



INGENIERÍA TOPOGRÁFICA



Órgano oficial de difusión del
Colegio de Ingenieros Topógrafos, A.C.

#15



25 años ofreciendo las mejores soluciones a la industria geoespacial.



25 años distribuyendo tecnología de vanguardia.



25 años brindando el mejor servicio técnico a sus equipos topográficos.



25 años instruyendo a los profesionales de México.



25 años realizando levantamientos de precisión para sus proyectos.

www.geoforma.com.mx

/Geoforma SA de CV

01 (55) 5119 0471 al 74

Barranquilla No. 71, Col. Lindavista,
C.P. 07300, México D.F.

EDITORIAL

Órgano oficial de difusión del Colegio de Ingenieros Topógrafos, A.C.

Director:

Ing. Luis Antonio Márquez Amieva

Coordinador General:

Ing. Ana Cynthia Antonio Maya

Comité Editorial:

Ing. Luis Antonio Márquez Amieva
Presidente

Ing. Miguel Ángel Martínez Olmos
Vice-Presidente

Ing. Ramón Avilés Peña
Secretario Administrativo

Ing. Juan Gabriel Meza Martínez
Secretario Técnico

Ing. Adriana Jiménez López
Tesorera

Ing. Sandra Julián López
Vocal 1

Ing. Fidel Morales Hernández
Vocal 2

Coordinación Editorial y Diseño:

Ing. Carlos Escamilla Oropeza
Lic. Humberto Delgado-López

Colaboradores:

Ing. Luis Antonio Márquez Amieva
Ing. Jaime H. Pinzón de Hajar
Ing. Agustín Mejía Zarco
Ing. Paul Reyes Ayala
Ing. José Gerardo Beltrán Vázquez
Ing. Krassimir Kirilov Iankov
Ing. José Guadalupe Aguilera Bueno

Ingeniería Topográfica, es una revista de publicación trimestral, editada por el Colegio de Ingenieros Topógrafos, A.C. Con oficinas en Tacuba N° 5 Despacho 7-A Col. Centro, CDMX, México.

Prohibido la reproducción total o parcial del contenido sin previa autorización.

CONTENIDO

- 04. Mensaje del Director.
- 06. Método para Elaborar Cartografía de Precisión en el Planeta Marte.
- 12. Día del Ingeniero Topógrafo en México.
- 15. Aplicación de la Ingeniería Topográfica y Geodésica en la Instalación de Plataformas Marinas.
- 24. Posicionamiento y Navegación, Durante la Adquisición.
- 31. Sistemas Avanzados y Proyectos.
- 36. Programa Precios Unitarios en la Topografía GOGONET.

MENSAJE DEL DIRECTOR.

Después de 11 Años, es un honor y un privilegio para un servidor anunciar la RE-ACTIVACION de la Revista Ingeniería Topográfica en su edición No 13, como parte de los OBJETIVOS de este XXIV Consejo Directivo del CITAC, antes que nada quiero agradecer por al apoyo y la ayuda que siempre han mostrado los Socios Activos y las Empresas que se dedican a la venta de Equipo Topográfico, porque sin el apoyo de ellos, esta Revista Ingeniería Topográfica NO SERIA POSIBLE.

La Revista Ingeniería Topográfica es una revista trimestral enfocada a los Artículos Científicos, Tecnológicos e Innovadores de la Ingeniería Topográfica y es el Órgano Oficial de Difusión del Colegio de Ingenieros Topógrafos, con la cual hacemos llegar a nuestros socios y al gremio en general los avances científicos, tecnológicos, técnicos, económicos, políticos y sociales que nos rodean en nuestro gremio.

Un servidor se dio a la tarea de investigar cuantas Revistas de Ingeniería Topográfica se habían publicado dentro de estos 50 años que lleva nuestro Colegio desde su integración el 11 de Diciembre de 1968, fecha en que se registró legalmente nuestra asociación y entra en funciones el 2 de enero de 1969 con el Primer Consejo Directivo a cargo del Ing. Burgueño Millan J. Héctor 1969-1970, encontrando un total de 12 Revistas Ingeniería Topográficas, las cuales fueron escaneadas y puestas a disposición en formato .pdf en la Página de Internet del CITAC en el siguiente enlace: <http://citac-mex.org.mx/revistas/>

En esta año 2020 parte de los Objetivos de este XXIV Consejo Directivo es la Organización del 16° Congreso Nacional e Internacional de Ingenierías Topográfica, Geodesica y Geomática a llevar se a cabo en la Ciudad de Cancún, Quintana Roo, México. Los días 4, 5 y 6 de Noviembre de 2020, en el cual el Colegio reúne a los más destacados especialistas y científicos de la Ingeniería Topográfica para exponer temas de gran interés en el marco: "LOS RETOS DE LA INGENIERIA TOPOGRAFICA: CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACCION".

Finalmente quiero invitar a todos los Ingenieros Topógrafos de México a que se integren a los Colegios de Ingenieros Topógrafos que existen en toda la República Mexicana, ya que la APATIA que nos caracteriza a permitido que otras profesiones y técnicos de la topografía DENIGREN nuestra profesión, necesitamos pensar en ser INGENIEROS, y no simples aparateros, necesitamos tomar decisiones en los proyectos de gran importancia para nuestro país y la única forma de hacerlo es con la UNION, INTEGRACION, ORGANIZACIÓN, CERTIFICACION y PROFESIONALIZACION de Nuestro Gremio a Nivel Nacional.



Ing. Luis Antonio Márquez Amieva
Presidente XXIV Consejo Directivo CITAC



COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS, A.C.



INVITA A PARTICIPAR EN EL:

16° Congreso Nacional e Internacional de Ingenierías Topográfica, Geodésica y Geomática.

Cancún: 4, 5 y 6 Noviembre 2020.

LA TRANSFORMACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LA INGENIERÍA TOPOGRÁFICA,
ANTE LOS RETOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS Y DE INNOVACIÓN.

Envío de resúmenes - Hasta el 31 de Julio de 2020.

Aceptación de trabajos - Se informara el 31 de Agosto de 2020.

Recepción de trabajos - Fecha Limite 30 de Septiembre de 2020.

Enviar trabajos al correo: congreso2020@citac-mex.org.mx

INFORMES:

 @CITAC1  CITAC.Mex  citac@citac-mex.org.mx  +52 (55) 55 12 17 74



MÉTODO PARA ELABORAR CARTOGRAFÍA DE PRECISIÓN PARA EL PLANETA MARTE

CRÓNICA DE LA PONENCIA PRESENTADA EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MÁS IMPORTANTE DEL MUNDO

JAIME H. PINZÓN DE HIJAR

INGENIERO TOPÓGRAFO Y FOTOGRAMETRISTA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

El pasado 21 de octubre de 2018, fui invitado por el Ingeniero Topógrafo, Arturo Vázquez Hernández, secretario académico de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Habitat de la Universidad Veracruzana (UV), a impartir la ponencia “Método para elaborar cartografía de precisión para el planeta Marte”, que unos meses atrás tuve el honor de presentar en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL, por sus siglas en inglés) de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), de los Estados Unidos.

La ponencia magistral se presentó como parte del “Primer Foro de Investigación en Temas de Ingeniería” promovido por las carreras de Ingeniería Topográfica, Ingeniería Naval, Arquitectura e Ingeniería Civil, con el fin principal de motivar a los estudiantes a las tareas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico.

Durante la presentación, ya un poco más relajado, comentaba con los estudiantes, maestros e invitados especiales, sobre el papel que tienen las universidades que imparten las carreras de ingeniería en fomentar las actividades de investigación entre los alumnos y egresados, así como también, el enfoque social que deben de tener los resultados de nuestros trabajos. (<https://www.uv.mx/prensa/regiones/la-ingenieria-debe-generar-un-beneficio-social-jaime-horacio-pinzon/>).

En ese sentido, y con el objetivo de transmitirles que las oportunidades en la vida se suelen presentar una sola vez, comentaba con todos ellos los sucesos que me dieron la oportunidad de presentar un proyecto de investigación en el que para muchos es el laboratorio de investigación más importante del mundo, el JPL de la NASA (<https://www.jpl.nasa.gov/>), ahí donde

se desarrolló la tecnología GPS, muy utilizada en las actividades topográficas de nuestros días.

En septiembre de 2017, fuimos invitados, un servidor y la Dra. Deysi Jerez, actualmente profesora investigadora de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNCACH) y especialista en temas sociológicos, por el Capitán retirado de la Marina Mexicana e Ingeniero en Ciencias Navales con especialidad en Hidrografía, Santiago Flores Magón, a participar en el congreso “México hacia Marte” organizado por la Agencia Espacial Mexicana (AEM).

En este congreso tuve la oportunidad de conocer los trabajos de varios investigadores a nivel mundial sobre temas espaciales y en particular sobre el planeta Marte que se me hicieron por demás interesantes. Ese mismo día y durante la cena, el Capitán Flores nos había dado la oportunidad de conocer en persona a varios de estos investigadores, que después de una buena charla sobre temas científicos, nos lanzaron el reto de incorporarnos a estos trabajos, cada quien en su especialidad, la Dra. Jerez en temas sociológicos y un servidor en temas cartográficos.

Un mes después de haber aceptado la invitación, el Capitán Flores Magón, quien además es un investigador reconocido en temas espaciales en nuestro país, nos informó que nuestros trabajos serían presentados durante el “Primer Simposio de Exploración Espacial y Astrobiología” a celebrarse en la Ciudad de Xalapa, Veracruz en marzo de 2018, por lo que el tiempo para hacer una investigación y presentar resultados de la misma, era relativamente corto.

Me reuní con el Capitán en varias ocasiones para que me hiciera observaciones a los avances de la

investigación pero sobre todo a aprender, de la voz de un experto, sobre las condiciones y características que tiene el planeta rojo con respecto de nuestro planeta. Resulta fascinante saber que Marte es casi la mitad de la Tierra en su tamaño y que su atmósfera está prácticamente conformada de dióxido de carbono con un pequeño porcentaje de oxígeno. Así también, que su temperatura promedio es de -55 grados respecto de los 15 grados centígrados que tenemos en la Tierra, pero lo más interesante, sobre todo para estudios cartográficos, es que no existe la tectónica de placas como la conocemos en la Tierra, en razón a que el planeta rojo es prácticamente un cuerpo sólido. (Ver tabla 1).

Característica	Tierra	Marte
Atmósfera	- Nitrógeno 78.10% - Oxígeno 20.94% - Argón 0.93% - Dióxido de carbono 0.035%	- Dióxido de carbono 95.32 % - Nitrógeno 2.70% - Argón 1.40% - Oxígeno 0.13%
Temperatura promedio	- Media 15° C - Mínima -98° C - Máxima 58° C	- Media -55° C - Mínima -133° C - Máxima 27° C
Diámetro	12,742 Km	6,779 Km
Tectónica de placas	Si	No
Presencia de agua	Si	Si

Tabla 1. Diferencias generales entre la Tierra y Marte. Elaboración propia con datos de diversas fuentes.

Otra de las características a resaltar es que la topografía marciana combina las zonas montañosas en el sur del planeta, donde se destaca el monte Olimpo, como el volcán más alto del sistema solar con sus casi 22.5 Km de altura (monte Everest 8.8 Km en la Tierra), respecto a las extensas llanuras en el norte. Los mapas generados por la NASA, así lo demuestran.

Finalmente los trabajos de investigación en sus primeras etapas se terminaron y habría que presentarlos para el 10 de marzo de 2018 en la Ciudad de Xalapa, por lo que los nervios no se hicieron esperar. En un auditorio prácticamente lleno y con la presencia de grandes investigadores en temas espaciales de México y el mundo, la Dra. Deysi Jerez, presentó su trabajo titulado “Implicaciones Sociológicas de la Colonización del Planeta Marte: ¿Hacia un nuevo orden social?” y un servidor, el ya comentado “Método para elaborar cartografía de precisión para el planeta Marte”. La sorpresa para ambos fue que entre el público había personal de la NASA, quienes al terminar nos abordaron para felicitarnos por la presentación y hacernos una invitación para mostrar nuestros trabajos en la sede de investigación de la NASA.

Esta invitación se formalizó durante la cena, donde tuvimos la oportunidad de convivir con el Ing. Luis Velasco Velázquez, líder de diseño mecánico para la misión “Marte 2020”, que pretende poner un nuevo

vehículo de investigación en la superficie marciana para el próximo año y realizar las investigaciones previas al primer viaje tripulado previsto para realizarse en 25 ó 30 años.

Los trámites de aceptación de los trabajos implicaron el envío de la investigación a un comité de evaluación del JPL, así como todos los documentos para acreditar la personalidad, tanto de la Doctora como la mía, trámites que afortunadamente fueron aceptados en un tiempo récord de casi tres meses.

El Ing. Luis Velasco y su equipo de trabajo, trabajaron en la elaboración de los posters que publicaría el evento y se definió la fecha del mismo para el 18 de junio en la Ciudad de Pasadena, California, Estados Unidos. (Ver Posters elaborados por la NASA en la Pag. 8 y 9).

La NASA denominó al evento “Mars exploration from an international perspective” (*Exploración de Marte desde una perspectiva internacional*) y definió como su sede al auditorio “Von Karman”, uno de los más grandes e impresionantes del laboratorio (<https://scienceandtechnology.jpl.nasa.gov/mars-exploration-international-perspective>).

Finalmente el día esperado llegó y la sorpresa para nosotros fue que, faltando un par de horas para iniciar con las conferencias, el Ing. Luis Velasco nos informa que estaría la prensa internacional, quienes estaban muy interesados en cubrir la nota, además de personalidades del medio político, como el Cónsul de México en Los Ángeles, el Lic. Carlos García de Alba y su comitiva, así como profesores y alumnos de la UNAM campus Los Ángeles, en representación del medio académico. Todo esto generaba, al menos en mí, una emoción especial que me motivaba aún más en dar mi mejor esfuerzo durante la presentación. Estoy seguro que la Dra. Jerez estaba en las mismas circunstancias.

La Dra. Jerez fue la primera en participar. Su planteamiento hacía referencia a las implicaciones sociológicas que podrían tener los futuros habitantes de este planeta y concluía que la llegada a Marte debe representar un conjunto de intereses internacionales –no individuales, no soberanos– desde un ideal democrático que configure beneficios para el planeta tierra. Presentó todas las legislaciones en que se fundamentan estos preceptos y estableció que su cumplimiento sería la base para el buen futuro de nuestro planeta y ahora del sistema solar. Los participantes le formularon muchas preguntas y la felicitaron por estar poniendo en la mesa estos temas con la debida anticipación a la llegada de los terrícolas al planeta rojo.

