



Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

**Enfrentamos con pasión y
responsabilidad los nuevos
retos y paradigmas del
desarrollo sustentable.**



INFORME FINAL Y ENTREGA DE PRODUCTOS

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO DE LA ZONA CHINAMPERA Y DE HUMEDALES DEL DISTRITO FEDERAL, PARA LA GENERACION Y PROCESAMIENTO DE UN BANCO DE DATOS QUE SIRVAN DE BASE PARA CONSTRUIR INFORMACION TOPOGRAFICA Y CARTOGRAFIA GEORREFERENCIADA DE ALTA PRECISION”

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal

LICITACION PUBLICA NACIONAL
ABIERTA MIXTA NUMERO:
LA-909024988-N2-2014

Responsable

Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA)

Diciembre de 2014

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomedea, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 1 de 127



www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



PRESENTACION

En julio de 2014 y mediante la Licitación Pública Nacional, Abierta Mixta Número LA-909024988-N2-2014, se convocó la prestación del servicio denominado: “Estudio levantamiento LIDAR aéreo de la zona chinampera y de humedales del Distrito Federal, para la generación y procesamiento de un banco de datos que sirvan de base para construir información topográfica y cartografía georreferenciada de alta precisión”.

Concluidos en tiempo y forma los procedimientos legales el 12 de agosto del 2014 mediante el fallo correspondiente, la empresa Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA), asumió la responsabilidad de cumplir con los objetivos referidos.

Este documento es el Informe Final y la Entrega de los Productos comprometidos en la licitación referida, que realiza GPPA a la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) del D.F. para dar cumplimiento al compromiso de presentar los resultados finales del estudio, conforme la metodología que se describió en el Plan de Trabajo Interdisciplinario y en el Plan de Vuelo que integró el Informe de Avance presentado por GPPA a la PAOT en julio pasado.

Los archivos digitales de los productos finales establecidos en la licitación, se entregan junto con este Informe en un Disco Duro, al igual que el Anexo Cartográfico impreso comprometido.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



INDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	página 5
ANTECEDENTES	página 8

Primer objetivo

Realizar el levantamiento de datos remotos LIDAR mediante un vuelo con laser aerotransportado, con el respaldo terrestre y control de calidad requeridos

PRODUCTO:

REPORTE TECNICO DEL LEVANTAMIENTO	página 13
-----------------------------------	-----------

Segundo objetivo

Realizar el post-procesamiento especializado de los datos a partir de la nube de puntos y archivos LIDAR obtenidos en el levantamiento aéreo, para generar los archivos digitales y el anexo cartográfico impreso comprometidos.

PRODUCTOS

ANALISIS INTERDISCIPLINARIO DE LOS DATOS	página 79
ARCHIVOS DIGITALES FINALES	(ANEXO DISCO DURO)
MAPAS IMPRESOS	(ANEXO CARTOGRAFICO)

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 4 de 127

Tercer objetivo

Transferir el conocimiento y manejo básico de los archivos LIDAR generados al personal técnico de la PAOT.

PRODUCTO:

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

página 111

Cuarto objetivo

Elaborar una propuesta de reglamento para el SIG de la PAOT.

PRODUCTO:

PROPUESTA DE REGLAMENTO

página 115



INTRODUCCION

En el ámbito de su competencia la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (PAOT), tiene interés en la problemática del hundimiento del terreno provocado por el aprovechamiento de manantiales y sobreexplotación del acuífero en región de la planicie lacustre del ex lago Xochimilco-Chalco que comparten varias Delegaciones del sureste del Distrito Federal, como Iztapalapa, Tláhuac, Milpa Alta y Xochimilco (Figura 1). Tanto en la la Zona Patriimonio Mundial, Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, como dentro del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (Figura 2) sus efectos son graves y evidentes incluyendo la creación de un lago de gran extensión y subsecuentes inundaciones en las áreas agrícola chinampera y urbana aledañas (Figura 3).

Por ser proceso determinante de la problemática ambiental, agrícola chinampera y social regional actual, se requiere conocer su posible evolución e implicaciones con base en información de alta precisión que permita establecer escenarios de riesgo y vulnerabilidad confiables para dicha zona.

Para colaborar en la búsqueda de soluciones a la situación actual, la PAOT ha identificado, compilado y generado información espacial georreferenciada sobre el tema y creado un Sistema de Información Geográfica Participativo (SIGP-PAOT) para su manejo por los tomadores de decisión interesados. A fin de continuar ese esfuerzo, la PAOT ha considerado pertinente contar con información topográfica de alta precisión de una porción de esta zona empleando la tecnología denominada Ligth Detection and Ranging (LIDAR, por sus siglas en inglés), para generar cartografía que será integrada al SIG-PAOT y fortalecer de esta manera la capacidad institucional propia y del gobierno digital de la Ciudad de México. En ese marco de referencia y para apoyar la gestión de la problemática territorial, ambiental y social de la zona chinampera y de humedales del Distrito Federal, la PAOT publicó la Convocatoria para la Licitación Pública Nacional Abierta Mixta número: LA-909024988-N2-2014 para la realización del levantamiento LIDAR y la elaboración del Modelo Digital de Elevación del Terreno correspondiente.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

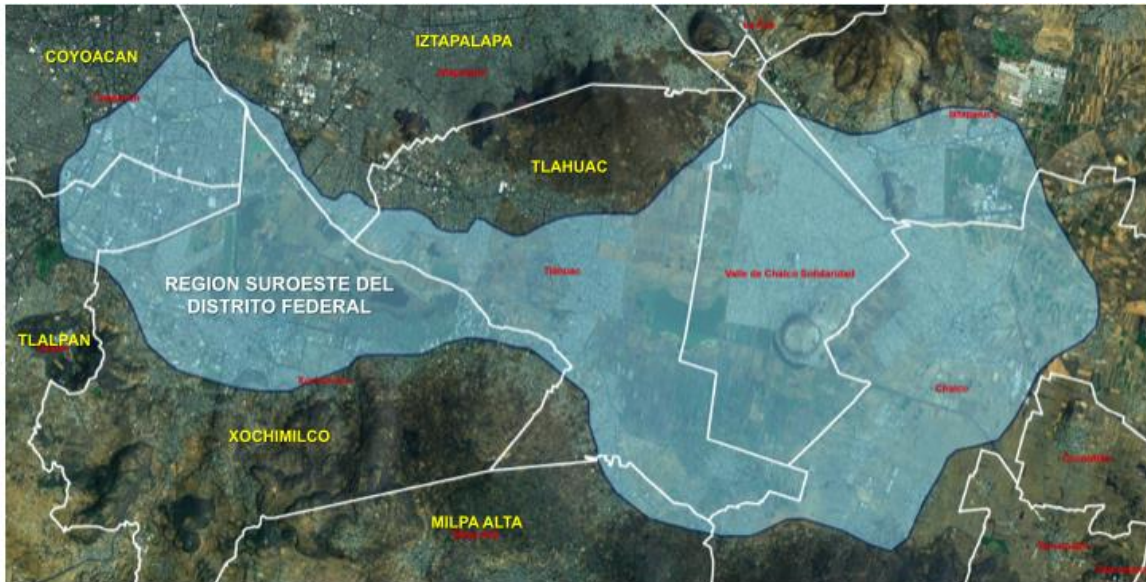


Figura 1. Región Sureste del Distrito Federal (ex Lago Xochimilco–Chalco)

