándonos por alcanzar la excelencia en el desarrollo de esta profesión tan generosa en todos los sentidos. Demostrar la capacidad que entraña nuestra profesión es responsabilidad de todos.

Para lograr nuestros objetivos necesitamos trabajar en conjunto, sometiéndonos a una disciplina constante, con la disposición para aplicarnos en un camino que cada vez se torna más claro y transparente. Buscamos el beneficio para la comunidad topográfica y para todos aquellos que están relacionados con nuestro quehacer profesional.

Con los avances tecnológicos hemos obtenido un futuro promisorio, requerimos actualizarnos en conocimientos y prepararnos para el siguiente milenio, con nuevas herramientas, nuevas disposiciones jurídicas, que redundaran en el beneficio colectivo de nuestras asociaciones, de nuestras familias y de nuestra patria...México.

GRAVIMETRÍA Y MAREAS TERRESTRES

Por: DR. JORGE CAIRE LOMELÍ

INTRODUCCION

El origen de la Gravimetría se encuentra con el descubrimiento de la Ley de la Gravitación Universal, por el físico inglés **Isaac Newton**. En el ordenamiento actual de las ciencias, la Gravimetría es una rama de la Física que está vinculada con la Cartografía y particularmente con la Geodesia, que es una de las disciplinas Cartográficas.

Isaac Newton estableció la relación entre la Cartografía y la Gravimetría al formular su teoría sobre la forma elíptica de la Tierra, en base a que nuestro planeta, al pasar por el estado fluido durante su formación y al encontrarse sometido, tanto a la atracción dada por su masa, como a la fuerza centrífuga generada por su giro diurno, debió ensancharse en el Ecuador y al conservar su masa, se acható en los polos.

La Gravimetría trata sobre la fuerza con la que la Tierra atrae a otros cuerpos. Esa fuerza actúa constantemente y se encuentra sujeta a la Ley de la Gravitación Universal, así que la aceleración que produce es gravitacional, pero se acostumbra designarla simplemente como gravedad.

Si bien la gravedad actúa constantemente, tanto su intensidad como las direcciones en que se ejerce varían de un lugar a otro e incluso de un momento a otro, como resultado de la acción de causas distintas. Una vez que es posible determinar con precisión las variaciones de la gravedad y conocer por separado el valor de las causas de esas variaciones, también es posible deducir el carácter de causas desconocidas, gracias a ello la Gravimetría aporta información útil en campos del conocimiento de gran importancia: como son los que se anotan.

1.- La Cartografía, en cuanto a nuestro avance hacia un mejor conocimiento de la forma real de la Tierra y a la determinación de una superficie para representarla con mayor eficiencia que los elipsoides utilizados actualmente.

2.- La Geodesia, ciencia en la que para considerar superficies de nivel, no esféricas y desviaciones locales de línea Zenit - Nadir, ha sido necesario crear, como ramas de ella, a la Geodesia Geométrica y a la Geodesia Física, ésta última estrechamente relacionada con la Gravimetría.

3.- En la prospección de recursos naturales, ya que una de las causas de la variación de la gravedad es la distribución irregular de sustancias de diferente densidad en la Corteza Terrestre, así que la naturaleza de tales sustancias, que frecuentemente son

recursos naturales de alto valor, puede ser deducida de sus efectos en las variaciones de la gravedad.

Los tres campos del conocimiento mencionados, son del dominio de la Geografía y particularmente de las Ciencias de la Tierra, así que estos apuntes que se formulan son con el propósito de apoyar al curso de Gravimetria y Mareas Terrestres y deben considerarse como introductorios a los estudios de la Geodesia Física y al de Geofísica.

EVOLUCION DE LA GRAVIMETRIA

Conceptos antiguos sobre la forma de la Tierra. En casi todas las culturas se manifiesta la preocupación por describir correctamente a la Tierra. Los sumerios la tenían por una esfera o tal vez un disco plano flotando en el Océano, que a su vez se encontraba contenido en un recipiente cilíndrico, ese concepto permanece en los mapas circulares griegos correspondientes a las Escuelas Jónicas que probablemente sean representaciones horizontales de la teoría sumeria.

La teoría de la Tierra como un disco, o una esfera flotante fue sostenida durante los siglos V y VI A.C., por Demócrito quien la describe como un disco y por Tales de Mileto para quien es una esfera, ese concepto permanece en el Orbis Terrarum Romano e incluso en algunos mapas medievales, varios siglos después de que prevaleciera la teoría sobre la forma esférica de nuestro planeta.

Según Aristóteles, el filósofo Parmenides (540-450 A.C.) fue el primero en aceptar la forma esférica de la Tierra, al asumir que nuestro planeta es un cuerpo celeste, tal como la Luna y el Sol. Arquímedes sostuvo el mismo concepto apoyándose tanto en sus observaciones como en principios religiosos, según Diógenes Laercio, ese principio provenía de Egipto.

Filolao de Crotona (480 A.C.), discípulo de Pitágoras, 450 años A.C., enseñaba sobre el movimiento diurno de la Tierra, Aristarco propuso, 18 siglos antes que Nicolás Copérnico, la teoría de un sistema heliocéntrico y entre los años, 320 y 250 A.C. Posidonio y Eratóstenes, intentaron determinar la magnitud del arco meridiano terrestre. Los trabajos de Eratóstenes señalan el inicio de la Geodesia Geométrica (figura 1).

Así, 250 años antes de la era actual, se contaba con conocimientos aproximados sobre la forma de la Tierra, que reducida en dos millones de veces, es prácticamente una esfera, así como sobre sus dimensiones y los dos movimientos fundamentales; esto es, que se conocían los efectos del fenómeno, pero aun se desconocían sus causas; tendrían que transcurrir más de dieciocho siglos para encontrar esas causas, concluir en que la Tierra no es precisamente esférica y avanzar en cuanto a la determinación de sus dimensiones, para ello debieron combinarse los métodos y medios de medición directa, con principios e investigaciones en el área de la Física.

GEODESIA GOEOMÉTRICA

Eratóstenes utilizó dos gnómones, una distancia y probablemente cierto conocimiento sobre la oblicuidad de la Eclíptica, para determinar la magnitud del radio terrestre, mediante las operaciones y el razonamiento ampliamente conocidos, que han sido aceptados como el origen de la Geodesia.

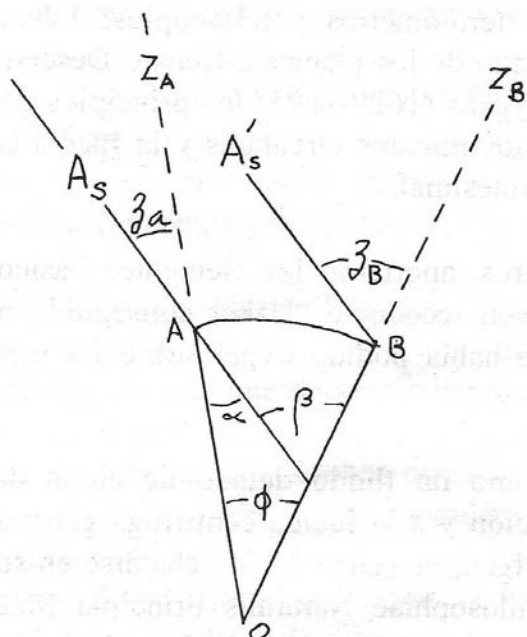
Más tarde el Califa de Bagdad Harón al Raschid y su sucesor Al Mamoun enviaron dos expediciones, que después de determinar la latitud de un lugar, utilizando astrolabios, partieron una hacia el norte y la otra hacia el sur, hasta encontrar latitudes diferentes en un grado a la del punto de partida, entonces regresaron midiendo la distancia recorrida y de ese modo se determinó la magnitud del arco de meridiano terrestre, pero el dato se perdió desafortunadamente.

Jean Fernel (1497-1558), médico y astrónomo francés midió una distancia hacia el Norte de París, valiéndose de un contador de revoluciones sujeto a la rueda de un carruaje y determinó las latitudes de los extremos de la línea, por observación de distancias zenitales del Sol, consiguiendo determinar la magnitud del arco de meridiano, con bastante aproximación.

El matemático holandés, Van Roger Snell (1591-1626) propuso medir alienaciones mediante cadenas de triángulos, en las que si se miden todos los ángulos de las figuras y dos bases, por ejemplo las líneas AB y CD (figura 2) es posible calcular por Trigonometría las distancias de los vértices extremos y sobre todo, determinar y compensar errores en la medición de ángulos. Este procedimiento fue utilizado antes por Gemma Frisius (1546-1626) y, por Tycho Brahe (1580-1626) y originó el sistema de triangulación que se utiliza actualmente.

Para el siglo XVII, se contaba con métodos y con instrumental para medir grandes extensiones al aplicar métodos trigonométricos y al mismo tiempo los métodos astronómicos disponibles, permitían determinar posiciones geográficas y azimutes con precisiones congruentes con las obtenidas en la aplicación de métodos trigonométricos; la disponibilidad de esos medios y el avance de las matemáticas permitieron establecer métodos de trabajo, rutinas de cálculo, determinación de la eficiencia con la que se realiza un levantamiento y en consecuencia, aplicar métodos de compensación.