LECTURE

Sociological Implications for Mars Colonization

**Deysi Ofelmina
Jerez Ramírez, Ph.D.**
Doctorate in Political
and Social Science (UNAM)

**June 18
Pasadena, CA**



JPL
Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



**Jet Propulsion Laboratory
National Aeronautics and
Space Administration**

4800 Oak Grove Drive
Pasadena, California.

LECTURE

Method for the Elaboration of Precision Cartography on Mars



Jaime H. Pinzón De Hajar

Surveyor and Photogrammetric Engineer (IPN)

- GISSA's CEO

- President of the Mexican Surveyors Engineers College

June 18
Pasadena, CA



JPL

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



**Jet Propulsion Laboratory
National Aeronautics and
Space Administration**

4800 Oak Grove Drive
Pasadena, CA

Siguió entonces mi participación. Mi primer comentario fue relacionado con el hecho de que la presentación sería más en el ámbito técnico, pero finalmente relacionado con los temas sociales que se acababan de presentar. La presentación se estructuró en tres partes fundamentales, la primera relacionada a cómo se están haciendo los mapas en la tierra, la segunda cómo se están haciendo para Marte y la tercera, la propuesta para mejorar la precisión de estos últimos.

Con respecto a la primera parte, se hizo una revisión a detalle del diagrama de flujo de un proyecto fotogramétrico, haciendo referencia a las etapas claves, como lo es el establecimiento de puntos de control en la superficie que aseguren la precisión del proyecto. Así también, se hizo el planteamiento de que muchos de los conceptos y términos utilizados en la Tierra, deberían de cambiar para Marte, por ejemplo, lo que conocemos en la Tierra como “Geodesia”, que se define como la ciencia que tiene como objeto determinar su forma y dimensiones, así como la localización de puntos sobre la superficie terrestre, debería de cambiar para Marte como “Aresia”. (del griego Ares, dios de la guerra y Esia, división). En la tabla 2, se plantean estos conceptos y la propuesta para sus nuevos nombres aplicados al planeta Marte.

Tierra	Marte	Definición para Marte
GEODESIA	ARESIA	Ciencia que tiene como objeto determinar la forma y dimensiones de Marte, así como la localización de puntos sobre su superficie.
GEOCÉNTRICO	PLANETOCÉNTRICO ARESCÉNTRICO	Sistema de referencia coordinado referido al centro de masas del planeta Marte.
GEORREFERIDO	MARSIREFERIDO	Proyectos cartográficos referidos al sistema Arescéntrico.
ELIPSOIDE	ELIPSOIDE MARCIANO	Modelo matemático que más de aproxima a la forma real de Marte.

Tabla 2. Nuevos conceptos cartográficos aplicados al planeta Marte. Elaboración propia.

En la segunda parte, se hizo una revisión de los sistemas satelitales, que utilizando la técnica fotogramétrica, están orbitando Marte para la toma de imágenes en alta resolución y la elaboración de mosaicos y mapas tridimensionales. De todos ellos, el “Mars Odyssey” de la NASA, es el que mejores resultados ha presentado para los estudios científicos. (<https://mars.nasa.gov/maps/explore-mars-map/fullscreen>). (Ver tabla 3).

Sistema satelital	País
MARS ORBITER MISSION	India
MARS EXPRESS ORBITER	Agencia Espacial Europea
EXOMARS TGO	Agencia Espacial Europea en conjuntos con la Agencia Espacial Rusa
MARS ODYSSEY	Estados Unidos
MARS RECONNAISSANCE ORBITER	Estados Unidos
MAVEN	Estados Unidos

Tabla 3. Sistemas satelitales utilizados para la toma de imágenes de Marte. Elaboración propia con datos de diversas fuentes.

La última parte, referente a la propuesta para mejorar la precisión de los mapas, que por métodos indirectos, están realizando este grupo de países, en particular la NASA, está basada en la implementación de un Sistema de Posicionamiento Global Marciano (MGPS, Mars Global Positioning System) que envíe señales de radio a radiofaros dispuestos de manera estratégica sobre la superficie marciana. Estos radiofaros serían posicionados en el Datum Arescéntrico por medio del MGPS para que sirvieran como puntos de control en apoyo a los procesos fotogramétricos llevados a cabo para elaborar los mapas del vecino planeta. La colocación de los radiofaros, que evidentemente tendría un diseño especial, sería a través de un vehículo (dirigible) controlado desde la Tierra, con la capacidad de desplazarse libremente sobre la superficie marciana. Cabe hacer mención, que el uso de este vehículo, es una propuesta del Capitán Flores Magón, quien lleva ya varios años trabajando en su diseño e implementación.

Al final comenté, que cuando los terrícolas lleguen a Marte y desde las primeras misiones, se debe considerar la participación de Ingenieros Topógrafos, quienes serán los encargados de establecer físicamente la Aresia y por consiguiente el fraccionamiento de los terrenos donde se establecerán las comunidades. Las preguntas no se hicieron esperar y el debate generó una diversidad de opiniones que aportaban a la propuesta, que en general tuvo una muy buena aceptación, manifestando, incluso, el apoyo al proyecto en el futuro cercano.

En un ambiente más relajado y en medio de las felicitaciones otorgadas a ambos, el Ing. Luis Velasco, fue el anfitrión de un recorrido que nos hicieron a las instalaciones del laboratorio, que definitivamente generaron mi asombro y admiración total por los trabajos de investigación que ahí se están realizando.

Visitamos el centro que controla todos los sensores que tiene la NASA en el sistema solar. Cualquier variación en la frecuencia que reciben estos dispositivos es digna de analizarse. Para lo anterior, hay personal de la NASA cuya función es vigilar y estar atentos a estos cambios de frecuencia. Un dato curioso que nos comentaron, es que estas personas viven según el calendario del planeta que les toca monitorear, por lo que reciben un entrenamiento especial para poder adaptarse a estos cambios. (Ver figura 2).

También visitamos el área donde se está ensamblando el nuevo vehículo que el próximo año será enviado a Marte para continuar con los estudios que permitirán llevar a cabo el viaje tripulado de ida y vuelta. Este lugar se conoce como el “Área limpia”, y es en verdad la más limpia de la Tierra. No hay otro lugar en el nuestro planeta donde el aire sea tan puro como este. En un metro cúbico de una zona promedio en la Tierra, hay un promedio de 250 mil partículas de lo que sea. Ahí, dentro del Área Limpia, hay tan solo 10 mil partículas, según nos comentó el Ing. Velasco.

La pregunta obligada, aunque obvia, que le hice al Ingeniero, fue, ¿Por qué esta situación de asepsia extrema en este lugar?, y su respuesta fue categórica, -por la simple razón de que todos los proyectos de la NASA pretenden buscar vida extraterrestre, por lo que se procura, no llevar cualquier otro tipo de vida terrestre al espacio-. (Ver figura 2).



Figura 2.- Centro de Control y Área Limpia en el JPL.

Algunas semanas después de nuestra visita al JPL, nos dimos cuenta que la nota había sido publicada por al menos 14 medios

de comunicación, entre los que destacan, Milenio diario, Yahoo noticias y UNAM Global.



Figura 3.- Algunos medios de comunicación que publicaron el evento.

Con todas estas reminiscencias terminé la ponencia en la UV. El personal académico, encabezado

por el Ing. Arturo Vázquez y el Colegio de Ingenieros Topógrafos de Veracruz, encabezado por el Ing. Manuel Ochoa (QEPD), me agradecieron mi participación. Existe una red de mexicanos calificados en mundo, promovida por Secretaría de Relaciones Exteriores. Esta red promueve el trabajo especializado de nuestros compatriotas en la Tierra. Yo formo parte de esta red en el cluster espacial, con la especialidad en cartografía.

(<http://redtalentos.gob.mx/index.php/red-global-mx>)

“La investigación es la base para mantenernos activos y obligados a estar actualizados en los temas relacionados con nuestra profesión”.

“Las universidades deben promover las tareas de investigación, detectar talentos y promoverlos con becas para que estudien en el extranjero, procurando que sea una beca de ida y vuelta, y se quede en México los frutos de esos trabajos”.

Otras ligas de interés:

<https://www.aem.gob.mx/mexicohaciamarte/2017/main.php>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Geograf%C3%ADa_de_Marte#/media/File:Mars_topography_\(MOLA_dataset\)_with_poles_HiRes.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Geograf%C3%ADa_de_Marte#/media/File:Mars_topography_(MOLA_dataset)_with_poles_HiRes.jpg)



DIA DEL INGENIERO TOPOGRAFO EN MÉXICO

2 DE DICIEMBRE DE 1867

AGUSTÍN MEJÍA ZARCO

INGENIERO TOPOGRAFO Y FOTOGRAMETRISTA

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE INGENIEROS TOPOGRAFOS DE GUERRERO, A. C.

En el marco de la tercera reunión pendiente a reactivar, la Asociación de Colegios Mexicanos de Ingenieros Topógrafos, Asociación Civil, ACOMITAC, celebrada el día 4 de agosto de 2018 en la Ciudad de Guadalajara, Estado de Jalisco, México, presenta propuesta para celebrar el DÍA DEL INGENIERO TOPOGRAFO EN MÉXICO, en virtud de que con fecha lunes 2 DE DICIEMBRE DE 1867, el Presidente de la República Benito Juárez, firmó el Decreto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal, publicada en el Diario Oficial del Supremo Gobierno de la República el día 7 de diciembre de 1867.

Es tal la trascendencia de este Decreto que, entre otras cosas de interés para nuestra carrera de Ingeniero Topógrafo, en ese momento junto con otras carreras profesionales, nace el Ingeniero Topógrafo e Hidromensor que, a partir de la fecha citada se impartiría en el México Independiente a cargo de profesores calificados. Nuestra carrera se le puede considerar como la Madre de la Ingeniería, porque es la primera que practicó de manera natural el hombre primitivo desde el inicio de la historia, recorrió valles, montañas, calculó los tiempos, se orientó, por encima de la proyección de grandes edificaciones militares y civiles.

El día 2 de diciembre de 2017, en ocasión de esta fecha especial, conmemorativa de los 150 DE LA

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA EN MÉXICO, decidí escribir un breve mensaje por whatsapp, horas más tarde ese mismo día redacté un segundo envío. Su contenido es el siguiente:

2 DE DICIEMBRE, DIA DEL INGENIERO TOPOGRAFO EN MÉXICO.

Primera parte

En 1867, tras el triunfo de la República, en esta fecha 2 de diciembre, el Presidente Licenciado Benito Juárez García, expide la Ley Orgánica de Instrucción Pública en el Distrito Federal que convierte al Colegio de Minería en la Escuela Especial de Ingenieros, se establecen carreras, reconociendo a la Ingeniería como una Ciencia. En dicha escuela, además de otras carreras como Ingeniero Civil, Mecánico, Eléctrico, se imparte la carrera de Ingeniero Topógrafo e Hidromensor, que es el precedente de Ingeniero Topógrafo.

Dicha profesión a lo largo del devenir histórico ha recibido distintas denominaciones, según la especialidad, entre ellas Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, Ingeniero Topógrafo y Geodesta, Ingeniero Topógrafo Geodesta, Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrista, según la Institución que la imparta, actualmente dado el avance tecnológico, se ha convertido en Ingeniero Topógrafo y Geomático, hoy Ingeniero Geomático. En Norteamérica se nos denomina Surveyor, en Europa Ingeniero Geómetra, en Argentina Ingeniero

Agrimensor, en otras partes del mundo la denominación va cambiando. Todo gira en torno a la Topografía, de usos en proyectos multifinalitarios pasando ineludiblemente por lo agrario. Notables han sido los personajes que han profesado esta noble disciplina, la historia registra entre ellos a George Washington, Abraham Lincoln, George Everest, en México el Presidente Pascual Ortiz Rubio, único ingeniero que ha ocupado la máxima Magistratura del país. Saludos enhorabuena en su día a los INGENIEROS TOPOGRAFOS. AGUSTIN MEJÍA ZARCO



Segunda parte.

Sirva de remembranza y reconocimiento a los hombres del

México Prehispánico quienes, sin contar con el título de Ingenieros Topógrafos, contribuyeron con los grandes constructores de su época, a edificar grandes ciudades de la civilización de las diversas culturas Tolteca, Teotihuacana, Maya. A los agrimensores de la Colonia, de la Independencia, de la época del Porfiriato, en el trazo de caminos, ferrocarriles; de la Revolución, profesionales hombres anónimos que participaron en el anhelado reparto de tierras, con la incipiente Ley Agraria de 1915 y posteriores Códigos que reglamentaron dicha repartición a favor del hombre del campo, hasta las modificaciones al Artículo 27 Constitucional, su Ley reglamentaria y la creación de los Tribunales Agrarios. Sirva de reconocimiento a los INGENIEROS TOPOGRAFOS que, con su honestidad, talento y preparación, a partir de Junio de 1993, integrados en Brigadas de Ejecución de Sentencias, junto con los actuarios ejecutores, pusieron su granito de arena para dar fin al reparto de tierra y llevar felicidad a miles de familias del México rural, el último anhelo de la Revolución, contar con un pedazo de tierra, dando certeza jurídica al campesino.

Es el Ingeniero Topógrafo quien además puede participar en equipos multidisciplinarios con otros Ingenieros como los Civiles (responsables de diseñar y dirigir grandes construcciones), Arquitectos (encargados de diseñar funcionalidad y belleza de auditorios, plazas y otras obras), Agrónomos (encargados de estudiar la tierra para hacerla producir alimentos, diseñar obras de riego) y otros Ingenieros, pero es el Ingeniero Topógrafo el profesionalista idóneo quien cumple con el perfil para dictaminar sobre ubicación, forma y dimensiones de inmuebles bien sea solares, parcelas y extensiones mayores, idóneo en la resolución de controversias agrarias, es el profesionalista por excelencia responsable de dicha tarea tan delicada, pero poco observada en el litigio agrario.

En suma, ser Ingeniero Topógrafo, además de la sólida preparación

académica y criterio sólido, es una suma de PASIÓN y ORGULLO, pasión porque se hace con esmero, y orgullo porque nos sentimos honrados de desempeñar tan noble y leal profesión. AGUSTÍN MEJÍA ZARCO. Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrista.

Este breve ensayo contiene la ordenanza publicada en aquella fecha dos de diciembre de mil ochocientos sesenta y siete, en su versión escrita, como fotografía de dicho texto, tomada del libro original, que obra en el Archivo General de la Nación.

Ministerio de Justicia e Instrucción Pública.

“El C. Presidente de la República se ha servido dirigirme el decreto que sigue:

“BENITO JUAREZ, Presidente constitucional de los Estados Unidos Mexicanos a sus habitantes sabed: que en virtud de las facultades de que me hallo investido, y Considerando que difundir la ilustración en el pueblo, es el medio más seguro y eficaz de moralizarlo y de establecer de una manera sólida la libertad y el respeto a la Constitución y a las leyes, he venido en expedir la siguiente:

LEY ORGÁNICA DE LA INSTRUCCIÓN PÚBLICA EN EL DISTRITO FEDERAL.

CAPITULO I

De la instrucción primaria.

Art. 1º Habrá en el Distrito Federal, costeadas por los fondos municipales, el número de escuelas de instrucción primaria de niños y niñas que exijan su población y sus necesidades: este número se determinará en el reglamento que deberá darse en cumplimiento de la presente ley, y las escuelas quedaran sujetas a él y a las demás disposiciones que sobre ellas dictare el Ministro de Instrucción Pública.

Art. 2º Costeadas por los fondos generales, habrá en el mismo Distrito cuatro escuelas de instrucción primaria, una de ellas de

niñas.