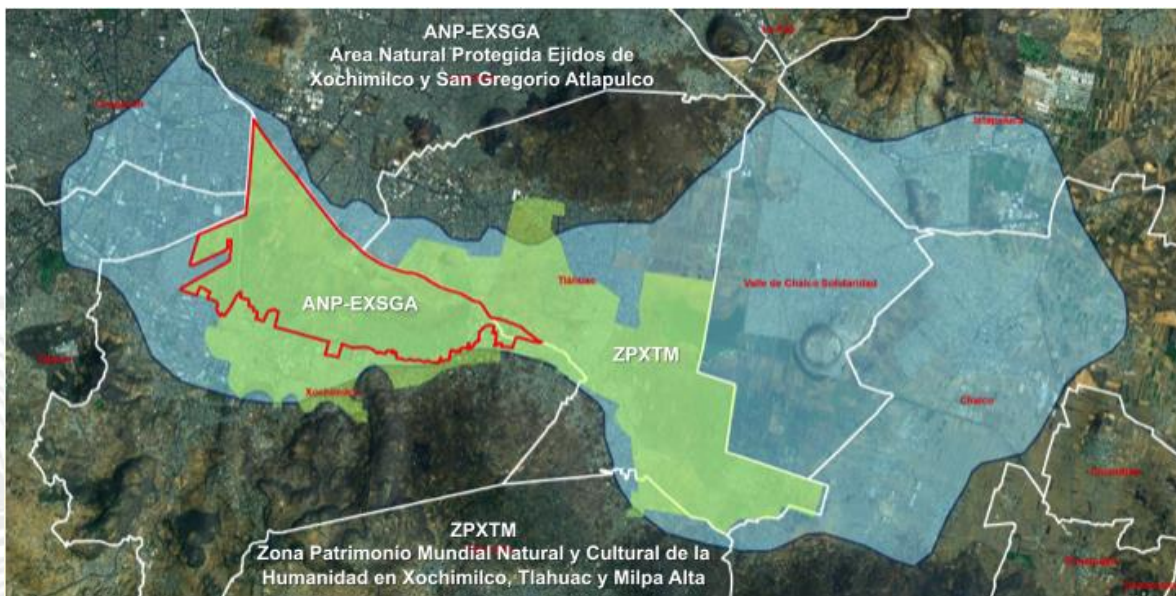
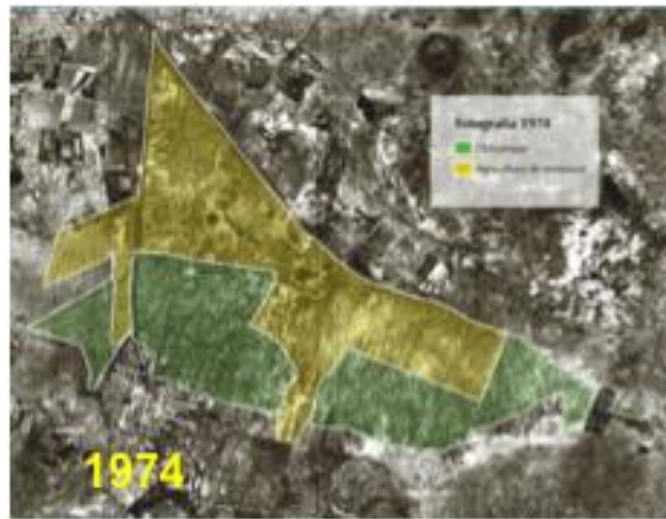


Figura 2. Poligonal del Area Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA) y de la Zona Patriimonio Mundial, Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta (ZPXTM).



	1974	2001
Chinampas	40,23%	20,19%
Agricultura	55,21%	6,57%
Cuerpos de agua	1,46%	19,06%
Asentamientos humanos	0,56%	11,37%

Figura 3. Evolución del proceso de hundimiento dentro del Area Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA) entre 1974 y 2001 y valoración espacial de los cambios registrados para ese periodo (Fuente INECOL-2002).

ANTECEDENTES

La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT), es una institución que funciona como Ombudsman Ambiental, se encarga de garantizar el derecho ambiental y urbano de los habitantes, vigilando el cumplimiento de disposiciones jurídicas generales y locales en materia ambiental y de ordenamiento territorial. Difunde los derechos y obligaciones de los ciudadanos y cuenta con atribuciones para elaborar estudios, que contribuyan a la generación de argumentos y apoyen la gestión, administración y protección de recursos naturales; entre sus funciones esta recomendar a las dependencias y entidades de la administración pública federal y del Distrito Federal, la ejecución de acciones que considere procedentes, por actos u omisiones que generen desequilibrio ecológico, daños o deterioro ambiental grave; como es el caso del sistema lacustre, los humedales y la chinampería agrícola tradicional de Xochimilco, declarados Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); si se consideran los siguientes hechos:

- Las décadas de continua y severa degradación ecológica de la planicie lacustre de los ex-lagos de Xochimilco y Tláhuac a partir de 1900.
- Las evidencias y denuncias públicas de contaminación, degradación ecológica y avance urbano en canales y chinampas Xochimilco, que recurrentemente reciben las autoridades ambientales del Distrito Federal y la propia PAOT.
- La cantidad y localización de pozos de extracción y características de la explotación del acuífero, que provocan el hundimiento diferencial y el deterioro ecológico regional.
- El riesgo de contaminación del acuífero regional (principal fuente de agua potable de la ciudad), por mezcla con aguas tratadas, negras y contaminantes diversos, derivado de la alteración de la permeabilidad generada por el hundimiento incontrolado.
- La pérdida de chinampería por inundaciones y su transformación productiva por falta de ingreso mayor al de los invernaderos.

- Las numerosas y complejas responsabilidades públicas y gubernamentales que implican las obligaciones derivadas de los instrumentos de política ambiental nacional e internacional (UNESCO y RAMSAR) de protección, conservación y restauración, aplicables y vigentes para la zona lacustre de Xochimilco y para el Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (ANP-EXSGA).

Estos hechos y sus implicaciones potenciales determinaron que en el 2012, la PAOT, **impulsara** la actualización en Sistema de Información Geográfica (SIG), de las principales tendencias espaciales del hundimiento identificadas previamente con fotografías digitales disponibles. Este esfuerzo fue conducido mediante el Taller-Seminario denominado: “*Tendencias y propuestas sobre el hundimiento de la zona del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”*”, cuyas bases se publicaron en la convocatoria PAOT No. IA-9090244988-N15-2012.

Mediante el taller los especialistas participantes concluyeron que a pesar de los esfuerzos realizados, a la fecha una limitante crítica es la carencia de un consenso y de una guía integral oficial para la toma de decisiones sobre el origen, dinámica y efectos del hundimiento en Xochimilco y Tláhuac, también de una instancia objetiva e imparcial de seguimiento, análisis y evaluación sistemática de sus causas, evolución y escenarios; así como de su incidencia sobre los siguientes posibles efectos graves asociados: a) La contaminación del agua en el lago, los canales, el acuífero y pozos de la región de la planicie lacustre sujeta al hundimiento; b) Las inundaciones, la modificación del drenaje y cambio de niveles de agua que afectan la chinampería tradicional en San Gregorio Atlapulco; c) Los hundimientos y agrietamientos en las zonas urbanas de las Delegaciones de Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa adyacentes al ANP-EXSGA. Asimismo, señalaron que los cambios registrados dentro del ANP-EXSGA, indican una clara tendencia a la sustitución de las chinampas agrícolas por zonas urbanas, turísticas e invernaderos, derivado de causas tanto ambientales como socioeconómicas.

Con base en las conclusiones del taller seminario, la PAOT identificó la necesidad de proponer nuevas herramientas de análisis, acuerdo y consenso, así como de toma de

decisión, para una gestión y manejo práctico acorde con la gravedad de los problemas y con la urgencia no solo de administrar sus efectos, sino con igual importancia atender sus causas, para contribuir de manera orientada en el marco del Programa de Manejo vigente, a tratar frenar el deterioro de la zona; para ello se propuso la implementación de una herramienta de informática innovadora que permitiera concentrar y difundir información útil para los tomadores de decisiones, cuya fase inicial fuera un Sistema de Información Geográfica Participativo (SIGP), sobre la problemática de la planicie lacustre de los exlagos de Xochimilco y Tláhuac.