PRINCIPIO DE ERATOSTENES



Z_A : Zenit en el punto A
 Z_B : Zenit del punto B
 O : Centro de la Tierra

$$\angle A = \alpha$$

$$\angle B = \beta$$

$$\beta = \alpha + \phi$$

$$\phi = \beta - \alpha$$

$$\phi = \angle B - \angle A$$

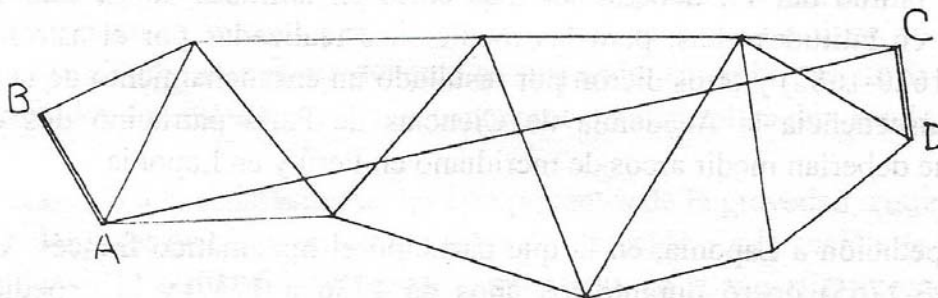
$$\frac{AB}{\phi} = \frac{C}{360^\circ}$$

$$C = \frac{360^\circ}{\phi} AB$$

$$C = \frac{360^\circ}{\angle B - \angle A} AB$$

Eratóstenes observó que el día de solsticio de verano el Sol a mediodía estaba exactamente vertical sobre la ciudad de Siene (hoy Asuán) en el Alto Egipto y que iluminaba hasta el fondo de un pozo profundo. Al mismo tiempo se colocó en Alejandría una semi-esfera hueca con la parte cóncava hacia arriba, provista de una varilla de longitud igual al radio de la esfera, donde midió el arco interceptado por la sombra, con lo cual dedujo que las dos ciudades formaban un ángulo de $7^\circ 12'$ y que la distancia que las separaba correspondía a este arco. Midió la distancia por el número de vueltas de un carro y calculó la circunferencia de la Tierra en 250,000 estadios.

CADENA DE TRIÁNGULOS



GEODESIA FISICA

Desde el siglo V (A.C.) al XVII, el concepto de una tierra esférica fue suficiente para los fines prácticos de la Cartografía y de las disciplinas cartográficas, pero el avance científico planteaba nuevos elementos de juicio al respecto y en algunos casos, la tecnología

disponible aportaba los medios para apoyarlos. Galileo (1564-1642) realizó investigaciones sobre la caída libre de un cuerpo, el movimiento del péndulo enunció el principio de inercia, construyó una balanza hidrostática, termómetros y telescopios; Johann Kepler (1571-1630) descubrió las leyes del movimiento de los planetas; Renato Descartes (1596-1695) la Geometría Analítica; Christiaan Huygens (1629-1695) los principios del Cálculo Infinitesimal, las leyes del péndulo, de los movimientos circulares y la fuerza centrífuga; Gottfried Leibniz (1646-1716) el Cálculo Infinitesimal.

Esos científicos ilustres y muchos otros, aportaron los elementos básicos para la obra de otro, Isaac Newton (1642-1727) quien reconocía “Haber conseguido mirar más lejos que los contemporáneos, gracias a que había podido trepar sobre las espaldas de gigantes”.

Considerando a la masa terrestre como un fluido dotado de cierta densidad y sometido simultáneamente a su propia atracción y a la fuerza centrífuga generada por su rotación diurna, Newton dedujo que en su origen, la Tierra debió achatarse en sus polos y ensancharse en el Ecuador. En su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, describió a la Tierra como una elipse de revolución sujeta a la Ley de la Gravitación Universal, en la que el achatamiento “f”, expresado en función de sus semiejes mayor “a” y menor “b”, es:

$$f = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{230}$$

En tanto que Huygens determinó un achatamiento de:

$$f = \frac{1}{578}$$

El valor actual del achatamiento, es de:

$$f = \frac{1}{298.25}$$

Según el razonamiento de Newton, el arco de meridiano correspondiente a una diferencia en latitud del 1°, debería ser más corto en latitudes bajas, esto es, cerca del Ecuador, que en latitudes altas; pero las mediciones realizadas por el astrónomo francés Jean Picard (1620-1682) y otros dieron por resultado un ensanchamiento de la elipse en sus polos. En consecuencia la Academia de Ciencias de París patrocinó dos expediciones geodésicas que deberían medir arcos de meridiano en Perú y en Laponia.

La expedición a Laponia, en la que participó el matemático francés Alexis Claude Clairaut (1713-1765) operó durante los años de 1736 a 1737 y la expedición a Perú, actualmente Ecuador, en la que participó Pierre Bouguer, operó durante los años de 1735 y 1744. Los resultados de ambas confirmaron la tesis de Newton, arrojando un achatamiento polar de:

$$f = \frac{1}{210}$$

Tanto Clairaut como Bouguer realizaron investigaciones sobre Gravimetría, Clairaut en su obra Teoría de la figura de la Tierra y mediante el teorema que lleva su nombre, plantea la determinación del achatamiento terrestre mediante mediciones de la gravedad en latitudes diferentes, para lo cual no se contaba con los medios técnicos actuales; también consideraba la observación de anomalías en las trayectorias de satélites de los planetas, para conocer la forma del nuestro por analogía, mucho antes de que existieran satélites artificiales de la Tierra cuyas trayectorias presentan anomalías que se utilizan en la determinación del campo gravitacional.

Por su parte Pierre Bouguer, ideó un método terrestre para determinar la componente de la gravedad, dada por las densidades de las sustancias subyacentes a un lugar de observación, al que se conoce como efecto de Bouguer.

Los descubrimientos hechos durante los siglos XVII y XVIII, así como los medios técnicos disponibles en ese lapso, condujeron a un conocimiento de la forma de la Tierra más aproximado que el anterior. En adelante a los métodos geométricos de medición y a la determinación de posiciones astronómicas, se incorporarían las de medición de la gravedad lo que condujo a considerar dos ramas de la Geodesia, la Geometría y la Física.

LA MEDICION DE LA GRAVEDAD

Los problemas fundamentales de la Geodesia Física son: medir con precisión la aceleración dada por la gravedad y separar, unas de otras, a sus componentes.

En cuanto a medir la gravedad se tienen dos posibilidades:

1.- Aplicar métodos de carácter dinámico, consistentes en la observación de un cuerpo en caída libre, o bien en un movimiento pendular. El instrumento de uso generalizado al efecto es el péndulo físico.

2.- Determinar la presión ejercida por una masa en reposo esto es, su peso, o bien el efecto de esa masa sobre un resorte del cual se suspende, en ambos casos para un momento dado, esos métodos son estáticos y los instrumentos para su aplicación son los gravímetros.

Con respecto a la separación de las componentes de la gravedad, entre ellas se tienen a la distancia del lugar de observación al centro de atracción y a la acción de las sustancias de diferente densidad distribuidas irregularmente, tanto en la superficie como en el interior de la Tierra, el análisis de esas componentes presenta dos aspectos:

1.- La determinación de la figura de la Tierra, en una aproximación sucesiva a las anteriores, lo que corresponde a la Cartografía.

2.- La prospección de recursos naturales.

DETERMINACION DE LAS ANOMALIAS DE LA GRAVEDAD.

En geofísica, la unidad de aceleración para el sistema cgs., es el "Gal". $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/seg/seg} = 1 \text{ cm/seg}^2$ o sea que para la superficie de la Tierra se tiene 980.6 gales promedio, para la aceleración generalmente se usa el miligal, abreviado mg. $1 \text{ mg} = 0.001 \text{ Gal} = 0.001 \text{ cm/seg}^2$. En la prospección petrolera se usa una cantidad más pequeña, la "Unidad Gravimétrica, abreviada es: U.G. $1 \text{ mg} = 10 \text{ U.G.}$ $1 \text{ U.G.} = 0.1 \text{ mg} = 10^{-4} \text{ gales}$.

Si en una estación de latitud y de longitud H , la gravedad observada g_o y la gravedad teórica g_t la anomalía es la diferencia: $\Delta g = g_o - g_t$. La gravedad teórica g_t se determina agregando al valor teórico al nivel del elipsoide una serie de correcciones, los cuales son:

$$g_t = g_o (1 + A \sin^2 \varphi - B \sin^2 2\varphi) + C_H + C_T + C_I + C_G$$

$\text{cm/seg}^2 \quad A = 0.0052884 \quad B = 0.0000059$

C_H es la corrección por altura libre que tiene en cuenta la disminución de la gravedad debida a la altitud (H) de la estación. Esta corrección será negativa, salvo aquellos lugares con cota negativa, como el mar del Salton en California y el mar Muerto en Asia Menor. Esta corrección es igual a: $C_H = \pm 0.3086 H \text{ mg}$, H en metros

C_T es la corrección por topografía, que tiene en cuenta el efecto de todas las masas que circundan la estación correspondiente a las irregularidades del relieve terrestre tanto de las cuencas oceánicas como de los relieves continentales.

Esta corrección puede ser positiva o negativa, para determinarla se requiere de buenos mapas locales y regionales; se calcula dividiendo el área situada alrededor de la estación en compartimientos limitados por círculos concéntricos y radios trazados a intervalos angulares apropiados, en cada compartimiento se determina la elevación media H .

$$C_T = -\gamma \rho \theta \left[r_2 - r_1 + (r_1^2 + H^2)^{1/2} - (r_2^2 + H^2)^{1/2} \right]$$

En donde r_1, r_2 son los radios de los círculos interno y externo respectivamente, que limitan el comportamiento, γ es una constante universal $\gamma = 6.67 \times 10^{-8}$ unidades c.g.s. ρ es la densidad y se encuentra asociada con el efecto de Bourguer $= 0.0000419 \rho$ gales.

C_I es la corrección por isostacia que tiene en cuenta los efectos de masa en los relieves y el exceso en los océanos, aprovechando los mismos datos de la configuración topográfica para lo cual pueden combinarse ambas correcciones, o tratarse por separado. Para la determinación de esta corrección se hace uso de las mismas fórmulas que se emplean en la corrección topográfica pero entrando en ellas con argumento σ' de la densidad, que cada vez se calcula por:

$$\sigma' = \frac{0.615 \sigma H'}{H - H'}$$

en donde σ , densidad normal, es decir la de una

columna de la corteza que desde la superficie de compensación isostática termine al nivel del mar. H , profundidad de compensación que para el país es de -114 Km. H' , profundidad media del océano en la zona considerada. Esta corrección es de signo contrario a la topográfica, al ser positiva la que le corresponde a los océanos y negativa la de los continentes.

C_6 es la corrección que tiene en cuenta la presencia de densidades anormales locales por la presencia de materiales de diversa naturaleza y es difícil calcularla.

LA GRAVIMETRIA DE 1737-1924

Las aportaciones de Huygens, Newton, Clairaut y otros científicos, dieron paso a un avance acelerado en el área de la Física, especialmente en la Gravimetría y la tecnología subordinada a esa ciencia, como hechos destacados en esta etapa se tienen:

Pierre Bouguer, estudió anomalías gravimétricas utilizando péndulos y demostró que entre las causas de esas anomalías son las atracciones laterales ejercidas por las montañas. Bouguer es autor de varias obras sobre Geofísica y de un método para calcular una de las componentes de la gravedad a lo que se conoce como, efecto de Bouguer.