Art. 3º En las escuelas de instrucción primaria de niños del Distrito costeadas por los fondos públicos, se enseñaran los siguientes ramos. Lectura, escritura, gramática castellana, estilo epistolar, aritmética, sistema métrico decimal, rudimentos de física de artes, fundados en la química y mecánica práctica, (movimientos y engranes,) dibujo lineal, moral, urbanidad y nociones de derecho constitucional, rudimentos de historia y geografía, especialmente de México.

Art. 4º En las escuelas de instrucción primaria de niñas del Distrito, costeadas por fondos públicos, se enseñarán las siguientes materias: Lectura escritura, gramática castellana, las cuatro operaciones fundamentales de aritmética sobre enteros, fracciones decimales y comunes, y denominados, sistema métrico decimal, moral y urbanidad, dibujo lineal, rudimentos de historia y geografía, especialmente de México, higiene práctica, labores manuales y conocimiento práctico de las máquinas que las facilitan.

Art. 5º La instrucción primaria es gratuita para los pobres, y obligatoria en los términos que dispondrá el reglamento de esta ley.

CAPITULO II

De la instrucción secundaria.

Art. 6º Para la instrucción secundaria se establecen en el Distrito Federal las siguientes escuelas.

De instrucción secundaria de personas del sexo femenino.
De estudios preparatorios.
De jurisprudencia.
De medicina, cirugía y farmacia.
De agricultura y veterinaria.
De ingenieros.
De naturalistas.
De bellas artes.
De música y declamación.
De comercio.
Normal.
De artes y oficios.
Para la enseñanza de sordo-mudos.
Un observatorio astronómico.
Una academia nacional de ciencias y literatura.
Jardín botánico.

Art. 7º En la escuela de instrucción secundaria para personas del sexo femenino se enseñarán los siguientes ramos:

Ejercicios de lectura de modelos escogidos, escritos en español, ídem de escritura y correspondencia epistolar, gramática, castellana, rudimentos de álgebra y geometría, cosmografía, geografía física y política, especialmente la de México, elementos de cronología e historia general, historia de México, teneduría de libros, medicina, higiene y economía doméstica, deberes de la mujer en sociedad, ídem de la madre con relación a la familia y al Estado, dibujo lineal, de figura y ornato, francés, inglés, italiano, música, labores manuales, artes y oficios que se puedan ejercer por mujeres, nociones de horticultura y jardinería, métodos de enseñanza comparados.



Escuela Preparatoria.

Art. 8º En la escuela de estudios preparatorios se enseñarán los siguientes ramos:

1. Gramática española.
2. Latín.
3. Griego.
4. Francés.
5. Inglés.
6. Alemán.
7. Italiano.
8. Aritmética.
9. Álgebra.
10. Geometría.
11. Trigonometría rectilínea.
12. Trigonometría esférica.
13. Geometría analítica.
14. Geometría descriptiva.
15. Cálculo infinitesimal.
16. Mecánica racional.
17. Física experimental.
18. Química general.

19. Elementos naturales de historia natural.
20. Cronología.
21. Historia general.
22. Historia nacional.
23. Cosmografía.
24. Geografía física y política, especialmente de México.
25. Ideología.
26. Gramática general.
27. Lógica.
28. Metafísica.
29. Moral.
30. Literatura poética, elocuencia y declamación.
31. Dibujo de figura, de paisaje, lineal y de ornato.
32. Taquigrafía.
33. Paleografía.
34. Teneduría de libros.

Escuela de Ingenieros.

Art. 12º. En esta escuela se enseñarán las siguientes materias:

Para ingenieros de minas.

-Mecánica aplicada, especialmente a las minas y a la construcción, Topografía, Química aplicada, Análisis, Química, Mineralogía, Metalurgia, Geología, Paleontología,

Botánica y Zoología, Pozos artesanos, Ordenanzas de minería, Practica de minas.

Para ingenieros mecánicos.

-Mecánica aplicada con toda extensión, comprendiendo resistencia de materiales, construcción de máquinas, establecimiento de motores, &c. dibujo lineal,



especialmente aplicado a las máquinas, práctica.

Para ingenieros civiles. -Mecánica aplicada a las construcciones, estudio especial de los materiales de construcción, dibujo arquitectónico, que comprenda todos los estilos, composición de edificios, historia de la arquitectura, caminos comunes y caminos de hierro, construcción de puentes y canales, práctica.

Para ingenieros topógrafos e hidromensores.

-Topografía con toda extensión, dibujo topográfico, hidráulica, geodesia, elementos de astronomía práctica, ordenanzas de tierras y aguas, práctica.

Para ingenieros geógrafos e hidrógrafos.

-Topografía y geodesia con toda extensión, cálculo de las probabilidades aplicado a las ciencias de observación, astronomía con toda extensión, hidrografía y física del globo, dibujo topográfico, práctica astronómica en observatorio.

Art. 90. La distribución de materias, en los años que debe durar cada curso, se hará en los reglamentos de las Escuelas.

Art. 91. No se admitirán como pensionistas internos, en las escuelas en que deba haberlos, conforme a los reglamentos, sino a los jóvenes que acrediten no tener familia en esta capital.

Art. 92. Las prevenciones de esta ley se observarán, con respecto a la escuela de sordo-mudos, solo en lo que no se oponga al decreto de 28 de Noviembre último que la estableció.

Por lo tanto, mando se imprima, publique y circule, para que se le dé el debido cumplimiento.

Palacio del Gobierno Nacional en México, á 2 de Diciembre de 1867.

- Benito Juárez.

- Al C. Antonio Martínez de Castro, Ministro de Justicia e Instrucción pública."

Y lo comunico a vd. para su inteligencia y fines consiguientes. Independencia y Libertad. México, a 2 de Diciembre de 1867.

- Martínez de Castro.

APLICACIÓN DE LA INGENIERIA TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

EN LA INSTALACIÓN DE PLATAFORMAS MARINAS

ING. PAUL REYES AYALA

Desde hace más de 20 años PEMEX ha desarrollado en el Golfo de México complejos petroleros de vital importancia para el progreso y desarrollo económico del país. Estos complejos están conformados por plataformas marinas.

En el Golfo de México existen más de 200 plataformas marinas desde plataformas satélite hasta grandes complejos petroleros, unidas por ductos marinos y por otras estructuras tipo puentes, que forman una notable geometría y conexiones cuyos vivos colores en contraste con la gama de azules del mar, producen una especie de diseño surrealista.

La mayor parte de las plataformas tienen la función de extraer petróleo y gas, las hay también de proceso y uso habitacional que albergan a cientos de trabajadores.



Estas plataformas son estructuras metálicas sustentadas en pilotes profundamente incrustadas en el fondo marino, de manera que son instalaciones fijas, su parte inferior es un muelle y la superior un helipuerto. Hasta el momento se tienen plataformas instaladas en profundidades del orden de 80 a 95 m. Para extraer hidrocarburos en profundidades mayores (Aguas profundas) se utilizan plataformas móviles.

Para estos trabajos la Ingeniería Topográfica y Geodésica es fundamental.

DESARROLLO

Para la realización de estos trabajos, se utiliza tecnología de vanguardia y procedimientos topográficos y geodésicos, de acuerdo a las fases del proyecto:

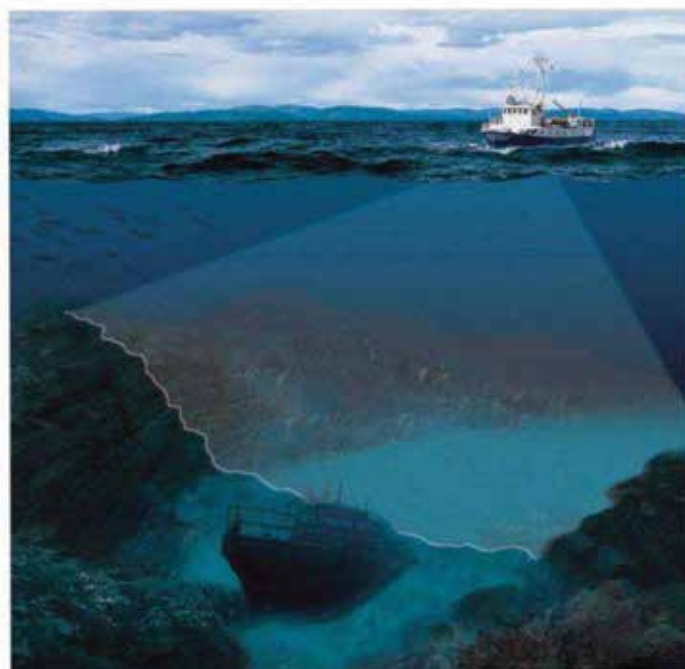
FASE 1: ESTUDIO DEL SITIO DONDE SE INSTALARÁ LA SUBESTRUCTURA.

Estudio topobatimétrico. Se debe conocer el relieve marino en el lugar donde se instalará la subestructura, para ello se realizan levantamientos hidrográficos utilizando embarcaciones equipadas con Sistemas Multibeam y sonares de barrido lateral y barrido circular para el estudio del relieve marino y detección de posibles obstrucciones para la instalación. El tipo de embarcaciones que se utilizan se configuran en un programa hidrográfico y de navegación para su geo referencia mediante sistemas DGPS.

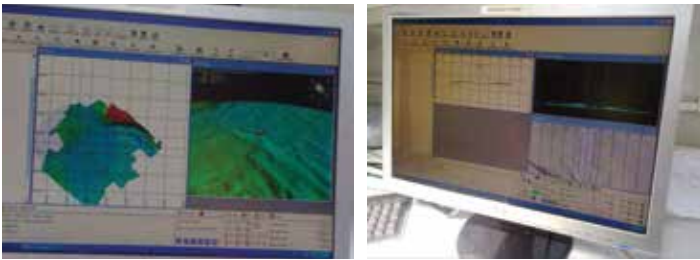


Multibeam echo sounder

The obvious choice for shallow water surveys and ROV or AUV use

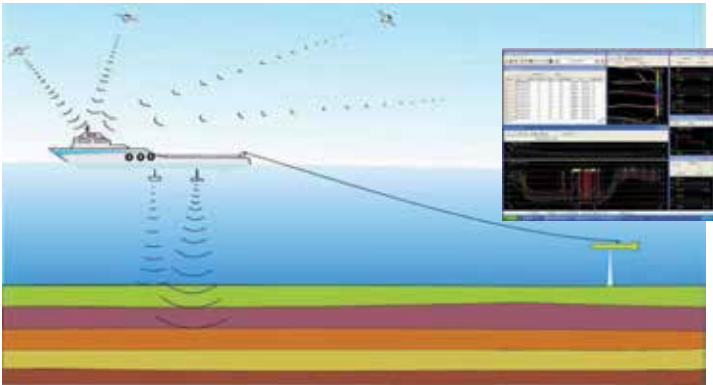


Con el relieve obtenido se obtienen perfiles, se determinan pendientes y configuración del fondo marino. Se elabora una carta náutica del sitio para proyectar la plataforma que se instalará, en sistemas de coordenadas geodésicas y UTM.



En los programas de navegación se pueden generar las cartas en sistema geodésico, cartográfico y topográfico para su importación al AutoCAD y GIS con imágenes georreferenciadas.

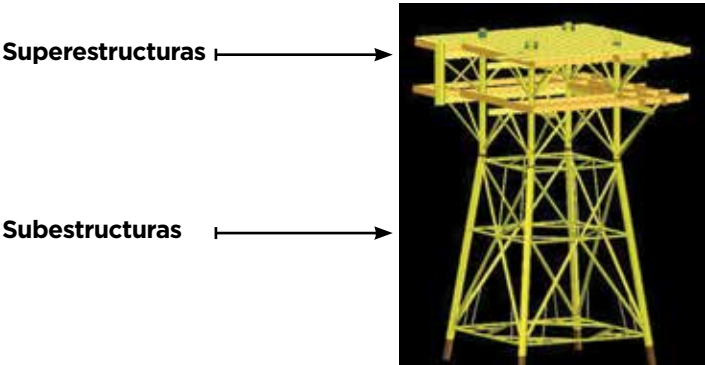
Estudio geofísico y geotécnico
Se realizan recorridos de cuadrículas en el área donde se instalará la plataforma, con embarcaciones provistas de perfiladores someros y profundos, sonares de barrido lateral, equipos DGPS y ecosondas para determinar las características, y condiciones del suelo marino para determinar el efecto al depositar la subestructura en el fondo, es decir, se determina que tan suave puede ser el fondo y hasta que profundidad pueden penetrar los pilotes que fijarán la plataforma con el fondo marino.



Las líneas de cuadrícula geofísica recorridas son geo referenciadas con DGPS y se utilizan programas de navegación para su control y obtener los planos correspondientes, así mismo se proporcionan coordenadas geodésicas y UTM a cada punto de muestreo geotécnico.

FASE 2:INSTALACION DE SUBESTRUCTURAS EN EL FONDO MARINO.

Para su instalación las plataformas marinas se dividen en dos partes: Subestructuras que llegan al fondo marino y superestructuras que se montan sobre las subestructuras.



Por el número de sus piernas, las subestructuras y superestructuras se clasifican en:



Para su instalación se utilizan embarcaciones mayores con grúas de 1800 y 3000 ton de capacidad, que se deben levantar topográficamente para su representación geométrica en el programa de navegación a utilizar.

Se utilizan sistemas DGPS para el posicionamiento de la subestructura con coordenadas geodésicas y para su orientación con respecto al Norte verdadero. Cuando las subestructuras se instalan en sitios cercanos a otras instalaciones marinas existentes se utilizan Estaciones Totales aumentando la precisión en su posicionamiento.



Barco Grúa utilizado para la instalación de Plataformas (Subestructuras y Superestructuras)



Representación gráfica del barco en el programa de navegación. Se levanta topográficamente para dibujarlo y visualizarlo mediante DGPS en tiempo real en la base de datos que es una carta náutica electrónica, en sistemas geodésico y UTM.

Se trasladan las subestructuras y superestructuras con sus pilotes en embarcaciones tipo barcasas también conocidos como chalanes, remolcadas por barcos remolcadores pequeños, desde los patios de fabricación hasta el sitio donde se instalarán, para ser recibidos por el Barco Grúa.