La enfoque determinado por la PAOT para ese esfuerzo se centró en que el sistema sirviera para analizar futuras acciones de protección, conservación, protección y/o manejo en esta región, fundamentado en la revisión e integración del conocimiento científico y técnico disponible y que resultara en una base de datos georreferenciados que además contuviese información actualizada y diera la pauta para generar nuevo conocimiento, orientado específicamente al rescate de la zona; lo cual en su conjunto conformara una herramienta informática capaz de sistematizar la información espacial y bibliográfica a fin de conocer el estado ambiental que guarda particularmente el ANP-EXSGA, como herramienta indispensable para sensibilizar y fomentar la participación de todos los actores de gobierno y sociedad, con una orientación específica hacia los siguientes objetivos, en orden de importancia:

- A. La protección de la calidad y disponibilidad de agua potable del acuífero regional;
- B. La restauración hidráulica, ecológica y productiva de la chinampería agrícola;
- C. La actualización y/o el mantenimiento de las Declaratorias de UNESCO y RAMSAR; y
- D. La consolidación de los ambientes lacustres y palustres inducidos por el hundimiento.

Con base en estos antecedentes la PAOT consideró pertinente dar continuidad al esfuerzo que inició en el 2012, mediante una la revisión y juicio de experto de información técnica y científica crítica disponible, sobre temas prioritarios de la problemática ambiental de Xochimilco y del ANP-EXSGA, conjuntamente con la implementación de dicha herramienta tecnológica de análisis espacial digital, como una nueva alternativa de apoyo para la la toma de decisión, acordes con la gravedad de los



problemas actuales o potenciales y con la urgencia de atender tanto los efectos como sus causas.

Para estos fines y mediante la Licitación Pública Nacional, Abierta Mixta Número LA909024988-N1-2013, se convocó la realización del denominado: “Estudio elaboración de un SIG participativo de la zona chinampera para identificar los riesgos relacionados con la afectación de la calidad del agua y los hundimientos en Xochimilco”, contemplando los siguientes objetivos:

1. Identificar y compilar información de la región de la planicie lacustre Xochimilco y Tláhuac aplicable al caso, sobre los siguientes temas específicos: a) La explotación de pozos de agua potable; b) La calidad del agua y/o contaminación del agua en el lago, los canales, el acuífero y/o los pozos de extracción; y c) información espacial digital disponible levantamiento LIDAR (Light Detection and Ranging) y fotografía aérea anterior a 1998 a escalas de vuelo 1:20,000 o mayor (1:10,000, 1:5000); para tener así una referencia de las condiciones que presenta y presentaba el sitio; la cual esté en posibilidad de solicitarse o adquirirse para los fines de este estudio, en instancias gubernamentales, académicas o privadas.
2. Contar con una herramienta informática que funcione como un facilitador de la información y como una manera de consensar los datos sobre la situación que hay en la zona, que permita poner a disposición la información espacial (mapas, fotos, imágenes de satélite, etc.) con la que se cuenta, como una forma de sensibilizar tanto a las autoridades como a la sociedad de lo que sucede en el sitio utilizando un lenguaje visual, que permitirá una mejor planificación, gestión y manejo.
3. Desarrollar dicha herramienta informática en forma de un Sistema de Información Geográfica Participativo (SIGP), que permita publicar y descargar información de la zona chinampera de Xochimilco, adecuado a la infraestructura y a la plataforma sistemática interna de la PAOT, incorporando la información con la que cuenta la Procuraduría y la que se genere posteriormente; como un medio para apoyar una mejor planificación, gestión y manejo de la zona, así como para sensibilizar a las autoridades y a la sociedad de lo que ocurre en el sitio utilizando un lenguaje visual.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

4. Reconocer las principales amenazas y zonas vulnerables en los sistemas agrícola y urbano de San Gregorio Atlapulco, así como describir los riesgos ambientales potenciales y validar la información de manera conjunta entre la PAOT, los especialistas y otras instancias que tengan atribuciones en la gestión de esta zona, a partir de la información disponible incorporada en el SIGP.

De esta manera y con base en el análisis de la información más relevante aplicable y la implementación del SIGP, el énfasis y razonamiento de la PAOT se centra en actualizar la comprensión del proceso de hundimiento, sus causas y sus efectos sobre la calidad de agua del acuífero regional, sobre las zonas remanentes de chinampería tradicional actuales y sobre los ecosistemas lacustres y palustres inducidos por el hundimiento, para tratar de ayudar a revertir el riesgo ambiental que representa para la población la posible contaminación del agua del acuífero regional, que surte la mayor parte del agua potable de la Ciudad de México; así como el riesgo de la desaparición de la actividad chinampera agrícola tradicional, como producto del deterioro ambiental, de la pérdida de rentabilidad y del cambio de la actividad productiva.

Para el ciclo anual de trabajo 2014 y con la finalidad de continuar la búsqueda de soluciones a la situación actual, la PAOT consideró pertinente contar con información topográfica de alta precisión de una porción de esta zona empleando la tecnología denominada Light Detection and Ranging (LIDAR, por sus siglas en inglés), para generar cartografía que será integrada al SIG-PAOT y fortalecer de esta manera la capacidad institucional propia y del gobierno digital de la Ciudad de México.

En el marco de referencia referido y para apoyar la gestión de la problemática territorial, ambiental y social de la zona chinampera y de humedales del Distrito Federal, la PAOT publicó la Convocatoria para la Licitación Pública Nacional Abierta Mixta número: LA-909024988-N2-2014 para la realización del levantamiento LIDAR y la elaboración del Modelo Digital de Elevación del Terreno correspondiente, motivo de este estudio, cuyo Informe Final y Entrega de resultados se presenta a continuación en capitulado por objetivos.



OBJETIVO 1

LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO PROCESO Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS

REPORTE TECNICO

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO DE LA ZONA CHINAMPERA Y DE HUMEDALES DEL DISTRITO FEDERAL, PARA LA GENERACION Y PROCESAMIENTO DE UN BANCO DE DATOS QUE SIRVAN DE BASE PARA CONSTRUIR INFORMACION TOPOGRAFICA Y CARTOGRAFIA GEORREFERENCIADA DE ALTA PRECISION”

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 15 de 127



CONTENIDO DEL REPORTE TECNICO

1. DESCRIPCION

- 1.1 Objetivo
- 1.2 Localización, fecha y cobertura total
- 1.3 Estructuración del levantamiento LIDAR

2. BRIGADA AEREA

- 2.1 Personal, aeronave y equipo LIDAR utilizado
- 2.2 Plan de vuelo ejecutado

3. BRIGADA TERRESTRE

- 3.1 Personal y equipo de control utilizado
- 3.2 Localización y descripción de puntos de control terrestre
- 3.3 Sistema de coordenadas utilizado

4. PROCESAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS LIDAR

- 4.1 Cálculos y resultados del post-proceso de amarre y puntos de control terrestre
- 4.2 Proceso de datos LIDAR
- 4.3 Clasificación y filtrado de datos LIDAR
- 4.4 Control de calidad y precisión de los datos LIDAR
 - A. Levantamiento cinemático
 - B. Post-procesamiento del levantamiento cinemático GPS
 - C. Postproceso de la nube de puntos y control de calidad
- 4.5 Modelo digital de elevación del terreno y proceso para productos finales
- 4.6 Coordinadores del levantamiento aéreo y del tratamiento de datos LIDAR

APENDICE A: Reporte de calibración

APENDICE B: Reporte de estadísticas de control de calidad

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



1. DESCRIPCIÓN

1.1 OBJETIVO

Realizar el levantamiento de datos remotos con tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), con la finalidad de generar y procesar un banco de datos que sirva de base para construir información topográfica y cartografía georreferenciada de alta precisión, incluyendo un modelo digital de elevación del terreno; aplicando conocimientos de pilotaje y navegación aérea con tecnología laser para la adquisición de datos del terreno desde el aire, utilizando una aeronave, un scanner laser, una unidad de medición inercial y un GPS aerotransportados y contando con el respaldo de un sistema de referencia terrestre que en conjunto permita realizar patrones de vuelo previstos en el Plan de Vuelo presentado; entregando al final el reporte técnico del levantamiento.