El filósofo y matemático francés, Jean le Rond D'Alembert (1717-1783) quien colaboró con Denis Diderot en la redacción de la Encyclopédie, de cuyo prólogo es autor, escribió varias obras en las que se encuentran, el principio, el criterio y el teorema que llevan su nombre, estos son:

Principio de D'Alembert. En un sistema de sólidos en masa constante en movimiento, siempre que no existan rozamientos entre ellos, ni con obstáculos exteriores, el trabajo virtual de las fuerzas aplicadas y de las fuerzas de inercia, es nulo.

Criterio de D'Alembert. Si la expresión del término tiende a un límite finito y determinado, K , la serie es convergente cuando, $K < 1$, divergente cuando $K > 1$ y en el caso de que el límite de la expresión sea la unidad y que el valor de la expresión sea menor que la unidad, no es posible asegurar su convergencia.

$$\frac{\Lambda_{n+1}}{\Lambda_n} ; \lim \frac{\Lambda_{n+1}}{\Lambda_n} = K$$

$$\lim \frac{\Lambda_{n+1}}{\Lambda_n} = 1 ; \frac{\Lambda_{n+1}}{\Lambda_n} < 1$$

Teorema de D' Alembert. Dos cantidades variables que permanecen constantemente iguales tienen el mismo límite.

Adrien Marie Legendre (1731-1833) realizó investigaciones sobre el potencial gravimétrico, mediante observaciones, utilizando el péndulo, amplió la teoría de Newton sobre la forma elíptica de la Tierra, aplicó criterios semejantes a los de Clairaut en el que se consideró el aumento de densidad en una masa fluida, del exterior a su centro.

El físico inglés Henry Cavendish (1731-1810) estudió la densidad media de la Tierra, utilizando la balanza de torsión que lleva su nombre y publicó una memoria en la que se encuentra en teoría, la Ley de la Acción a Distancia.

Peirre Simón Laplace (1749-1827) autor del Tratado de Mecánica Celeste, mediante observaciones utilizando el péndulo dedujo el achatamiento del elipsoide, para la latitud en $1/304.6$ y para la longitud en $1/305.8$, datos más próximos a los actuales que los encontrados por Newton y sentó las bases sobre la Teoría de los Errores.

El matemático y físico francés Juan Bautista Delambre (1749-1822) realizó la triangulación del Meridiano de París para determinar la longitud del Metro Patrón y realizó importantes estudios sobre Trigonometría Esférica y Mecánica Celeste.

El físico inglés George Biddeli Airy (1801-1892) planteó un importante criterio, que se describe adelante, sobre el fenómeno de Isostacia; publicó varias obras sobre la figura de la Tierra y un tratado sobre Gravitación.

El matemático y físico irlandés George Gabriel Stokes (1819-1903) es autor de una fórmula ampliamente utilizada en Gravimetría, en la que se considera la resistencia que se ejerce sobre una esfera animada de movimiento uniforme, en el seno de una corriente fluida:

$$R = 6 \pi \eta v a$$

En la que:

R, es la resistencia.

η , es el índice de viscosidad del fluido.

v, es la velocidad de la corriente y

a, el radio de la esfera.

El físico inglés Jhon Pratt, expuso en 1863 una teoría sobre el carácter de la Isostacia, término propuesto por Clarence E. Dutton (1841-1912) para describir a la tendencia de las masas de la superficie terrestre a hundirse o emerger para alcanzar el equilibrio hidrostático.

Carlos Federico Gauss (1777-1855) fue el primero en aplicar el Criterio de los Mínimos Cuadrados en la compensación de una red de triangulación.

El Coronel A. R. Clarke, realizó investigaciones sobre la determinación del esferoide y sobre la creación de Proyecciones Perspectivas y propuso sucesivamente, los siguientes esferoides que llevan su nombre:

Semiejes

Fecha	Ecuatorial	Polar	Achatamiento
1858	6377293 m	6356618 m	1/294.26
1866	6378206 m	6355584 m	1/294.98
1880	6378249 m	6356515 m	1/298.47

Entre esos esferoides el de 1866 fue tomado como elemento de referencia, para establecer el Datum Norteamericano de 1927, en el Estado de Kansas E.U., México y Centroamérica.

El geodesta alemán Fiedrich Robert Helmert (1843-1917) desarrolló varias fórmulas importantes, escribió un tratado de Geodesia y propuso teorías sobre la determinación del Geoide.

El año de 1909 el U.S. Coast and Geodetic Survey, publicó la obra de J. F. Hayford sobre la figura de la Tierra y la Isostacia, determinados por mediciones realizadas en E. U. Hayford propuso un esferoide (1910) cuyos elementos son:

Semieje ecuatorial $a = 6378388 \text{ m}$

Semieje polar $b = 6356909 \text{ m}$

Achatamiento $1/297.0$.

Ese esferoide fue aceptado como Esferoide Internacional en 1924, durante la Asamblea General de la U. G. G. I. (Unión Geodésica y Geografía Internacional).

LAS MAREAS TERRESTRES

La gravedad no es constante en cada punto de la superficie de la Tierra. Si en un mismo punto se mide la gravedad en función del tiempo, se observa que tiene variaciones en más y en menos de una manera similar al pleamar y bajamar de las mareas oceánicas. La marea terrestre es comparable, en amplitud, con algunas mareas oceánicas menores; como por ejemplo a las del mar Mediterráneo. Principalmente la influencia de la Luna y el Sol son las causas de ambas mareas. La Tierra sólida por mucho tiempo, se consideró como rígida con respecto a fuerzas pequeñas, pero hasta fines del siglo XIX se demostró que la

tierra sólida se comba como cuerpo elástico cuando está expuesta a los esfuerzos producidos por gran diversidad de fuerzas, que incluyen además de las mareas las causadas por el desplazamiento de cargas superficiales de agua, nieve y atmósfera. Esos movimientos de la Tierra son interesantes porque representan deformaciones en una tierra elástica, causada por varios tipos diferentes de esfuerzos. Cuando el campo de los esfuerzos como la deformación resultante pueden ser medidos, podrán determinarse las propiedades elásticas de grandes áreas o aún de la Tierra en su conjunto. El movimiento del suelo, en el caso de las mareas terrestres, tiene una amplitud que puede alcanzar medidas hasta de 30 centímetros; la aceleración es extremadamente reducida, del orden de 10^{-8} de la gravedad terrestre.

La mayor parte de los estudios realizados sobre movimientos de la Tierra, de período largo hechos hasta ahora, se han ocupado de mediciones de movimientos del suelo causados por fuerzas de mareas. La componente vertical de las pequeñas aceleraciones producidas por el combamiento de la Tierra, se detectan mediante gravímetros y las componentes horizontales por inclinómetros. Los datos son analizados por periodicidades en las frecuencias de mareas; la comparación de las amplitudes resultantes, con el potencial de mareas teórico, deducido de observaciones astronómicas da la medida del combamiento de la Tierra bajo un esfuerzo conocido.

Las causas que han impedido la medición e interpretación de las mareas terrestres, son: El desarrollo de gravímetros e inclinómetros altamente sensibles y estables que son requeridos para estas mediciones, y la presencia de efectos perturbadores que producen una respuesta de la Tierra que no se relaciona directamente con el potencial de marea. Las cargas causadas por la meteorología, los cambios de temperatura de la superficie terrestre y las mareas de los océanos, se cuentan todas entre las influencias perturbadoras. El análisis armónico de la información disminuye los errores causados por las influencias mencionadas, con excepción del efecto indirecto de las mareas oceánicas.

LA GRAVIMETRÍA EN MÉXICO

El lapso descrito aquí brevemente, comprende las fechas aproximadas de la expedición geodésica a Perú y del establecimiento del Datum Norteamericano, así que se consideró con la intención de ubicar en él las observaciones sobre la intensidad de la gravedad en México y los trabajos realizados hasta 1925, año en el que principia el funcionamiento sistemático de la Base Pendular en el Observatorio de Tacubaya, Distrito Federal.

Las primeras observaciones sobre la intensidad de la gravedad en México fueron realizadas por el profesor Próspero Goyzueta en la Escuela de Minería. Las observaciones principiaron en Octubre de 1865 en el laboratorio de la escuela de cuya bóveda se suspendió, mediante un alambre de acero con longitud de 12.0 m, una granada rellena de munición de plomo, con un peso aproximado de 15 kg. y dotada de una varilla de hierro

alineada con el alambre de suspensión, esa varilla se tomó como índice, ya que con el cuerpo oscilante en reposo tocaba ligeramente la superficie del mercurio contenido en una vasija bajo el péndulo y cerraba un circuito eléctrico, así que cada oscilación se indicaba mediante un sonador Morse.

El número de oscilaciones en un lapso de 15 minutos, dado por otro péndulo destinado a medir el tiempo, se obtenía en un registrador telegráfico Morse. El profesor Goyzueta realizó series de observaciones utilizando alambre de cobre y un cordel de pita, en lugar del alambre de acero.

El valor encontrado para la gravedad fue de:

$$g = 9.8037063 \text{ m/seg.}^2$$

En 1879 los ingenieros Francisco Jiménez y Leandro Fernández realizaron observaciones utilizando un péndulo recíproco de Kater, construido en París, la memoria técnica de ese trabajo se tituló "Determinación de la Longitud del Péndulo de Segundos y de la Gravedad, en México, en 2283 m. sobre el nivel del Mar, por los Ingenieros F. Jiménez y L. Fernández".

En esos trabajos se encontró para la longitud del péndulo de segundos sexagesimales, el valor de 0.99111 m. Ese mismo año el Ing. Jiménez realizó otras observaciones, utilizando otro péndulo del mismo tipo que el anterior, con lo que obtuvo un nuevo valor que difería del primero en cuatro unidades de la quinta cifra decimal, esto es, la última y en una tercera serie de observaciones realizadas con el primer péndulo, pero haciendo que oscilara en el apoyo del segundo, el resultado fue de 26 unidades del quinto orden.