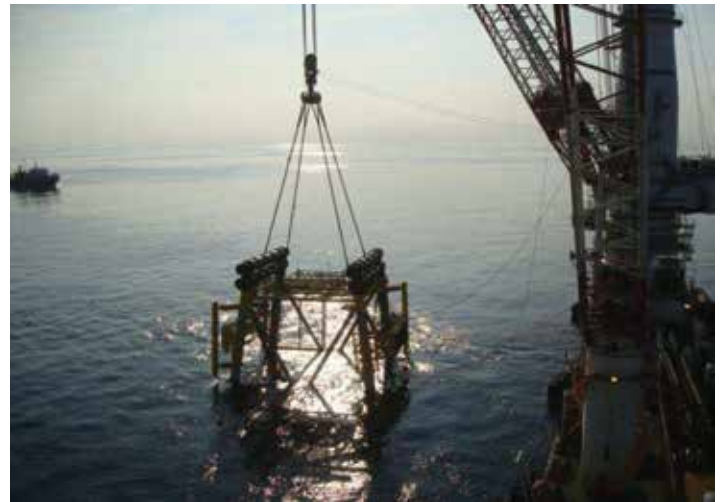


Trípode (Subestructura y Superestructura)

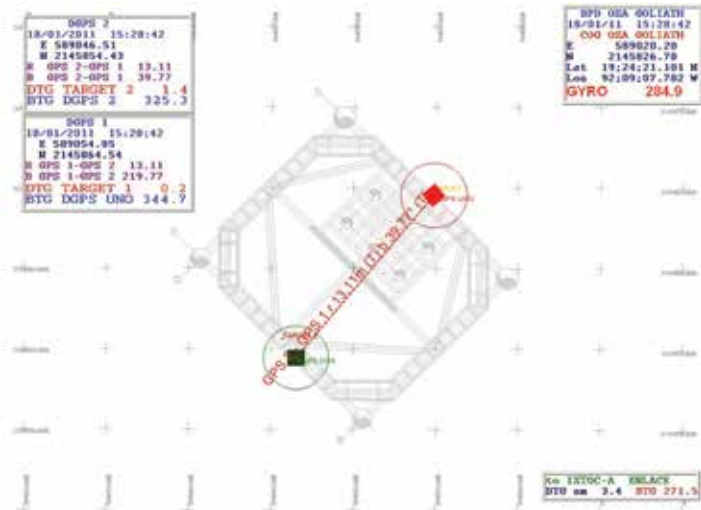


Tetrápodo (Subestructura y Superestructura)

Se acodera el Chalán al Barco Grúa, y se realiza el izaje de la subestructura para liberarla del Chalán, se coloca en posición vertical y se sumerge en el agua hasta dejarla de 3 a 5 m del fondo marino.



Es entonces cuando se procede a instalar 2 equipos DGPS con radiomódems para enviar las coordenadas al barco grúa en tiempo real. Se miden las distancias del centro de la subestructura hacia los sitios (nodos) donde se instalan las antenas. Se configuran en el programa de navegación esos nodos como objetos móviles que representan las antenas DGPS, se utiliza un puerto serial para cada antena conectado al radiomódem correspondiente para recibir las coordenadas y visualizar su movimiento en la pantalla de navegación. Se tiene la posición planeada a donde deben llegar los nodos (Antenas DGPS) por lo que de acuerdo al movimiento del barco grúa se determina el azimut y la distancia que se debe desplazar la subestructura para su instalación en el fondo marino.



Cuando se tienen otras plataformas cercanas o las estructuras a instalar forman parte de un complejo, entonces también se instalan balizas con prismas para medición de distancias con estación total, obteniendo mayor precisión en la instalación de la subestructura.

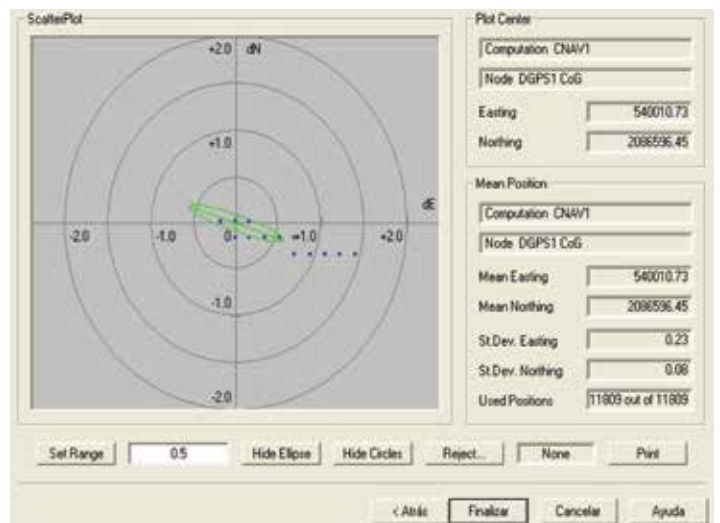
Se realizan poligonales en las plataformas o complejos cercanos para establecer vértices de control topográfico y realizar el replanteo de coordenadas donde sea desea instalar la subestructura. Otra ventaja de utilizar la estación total es que se puede determinar el desnivel entre estructuras y el desnivel entre piernas de la subestructura por nivelación trigonométrica.

Cuando sólo se utilizan equipos DGPS, cuando se realiza el asentamiento de la subestructura en el fondo marino, en el programa de navegación se realizan grabaciones de coordenadas cada segundo durante unas tres ó 6 horas (Dependiendo de la calidad de recepción) y se determina la desviación estándar en xy además de la elipse de error para determinar las coordenadas finales de instalación de la subestructura en el sitio planeado.



Position Files						
Count	Time	Easting	Northing	Latitude	Longitude	Height
11796	07:00:30.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11797	07:00:31.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11798	07:00:32.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11799	07:00:33.543	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11800	07:00:34.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11801	07:00:35.543	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11802	07:00:36.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11803	07:00:37.544	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.19
11804	07:00:38.544	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11805	07:00:40.544	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.19
11806	07:00:41.544	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.19
11807	07:00:42.545	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.19
11808	07:00:43.543	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.29
11809	07:00:44.544	540010.71	2086596.40	18.52:19.657 N	92:37:12.531 W	60.19

Statistics						
Count	Value	Easting	Northing	Latitude	Longitude	Height
11809	Mean Value	540010.73	2086596.45	18.52:19.656 N	92:37:12.530 W	60.27
11809	St. Deviation	0.23	0.08	0.00:00.003 N	0.00:00.008 E	0.09



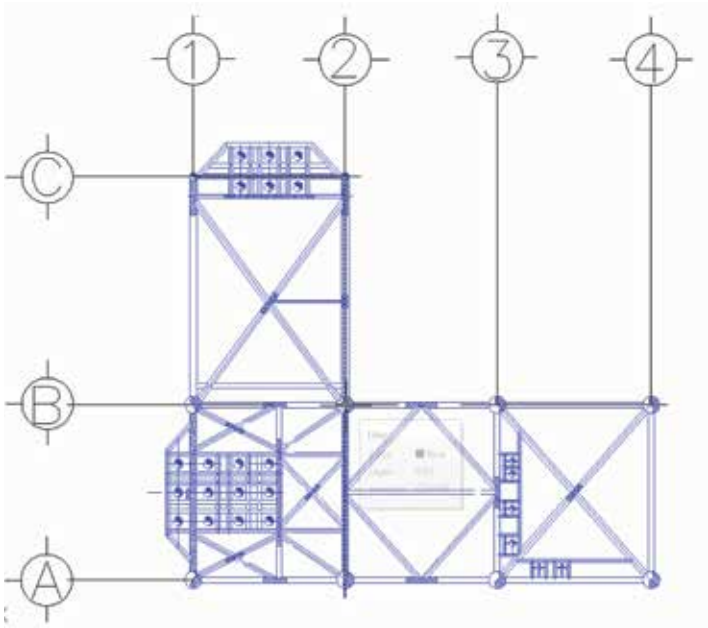
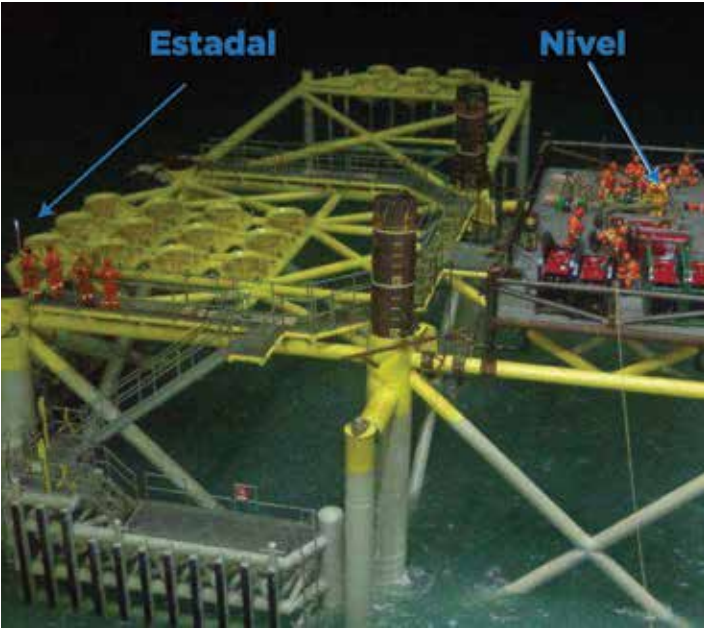
Determinación de las coordenadas precisas de cada antena DGPS

FASE 3: PILOTEO DE SUBESTRUCTURAS (HINCADO DE PILOTES)

Una vez depositada la subestructura en el fondo marino de acuerdo con las coordenadas planeadas, se realiza una nivelación topográfica inicial para determinar cuál es la pierna más alta y la pierna más baja para definir la secuencia del hincado de pilotes. Se realizan nivelaciones diferenciales utilizando niveles automáticos de precisión durante la etapa del hincado de pilotes. Al finalizar el hincado de pilotes se realiza una nivelación topográfica final de la subestructura para verificar que quede nivelada dentro de norma.



Hincado de pilotes en una subestructura tipo Octápodo. Para su nivelación se establecen ejes transversales y longitudinales con letra y números respectivamente para elaborar los registros topográficos y determinar la pierna más alta y la pierna más baja. El estadal se coloca en cada pierna y el Nivel en el centro de la subestructura, tratando de mantener equidistancias hacia los puntos visados.

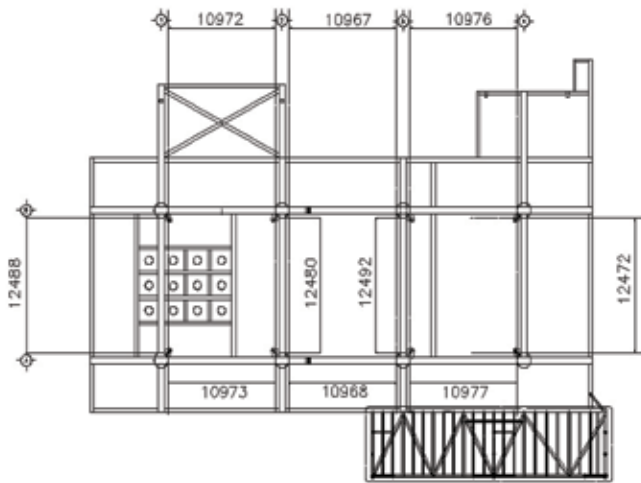


Nivelación Topográfica del Octápodo						
No. Nivelación	1	Estación				
Punto Visado	Lectura (mm)	Orden de Toma	Horario de Toma			
B4	2860	1	08:22	DIF A1-A4	15	DIF B4-A4
A4	2847	2	08:25	DIF A1-B1	1	13
B1	2831	3	08:28	DIF B1-B4	29	DIF A4-B1
A1	2832	4	08:31	DIF A1-B4	28	16
Punto más Alto	2831	B1				
Punto más Bajo	2860	B4				

FASE 4: INSTALACION DE SUPERESTRUCTURAS.

Las superestructuras deben ser levantadas topográficamente en los patios de fabricación para verificar que cumplan con la geometría de proyecto. Se conocen entonces las medidas físicas entre piernas y los planos inclinados definidos por los puntos altos y puntos bajos en cada pierna de la superestructura.

Medición de las distancias entre las piernas de la superestructura TSIMIN-C



Acotaciones en mm.

COLUMNA	P.A. cota	P.T. cota	P.B. cota
A1	3.206	3.154	3.139
$P.A. \text{ desnivel} = 0.067$ 			

COLUMNA	P.A. cota	P.T. cota	P.B. cota
B1	3.261	3.204	3.172
$P.A. \text{ desnivel} = 0.089$ 			

COLUMNA	P.A. cota	P.T. cota	P.B. cota
A2	3.191	3.143	3.122
$P.A. \text{ desnivel} = 0.069$ 			

COLUMNA	P.A. cota	P.T. cota	P.B. cota
B2	3.249	3.193	3.184
$P.A. \text{ desnivel} = 0.065$ 			

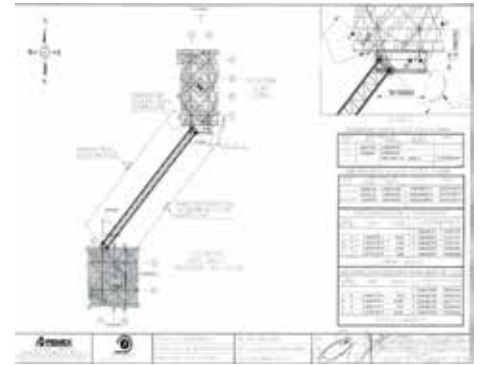
Finalizado el hincado de pilotes y quedando nivelada la subestructura dentro de norma, se procede a trazar los puntos de trabajo, que definen el plano de corte de pilotes para cada pierna, de acuerdo al proyecto. Se deben localizar los planos de corte a la elevación e inclinación que indica el proyecto, tomando en cuenta la pendiente de cada pilote. Localizados los planos de corte se miden las distancias de centro a centro de las piernas de la subestructura, que deben ser equivalentes a las distancias entre piernas de la superestructura medidas en el patio de fabricació.



Se utilizan estaciones totales y niveles automáticos: por métodos topográficos se determinan los planos horizontales e inclinados para cortar los pilotes e instalar las superestructuras; se verifican las distancias con cinta, las tolerancias lineales son del orden de 5 a 10 mm, en ocasiones el acero se deforma al someterse a esfuerzos. A partir de los levantamientos se elaboran los planos topográficos correspondientes.

Se elaboran planos topográficos de la verificación de distancias y elevaciones entre subestructuras y superestructuras.

Plano topográfico de las instalaciones.



Se utilizan embarcaciones con grúas de 1800, 3000 y hasta 7000 ton. de capacidad de izaje de acuerdo a la plataforma (Superestructura) a instalar.



Transporte e instalación de una superestructura tipo octápodo, garantizando su instalación mediante levantamientos topográficos de subestructura y superestructura para su acoplamiento.



Izaje de subestructura (Tripode) y superestructura (Deck).

Cuando se instalan Trípodos y Tetrápodos en ocasiones se instalan puentes que unen a las estructuras instaladas, para ello debe realizarse otro levantamiento para determinar que la pendiente y longitud del puente cumpla con la ingeniería de proyecto.

CONCLUSIONES

La Ingeniería Topográfica y Geodésica interviene en todas las fases de un proyecto de instalación de plataformas. Esta intervención es fundamental para poder pasar de una fase a otra del proyecto. La Geomática es aplicada mediante el uso de sistemas de Navegación con cartas electrónicas, vinculados con sistemas DGPS y la referencia de imágenes en formatos espaciales, obtenidas de los levantamientos hidrográficos. Las plataformas marinas tienen su representación geodésica en el marco de referencia local, todas las plataformas marinas tienen coordenadas geodésicas obtenidas en tiempo real para el centro de cada plataforma y conforman una base de datos que se carga en las cartas electrónicas. La topografía es fundamental para verificar que la geometría y dimensiones de las estructuras cumplan con la ingeniería de proyecto. En la fase posterior al hincado de pilotes, se requiere localizar y trazar ejes y puntos de trabajo con precisión mediante planimetría y altimetría.