1.2 LOCALIZACIÓN, FECHA Y COBERTURA TOTAL

El levantamiento topográfico LiDAR se llevó a efecto en la región sur del Valle de México (Figura 4), dentro de la zona chinampera y de humedales del Distrito Federal, abarcando la poligonal georreferenciada de 2,800 hectáreas especificada en la Licitación LA-909024988-N2-2014 y que se muestra en la Figura 5, con su área mayor en la Delegación Xochimilco.

El punto focal del levantamiento fue el Area Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, con las siguientes coordenadas centrales aproximadas: Latitud= 19°16'23" Norte; Longitud= 99°04'18" Oeste.

El levantamiento LIDAR topográfico se efectuó el día 17 de Noviembre de 2014 y comprendió una área total de 3,250 hectáreas, la cual presentó cobertura de infraestructura urbana, zonas turísticas, cuerpos de agua, parques públicos, vegetación baja, tierras de cultivo y chinampas agrícolas en terrenos con escaso relieve. La zona tiene una elevación de aproximadamente 2,200 metros sobre el nivel medio de del mar.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



Figura 4. Localización del sitio del levantamiento LIDAR en el sur del Distrito Federal.



Figura 5. Poligonal envolvente de 2,800 hectáreas en la cual se realizó el levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), especificado en la Licitación LA-909024988-N2-2014.



1.4 ESTRUCTURACION DEL LEVANTAMIENTO LIDAR

El trabajo para la adquisición de datos se compuso con dos brigadas de campo; la brigada de la tripulación de la aeronave y la brigada de control terrestre.

La tripulación de la aeronave se encargó de hacer el levantamiento aéreo utilizando el sistema LiDAR a base de patrones de líneas de vuelo previstas en el plan de vuelo presentado, sobre el área del proyecto para así recolectar los puntos que se encuentran sobre la superficie del terreno.

La brigada de control terrestre se encargó del control topográfico (horizontal y vertical), el cual tiene como fundamento la derivación de coordenadas para los puntos adquiridos durante el levantamiento.

Tanto los resultados de campo de la tripulación de la aeronave, como los de la brigada de control terrestre se procesaron mediante programas especiales de datos LiDAR, para posteriormente derivar el modelo digital de terreno el cual sirve como base para el desarrollo y/o estudio sobre el área del proyecto.

2. BRIGADA AEREA

2.1 PERSONAL, AERONAVE Y EQUIPO LIDAR UTILIZADO

La tripulación de vuelo se integró por los especialistas en navegación aérea para tecnología LiDAR y un piloto de aeronave, los cuales en conjunto trabajaron en la adquisición de datos del terreno desde el aire. La tripulación utilizó para la ejecución del vuelo una aeronave Cessna Modelo 206 monomotor turbo, equipada con tecnología de punta incluyendo scanner laser, GPS (L1/L2) aerotransportado, unidad de medición inercial y cámara digital para luz visible e infrarroja.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomedea, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Esta etapa de trabajo se realizó en coordinación y simultáneamente con la brigada de control terrestre con la finalidad de obtener tiempos en común en la lectura de datos GPS para ligar y procesar los datos aéreos adquiridos contra los datos de GPS terrestres de modo diferencial.

Para el levantamiento LIDAR se utilizó un equipo scanner laser marca Riegl modelo Q-560, que garantizó durante el vuelo la adquisición de puntos en una densidad de entre 3 a 5 por metro cuadrado para el primer retorno y entre 1 a 3 para el segundo; el equipo fue instalado en la aeronave y el ángulo de apuntamiento del láser se determinó por medio de una unidad de medición inercial con un error de 0.01 grados ó menor. El sistema LIDAR utilizado incluyó un receptor GPS de doble frecuencia que al ser procesado en modo diferencial con las estaciones en tierra, permitió una gran precisión del centro óptico del laser.

2.2 PLAN DE VUELO EJECUTADO

Para la adquisición de datos la aeronave realizó líneas de vuelo paralelas con el 60% de sobreposición lateral (distancia de 200m entre líneas), con la finalidad de asegurar la total cobertura del área de proyecto. Los parámetros de vuelo para el levantamiento LIDAR fueron:

- * Altura de vuelo: 500 m sobre la superficie del terreno.
- * Velocidad de vuelo: 160 kph
- * Espaciamiento entre líneas de vuelo: 200 metros
- * Frecuencia de escaneo del Laser: 60hz
- * Frecuencia de disparo del Laser: 16Khz

En la Figura 6 se ilustra el resumen del Plan de Vuelo y en las Figuras 7, 8 y 9 se ilustran y detallan los principales componentes del equipo aéreo:

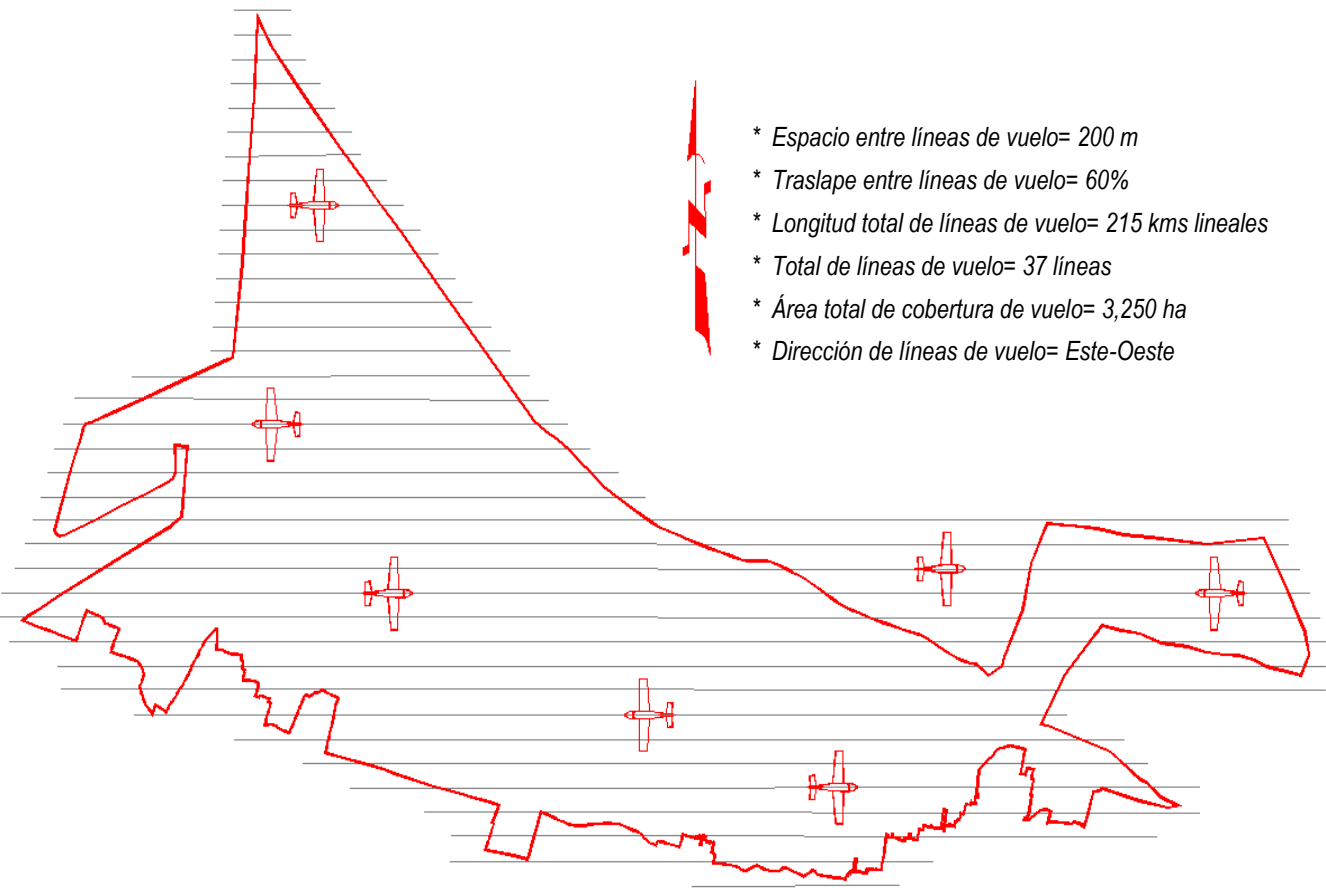


Figura 6. Resumen del Plan de Vuelo del el levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), en la poligonal especificada en la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 7. Aeronave Cessna Modelo 206 (monomotor turbo) utilizada para el levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), especificado en la Licitación LA-909024988-N2-2014.

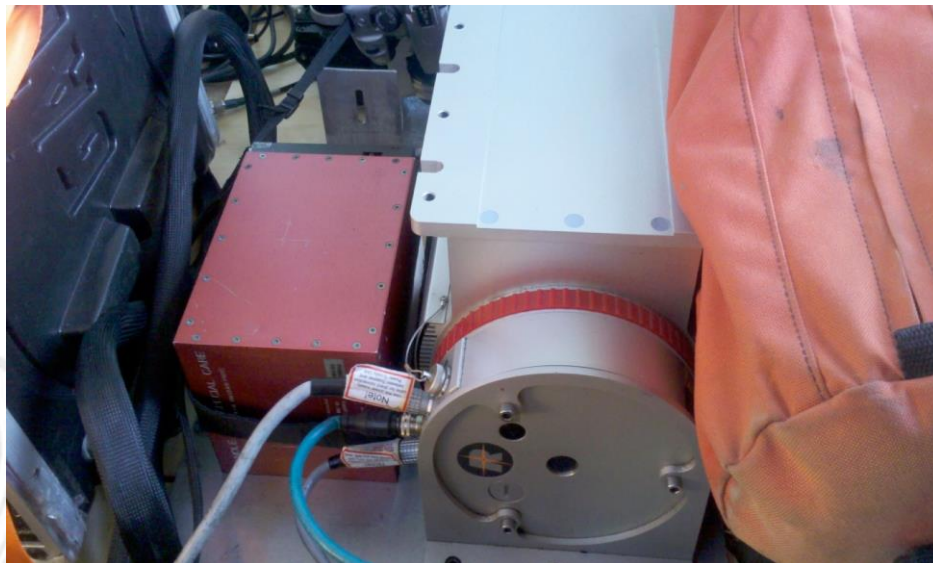


Figura 8. Equipo scanner laser Riegl Modelo VQ-480 y Unidad de Medición Inercial (IMU) fueron utilizados para el levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), especificado en la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 9. Montaje tipo de la consola de operación y control y cámaras digitales utilizadas para el levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), especificado en la Licitación LA-909024988-N2-2014.

3. BRIGADA DE CONTROL TERRESTRE

3.1 PERSONAL Y EQUIPO UTILIZADO

La brigada de control terrestre se compuso con ingenieros topógrafos geodestas y los equipos que utilizaron para realizar el control topográfico terrestre fueron 4 receptores geodésicos GPS de doble frecuencia y multi-constelación (GNSS), cuyas características se presentan abajo y mediante los cuales por observaciones de modo estático se determina la posición con coordenadas de los puntos de control que tiene como base el levantamiento topográfico. Dichas observaciones se configuran para la toma de lecturas en intervalos de 0.5 segundos y el post-proceso para la determinación de coordenadas se hizo mediante el software de computadora Trimble Geomatics Office y MAGNET Tools.

MARCA	MODELO	FRECUENCIA	CONSTELACION	MODO DE OBS.	LECTURA
TOPCON	GR-3	L1/L2	GPS+GLONASS	ESTATICO	0.5 seg
TOPCON	GR-3	L1/L2	GPS+GLONASS	ESTATICO	0.5 seg
TOPCON	HIPER SR	L1/L2	GPS+GLONASS	ESTATICO	0.5 seg
TOPCON	HIPER SR	L1/L2	GPS+GLONASS	CINEMATICO	0.5 seg

3.2 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE

Para el levantamiento se establecieron siete puntos de control terrestre conformando un circuito envolvente de la zona del levantamiento (Figura 10), a fin de lograr la derivación de coordenadas del levantamiento topográfico, los cuales se denominaron de la siguiente manera: BASE, PC-1, PC-2, PC-3, PC-4, PC-5 y PC-6 y que se describen a continuación:

El punto denominado BASE se ubicó instalado sobre la superficie de la azotea en una unidad habitacional en el centro del pueblo de Tlalpan por conveniencia de logística y localización geográfica. Físicamente es una marca de pintura en forma de cruz de color negro sobre la superficie superior del concreto de la azotea referida. Por su localización fuera del área del proyecto este punto se utilizó solo como base principal para el posicionamiento GPS y para la propagación de coordenadas a los puntos de control.

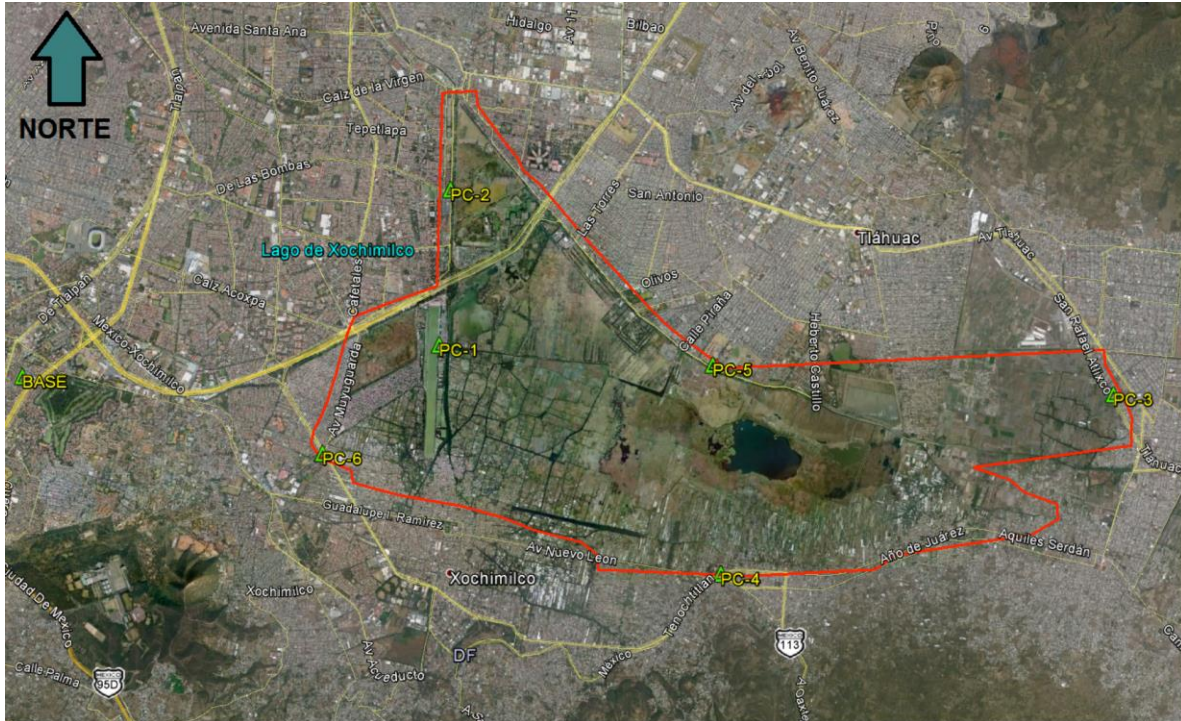


Figura 10. Mapa general de localización del circuito de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