En el año de 1899, se creó una Comisión Geodésica que debía trabajar en colaboración con la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, el resultado de la creación de ese organismo fueron programas de trabajo entre los cuales se consideraba la conveniencia de determinar la pesantez en el mayor número posible de lugares en el territorio nacional.

En el año de 1904, la Comisión Geodésica Mexicana, adquirió un equipo Von Sterneck, consistente en cuatro péndulos de 25 cm., de longitud dentro de una campana hermética, en la que es posible reducir significativamente la presión atmosférica. Los períodos de oscilación en estos péndulos son de aproximadamente 0.5 segundos y deben ser medidos utilizando señales de radio, cronómetros y cronógrafos, o bien observaciones astronómicas.

El Sr. Ing. Manuel Medina Peralta en la publicación La Gravimetría en México (1934), describió el procedimiento relativo de medición de la gravedad que se aplicó mediante el equipo Von Sterneck, que consiste en establecer con una estación base y referir

a ella, las determinaciones siguientes con lo que eliminó la necesidad de conocer con precisión el dato de longitud del péndulo.

En 1910, el Ing. Ángel Anguiano, director de la Comisión Geodésica Mexicana, comisionó al Ing. Basilio Romo para adquirir otro equipo tipo Von Sterneck, que fue el utilizado en la realización del programa de determinaciones de la gravedad.

La determinación de las constantes del equipo adquirido y la medición de los períodos de oscilación de los cuatro péndulos que lo componen, quedó a cargo del Ing. Agustín Leyva, quien en 1912 realizó las observaciones necesarias en el edificio del Coast and Geodetic Survey, donde se encuentra el poste gravimétrico base, referido al de Postdam, que ha sido tomado mundialmente como origen de las determinaciones gravimétricas relativas.

La determinación de la gravedad en el poste ubicado en Tacubaya, D. F., se realizó utilizando un equipo de fabricación norteamericana, prestado por la Oficina Geodésica de los E.U., con el cual el Ing. Leyva recorrió el circuito Washington-Tacubaya-Washington, obteniendo un valor para el poste gravimétrico, en Tacubaya, de 977.936 dinas gramos-masa, con un error probable de un milésimo de dina. Ese valor difiere en 2.5 dinas del obtenido por el profesor Próspero Gayzuela y en 0.2 del encontrado por los ingenieros Francisco Jiménez y Leandro Fernández.

En 1925, durante la gestión del Sr. Ing. Pedro C. Sánchez en la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, se reanudaron los trabajos gravimétricos que se encontraban suspendidos a causa de los movimientos armados de 1910 y 1914. Después de la creación de la Sección Gravimétrica el Ing. José F. Bracho realizó nuevamente la determinación de las constantes de los péndulos disponibles y partiendo de la base establecida en Tacubaya, practicó un primer circuito comprendiendo las ciudades de Puebla, Tehuacán, Orizaba, Jalapa y Veracruz, en el cual se aplicó el método auditivo desarrollado por el Sr. Ing. Manuel Medina Peralta. Consistente en utilizar un cronómetro auxiliar del péndulo destinado a medir los períodos de oscilación, el cronómetro auxiliar se ajustaba a un adelanto de un segundo en cada minuto de tiempo Sideral y de ese modo, tomando las coincidencias sonoras tal como se hace con un vernier, se consiguió una mejor aproximación en las mediciones del Tiempo. Ese método, aplicado en observaciones astronómicas, ha permitido determinar la hora con aproximación de: ± 0.01 seg.

Asimismo en el primer circuito practicado por el Ing. Bracho, se consideró por primera vez la flexión, o movimiento del soporte del péndulo.

El año de 1932, la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos adquirió un equipo constituido por péndulos de acero invar, con el cual se continuaron los trabajos y al fallecimiento del Ing. José F. Bracho, esos trabajos continuaron a cargo del Ing. Manuel Medina Peralta, más tarde del Ing. Elfego Ruiz y con los datos obtenidos el Ing. Pedro C. Sánchez elaboró la primera Carta de Anomalías Gravimétricas de la República Mexicana.

Durante los años de 1951 y 1953, en atención a las recomendaciones de la IX Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (U.G.G.I) se estableció una línea de nueve estaciones, entre Winnipeg (Canadá) y la Ciudad de México y en Agosto de 1952 C.D. Garland, utilizando un péndulo Cambridge prestado por la U. de Cambridge, se obtuvieron los valores siguientes:

Tacubaya 977.9400 Gales.

Monterrey 978.8041 Gales.

Durante el mismo lapso, se consideró la necesidad de cambiar de lugar la estación base, de Tacubaya a la Ciudad Universitaria, en México, para evitar las limitaciones que presentaba la base anterior, pero fue necesario continuar dando valores equivalentes a Tacubaya.

Durante el Año Geofísico Internacional, de julio de 1957 a diciembre de 1958, nuestro país participó mediante la realización de diversos trabajos que se resumen en una publicación del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. (1962) y se estableció la especialidad de Geofísico en la Carrera de Físico en la U.N.A.M. Asimismo, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del I.P.N, se creó la Carrera de Ingeniero Geofísico.

Entre las aplicaciones de la Gravimetría en la prospección de recursos naturales, se encuentran extensos estudios realizados por Petróleos Mexicanos y por el Instituto Mexicano del Petróleo (I.M.P.) a regiones donde es posible la existencia de depósitos de hidrocarburos, el establecimiento de líneas transversales al Eje Neovolcánico, por la Comisión Federal de Electricidad, con el propósito de encontrar fuentes de energía geotérmica y muchos otros trabajos emprendidos por instituciones como el Consejo de Recursos Minerales y otros.

En 1968, se creó un organismo responsable de mantener el desarrollo de la Cartografía Nacional, así como el conocimiento de nuestra Geografía, ese organismo actualmente es el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) que se ha sumado a las instituciones nacionales interesadas en las investigaciones y operaciones sobre la Geofísica y en particular en cuanto a la Gravimetría. Como resultado de las investigaciones realizadas por INEGI, se determinaron las Normas Técnicas para levantamientos Geodésicos y Levantamientos Aerofotográficos, que se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los días 29 de Marzo y 1 de Abril de 1985, en las que se encuentran las correspondientes a observaciones gravimétricas.

CONCLUSIONES

La compilación de estos datos, intentada aquí, puede apreciarse el hecho común a todo desarrollo científico, de que las ciencias no mantienen líneas de proyección paralelas e independientes, sino conexiones y correlaciones de mucha importancia. En cuanto al caso de la Gravimetría y la Cartografía esas relaciones son evidentes y además se tiene como característica de ambas, una evolución especialmente acelerada que hace razonable esperar, a plazos breves, cambios importantes en nuestros conocimientos y avances tecnológicos tales como la realización de una triangulación geodésica universal en la que la presencia de los océanos no constituya un obstáculo y una determinación más eficiente del campo gravitacional de la Tierra, mediante la observación de las anomalías en las trayectorias de sus satélites artificiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adem, Juliza y otros. EL AÑO GEOFÍSICO INTERNACIONAL. Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. México, D.F. 1962.
2. Baca, M. INTRODUCCIÓN A LA GRAVIMETRÍA. Boletín XII de la Asociación Mexicana de Geofísicos Petroleros de Exploración. México, D.F. 1971.
3. Bomford, G. GEODESY. Edition Oxford Press. England. 1971.
4. Caire, J. LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA PARA LA REPUBLICA MEXICANA. Editorial U.N.A.M. México, 1986.
5. Caire, J. EVOLUCIÓN DE LA GEODESIA EN EL MUNDO Y EN MÉXICO. Anuario del Colegio de Geografía. Num. XIV. F.F.Y.L. U.N.A.M. México, D.F. 1974.
6. Delambre Jean Baptiste Joseph. GRANDEUR ET FIGURE DE LA TERRE. Observatorio de París, Francia. 1912.
7. Dirección de Geografía y Meteorología e Hidrología. LA GRAVIMETRÍA EN MÉXICO. 11 Reunión Panamericana de Consulta sobre Geografía y Cartografía. Río Janeiro, Brasil. 1944.
8. Dobrin, M. INTRODUCTION TO GEOPHYSICAL PROSPECTING. Mc Graw Hill Book Company. E.U.A. 1960.
9. Estrada, J.M. DESARROLLO DE LA GRAVIMETRÍA. Apuntes. Biblioteca Ciencias de la Tierra. I.P.N. México, 1964.
10. Heiskanen, W. and Vening F. THE EARTH AND ITS GRAVITY FIELD. Mc Graw- Hill Book Company. E.U.A. 1958.
11. Hosmer, G. GEODESY. Edition. John Wiley and Sons. New York. E.U.A. 1929.
12. Howell B. INTRODUCCIÓN A LA GEOFÍSICA. Trad. Dr. Juan Vericat Raga. Ediciones Omega. S.A. Barcelona España. 1962.
13. Instituto de Geofísica. ANALES Num 1,2,8,9,11,12,17 y 18. U.N.A.M. México D.F. 1965 a 1973.
14. Instituto Geográfico Militar y Catastral. GEODESIA. Publicación Especial Num. 3 Ministerio de Hacienda y Crédito Público. República de Colombia, Bogotá. 1942.
15. Instituto Geográfico Militar. MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS. Publicación Técnica. Santiago de Chile. 1971.

16. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. GEOFÍSICA DE LA TIERRA SÓLIDA. Publicación 1231, Academia de Ciencias, Consejo Nacional de Investigaciones. Washington D.C. E U.A. 1964.
17. López E. GEOLOGÍA GENERAL 4a. Edición. México. D.F. 1976.
18. Medina, M. LA GRAVIMETRÍA EN MÉXICO. Dirección General de Geografía y Meteorología e Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México. D.F. 1944.
19. Raizz, E. CARTOGRAFIA. Editorial Omega S.A. España 1977.
20. Ruiz, A. HISTORIA GENERAL DE LAS CIENCIAS GEODÉSICAS. Editorial Cultura. Cuba 1941.
21. Telford W. and others. APPLIED GEOPHYSICS. Cambridge University Press. E.U.A 1976.