Se utiliza mucha tecnología de vanguardia, para cada fase del proyecto, como herramienta básica para desarrollar trabajos de calidad en la instalación de plataformas marinas. Los Ingenieros Topógrafos, Geodestas y Geomáticos deben contar con conocimientos especiales para el manejo de estas tecnologías y desarrollar los procedimientos a seguir, es decir, los procedimientos dependen del tipo de tecnología a utilizar. Estos elementos hacen que nuestra profesión tenga una gran trascendencia en proyectos de instalación de plataformas marinas.





CITAC

Colegio de Ingenieros Topógrafos A.C.



16° CONGRESO NACIONAL E INTERNACIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA, GEODÉSICA Y GEOMÁTICA

La transformación y sustentabilidad de la ingeniería
topográfica ante los retos científicos, tecnológicos
y de innovación

Cancun ICC

Cancun-International Convention Center

4, 5 y 6 de Noviembre de 2020

MZ-48 L-08 Oficina 2 1.N. Blvd. Kukulcan, Zona Hotelera 77500 Cancún, Quintana Roo

FECHA	SOCIO	PUBLICO GENERAL	EXTRANJERO	ESTUDIANTE
ENE-ABR	\$4,500	\$5,000	\$250 USD	\$2,500
MAY-JUL	\$5,000	\$5,500	\$250 USD	\$3,000
AGO-OCT	\$5,500	\$6,500	\$300 USD	\$3,500
4 NOV	\$6,000	\$6,500	\$300 USD	\$4,000

Informes:
CITAC
Tel. 55.5512.1774
citac@citac-mex.org.mx

Datos para pagos:
Institución Bancaria: BBVA Bancomer
No. De Cuenta: 0141579053
Beneficiario: Colegio de Ingenieros Topógrafos, A.C.
CLABE: 012180001415790537



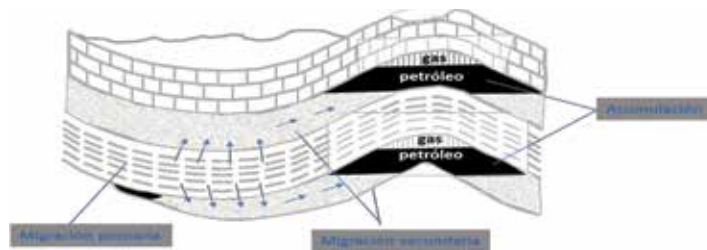
Sistemas y Servicios para Topografía, S.A. de C.V.



POSICIONAMIENTO Y NAVEGACIÓN DURANTE LA ADQUISICIÓN DE UN ESTUDIO SÍSMICO MARINO

JOSÉ GERARDO BELTRÁN VÁZQUEZ
INGENIERO TOPOGRAFO Y FOTOGRAMETRISTA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Los estudios de sísmica marina se enfocan principalmente en identificar áreas con depósitos de hidrocarburos, pero el ambiente marino resulta ser por naturaleza inestable para la determinación de posiciones geográficas, una gran cantidad de factores afectan la adquisición de datos: temperatura, profundidad, salinidad, mareas, corrientes, por citar solo algunos, y todos deben ser evaluados métricamente para poder tener los mejores resultados.



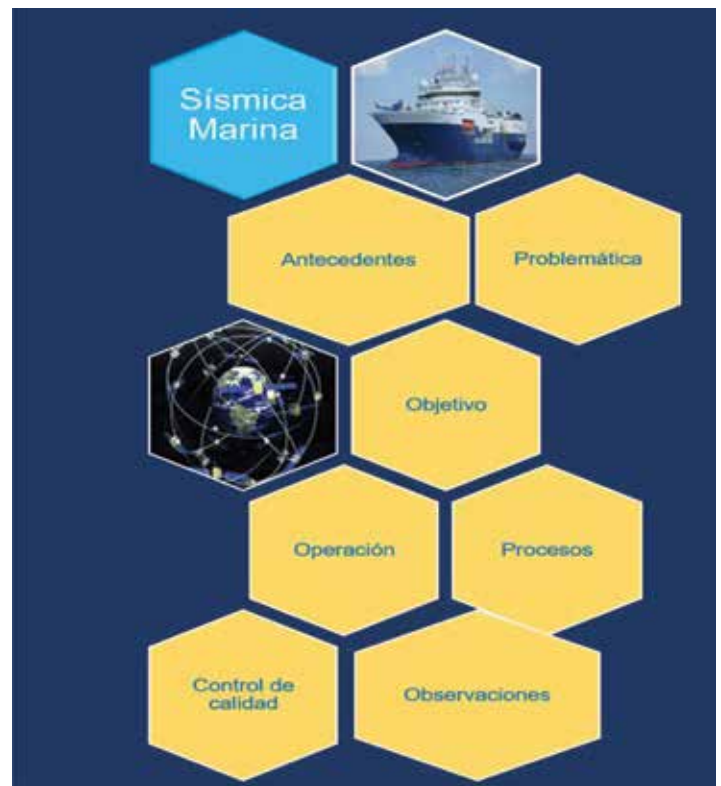
Para poder identificar los posibles depósitos se requiere utilizar métodos indirectos, la Geofísica es la ciencia que se encarga de estudiar las estructuras internas de la tierra, las cuales pueden ser estructurales o estratigráficas y de ahí, los geólogos, mediante la interpretación de los resultados podrán determinar si existen las condiciones geológicas para la acumulación de hidrocarburos.

Para entender mejor comparemos un ultrasonido donde se emite una cierta energía y mediante ecos se determinan figuras, que nos permitirán identificar nuestro objetivo.

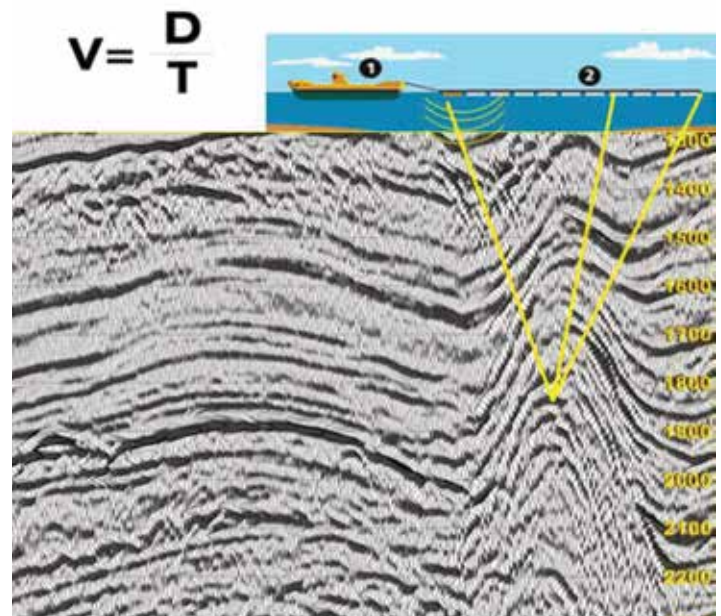


Solo que, en el caso de la geofísica, las posiciones geográficas de la fuente de energía y los receptores es básica para poder determinar los puntos de reflexión, esto mediante el tiempo que emplean las ondas en su viaje desde su emisión hasta sus puntos de recepción.

En esta figura se puede ver el punto de generación de energía algunos metros detrás de la embarcación y posteriormente el tendido de los cables en una longitud de 8.1 Km, donde se ubican los receptores sísmicos, también se anota la fórmula de la velocidad, así como las figuras de triángulos que se



van formando durante el desplazamiento de la embarcación y como en todos los proyectos de ingeniería, la posición geográfica resulta ser la base de los procesos subsecuentes. Si alguna de las posiciones no es correcta, tendremos los que se identifican como errores geométricos, afectando la secuencia del estudio.



Las herramientas con las que disponemos actualmente son variadas y por demás asombrosas, pero nuestra experiencia y criterio nos permitirá identificar pasos o acciones básicas que garantizarán la calidad, precisiones, exactitud y por ende la calidad de nuestros trabajos, asegurando así el proceso de la adquisición de datos y la oportunidad de poder descubrir o desarrollar acumulación de hidrocarburos. Por regla general de operación se debe de asegurar el

correcto funcionamiento de los sistemas y equipos que intervendrán en el proyecto, así como las correcciones que tendríamos que establecer para poder operar dentro de los rangos de exactitud requeridos.

Contamos con diferentes puertos de altura donde los barcos llevan un proceso de revisión aduanal y de seguridad a las embarcaciones, en el Golfo de México los puertos de Tampico, Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos son los más usados para este tipo de operaciones, en nuestras bases técnicas la calibración de los equipos es el principio de contacto con los operadores. El Marco de referencia Geográfico Oficial ITR-08 época 2010.0 determinará nuestra base para los sistemas de coordenadas a utilizar, se solicitan los certificados de instalación y calibración del fabricante, se determinará la geometría de la embarcación realizando las mediciones desde tierra a los diferentes puntos establecidos e identificados en toda la embarcación (babor, estribor, proa y popa) así como las antenas de los sistemas de navegación que disponga el barco que serán los puntos bases de las mediciones.



Determinación de centro del Barco y ubicación del Traductor.

El barco dentro de su sistema de Navegación tiene integrados dos Girocompás IXSEA OCTANS III, que funcionan de manera continua.

El Girocompás señala al Norte Geográfico, es decir, la dirección del eje de rotación de la Tierra y no al Norte Magnético.



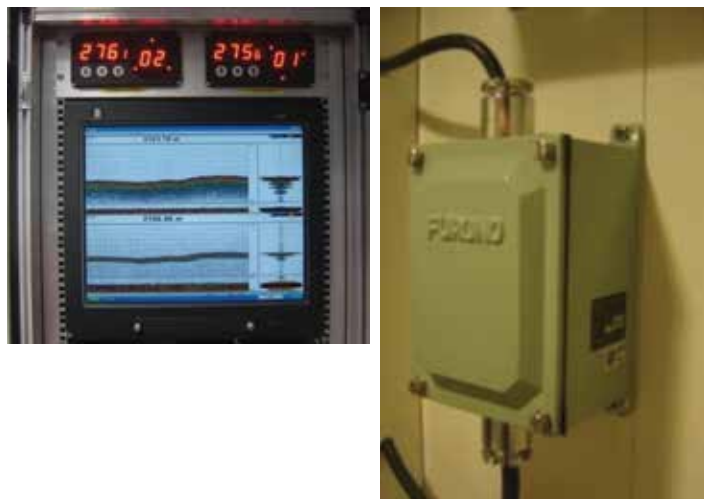
Girocompás ubicado en el puente de mando del Barco

La característica principal de este Giroscopio es que está diseñado para uso rudo, construido con fibra óptica, es el único sensor que tiene integrado un motosensor y acelerómetros en tiempo real, lo cual le permite trabajar sin importar la velocidad, la altura o restricciones de posición en Latitud, su precisión no es afectada por marea alta u olas de gran altura.

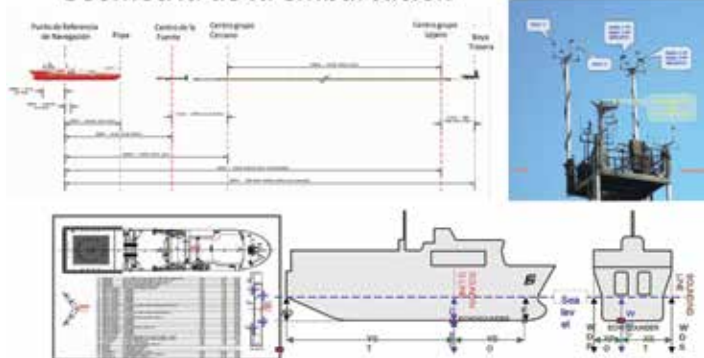
Registro continuo de datos batimétricos.

El barco se encuentra equipado con un equipo Ecosonda independiente que funciona constantemente para determinar las profundidades del piso marino y así asegurar la integridad del dato obtenido.

El perfil Batimétrico, se registra en forma continua, en formato Analógico y Digital, en las dos frecuencias de operación 12 y 38 khz, con un muestreo constante a cada segundo. Consistente con la velocidad del barco, también se realizan mediciones para obtener la velocidad del sonido en el agua, la temperatura y la salinidad.



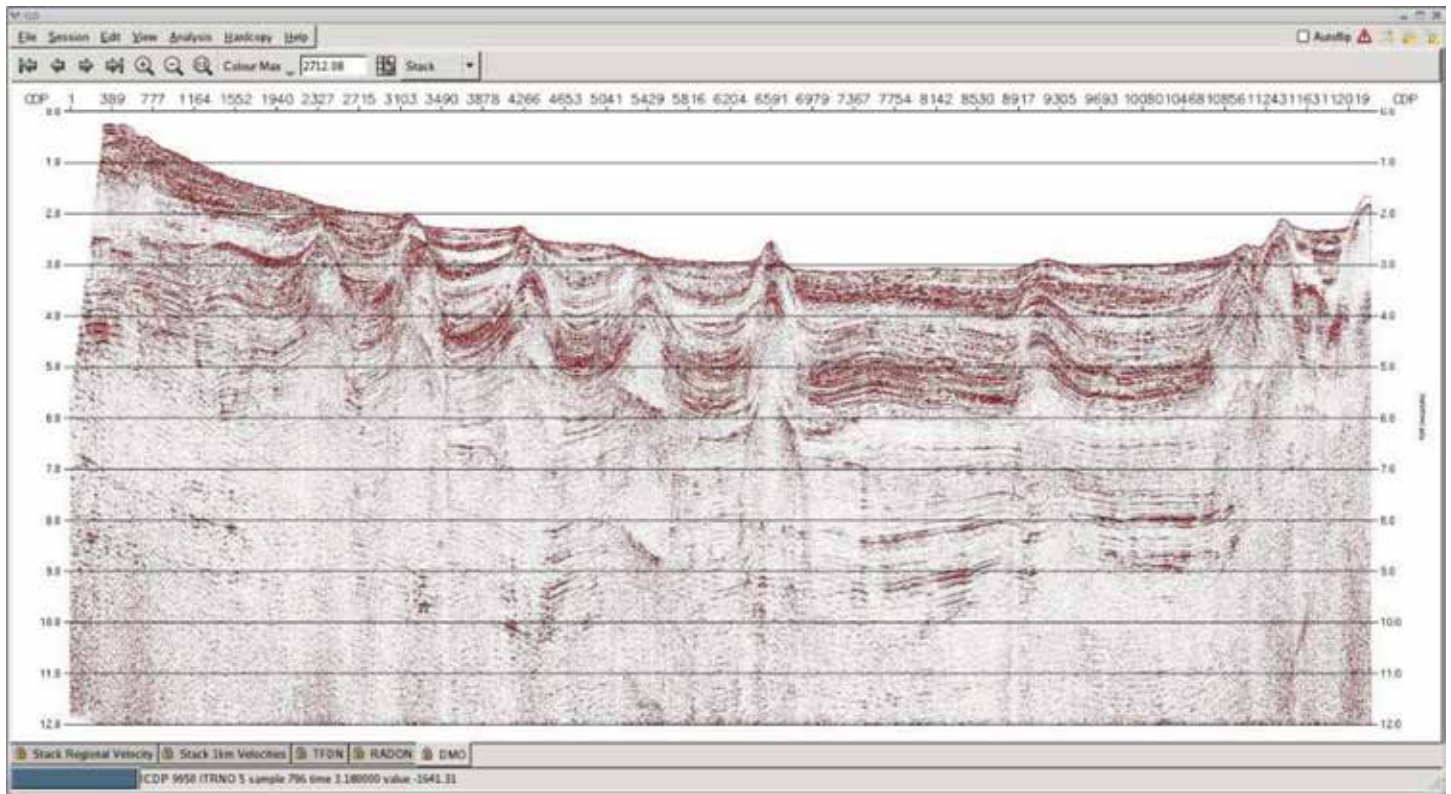
Geometría de la embarcación



Se ubican puntos en tierra en los muelles que sirven de base para determinar los movimientos que se efectúan al realizar la colección de datos.