El punto denominado PC-1 se ubicó en el extremo central oeste del área del proyecto, justo en la porción centro-oeste del estacionamiento de la pista de canotaje de Cuemanco y a su vez en el límite este de la pista de canotaje. Este punto se encuentra sobre la parte media del muro norte de una jardinera de concreto de forma rectangular localizada en el camellón que divide el estacionamiento del embarcadero de Cuemanco y el camino del Antiguo Canal de Cuemanco. Físicamente una marca de pintura color blanca con punto negro en medio sobre la superficie superior del muro de concreto de la referida jardinera.



El punto denominado PC-2 se ubicó en la porción noroeste del área del proyecto, dentro del parque Sindicato de Músicos el cual se encuentra sobre la intersección de las calles Canal Nacional y de Las Bombas en la Colonia Canal Nacional de la Delegación Coyoacán, Ciudad de México. Este punto se encuentra sobre la esquina Este de la cruz que forma la banquetta de concreto interior del parque. Físicamente una marca de pintura en forma de punto de color negro sobre la superficie superior del concreto de la banquetta descrita.

El punto PC-3 se ubicó en el extremo central Este del área del proyecto sobre la intersección de las calles San Rafael Atlixco y Reforma Agraria en la Colonia La Asunción de la Delegación Tlahuac, Ciudad de México. Este punto se encuentra sobre la esquina de la guarnición de concreto localizada en la esquina sur de dicha intersección. Físicamente es un clavo galvanizado sobre la superficie de asfalto de la calle justo bajo la esquina de la guarnición descrita.

El punto PC-4 se ubicó en el extremo central sur del área de proyecto sobre la intersección de las calles San Pedro Atocpan y Avenida Chapultepec (En ese punto cambia de nombre a Tenochtitlan) en la Colonia San Juan Moyotepec de la Delegación Xochimilco. Este punto se ubicó sobre la esquina de la guarnición de concreto localizada en la esquina noreste en un parque que se encuentra al sur de la proyección de la intersección que forman la Avenida Chapultepec y Gustavo Díaz Ordaz. Físicamente es un clavo galvanizado sobre la superficie de concreto de la banquetta bajo la esquina de la guarnición descrita.

El punto PC-5 se ubicó en el extremo central norte del área de proyecto sobre la calle Canal de Chalco (Leandro Valle) entre las calles Piraña y Langosta justo en la entrada de acceso a la Unidad de Policía Metropolitana Fuerza de Tarea “Zorros” en la Colonia Del Mar de la Delegación Tlahuac. Este punto se encuentra sobre la esquina de concreto oeste de la jardinera localizada en el extremo noroeste del parque localizado en el acceso a la unidad de policía arriba mencionada. Físicamente es una marca de pintura en forma de flecha de color negro sobre la superficie superior del concreto del muro de la jardinera descrita.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

El punto denominado PC-6 se ubicó en la porción suroeste del área de proyecto, dentro del parque que se encuentra localizado frente al restaurante Burger King ubicado en Prolongación División del Norte entre San Bernardino (al norte cambia de nombre a Muyuguarda) y Paseo de la Noria en la Colonia Paseos del Sur de la Delegación Xochimilco. Este punto se encuentra sobre la esquina noroeste de la guarnición color blanco de concreto que se localiza en la jardinera suroeste del parque previamente mencionado. Físicamente es una marca de pintura en forma de cruz de color negro sobre la superficie superior del concreto de la guarnición antes descrita, este punto

A la vez, PC-1, PC-2, PC-3, PC-4, PC-5 y PC-6, se utilizaron como puntos de control foto-identificable de referencia para la elaboración del ortomosaico.

A continuación, en las Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se presenta la localización EN fotoS aéreaS de los puntos BASE, PC-1, PC-2, PC-3, PC-4, PC-5 y PC-6 respectivamente, las cuales se complementan con los detalles respectivos incluyendo coordenadas (UTM y Geodésicas) y fotos en las Figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 y en la Figura 25 el correspondiente resumen de coordenadas.



Figura 11. Localización del Punto BASE de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

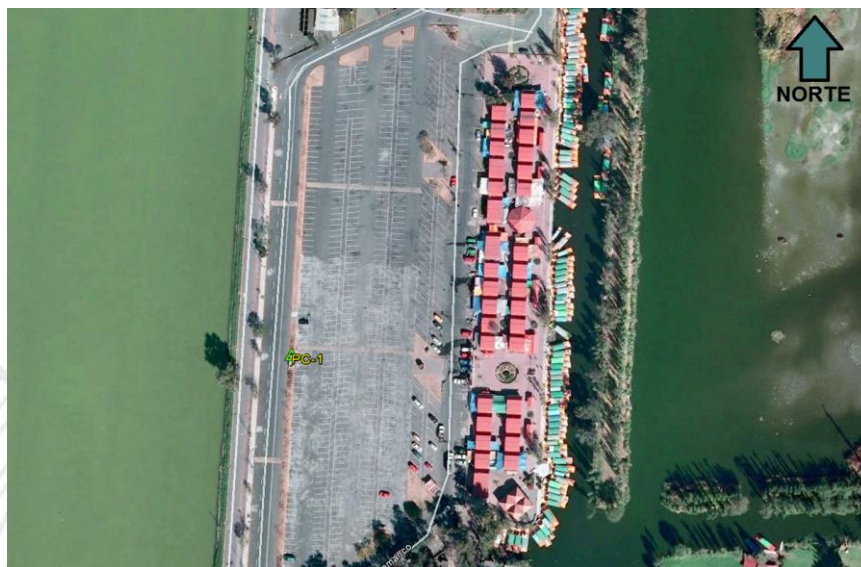


Figura 12. Localización del PC-1 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 13. Localización del PC-2 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 14. Localización del PC-3 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