LA CARTOGRAFÍA EN SEIS TIEMPOS

Por: ING. ARMANDO MADERA SOSA

INTRODUCCION

Los cartógrafos actuales desempeñan un papel importante en esta época en que se desarrolla la revolución de la información, que conlleva cambios acelerados en todos los órdenes empezando por la ocupación del ciberespacio y la evolución de nuevos lenguajes que faciliten la conceptualización global de fenómenos sociales y físicos que permitan tomar las medidas necesarias para proteger y restaurar el medio ambiente, así como localizar y estimar el volumen de los recursos naturales de nuestro planeta.

La cartografía es la representación geométrica plana, simplificada y convencional, de toda o parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud proporcionada, a la que se llama escala. La Cartografía se revela como la mejor descripción gráfica posible del espacio geográfico.

En la Cartografía se vive un momento histórico, como aquel tan trascendental que se presentó a finales del siglo XV cuando las potencias europeas se disputaban el dominio oceánico como medio para descubrir y conquistar las tierras de nuevos continentes. En aquellas épocas se requirió de expertos cartógrafos y geógrafos, principalmente, para hacer una navegación segura basada en información fiel y precisa plasmada en documentos cartográficos e itinerarios de viaje.

La proyección de la Cartografía a través de los siglos se puede trazar brevemente con los giros de un compás que marca intervalos de tiempo.

PRIMER TIEMPO: LOS ORIGENES

Los mapas empiezan a elaborarse en la prehistoria, porque anteceden a la escritura, como se deducen de los hallazgos de exploradores y viajeros en todas partes del mundo, quienes han localizado en los restos arqueológicos de mapas milenarios grabados en roca o en arcilla.

La confección de mapas es una aptitud innata en la humanidad, pues los pueblos primitivos que subsistían como cazadores nómadas, requerían del conocimiento del terreno que plasmaban en forma rudimentaria en los primeros mapas.

SEGUNDO TIEMPO: IMPERIO EGIPCIO

Posteriormente, el faraón egipcio Ramsés II (1333-1300 a.C.) inició una medición sistemática de las tierras de su gran imperio del valle y delta del Nilo, con fines tributarios.

Los resultados que registraron cuidadosamente las propiedades rústicas y sus linderos debieron de quedar archivados y existen razones que hacen suponer que se trasladaron a mapas.

TERCER TIEMPO: GRECIA ANTIGUA.

En el siglo IV A.C. se introdujo el concepto filosófico que habría de sentar las bases para la evolución de la Cartografía: la esfericidad de la Tierra, idea que pudo formular Aristóteles con seis argumentos que demostraban que la tierra era realmente esférica. También se conoció y midió exactamente la oblicuidad del eje de la Tierra; se establecieron los conceptos de Ecuador, polos y trópicos, dividiéndose la superficie terrestre en zonas tórridas, templadas y frías, igual que hoy se le divide. Posteriormente, Eratóstenes de Cirene (276-196 a. C.), se dio a la tarea de medir la esfericidad de la Tierra. Aunque la medición fue afectada por errores que se compensaron, los resultados obtenidos para el diámetro meridiano terrestre fue de 250 000 “estadios” que equivale a 45 000 kilómetros, valor que se aproxima en un 15% a la magnitud real de la Tierra., se aproxima afectado por errores.

Cálculos menos afortunados fueron realizados por Posidonio un siglo después. Este utilizó la distancia entre Rodas y Alejandría y, para calcular la equivalencia en grados, tomó la altura de Canope. Sus determinaciones fueron probablemente más precisas que las de Eratóstenes; pero no se compensaron los errores, dando un resultado de 29,000 Kms. Para la circunferencia máxima terrestre, valor muy igual a las $\frac{3}{4}$ partes del verdadero. Este valor fue aceptado por Ptolomeo y legado a los cartógrafos del siglo XV. No es extraño que Colón tomase América por Asia, puesto que había calculado en menos el tamaño de la Tierra. Y gracias a este error, Colón se atrevió a llevar a cabo el viaje que, de otra manera quizás no habría hecho.

El apogeo de la Cartografía griega está unido al nombre de Claudio Ptolomeo de Alejandría (90 a 168 d. De C.). Su sobre la Cartografía y sobre la Geografía en general se compone de 8 volúmenes dedicada a principios teóricos, técnicas de proyección de mapas, recopilación de unos 8 000 nombres de lugares con latitud y longitud para determinar su posición (cuyas coordenadas habían sido tomadas de mapas anteriores), estudios sobre los principios de la Cartografía, Geografía Matemática, métodos de observación astronómica y un instructivo detallado sobre la manera de construir un mapamundi, y la descripción de dos proyecciones, ambas modificaciones de la proyección cónica.

El principio de nuestro sistema actual cartográfico se ha atribuido a los griegos que admitieron la forma esférica de la tierra, con sus polos, ecuador (igualador) y trópicos e introdujeron nuestro sistema de longitudes y latitudes, asimismo construyeron las primeras proyecciones y calcularon el tamaño de nuestro planeta.

CUARTO TIEMPO: ROMA IMPERIAL

La Cartografía tuvo un retroceso en Roma, pues los cartógrafos de los conquistadores despreciaron los métodos matemáticos desarrollados por los griegos, así que volvieron a los principios de los antiguos cartógrafos jónicos.

QUINTO TIEMPO: EDAD MEDIA

En esta época se produjeron mapas en gran cantidad desde el siglo VII hasta la mitad del XV, muchos con una gran riqueza de detalles; pero no apoyados en métodos matemáticos y siempre con gran influencia de asuntos religiosos.

Durante la dominación de los árabes en Europa, quienes contaban con hábiles geógrafos y cartógrafos con adelantados conocimientos para la Astronomía, las Matemáticas y la Geometría en particular, introdujeron en Occidente el texto de la Geografía de Ptolomeo y determinaron la longitud de un grado con un valor muy aproximado.

En la segunda mitad del siglo XII, los capitanes y almirantes de la flota genovesa, desarrollaron las cartas portulanas que aparecieron como un nuevo tipo de mapa, sobrepasaba en exactitud a los anteriores, su detalle más característico fue el minucioso sistema de rosa de los vientos y de rumbos (dirección de brújula).

SEXTO TIEMPO: EL RENACIMIENTO

Las hazañas de Colón y Magallanes despertaron un interés tal que rápidamente se expandió en el mundo la publicación de los mapas, llegando a ser la Cartografía, una de las profesiones lucrativas y duraderas en los siglos XVI y XVII. En Europa, el hecho del descubrimiento de la imprenta aceleró la reproducción de numerosas copias de los mapas; en esta época aún con los avances de la rama cartográfica los mapas sólo eran de referencia, o sea, solo mostraban litorales, ríos, ciudades. Las posiciones geográficas exactas y otra clase de datos, tuvieron que esperar hasta el siglo XVII, cuando los pensadores e investigadores se pusieron de acuerdo para establecer métodos precisos y científicos, lo que dio empuje a la ciencias y dentro de ellas a la cartografía. Para la segunda mitad del siglo XVII se fundó la Academia Francesa e incluyó dentro de sus actividades a la Cartografía.

SEPTIMO TIEMPO: EDAD MODERNA

La navegación y la logística militar requerían de sistemas exactos que garantizaran su creciente movilidad, lo que hizo urgente el desarrollo de levantamientos terrestres confiables. Para fines del siglo XIX, gran parte de Europa había sido cubierta con mapas costosos que aún cuando tuvieron poca distribución, fueron el fundamento sobre el cual se basó la Cartografía futura. De gran importancia para la Cartografía fue el establecimiento

del sistema métrico decimal, ya que permitió el establecimiento de una unidad internacional de medida; otros factores que influyeron en el desarrollo de la Cartografía fueron los procedimientos de reproducciones y la litografía.

OCTAVO TIEMPO: SIGLO XX

Un signo de estos cien años ha sido el desarrollo vertiginoso de la tecnología. De gran impacto para la cartografía, pues ha avanzado más técnicamente hasta la elaboración en formatos digitales que producen mapas virtuales que pueden integrarse y discriminarse (álgebra de mapas) o bien generalizar rasgos pasando de un a escala a otra e inclusive de una proyección a otra diferente, todo esto en forma automática.

Actualmente, en los albores del tercer milenio, la cartografía se elabora en forma multidisciplinaria aplicando el uso de nuevas tecnologías y se utiliza como insumo básico para el procesamiento y administración de la información con referencias geográficas, en una temática que incluye la ubicación de infraestructura civil y militar, la caracterización regional, y la estimación de los fenómenos físicos o socioeconómicos y el desarrollo de estos últimos con una variable de análisis en la dimensión del tiempo. Todo contemplado en la nueva ciencia que hoy se conoce como Geomática y que integra a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la Telemática o interpretación por sensores remotos y los levantamientos por Posicionamiento Global por Satélite (GPS).

BIBLIOGRAFIA: Notas de clase del Maestro Emérito Federico Alonso Lerch.

EL SEGUNDO RELOJ

Por: ING. HÉCTOR BENÍTEZ CABRAL

En San Francisco y otras ciudades de los estados unidos, cualquier Sr. López o usted mismo, puede rentar un auto con un aparato que indica como llegar a los destinos más remotos. Cinco siglos después de haber inventado el reloj que dice la hora, el hombre acaba de inventar el reloj que le da su posición en el espacio.

San Francisco: El Sr. López de la Cd. de México llega en viaje de negocios a esta ciudad que jamas había pisado.

El coche rentado que contrató previamente lo espera en el sitio previsto. Mira su reloj, faltan 45 minutos para la cita. Principio de nervios. Abre la puerta y se sienta. Detalle inusual, un pequeño aparato gris con una pantalla de 10 cm., y algunos botones, esta montado sobre un brazo móvil, entre los asientos delanteros. Este bonito aparato se conoce con el nombre de Neverlost (nunca extraviado).

Inicia la marcha. El Sr. López quien ya reviso la breve nota explicatoria, oprime un botón rojo en la base del Neverlost. Una pantalla a colores se enciende, en ella escoge paso por paso la ciudad (San Francisco) y en seguida la dirección de su cita, que lleva anotada en un papel: "calle Suter, número 1388. Oprime "enter" y al cabo de tres segundos ve aparecer en la pantalla un pequeño triángulo color turquesa con bordes violeta. Es la imagen de su coche. El triángulo se encuentra en un mapa de diferentes tonos de gris, y en el aparece una línea violeta con la ruta que debe seguir.