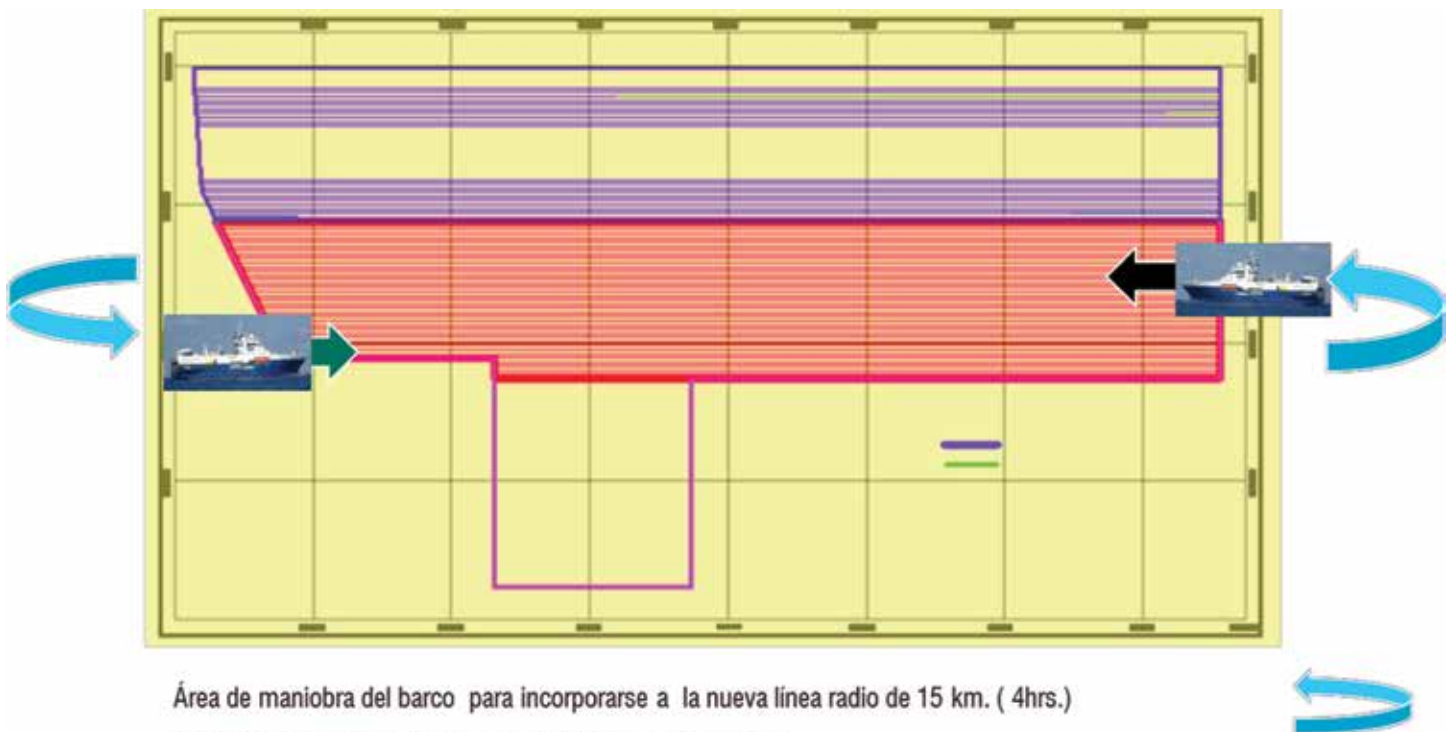


Perfil del fondo marino.

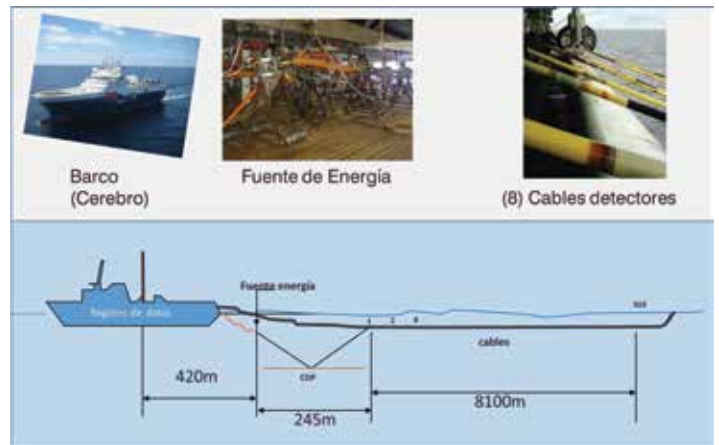


Logística de operación.

Para realizar el estudio se genera un Pre-plot (Coordenadas predictivas) que nos darán el rumbo de cada línea, que deberá navegar el barco para cubrir toda el área del estudio.



Parte importante y vital para las operaciones es la flota de apoyo suministros (combustibles, víveres, personal).



Un equipo de registro, una fuente de energía, cables y receptores son los elementos básicos para llevar a cabo un estudio sísmico.



En las operaciones diarias se requiere del apoyo de los botes de trabajo y de un helicóptero que auxilia también en las labores de rescate.



Características del Sistema De Navegación Integrado.

El sistema de navegación integrado debe de ser automático y capaz de integrar toda la información y de procesar de manera combinada las entradas de datos para obtener una solución única, utilizando pesos para diferenciar datos, rechazando aquellos que se encuentran fuera de los límites establecidos, ajustándose a las especificaciones del contrato en específico.

El sistema debe funcionar en una estación de trabajo en red, que comprenda varios módulos o nodos que realizan diversas funciones.

Las funciones principales deben ser:

- Adquisición y registro de datos de navegación
- Predicción de disparos y posicionamiento
- Posicionamiento de la fuente y cables en tiempo real
- Filtro Kalman con estadísticas de pruebas
- Direccionamiento vía interfase con el autopiloto
- Tamaño de la celda en línea
- Análisis QC y control de calidad de los datos de navegación.
- Procesamiento de datos casi en Tiempo Real (*Modulo NRT)
- *El módulo de procesamiento NRT (Próximo al Tiempo Real) produce un archivo de datos en un lapso de aproximadamente cinco minutos al final de la línea.

Sistemas De Posicionamiento (Dinámico).

Sistemas de navegación primario, secundario y terciario.

El sistema Starfix-XP es una solución de "corrección de órbita" DGPS. La corrección de datos efímeros es entregada a través de una variedad de enlaces de satélite y se utiliza Multifix para producir una solución de precisión en decímetros para el posicionamiento.

El sistema Starfix-HP es sistema de fase portadora, con frecuencia dual. Los retrasos en la ionosfera se calculan y se eliminan a través del uso de las dos ondas portadoras, L1 y L2. La medición de la fase portadora se utiliza para obtener la precisión sub-métrica. El sistema está diseñado para ofrecer la siguiente precisión utilizando una sola estación de referencia a 1000 km de distancia:

- Horizontal: 0.20m
- Vertical: 0.30m

El sistema proporciona la posición y el control de calidad de los datos directamente al INS.

El sistema de navegación terciaria es una instalación idéntica al sistema secundario, este equipo opera cuando se presenta una falla en el software o hardware de los sistemas de posicionamiento primario y secundario.

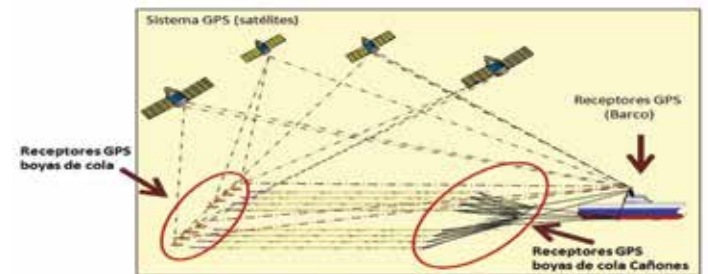
Brújulas de los Cables.

Los pájaros tienen dos propósitos:

- Controlar la profundidad de los cables
- Ayudan a determinar la dirección de los cables

Arreglo: Mínimo de 30 pájaros a lo largo de cada uno de los cables sísmicos, espaciados 300 m con una unidad adicional en la parte posterior de los cables sísmicos para proveer redundancia cercana al centro del primer grupo receptor y del último receptor.

Posicionamiento.



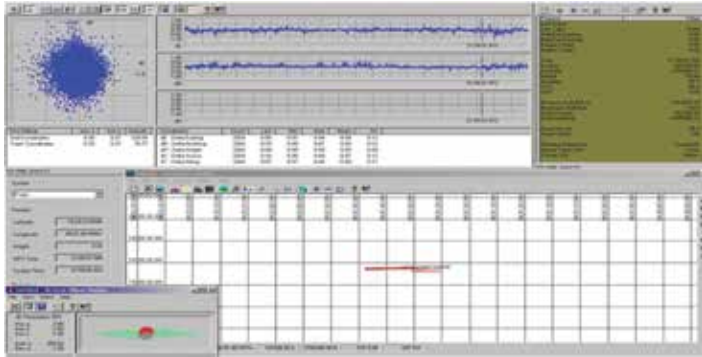
Tolerancias establecidas para el posicionamiento



- Centro de la fuente: +/- 5m en relación con el valor nominal configurado
- Centro del primer grupo: +/- 5m en relación con el valor nominal configurado
- Centro del ultimo grupo: +/- 10m en relación con el valor nominal configurado
- Valor de tolerancia para posicionamiento de boyas delanteras y de cola: +/- 5m
- Valor máximo de PDOP: 5
- Las brújulas serán rechazados si exceden de 0.5° (grados)



Monitoreo de Navegación.



Red Acústica: Posicionamiento fuente

El sistema de rastreo RGPS consiste en unidades GPS con radios de telemetría de 450 MHz UHF integrados, ubicados en los seis arreglos de pistolas.

El sistema está compuesto de transceptores montados en el casco de la embarcación, en las fuentes, en los cables sísmicos, en las boyas de lado de babor y en el de estribor, además de la unidad controladora a bordo.

La red acústica debe de contar con Velocímetros, estos datos se utilizan para verificar la validez de la escala acústica de las mediciones durante el post-procesado.

Red Frontal:

El propósito de la red frontal es empatar el extremo cercano de los cables sísmicos y las fuentes con la embarcación y las boyas frontales.

Red Media:

El propósito de la red media es principalmente monitorear la separación de los cables sísmicos.

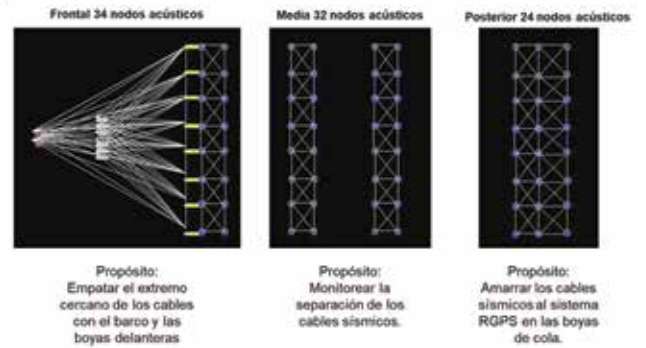
Es el ambiente relativamente silencioso ya que está alejado de la burbuja de pistola y el lavado de propela.

Red Posterior:

El propósito principal de la red posterior es amarrar los cables sísmicos al sistema de posicionamiento RGPS en las boyas de colas.

Los periodos de mal tiempo generalmente afectan las secciones elásticas finales.

RED



Control de Calidad

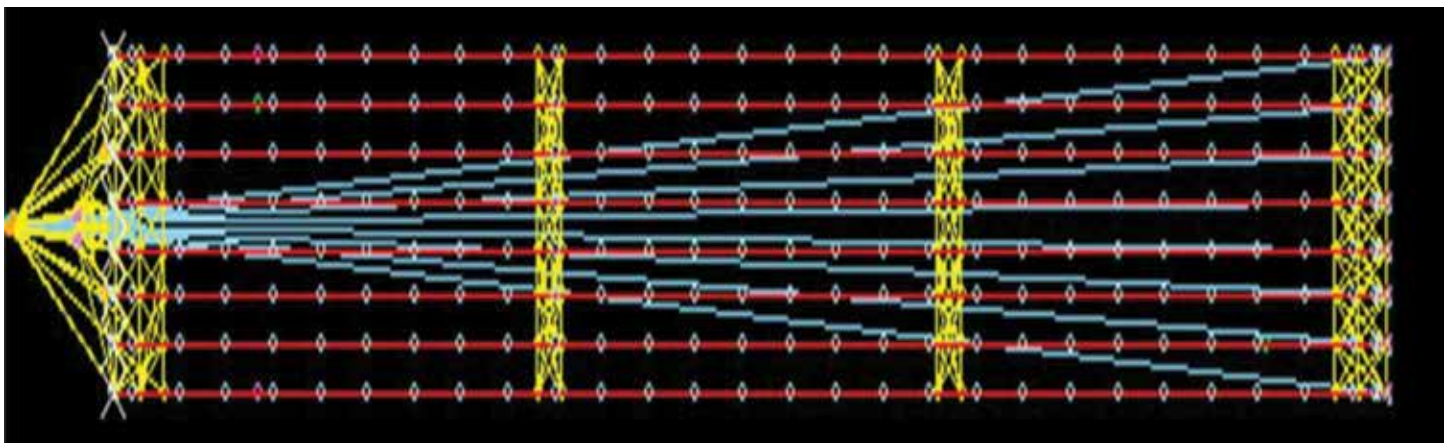
Se utiliza un sistema acústico de medición (Red) con una tolerancia de ± 5 metros para obtener las posiciones del centro de la fuente, terminales frontales y terminales de cola de los cables marinos, con respecto al punto de referencia del barco, a la par se estuvo monitoreando la posición de las fuentes, receptores, boyas y cables. Se utilizan brújulas en cada uno de los cables marinos a intervalos definidos no excediendo los 300 metros.

Como se podrá observar la adquisición de datos sísmicos requiere de una gran infraestructura y conocimiento de los sistemas de posicionamiento y navegación, el criterio que nos permita trabajar en un medio inestable pero controlado, estos datos tendrán como destino final la perforación de pozos exploratorios que servirán para evaluar la dimensión de los probables depósitos de hidrocarburos así como del uso de un solo Marco de referencia geográfico para garantizar la trazabilidad de la información.