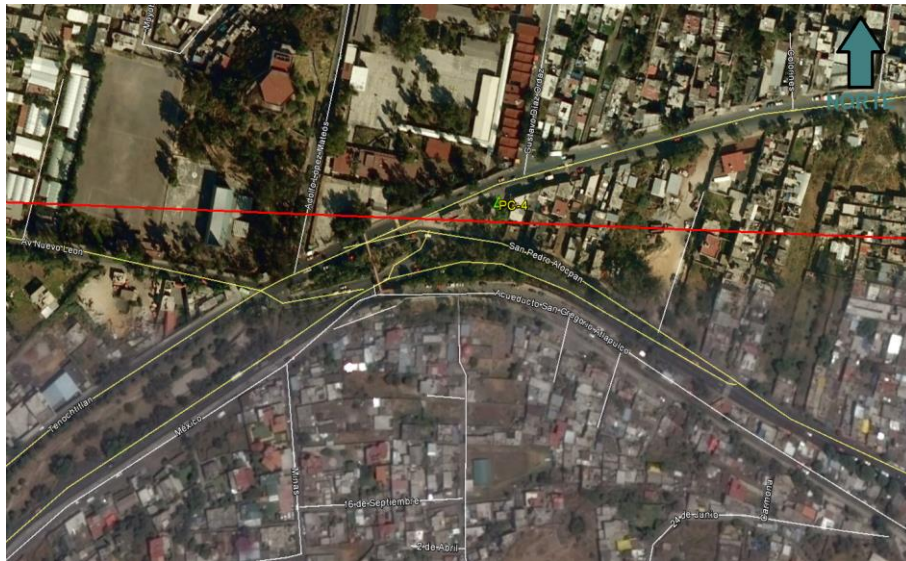


Figura 15. Localización del PC-4 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 16. Localización del PC-5 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Figura 17. Localización del PC-6 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
BASE	2132420.576	483027.151	2264.027	19°17'07.630430"	99°09'41.542820"	2259.874



Figura 18. Coordenadas y detalle de la ubicación del punto BASE de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-1	2132585.165	489175.795	2231.364	19°17'13.137786"	99°06'10.874745"	2227.323



Figura 19. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-1 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-2	2134825.649	489446.490	2229.754	19°18'26.036149"	99°06'01.644302"	2225.747

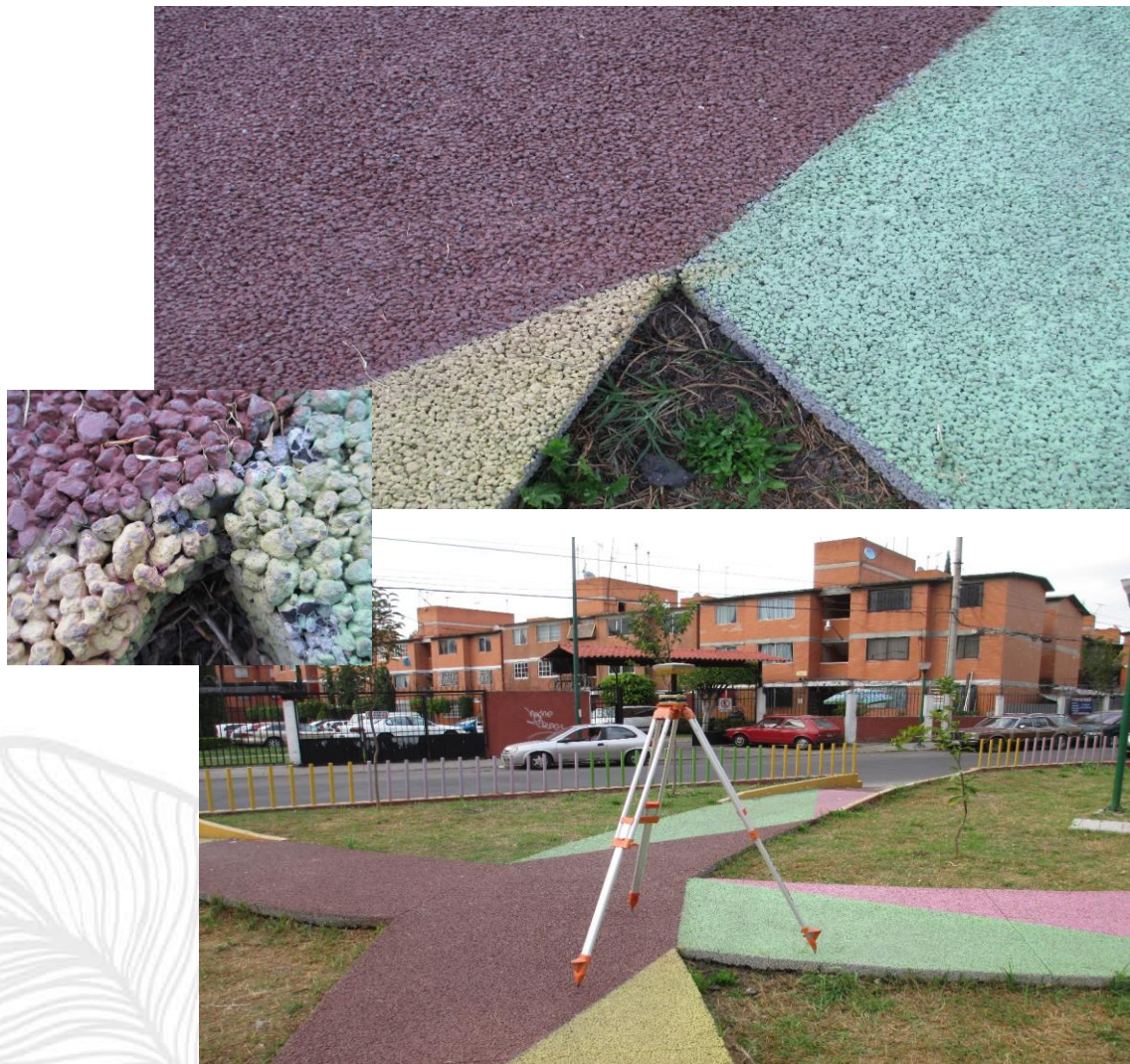


Figura 20. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-2 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-3	2131396.748	499071.980	2230.408	19°16'34.576855"	99°00'31.795123"	2226.535



Figura 21. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-3 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-4	2129091.742	493159.918	2238.193	19°15'19.543180"	99°03'54.320112"	2234.163



Figura 22. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-4 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-5	2132104.856	493192.333	2233.042	19°16'57.574329"	99°03'53.248189"	2229.069



Figura 23. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-5 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
PC-6	2131101.807	487386.414	2233.833	19°16'24.839890"	99°07'12.149891"	2229.735



Figura 24. Coordenadas y detalle de la ubicación del PC-6 de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



NOMBRE DEL PROYECTO: XOCHIMILCO
UBICACION: CIUDAD DE MEXICO
DATUM: ITRF 2008
MARCO DE REFERENCIA: ITRF2008 EPOCA 2010.0
PROYECCION: UTM
ZONA: 14 NORTE
GEOIDE: EGM96
UNIDADES: METROS

Nombre de Punto	Coordenadas Geograficas			Coordenadas UTM		
	Latitud	Longitud	Altura El.	Norte	Este	Elevacion
BASE	19°17'07.630430"N	99°09'41.542820"W	2259.874	2132420.576	483027.151	2264.027
PC-1	19°17'13.137786"N	99°06'10.874745"W	2227.323	2132585.165	489175.795	2231.364
PC-2	19°18'26.036149"N	99°06'01.644302"W	2225.747	2134825.649	489446.490	2229.754
PC-3	19°16'34.576855"N	99°00'31.795123"W	2226.535	2131396.748	499071.980	2230.408
PC-4	19°15'19.543180"N	99°03'54.320112"W	2234.163	2129091.742	493159.918	2238.193
PC-5	19°16'57.574329"N	99°03'53.248189"W	2229.069	2132104.856	493192.333	2233.042
PC-6	19°16'24.839890"N	99°07'12.149891"W	2229.735	2131101.807	487386.414	2233.833

Figura 25. Resumen de coordenadas de los puntos de control terrestre del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

La derivación o el amarre de coordenadas para este proyecto tuvo como origen el punto TOL2 que representa la estación fija de operación continua de INEGI ubicada en la ciudad de Toluca, Estado de México.