El Sr. López mira su reloj preocupado: faltan 42 minutos. Sale del estacionamiento. En lugar del mapa aparece una gran flecha amarilla, marcadamente inclinada hacia la derecha. Sigue la guía y sus flechas. Rectas o curvas, estas muestran con claridad que dirección debe tomar. Basta con un vistazo. Más en pequeño, la pantalla también le indica la distancia hasta el próximo cambio de dirección - la mitad de una milla -, el nombre de la calle que debe tomar, en este caso la autopista 101, dirección norte y la distancia que lo separa de su destino: un poco mas de 16 millas. Una letra en verde indica la orientación del coche respecto a los cuatro puntos cardinales.

"Con tal que esto funcione" piensa el hombre de negocios, nervioso por su cita, que definirá una parte importante de su futuro.

Para evitar que el Sr. López corra el menor riesgo, al tener que separar los ojos del camino para seguir las indicaciones. Neverlost las proporciona con una bella voz metálica. Unos 200 metros antes de cada cruce, avisa que tendrá que "girar ligeramente a la

izquierda”, “continuar en línea recta” o “dar vuelta a la derecha”. Y la flecha amarilla, que puede verse de reojo, siempre da una idea relativamente clara de la siguiente maniobra.

El Sr. López ya está logrando tranquilizarse cuando de pronto se le ocurre que un aparato como este, tan a sus anchas en la autopista, va a tener dificultades para orientarse en las pequeñas calles del centro. Tres minutos después está en Laguna Street. Su coche apunta al Norte, lo cual corresponde aproximadamente a lo que mostró el mapa en un inicio. Neverlost le dice que siga derecho y que tres cuartos de milla más adelante, gire a la derecha, en la calle Bush. Nueva vuelta a la derecha en Van Ness, y luego la primera a la derecha. Y súbitamente desaparecen las flechas. El Sr. López mira a su alrededor: la calle Sutter, en efecto 1370...1388. Está justo enfrente, aún con tiempo e impresionado. ¿Porque todas esas vueltas?, se pregunta. Una mirada de reconocimiento le hace ver que la mayoría de las calles corrían en sentido contrario, y Neverlost ha sabido llegar por una ruta legal.

Una pequeña aventura como esta es el premio de todos los señores López, turistas y hombres de negocios que tienen la suerte de rentar un automóvil equipado con un “gadget” así. Las compañías que cuentan en sus autos con ese equipo adicional y la compañía Hertz propietaria de la marca Neverlost, lo ha convertido en uno de sus ejes de desarrollo. Tras un período de prueba con un determinado número de automóviles, dicha compañía está teniendo una expansión en toda la unión americana y en algunas ciudades del vecino país de Canadá.

Neverlost opera con tecnologías de la compañía Rockwell, agrupadas en un sistema integrado que responde al nombre de Pathmaster (señor de los caminos). El Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en ingles), desarrollado de manera conjunta con el Pentágono, indica la posición del automóvil gracias a la triangulación de datos que proporcionan 24 satélites del tipo NAVSTAR, en órbita a 20 mil kilómetros sobre la Tierra. Reducido por motivos de seguridad militar, el rango de precisión está en el orden de 100 metros. Pero al emplear un sistema de corrección (dead reckoning), que considera la velocidad y los cambios de dirección del automóvil, la incertidumbre se reduce a un espacio de 10 metros. Finalmente, la información es comparada con un mapa electrónico (que puede grabarse en CD ROM o en tarjetas de memoria) lo cual permite elegir una ruta en función de las grandes vías y los sentidos contrarios de las calles.

“Nunca había visto un juguete tan útil”, declaró uno de los primeros usuarios de Neverlost. Pero en realidad las aplicaciones mas útiles en la vida civil son múltiples. Los camiones de bomberos, las ambulancias, las patrullas policíacas, el servicio de correos, etc. Esto ha dado como resultado que las llamadas de auxilio sean atendidas en el 94% de los casos, dentro de los 10 minutos posteriores a la llamada.

En caso de embotellamiento o de circulación bloqueada, Pathmaster puede señalar rutas de emergencia. Un sistema de zoom también permite ver la zona a distintas escalas. Y

si el chofer por error o mala suerte, abandona la ruta trazada, puede volver a ella empleando el mapa el cual aparece en color violeta.

Esto es sin duda una tecnología sorprendente. Sin embargo ¿ciencia o magia? no hubiera podido ser posible sin el apoyo de los satélites que circundan la tierra y que sirven de apoyo a los GPS's. Además del perfecto conocimiento de la cartografía urbana y los correctos apoyos terrestres para poder dar precisiones cada vez mas exactas.

Paul Virilio, el filósofo francés que se interesa especialmente en problemas del espacio y la velocidad, opina que el GPS es "EL SEGUNDO RELOJ" inventado por el hombre. "El primero" dice que hora es, el segundo nos dice donde estamos. Pequeño contratiempo: esta misma tecnología hace posible determinar la posición de cualquier cosa, "funciona en los dos sentidos". La conclusión de Virilio "es a la vez un mundo fantástico, espeluznante y extraordinario".

Esto es tan solo un pequeño ejemplo de lo que el hombre ha logrado desarrollar, en beneficio de él mismo, pero si nos ponemos a analizar en cuántas otras tareas de nuestra vida cotidiana podríamos aplicar esta tecnología que por ironías del destino fue desarrollada para fines bélicos y desechada por sus mismos descubridores quizás por haber desarrollado un instrumento aún más preciso.

VIVENCIAS DE UN PASADO GLORIOSO

Por: ING. ARQ. CARLOS RODRIGUEZ SOTO

Recordamos en algún momento los instantes, horas, días, meses, años transcurridos de nuestra existencia en esta gran urbe metropolitana que parece no tener medidas, ni fronteras limítrofes. Pero quizás hemos dejado en el pasado o en el olvido los instantes históricos que en su momento significaron para aquel gran pueblo que habitó esta gran ciudad. Si tengamos por un instante esta vivencia del pasado y transportémonos en el tiempo al año de 1521, en el que los primeros conquistadores llegan al gran umbral de esa gran ciudad de Tenochtitlán, contemplando en el horizonte la magnificencia y el resplandor de una gran ciudad planificada y organizada, misma que en su momento histórico se comparaba con las mejores ciudades de Europa, haciendo alarde de conocimientos avanzados de Ingeniería y de Arquitectura, así como de sus avances tecnológicos; mismos que la ciudad acusaba en su amplia y bien definida traza ortogonal, así como en sus grandes Templos y Palacios, rodeada además por agua del vaso lacustre de la Cuenca de México y su población, conformada por una estructura social bien definida.

La vida de aquel Pueblo Mexica, regida por un profundo sentido religioso hacia los elementos propios de la naturaleza, desarrolló su técnica y su cultura sin deteriorar el medio ambiente que les circundaba, después de la fundación de Tenochtitlán realizada en el año de 1325, durante los gobiernos de Acamapichtli, Chimalpopoca, entre 1375-1427, se inicia la ampliación del islote y la construcción de los primeros edificios.

En 1428-1440 el señor Izcoátl, cuarto gobernante de Tenochtitlán se independiza y forma la Triple Alianza, creciendo la ciudad en forma acelerada al mismo ritmo que su expansión militar, llamado Mexico-Tenochtitlán; durante los años 1440 y 1503, Moctezuma Ilhuicamina, Ahuizotl y Moctezuma Xocoyotzin, logran una mayor expansión de sus fronteras y se consolida en belleza y armonía la Ciudad de México, misma que se extendía aproximadamente en 9 km.²., ubicándose en el centro de la ciudad un recinto sagrado con un espacio de 2.5 km.²., levantándose al centro el Templo Mayor, dedicado a Huitzilopochtli y a Tláloc, situándose en su alrededor los Templos de Xochitquelzal Cihuacostl, Xipe, Chicomecoatl, el juego de pelota, el Tzompantli y el basamento donde se efectuaban los sacrificios en combate ritual, se ubicaba también el Palacio de Axayácatl así como aquellos donde se llevaban a cabo los actos administrativos y judiciales.

Sus esplendorosas calzadas que comunicaban al islote con tierra firme, hacia el norte la de Tlatelolco misma que conducía al Tepeyac, al oeste Culhuacán; dividiéndose a la gran ciudad en cuatro secciones llamadas Calpan o Parcialidades; al noreste Cuepopan (lugar donde se abren las flores); al sureste Mayotlan (el lugar de los mosquitos); al sudeste Teopan (el lugar del Dios); y al noreste, Atzacualco (el lugar de la compuerta); subdividiéndose a su vez estas secciones en Barrios o Tlaxilcalli y por consecuencia a estos barrios se dividían en grupos de casas y familias.

El área lacustre de la Cuenca de México estaba formada por lagunas, manantiales y pantanos que ocupaban una superficie aproximada de 1000 M.², al sur, los lagos de Chalco y Xochimilco marcada en divisiones por la construcción de los albarradones para separar las aguas dulces de las saladas, siendo el de mayor importancia y proporción el albarradón de Nezahualcóyotl, dividiendo las aguas dulces de las aguas saladas de la laguna interna de México, de las del lago de Texcoco.

La impresión que causó Tenochtitlán a los conquistadores, ubicada en medio de lagos, con sus amplias y bien construidas calzadas que unían a tierra, con las pirámides, Templos y Población, la describe Bernal Díaz de la siguiente manera: *“e como vivíamos... nos quedamos admirados y decimos que parecían a las casas de encantamiento que cuentan en el libro de Amadis por las grandes torres y cues edificios que tenían dentro del agua y todos de cal y canto y aún algunos de nuestros soldados decían que si aquello que veían que si era entre sueños”*.

La mayor admiración que causó a los españoles fue el enorme número de sus habitantes, sus suntuosas construcciones, los palacios del emperador, las casas de fieras, y sobre todo su mercado, que aún aquellos soldados que habían estado en Roma y Constantinopla, afirmaban que era superior a cuanto hasta entonces habían visto en otras partes del mundo, por su extensión, por el número de tratantes y por el orden que en el reinaba.