Nuestro trabajo como especialistas es importante y trascendental en todas las ingenierías.

Los que estén interesados en conocer más sobre el tema favor de comunicarse con:

José Gerardo Beltrán Vázquez.





ITARQ

Ingeniería Topografía y Arquitectura

SERVICIOS



Levantamientos topográficos a detalle.

Brigadas de construcción y supervisión.



Deslindes y peritajes.

Proyectos arquitectónicos



"Topografía, con pasión"

CONTACTANOS

✉ oficialitarq@gmail.com

itarq.com.mx

☎ (+52+55) 5861 6952

Síguenos

📱 (+52+55) 2894 4865



SISTEMAS AVANZADOS Y PROYECTOS, S.A. DE C.V.

ING. KRASSIMIR KIRILOV IANKOV

[Q.E.P.D.]

TOPOGRAFÍA DESDE EL AIRE

Breve reseña histórica

Desde tiempos de Tales de Mileto y Anaximandro (624 - 548 A.C.) ya existía la necesidad de crear mapas que reflejaran lo más certeramente posible la semejanza al terreno natural. Así de esta forma nace la ciencia que hoy conocemos como "Topografía", que ha venido evolucionando y que ahora nos ayuda a dotar de coordenadas geográficas a puntos de la superficie para poder crear y diseñar modelos perfectamente semejantes al terreno.

De 1816 a 1831 nace la fotografía y casi inmediatamente nace también, la inquietud de combinarla con la topografía para establecer un conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales poder deducir de la misma fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo. En 1851 el francés Laussedat inventó la fotogrametría cuando logro por primera vez obtener planos exactos de edificios y pequeñas extensiones a partir de la fotografía, siendo este el principio de la llamada en su día fotogrametría ordinaria.

El desarrollo de la fotogrametría ha continuado hasta nuestros días, de esta forma ha pasado por diferentes etapas: Fotogrametría de plancheta, fotogrametría analógica, fotogrametría analítica y la más reciente es la fotogrametría digital.



Durante el transcurso de estas etapas y con el importante desarrollo de la aviación, se llegó a combinar la fotografía, la topografía y la aviación, siendo las avionetas y los helicópteros hoy por hoy unos de los principales elementos utilizados para realizar un levantamiento fotogramétrico.

En la fotogrametría de plancheta, las imágenes se tomaban en el terreno y se utilizaban principios geométricos para extraer las relaciones entre los objetos.

La fotogrametría analógica llegó con la introducción de estereoscopios en 1901, estos instrumentos ópticos y mecánicos permitían obtener la geometría tridimensional de 2 fotografías traslapadas. Durante esta etapa el principal producto eran los mapas topográficos.

La llegada de la computadora provocó la siguiente etapa; la fotogrametría analítica. Aparatos ópticos y mecánicos fueron remplazados por computadoras y es en esta etapa en la cual surgen la aerotriangulación analítica, los restituidores analíticos y los proyectores de ortofotos. Los productos principales ya no eran solo los mapas topográficos si no también los mapas digitales y los Modelos Digitales de Elevaciones.

En la fotogrametría digital muchos procesos son automáticos como: la

extracción de DEM y la generación de ortofotos digitales, las imágenes son capturadas mediante cámaras digitales y son cargadas directamente a las computadoras. Todos los productos principales son en formatos digitales y son fácilmente almacenados, administrados y aplicados por los usuarios. El desarrollo de la fotogrametría digital ha permitido integrar fácilmente otras aplicaciones como lo son: la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG).

Así entonces un levantamiento fotogramétrico es la aplicación de la fotogrametría a la topografía. Siendo realizado el levantamiento fotogramétrico mediante imágenes aéreas podemos decir entonces que los productos topográficos son obtenidos desde el aire.

Introducción

La fotogrametría se puede definir como una ciencia y arte de obtener o realizar medidas correctas en base a fotografías, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados, por ejemplo, tamaño, forma y posición.

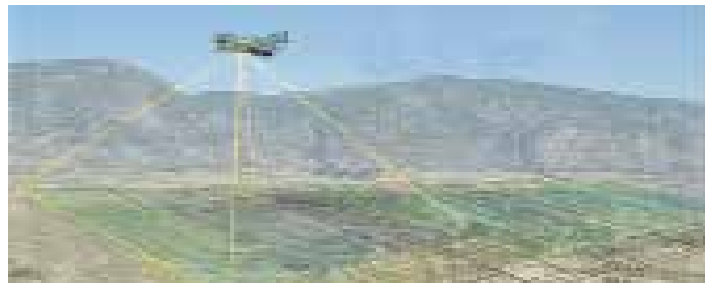
Es importante mencionar que la fotogrametría depende en gran parte de los avances tecnológicos para ser impulsada, porque empezó en un principio con la invención de la fotografía, después con la invención de los aviones y finalmente con la aparición de los ordenadores. Así al mismo tiempo la fotogrametría es entonces una disciplina en constante evolución tecnológica y en constante adaptación a las necesidades del mercado. La fotogrametría analítica ha supuesto avances sustantivos en calidad y eficiencia respecto a la analógica.

A su vez, la fotogrametría digital potencia las herramientas matemáticas de la fotogrametría analítica y del proceso digital de imágenes además permite que la técnica fotogramétrica sea más competitiva así como abierta a la generación de todo tipo de productos cartográficos y de representación, tanto en dos como en tres dimensiones.

En la actualidad, los procesos fotogramétricos se integran en múltiples entornos: CAD, BD, SIG, procesamiento de imágenes, Web y multimedia, entre otros. Todo ello facilita la generación de una extensa gama de productos y soluciones con gran rapidez además de calidad, tales como: mapas cartográficos, rectificaciones, ortofotografías, modelos fotorrealísticos, modelados de piezas, control de estructuras y deformaciones, etc. El ámbito de aplicación de la fotogrametría deja de estar limitado al mundo de la cartografía y se amplía a otros campos y disciplinas tales como la arquitectura, la arqueología, la conservación del patrimonio histórico-artístico, la conservación medioambiental, la preservación y gestión de los recursos naturales, la medición y el control industrial, etc.



*Fig. 1 Cámara métrica modelo RMKTOP
NOTA. La cámara debe calibrarse cada año y contar con un certificado de calibración en dónde se especifican detalladamente los parámetros de calibración.*



Proceso de fotogrametría digital

El proceso para realizar un levantamiento fotogramétrico incluye un conjunto de operaciones necesarias para obtener los productos principales y se puede dividir en etapas encadenadas de modo que cada proceso necesita de los anteriores.

- Toma de fotografías aéreas con cámara métrica o con cámara digital
- Escaneo de fotografías
- Control terrestre
- Orientación automática de modelos
- Aerotriangulación
- DEM/DTM
- Ortofotografía
- Restitución



Toma de fotografías aéreas con cámara métrica
Esta etapa del proceso fotogramétrico consiste en sobrevolar el área con avión y tomar fotografías verticales que cubran toda el área necesaria y que se traslapen longitudinal y transversalmente. Por norma estos traslapes deben ser del 60% longitudinalmente y del 30% transversalmente.

La toma de fotografías depende del área que se pretende fotografiar y del nivel de detalle y precisión que se busque, tomando en cuenta que un vuelo más bajo nos ofrece mayor precisión en cuanto al tamaño y posición de los objetos fotografiados, por el contrario, un vuelo alto pierde un poco de precisión y detalle.

Las fotografías son tomadas con cámaras métricas de calibración muy exacta de sus parámetros ópticos, dentro de los cuales se encuentra la distancia focal, la cual se define como la distancia desde el centro del

Las fotografías resultantes no cuentan con una escala exacta, sin embargo, puede hablarse de una escala media de las fotografías que aunque no exacta es muy aproximada a la escala real que se busque obtener. (Ver Fig. 2).



Fig. 2 Fotografías verticales tomadas en vuelo bajo a escala 1:4000

El formato estándar de las fotografías es de 23 X 23cm, se ordenan en líneas y con números consecutivos de cada fotografía, además que cada fotografía debe contener no solo la información gráfica si no también información como:

- Empresa que contrato el vuelo
- Empresa que realizó el vuelo
- Zona de vuelo
- Fecha
- Hora
- Escala aproximada de fotografías
- Numero de línea
- Numero de fotografía
- Información de la cámara métrica (Distancia focal)
- Marcas fiduciales
- Altímetro con la altura aproximada sobre el nivel del mar

Escaneo fotogramétrico

El proceso de escaneo es básicamente para obtener las imágenes en formato digital. El escaneo debe realizarse en escáneres especiales con capacidad de almacenar imágenes de gran calidad y excelente exactitud de posición. De la cámara métrica se obtiene una película con todas las imágenes tomadas, esta película entra directamente en el escáner fotogramétrico y son grabadas en el formato digital. (Ver Figuras 3 y 4).



Fig. 3 Escáner fotogramétrico y Fig. 4 Rollo de película montado en escáner.

La resolución de píxel del escaneo depende de cada aplicación, así por ejemplo las aplicaciones de aerotriangulación y extracción de objetos requieren por lo general una resolución entre 10 y 15 micrones en B/N y de 20 micrones a color ya que es menos nítida. El procedimiento se realiza de manera continua, es decir, sin cortar la película de manera individual para escanearlos y previendo de esta manera, todo tipo de ralladuras y pérdida de calidad de imagen.

La resolución de las imágenes es uno de los factores principales que contribuyen a la exactitud general de la triangulación y de la ortorectificación, dicha resolución es determinada siempre por la resolución del escaneo. Es importante entonces, para cada proyecto que se pretenda realizar, tener muy en cuenta la resolución del escaneo ya que de esa resolución dependerá la exactitud final de dicho proyecto.

Levantamiento terrestre en la zona

La fotogrametría involucra el establecimiento de relaciones entre la cámara utilizada para tomar las imágenes, las mismas imágenes y el terreno. Cada una de estas 3 variables relacionadas debe establecerse además de definirse con respecto a un espacio de coordenadas y a un sistema de coordenadas.

Es importante considerar los sistemas de coordenadas de imagen que son sistemas de 2 dimensiones que ocurre en el plano de la imagen y que tiene origen en el centro de la imagen, que es el punto de la intersección de las marcas fiduciales, como se muestra por los ejes X y Y en la figura, las unidades de este sistema son milímetros o micrones. (Ver Fig. 5).

Las aplicaciones de la fotogrametría asociadas a toma de fotografías sobre terreno utilizan sistemas de coordenadas, de imagen y de terreno estableciendo una relación entre unas y otras para dar georeferencia de terreno a las imágenes.

Con el fin de dar georeferencia a todo un bloque de fotografías aéreas es necesario tomar entonces puntos de control terrestre (GCPs) que son el componente instrumental para poder establecer la relación exacta entre la cámara, las imágenes y el terreno.

Toma de puntos de control terrestre

La preparación de apoyo terrestre empieza desde el gabinete ubicando en las fotografías de contacto del proyecto los puntos a posicionar en campo, dichos puntos son elementos foto identificables en la foto como en terreno, tomando en cuenta los factores de acceso al

punto con camioneta ó caminando sin la obstrucción de elementos como: árboles ó construcciones muy elevadas ya que no permitirá la buena recepción del GPS. El número de GCPs varía dependiendo de las dimensiones de cada proyecto. De acuerdo con el establecimiento de una relación entre el espacio de la imagen y el espacio del terreno, el número teórico mínimo de GCPs es de 2 cada 3 imágenes. (Ver Figura 6).

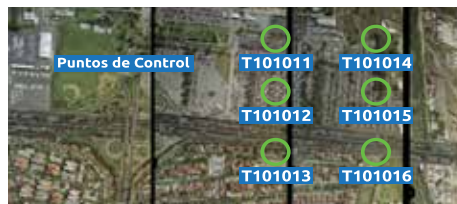


Fig. 6 Ubicación de los puntos de control sobre fotografías de contacto y en la zona.

La exactitud de un proyecto cartográfico puede aumentar si se toman más GCPs.

Orientación automática de modelos

El proceso de orientación automática de modelos se lleva a cabo en 3 diferentes tipos de orientaciones:

Orientación Interior.
Orientación Exterior.
Orientación Absoluta.

Orientación Interior

Para entender lo que es la orientación interior debemos primeramente definir otro sistema de coordenadas de la misma imagen denominado sistema de coordenadas espaciales de la imagen.

Dicho sistema es idéntico al sistema de coordenadas de imagen solo que se añade un tercer eje (Z) y el origen de proyección de este sistema esta definido en el centro (S). El eje Z es el eje óptico, de manera que el valor z de un punto en la imagen es el valor de la distancia focal f. (Ver también Fig. 7).

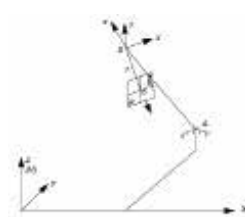
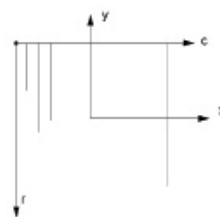


Fig. 5 Coordenadas de imagen y Fig. 7 Sistema de coordenadas espaciales de imagen.

Las variables asociadas con el espacio de una imagen deben ser definidas en el proceso de orientación interior. La orientación interior es usada para transformar el sistema de coordenadas imagen al sistema de coordenadas espaciales de imagen.

En la figura 8 se muestran las variables involucradas con la geometría interna de una imagen capturada desde el aire.

Orientación Exterior

El objetivo principal de la orientación exterior es obtener la posición y la orientación angular de cada imagen en relación con la referencia del espacio de cada objeto. Esta situación se muestra en la figura 9.



Fig. 8 Geometría Interna Orientación Exterior. "O" Representa el punto principal "a" Representa un punto sobre la imagen. y Fig. 9 Parámetros de orientación externos.

Se puede decir entonces que una imagen está orientada exteriormente si son conocidos sus seis parámetros de orientación exterior para la misma. Los parámetros posicionales son X_0 , Y_0 y Z_0 . Estos definen el centro de perspectiva con respecto al sistema de coordenadas espaciales.

Los parámetros rotacionales o angulares describen la relación entre el sistema de coordenadas espaciales del terreno (X , Y y Z) y el sistema de coordenadas de la imagen (x , y , z). Estos parámetros son omega (ω), phi (ϕ) y kappa (κ). En la misma figura 9 aparecen ilustrados estos parámetros.

Orientación Absoluta

La orientación absoluta es usada para geoposicionar un estereopar de imágenes relativamente alineado utilizando las coordenadas de los puntos de control tomados directamente en el sitio. Previamente se deben identificar esos puntos como puntos de imagen en la orientación relativa. Los parámetros de transformación de terreno a imagen son utilizados después para generar DTM/DEM y ortoimágenes. La orientación de modelos actualmente es un proceso casi totalmente sencillo y automático.