Emergiendo de ese glorioso pasado donde se cimienta nuestra gran ciudad de México, surge ésta en los albores del año 2000, como una gran urbe cosmopolita; con una complejidad en sus servicios y su organización social para sus habitantes y gobernantes en donde sus profesionales, involucrados en cada una de sus actividades y relacionados con el ámbito de la Ingeniería Topográfica, presentan como sus herramientas y equipos de trabajo en sus diferentes disciplinas los últimos avances de la tecnología moderna.

Cada profesional de la Ingeniería Topográfica que se profundiza con las diversas disciplinas y aplica sus conocimientos en la Geodesia, Cartografía, Fotogrametría, Topografía, Vías Terrestres, Sistemas Hidráulicos, Geofísica, Catastro Urbano, Ecología, Sistemas de Información Geográfica; contribuye para que florezca nuestra gran ciudad como una gran urbe, en esta era en que la cibernética y la dinámica del desarrollo científico y tecnológico avanzan a grandes pasos y parecen envolver a sus pobladores en cada una de sus actividades, haciendo uso de sistemas digitales de información a fin de analizar un mayor número de factores en la planeación y ejecución de sus trabajos, así como también para la toma de decisiones se ponen a disposición de los usuarios los bancos de datos cartográficos que crean una información cartográfica oportuna y veraz para el profesionista moderno, como una herramienta sofisticada para la conservación de las tradiciones e historia de esta hermosa y gran ciudad de México.

BIBLIOGRAFIA:

- Compendio de la Historia de México Alfonso Toro
- Distrito Federal Monografía Estatal S.E.P.
- Control y Sistema de la Información Dr. Jorge Caire Lomeli
Cartográfica

“EL AGUA: UN ENIGMA PARA EL TERCER MILENIO”

Por: ING. MÓNICA GARRIDO GUZMÁN.

Como en otros países del mundo en México, asegurar el abastecimiento y saneamiento del agua en grandes ciudades así como en la más pequeña de las comunidades, ha ido en aumento en las últimas décadas a medida que la población se multiplica y un nuevo siglo se avecina.

Al finalizar el presente siglo el hombre ha sido testigo de numerosos cambios en el manejo de varios de nuestros recursos naturales, ha visto agotarse varias de las reservas mineras de nuestro país y cómo los habitantes de esas zonas se tuvieron que trasladar a otros sitios para sobrevivir de una fuente de ingreso seguro.

A partir de los años setentas se inició, de una manera formal, el estudio para conocer las condiciones preliminares sobre los volúmenes de agua dulce tanto a nivel mundial como nacional; hoy en día se conoce que, dos tercios de la superficie del planeta están cubiertos por agua, el 3% es agua dulce, y que de ese 3%, el 2% es agua dulce en forma de nieve y hielo, por lo que sólo el 1% del agua dulce puede cubrir las necesidades humanas.

Como sabemos la zona metropolitana del valle de México (zmvm), es una de las urbes más grandes del mundo, cuenta con una población del orden de más de 16 millones de habitantes, de los cuales el 52% se encuentra asentado en el distrito federal y en los 18 municipios conurbados del estado de México el 47.2% restante.

El principal reto para el tercer milenio será, llevar a la práctica medidas que coadyuven a la preservación del agua subterránea, como son: la toma de conciencia por parte de la sociedad del problema que puede representar su escasez, implantar programas reales sobre su uso eficiente en cada uno de los sectores que la utilizan, la disminución del bombeo en los acuíferos sobreexplotados, difundir la conveniencia del uso de pozos de inyección y sobre todo **“evitar la contaminación del recurso”**.

Como consecuencia del impresionante crecimiento de la población y de las actividades productivas en la zona, se ha generado la sobreexplotación del acuífero del valle

H. AYUNTAMIENTO DE CD. NEZAHUALCOYOTL
COLEGIO DE INGENIEROS GEÓLOGOS DE MÉXICO
CENTRO TECNOLÓGICO ARAGÓN, DE LA ENEP ARAGÓN
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

de México, ocasionando hundimientos apreciables en el terreno, que agravan más los problemas de drenaje hacia el exterior de la cuenca.

La solución de esta problemática no solo consiste en traer el agua desde cuencas lejanas, sino también administrar su utilización, resultando necesario plantear la problemática de las aguas residuales de manera que las descargas satisfagan la normatividad vigente y dejen de constituir una amenaza contra la ecología y la salud.

El tratamiento de las aguas de drenaje de la zona metropolitana tiene como propósito fundamental la desinfección o eliminación de patógenos para proteger la salud de la población y levantar restricciones en las zonas de producción agrícola, así como la disminución del riesgo de inundaciones y del mejoramiento de la salud y de la ecología.

El proyecto de saneamiento de ZMVM incluye obras de drenaje y de tratamiento, entre las que destacan; la construcción de un túnel, grandes obras de entubamiento, obras de drenaje profundo y semiprofundo, canales superficiales para desagüe, lagunas de regularización, plantas de bombeo de gran capacidad, plantas de tratamiento con capacidad conjunta de 74.5 m³/s para procesar los escurrimientos de los tres mayores emisores o canales de desagüe, para conseguir estos objetivos en materia de abastecimiento.

Estudios efectuados por la Comisión Nacional del Agua señalan como alternativa el aprovechamiento de aguas superficiales del río temascaltepec Estado de México, la importancia de esta alternativa tiene dos manifestaciones, por una parte, permitirá dotar de agua potable entubada a amplísimas zonas de fuerte inmigración y alta densidad demográfica, que hasta hoy carecen de este servicio, y por la otra, posibilitará mejorar la calidad del servicio de agua potable.

En el proyecto de abastecimiento de la ZMVM sobresalen las nuevas construcciones para el aprovechamiento de la cuenca baja del río temascaltepec; consistentes en una presa de almacenamiento, una planta de bombeo, un tanque de oscilación, un túnel de 17 km. de longitud para conducir el agua hasta la presa de valle de bravo, y obras de ampliación y rehabilitación de las tres primeras etapas del sistema cutzamala incluyendo su planta potabilizadora.

Adicionalmente se contempla ya en el interior de la zona metropolitana, concluir otras obras como lo son, en el Edo. de México, el macrocircuito y el acuaférico en el D.F. que permitirán llevar agua respectivamente a los municipios conurbados y delegaciones del sur del D.F., paralelamente al hecho de formar parte del proyecto más importante en su tipo, a nivel nacional, los mexiquenses en particular estamos convencidos de que solamente el mejor conocimiento de nuestros recursos naturales nos permitirá su mejor manejo y protección, dentro de estos recursos naturales entendemos que el agua es un factor primordial para el desarrollo de los pueblos, así como vital para su supervivencia.



COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS, A.C.

Tacuba No. 5 desp. 7-A Palacio de Minería

C.P. 06000 México 1 D.F. Tel. Y FAX 512-17-74

SOLICITUD DE INGRESO COMO SOCIO ACTIVO

DATOS PERSONALES

Nombre _____

Lugar y Fecha de nacimiento _____

Nacionalidad _____ **Estado civil** _____

Domicilio particular _____ **Colonia** _____

Mpio. ó Deleg. _____ **C.P.** _____ **Estado** _____ **Tel. Part.** _____

DATOS PROFESIONALES

Profesión _____

Institución educativa donde realizó sus estudios _____

Fecha de examen profesional _____ **No. de cédula profesional** _____

No. de título profesional y fecha de expedición _____

Empresa donde labora _____

Cargo que desempeña _____

Domicilio _____ **Colonia** _____

Mpio. ó Deleg. _____ **C.P.** _____ **Estado** _____ **Tel. Of.** _____

CURRICULUM VITAE

Indicando otros estudios profesionales y post-profesionales, experiencia profesional, docente, publicaciones, etc.. _____

Lugar y fecha

Firma

Registro No.

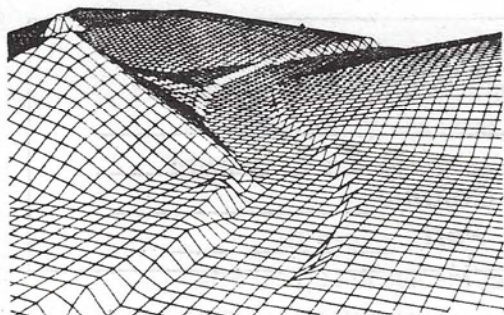


SERVICIOS INTEGRADOS DE TOPOGRAFIA

ING. GABRIEL GONZALEZ JIMENEZ

REPRESENTANTE Y DISTRIBUIDOR DEL 'PROGRAMA

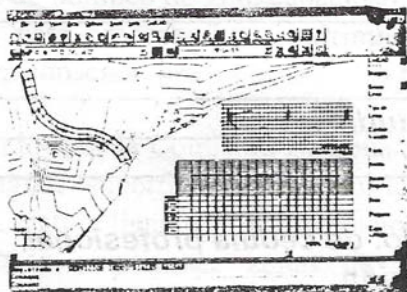
CivilCAD[®]
PROGRAMA PARA EL INGENIERO CIVIL Y TOPOGRAFO



- ✓ Funciona dentro de AutoCAD 12 y 13 DOS/Win y 14
- ✓ Fácil de utilizar
- ✓ Cajas de diálogo con extensa ayuda en español
- ✓ Precio accesible

✓ Soporte técnico directo por

- ✦ CURVAS DE NIVEL DE TERRENO Y PROYECTO
- ✦ DIBUJO AUTOMATICO DE PERFILES Y SECCIONES TRANSVERSALES
- ✦ CALCULO DE AREAS Y VOLUMENES DE CORTE Y TERRAPLEN.
- ✦ DIBUJO E IMPORTACION DE PUNTOS POR RADIACION Y 11 METODOS MAS.
- ✦ MEMORIAS TECNICAS Y DESCRIPTIVAS DE LOTIFICACION
- ✦ CUADROS DE CONSTRUCCION DE POLIGONOS Y CURVAS CON CONVERSION COORDENADAS UTM
- ✦ ANOTACION AUTOMATICA DE DATOS EN LINEAS, CURVAS Y AREAS.
- ✦ 18 METODOS PARA DIBUJO DE CURVAS SIMPLES Y COMPUESTAS
- ✦ DIBUJO, CORRECCION Y SUBDIVISION DE POLIGONOS
- ✦ REPORTES IMPRESOS EN ESPAÑOL
- ✦ EXTENSA LIBRERIA DE DETALLES



DESARROLLADO EN MEXICO POR EL ARQ. HECTOR MARTINEZ COBIAN

EL PRIMER PROGRAMA PARA LOS PROFESIONALES DE LA INGENIERIA CIVIL Y TOPOGRAFIA DE HABLA HISPANA DESARROLLADO EN MEXICO POR TECNICOS MEXICANOS POR LO QUE CUMPLE CON LAS NORMAS Y REQUISITOS DE LA REPUBLICA MEXICANA.