Aerotriangulación

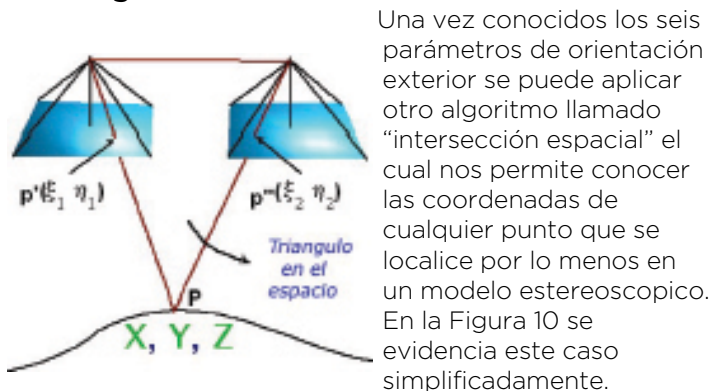
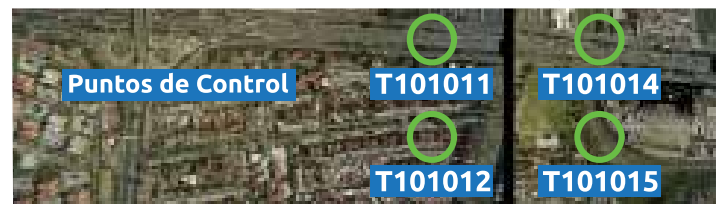


Fig. 10 Triángulo formado en el espacio entre dos perspectivas de una línea de vuelo.

La aerotriangulación representa un gran avance a las técnicas fotogramétricas para permitir la obtención de coordenadas de varios puntos del terreno a partir de la interpolación de apenas algunos puntos de campo, esto ayuda a reducir los costos de producción fotogramétrica. La aerotriangulación es una técnica empleada para la referenciación absoluta de un bloque (conjunto) de fotografías aéreas organizadas en pasadas contiguas. Su función es disminuir los costos de la campaña de apoyo en campo y acortar los tiempos de ejecución en la formación de cartografía por fotogrametría o imágenes de satélite.

Para ello, se toma un número limitado de puntos de apoyo en campo por GPS; a partir de esos puntos se crea una red geométrica de triángulos en todo el área considerado que permiten crear puntos de control 'virtuales' no tomados físicamente sobre el terreno (Ver Fig. 11).



Hoy en día (fotogrametría digital) todo el proceso es realizado sobre las imágenes digitales sin un marcado físico, pero basándose en las mismas técnicas geométricas y matemáticas para la concepción de la red de triángulos. Dichas técnicas suelen ser frecuentemente un modelo PATB ó PATM. Este procedimiento tiene la enorme ventaja de que ahorra grandes costos al disminuir la campaña de apoyo en campo requerida para referenciar el vuelo. Es especialmente útil cuando se trabaja en grandes proyectos en los que los vuelos son grandes. Por tratarse de un proceso de interpolación, no es absolutamente perfecto, sin embargo, son respetadas las precisiones alcanzadas para cada escala. Los parámetros obtenidos en la aerotriangulación son esenciales para las prácticas posteriores de rectificación, ortorectificación y restitución.

DEM/DTM

Hoy en día, el concepto de cartografía en general involucra el concepto de modelo digital de superficies (MDS). El modelo digital de superficies puede ser definido como cualquier representación numérica para una determinada superficie física de terreno a ser representada (relieve). De este modo, un MDS puede expresar varios tipos de atributos, tales como: temperatura, presión, entre otros y también por supuesto las altitudes. Cuando un DSM expresa altitudes, se le denomina "Modelo Numérico de Elevaciones" o "Modelo Digital de Elevaciones". Fig. 12.

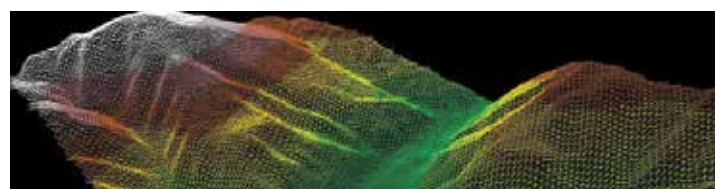


Fig. 12 ejemplo de MDE en vista isométrica.

Hay varias formas de obtener los datos para extraer las altitudes de un DEM. El método más usado en nuestros días para adquirir datos es vía GPS y es el método cinemático o semi-cinemático.

Para obtener DEM es importante conocer los parámetros de orientación exterior, es decir, la posición tridimensional de los centros de proyección y los ángulos de altitud de la cámara, para cada una de las imágenes adquiridas.

El siguiente paso sería la aplicación de un algoritmo para optimizar la localización automática de puntos homólogos, los cuales deben situarse en una misma línea epipolar y a partir de ahí se da la extracción de los puntos tridimensionales propiamente dichos. (Ver Fig. 13).

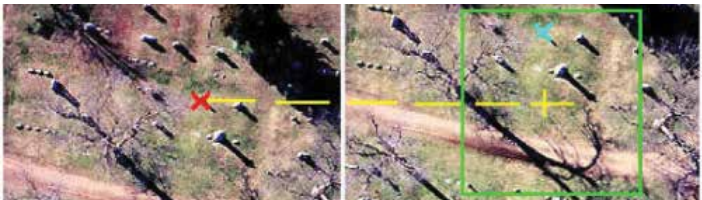


Fig. 13 Localización de puntos homólogos.

El modelo digital de elevación es generado mediante una malla tridimensional de puntos, en la cual cada punto posee coordenadas X, Y y Z sobre el terreno (Ver Fig.14).



Fig.14 Malla tridimensional de puntos.

Los puntos son equidistantes entre sí y la precisión depende del intervalo de DEM y a su vez este intervalo depende de la escala. (Ver Tabla siguiente).

ESCALAS	INTERVALOS DE CURVAS DE NIVEL	PRECISIÓN (METROS)
1:500	0.5 m.	<0.05
1:1000	1.0 m.	<0.12
1:2000	2.0 m.	<0.22
1:5000	5.0 m.	<0.46
1:10,000	10.0 m.	<1.00

Los puntos del modelo digital de elevaciones son la base de generación de curvas de nivel obtenidas de forma semi-automática. (Ver Fig. 15).

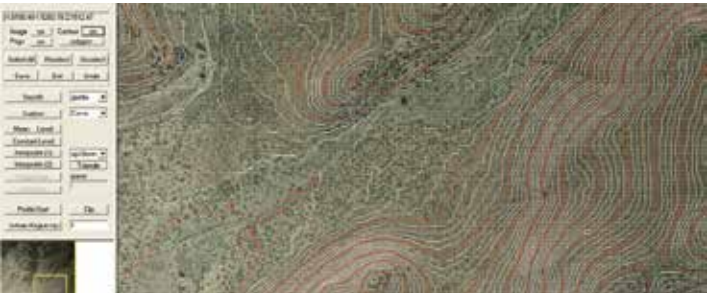


Fig.15 curvas de nivel semi-automáticas.

La cobertura de los puntos sobre el terreno natural permite configurar el modelo digital de elevaciones hasta el más mínimo detalle.

La fotogrametría va encaminada a la producción de ortoimágenes, esta producción exige cada vez más modelos numéricos de elevaciones para ser realizadas, en consecuencia, cada vez mas se requieren de los métodos fotogrametricos de extracción de modelos numéricos de elevaciones, ya que esto implica menor trabajo de campo y menor esfuerzo logístico.

Ortofotografía

La ortofotografía digital es una imagen rectificadas y georeferenciada al sistema de coordenadas de INEGI a escala fija. Se crea después de haber hecho la Aerotriangulación. El proceso consiste en ajustar imagen por imagen a los puntos aerotriangulados, una por una, las imágenes van tomando georeferencia y eliminando las líneas de mosaico entre una y otra hasta formar una sola imagen de toda una línea de imágenes en el sentido en que haya sido hecho el vuelo. (Ver Fig. 16).

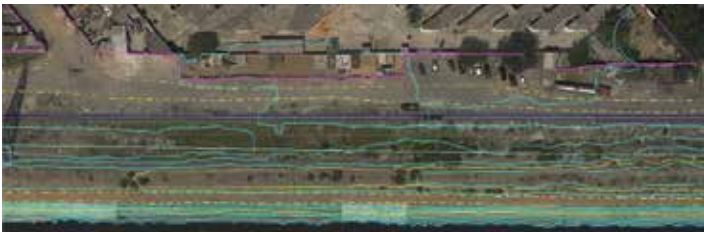


Fig. 16 Mosaico Digital georeferenciado al sistema cartográfico de INEGI.

Restitución fotogramétrica

La restitución es la última etapa dentro de la secuencia de trabajo en fotogrametría. En ella se junta todo el trabajo anterior (vuelo y apoyo) para trazar los mapas propiamente dichos. La restitución consiste en la formación de forma muy precisa de los pares estereoscópicos en un proceso que se denomina orientación de imágenes, y en la extracción posterior de los elementos contenidos en ellas mediante unos aparatos llamados Estaciones de trabajo. La tecnología de restitución ha evolucionado de los primeros restituidores analógicos a los analíticos y por fin a los de última generación digitales, que en realidad ya no son más que un ordenador con el software adecuado.

Por otro lado, la tecnología digital presenta grandes mejoras a la hora de formar ortofotos. Al igual que en el caso de los últimos restituidores analíticos, los digitales obtienen la geometría de la restitución directamente en formato digital, con lo cual la incorporación a los Sistemas de Información Geográfica no precisa de ningún paso de digitalización adicional. (Ver Fig. 17).



Conclusión

La fotogrametría digital ha ganado terreno a la fotogrametría analítica, en nuestros días cada vez es más útil y necesario un levantamiento fotogrametrico digital, debido a la gama de productos que esta ofrece al usuario.

PROGRAMA DE PRECIOS UNITARIOS

PARA LA TOPOGRAFÍA

ING. JOSÉ GUADALUPE AGUILERA BUENO

GOGO*NET

Nació en los años 1995- 1998 por iniciativa del Colegio de Ingenieros Topógrafos de León A.C. En Vísperas del 1er Congreso Nacional e Internacional de Ingeniería Topográfica Organizado por la Federación de Colegios de Ingenieros Topógrafos de los Estados Unidos Mexicanos AC (FECITEUMAC) su nacimiento consistió en la reproducción de un ejemplar denominado "ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA CIUDAD DE LEÓN GTO".

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de la realización de este ejemplar, consistió en la necesidad fortalecer al gremio de la Ingeniería Topográfica en el cobro de los precios justos y crear una herramienta que permitiera cotizar los levantamientos topográficos, con una metodología especial para este tipo de trabajos, considerando todos los elementos que en ellos intervienen, y que este documento les sirva a los ingenieros de experiencia, principalmente a los estudiantes.

ESTO ES GOGO*NET

GOGO*Net®
ONLINE Cotizador Topográfico en 3 pasos sencillos

GOGO*Net® es una herramienta en línea que nos ayuda a realizar presupuestos de levantamientos Geodésicos y Topográficos, para elaborar: Estudios, Proyectos y presupuesto de obra, tomando como base principal el Costo Histórico de Posesión y Operación de Equipos.

<http://fecgiteg-001-site3.ctempurl.com>

GOGO*net®

BENEFICIOS

Los beneficios alcanzados son: tener la certeza de realizar cotizaciones, con precios justos en tiempo y forma que permitan tener un trabajo bien remunerado, y la realización de este con calidad.

UN NUEVO COMIENZO

GOGO*NET es el inicio de un nuevo comienzo en esta era de la tecnología, aprovechando la investigación realizada y plasmada en el ejemplar de "Análisis de Precios Unitarios" de hace 20 años se llevó a cabo el SOFTWARE en línea denominado ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS Y TOPGRÁFICOS GOGO*NET, el cual fue Registrado en el Registro Público del Derecho de Autor con el Número 03-2015-083113030800-01, con fecha 4 de septiembre del 2015.

MARCA DE CALIDAD GOGO*NET

Nace con marca propia, de calidad y único en el mercado, especialmente para ser usado por los Ingenieros Topógrafos de todas las especialidades, es fácil de usar, entender y operar, tiene seguimiento paso por paso.

CONÓCELO

Descubre más de esta fabulosa herramienta tecnológica que te permitirá realizar cotizaciones rápidamente en línea e inclusive desde tu celular.

LÍGATE

<http://fecgiteg-001-site3.ctempurl.com>



TOPOGRAFÍA, INGENIERÍA
Y DISEÑO, S.A DE C.V

➤ Expertos en Vuelos Fotogramétricos
con Drones de Alta Precisión

eBee X

Phanton 4 Pro

➤ Software PIX 4D

➤ Agisoft Metashape

➤ Estudios Topográficos, Topohidráulicos y Topobatimétricos

➤ Estudios Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia

➤ Regularización de la Tenencia de la Tierra
(Peritaje Técnicos en tierras Ejidales y Propiedad Privada)

➤ Sistemas de Información Geográfica (GIS)

➤ Diseño de Planes Parciales de Desarrollo Urbano

➤ Proyectos de Infraestructura y Fraccionamientos

➤ Supervisión y Control de Obras



UBICACIÓN

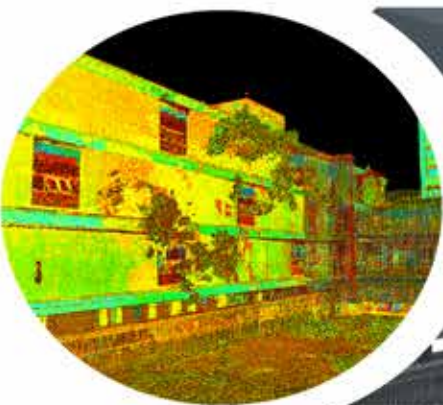
Convento de San Agustín 31 P.B
Mariano de las Casas,
Querétaro, Qro.

2 42 11 56 / 57



SYSTOP

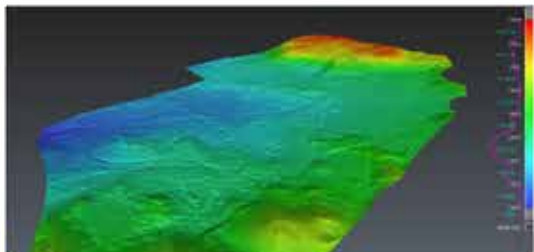
Sistemas y Servicios para Topografía, S.A. de C.V.



Uxmal 413
Col. Narvarte Poniente
CP 03020
Ciudad de México
ventas@systop.com.mx
Tel: 55 3095 4444 al 46

www.systop.com.mx

Sistemas para la Digitalización de la Realidad



Nuestros Productos:

- Escáner Láser
- Estaciones Totales
- Niveles Automáticos
- GPS / GNSS
- Sistemas Fotogramétricos con Drones
- Topografía con Lidar Aéreo Montado en Drones
- Niveles Digitales y Electrónicos
- Cartografía con Lidar Montado en Vehículo
- Marco de Referencia y Redes RTK
- Colectoras de Mano y SW para SIG en Campo

Nuestros Servicios:

- Calibración Ante la EMA para:
 - Estación Total (Angular)
 - Teodolito
 - Nivel Automático
- Calibración ISO 9001:2015 y Leica para:
 - Estación Total (Angular)
 - Teodolito
 - GPS / GNSS RTK
- Servicio Preventivo y Correctivo
- Partes Originales

Nuestras Marcas