CIVIL CAD ES UNA HERRAMIENTA QUE PERMITE ACELERAR LAS FASES DEL DISEÑO Y DIBUJO DE PLANOS EJECUTIVOS DE PROYECTO SIRVIENDO COMO UN ELEMENTO DE INTEGRACION ENTRE AUTOCAD Y EL USUARIO

CIVIL CAD CUENTA CON VARIABLES DE ENTORNO PROPIO PARA ESTABLECER PERAMETROS DE FUNCIONAMIENTO, COMO NUMEROS DE DECIMALES DE PRECISION PARA DISTANCIAS, COORDENADAS, SUPERFICIES Y ANGULOS, COLOR Y CAPA PARA TEXTO, LOTIFICACION Y COLINDANCIAS.

ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS MAS SOBRESALIENTES DE CIVILCAD SON NOMBRADAS A LA DERECHA DE ESTA PRESENTACION.

ESTE PROGRAMA POR SER DE RECIENTE DESARROJO ES MUY PROBABLE QUE NO HAYAN OIDO HABLAR DE EL NI DE LOS ALCANCES Y CARACTERÍSTICAS DEL MISMO POR LO QUE SE HA GRABADO UN DISKET DEMOSTRATIVO EN LA COMPUTADORA DE COLEGIO PARA QUE PASEN A OBSERVAR SUS BENEFICIOS Y ALCANCES DEL MISMO. ASÍ MISMO ME PONGÓ A SU DISPOSICION PARA PASAR A SU OFICINA O DESPACHO (MEDIANTE UNA CITA AL TELEFONO DEL COLEGIO O AL 775-57-13) A DEMOSTRARSELOS SIN COMPROMISO ALGUNO YA QUE LES ASEGURO QUE LO VAN A ADQUIRIR AL CONSTATAR SUS BENEFICIOS

DE MOMENTO ESTE PAQUETE TIENE UN COSTO DE \$ 4,000.00 +IVA M.N. PERO NO DUDAMOS EN QUE LLEGUE A ADQUIRIR UN COSTO MAS ELEVADO COMPARADO CON LOS QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO YA QUE LLENA CON MUCHO LAS EXIGENCIAS DE EL PROFESIONAL DE LA INGENIERIA CIVIL Y TOPOGRAFIA.

ATENTAMENTE : ING. GABRIEL GONZALEZ JIMENEZ

**El Colegio de Ingenieros Topógrafos y el Ateneo
Gómez Padilla le invitan a la
CONFERENCIA:**

" EL ÉXITO EN LA VENTA EN UN MERCADO EN CRISIS "



*Ser más exitoso en ventas depende de utilizar
técnicas probadas.*



DIRIGIDO

A:

**VENDEDORES
EXPERIMEN
TADOS Y NUEVOS
CON AMBICIONES DE
PROGRESO.**

*" En una época de
cambio radical, el mundo
le pertenece a quienes
están preparándose, para
quienes se consideran
equipados el mundo en el
que viven ya no existe ".
Erik Hooper*



**El Ateneo
Gómez Padilla**

*!! Asista el próximo 6 de
junio de las 10:00 a las
14:00 horas y descubra
valiosos principios para
vender más aún en época
de crisis !!*

*Cuando los mercados
se vuelven más competidos
y se requiere administrar
mejor el tiempo y los
recursos en ventas, ésta
conferencia es la
alternativa más adecuada
para optimizarlas.*

Breves antecedentes del Conferenciante:

José Manuel Gómez Padilla es Arquitecto, egresado de la Universidad de Guadalajara, Autor de los libros: " *La palabra como fundamento de éxito*", " *El poder de la Sugestión* ", " *Voces de la Calle*", del curso de autocapacitación: " *Hablemos con éxito*". Capacitador en ventas de: Banamex, S.A., Treviño Transcold, S.A. de C.V., Vitromex, S.A. de C.V. Occidente, La Mansión del Prado, S.A. de C.V., Periódico La Jornada, Unión de Expendedores y Voceadores de los Periódicos de México, A.C.

Temario:

- .La mercadotecnia de relación.**
- .Planeación estratégica de la entrevista.**
- .El proceso de la Entrevista de Venta.**

Lugar de la Conferencia: Auditorio Ing. Bernardo Quintana, Palacio de Minería, Tacuba N° 5 Centro.

Costo Por Persona: \$ 290.00 más I.V.A.

Mayores informes e inscripciones a los Tels. 286-94-52 y 211-36-41

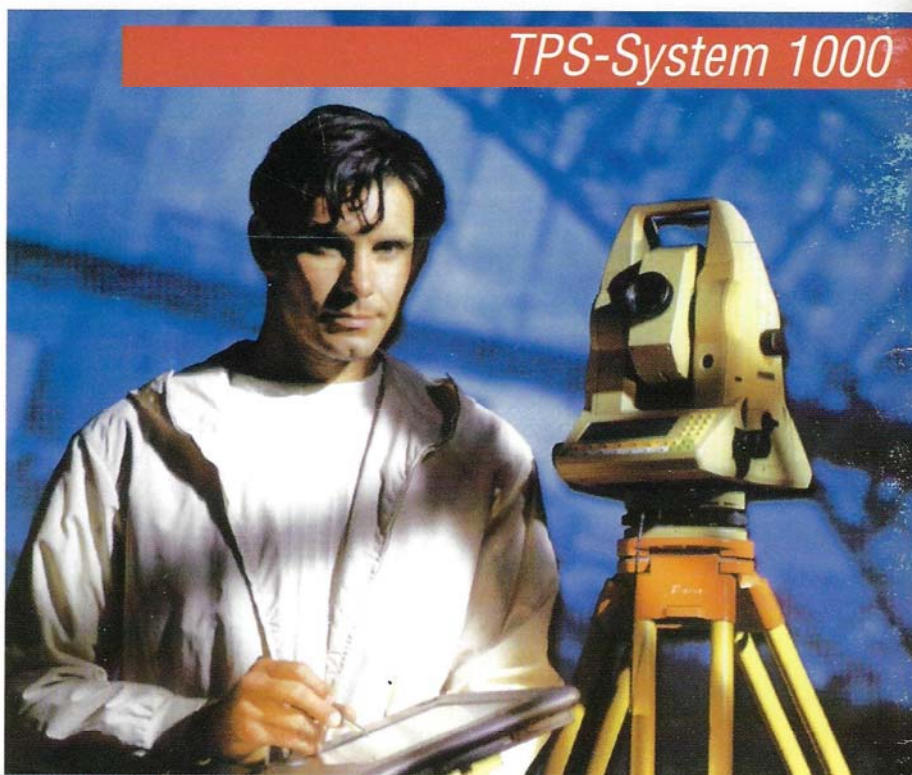
Reserve con tiempo, le enviamos sus boletos a domicilio sin costo adicional



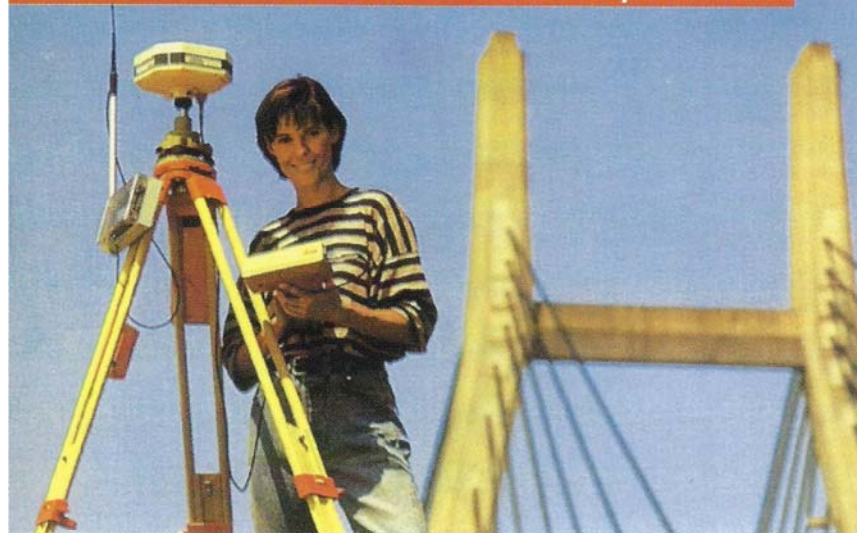
LA SOLUCION COMPLETA PARA LA TOPOGRAFIA DE HOY Y DE MAÑANA.

TPS - System 1000

- Teodolitos y taquímetros a gusto de todos.
- Toma de datos de medición de acuerdo a sus preferencias.
- Paquete integrado de programas estándar para la simplificación y economía de su trabajo.
- Concepto y funcionalidad orientados al futuro.



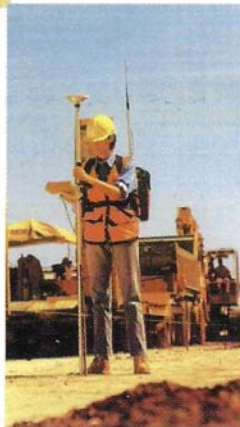
GPS en tiempo real



GPS en tiempo real

- Levantamientos rápidos, eficientes y productivos con precisión centimétrica.
- Sistema de un operador.
- Resultados directamente en campo.
- Empleo como con una estación total.
- Para todas las aplicaciones.

Open Survey World (OSW) de Leica, reúne por primera vez diversos sistemas de medición y de tratamiento mediante soportes, interfaces y formatos de datos comunes entre sí.



Leica

antes
WILD

Leica, S.A. de C.V.
Porfirio Díaz Poniente No. 35
Colonia Nochebuena
03720 México, D.F.
Teléfono (5) 563 5011
Telefax (5) 611 3243