Esta estación forma parte de la actual Red Geodésica Nacional Activa (RGNA). Se escogió debido a que es la más cercana al área del proyecto. Se encuentra localizada en el edificio de las oficinas de INEGI sobre la esquina suroeste de la intersección con las calles Isabel La Católica y Sebastián Lerdo de Tejada (ver Figura 25; coordenadas y fotos de detalles en las Figuras 26 y 27).



Figura 25. Ubicación del Punto TOL2 que se utilizó para el amarre de coordenadas de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Para su consulta en el sitio oficial web de INEGI, las coordenadas geodésicas de las estaciones fijas de la Red Geodésica Nacional Activa (Figura 27) se encuentran en el sitio de internet: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/coordenadas2010.aspx>; las cuales han sido publicadas en el marco de referencia ITRF 2008 época 2010.0, las cuales para Toluca son las siguientes:


NOMBRE ESTACION	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA ELIPSOIDAL (m)	ALTURA DE ANTENA (m)
TOL2	19°17' 35.64347"	99°38' 36.50048"	2651.730	0.148

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
TOL2	2133399.133	432393.002	2656.661	19°17'35.64347"	99°38'36.50048"	2651.730



Figura 26. Coordenadas y detalle del Punto TOL2 que se utilizó para el amarre de coordenadas de la red de puntos de control del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

INEGI INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Inicio | Contacto | INEGI Móvil | Síguenos: 

Estadística Geografía Investigación Productos y servicios Acerca del INEGI

Geodesia

Red Geodésica Nacional Activa
Coordenadas ITRF 2008 época 2010.0 - consulta

Notas técnicas sobre la RGNA - ITRF2008
Calendario GPS y coordenadas ITRF2008

Coordenadas Geodésicas de las Estaciones de la RGNA (ITRF2008, ÉPOCA 2010.0)

Nombre de la Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura Geodésica(m)	Altura vertical de la Antena (m)	Receptor	Antena según fabricante	Antena según National Geodetic Survey	Archivo LOG
CHET	18 29 42 99641	88 17 57 20961	2 955	0 143	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	CHET_20040830.log
CHI3	28 39 43 89326	106 05 12 26387	1413 187	0 234	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	CHI3_20040901.log
COL2	19 14 39 99474	103 42 6 78208	528 784	0 160	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	COL2_20040901.log
CULC	24 47 42 30742	107 24 45 34764	36 138	0 146	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	CULC_20071004.log
HER2	29 05 33 16844	110 58 01 97610	186 949	0 230	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	HER2_20040915.log
ICAM	19 51 12 44688	90 31 38 90207	2 587	0 136	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	ICAM_20090101.log
ICEP	19 01 58 88475	98 11 15 35143	2150 327	0 214	Zxtreme	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	ICEP_20120511.log
IMIP	31 44 41 75718	106 26 45 12587	1113 428	0 299	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	
IDGO	24 04 02 83116	104 36 25 48267	1863 116	0 199	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	IDGO_20121004.log
IITJ	20 41 04 21961	103 26 45 74239	1656 986	0 102	4400	Permanent L1/L2	TRM 23903 00	
IMIE	31 51 42 69707	116 36 58 81264	-22 222	0 137	Net R9	Zephyr GNSS II	TRM 55971 00	
INEG	21 51 22 15280	102 17 03 13231	1887 823	0 180	5700	Choke Ring	TRM 29659 00	INEG_20110203.log
IPAZ	24 08 42 97974	110 19 50 67946	-14 835	0 156	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	IPAZ_20120105.log
ITUX	16 44 57 93358	93 07 18 34465	551 777	0 143	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	ITUX_20130815.log
IZAC	22 46 41 31955	102 36 45 80515	2427 673	0 172	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	IZAC_20131118.log
MERI	20 58 48 16346	89 37 13 14324	7 863	0 135	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	MERI_20040901.log
MEXI**	32 37 58 77103	115 28 32 53523	-22 427	0 137	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	MEXI_20040901.log
MTY2	25 42 55 82372	100 18 46 46275	521 741	0 139	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	MTY2_20040901.log
OAX2	17 04 42 02383	96 43 00 26225	1607 262	0 185	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	OAX2_20090728.log
TAMP	22 16 41 95540	97 51 50 49882	21 050	0 148	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	TAMP_20040901.log
TOL2	19 17 35 64347	99 38 36 50048	2651 730	0 146	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	TOL2_20040901.log
UGTO	21 00 09 75456	101 16 17 99246	2062 282	0 121	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	UGTO_20070531.log
UGRO	20 35 28 09773	100 24 45 69377	1817 973	0 177	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	UGRO_20110222.log
USLP	22 08 39 23888	101 00 56 40743	1892 858	0 195	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	USLP_20120423.log
UVER	19 09 55 68003	96 06 51 67505	3 212	0 181	ZXII	L1/L2 Geodetic	ASH 700228 D	UVER_20120531.log
VIL2	17 59 25 47838	92 55 51 95484	27 744	0 124	5700	Zephyr Geodetic	TRM 41249 00	VIL2_20040901.log

Actualización: 18 de noviembre de 2013

Notas:
** Ver el apartado "Recomendaciones de uso de la coordenada MEXI en ITRF2008, época 2010.0" del documento Calendario GPS y coordenadas ITRF2008 en esta página.
Las coordenadas de las estaciones están referidas a la placa.
La altura vertical de la antena está referida de la placa al centro de fase nominal de la antena.

Condiciones de uso | Contacto |
Derechos Reservados © INEGI

Figura 27. Coordenadas del Punto TOL2 en el marco de la Red Nacional Activa de coordenadas ITRF 2008 época 2010.0.

Dicho marco de referencia utiliza los siguientes parámetros:

Nombre del datum:

International Terrestrial Reference Frame 2008 (ITRF 2008 época 2010.0)

Método de transformación: Molodensky

Elipsoide: Geodetic Reference System 1980 (GRS80)

Parámetros del elipsoide:
Semieje mayor (m): 6378137
Semieje menor (m): 6356752.3141
Aplastamiento (1/f): 298.25722
Excentricidad: 0.081819191119888



3.3 SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO

Los resultados finales del levantamiento LIDAR por tanto están referidos al datum ITRF 2008 Época 2010.0, además están expresados en el sistema de coordenadas de proyección UTM Zona 14 Norte, así como en coordenadas geodésicas y para la derivación de elevaciones orto-métricas se utilizó el modelo geoidal EGM96. Los parámetros de transformación al datum WGS84 y del sistema de coordenadas son los siguientes:

Nombre del datum: WGS 1984
Método de transformación: Tres Parámetros
Elipsoide: World Geodetic System 1984

Parámetros del elipsoide: Semieje mayor (m): 6378137.000
Semieje menor (m): 6356752.3142
Aplastamiento (1/f): 298.25722
Excentricidad: 0.081819190928906

Parámetros transformación: Traslación X (m): 0.000
Traslación Y (m): 0.000
Traslación Z (m): 0.000

Sistema de coordenadas: UTM (Proyectado)
Zona: 14 Hemisferio Norte
Unidad: Metros
Datum vertical: EGM96 (Modelo Geoidal)
Tipo de proyección: Mercator Transversa

Parámetros de proyección: Latitud central: 0°00'00" N
Longitud central: 99°00'00" O

Falso norte (m): 0.000
Falso este (m): 500000.000
Factor de escala: 0.99960000

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



4. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1 CALCULOS Y RESULTADOS DEL POST-PROCESO DE AMARRE DE LOS PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE

El tratamiento y procesamiento de los datos recolectados en campo para los puntos de control se realizó mediante los programas de computadora, Trimble Geomatics Office y MAGNET Tools.

Mediante modelos matemáticos y utilizando los datos de observación, navegación y meteorológicos recolectados durante las observaciones GPS fue posible obtener los resultados estadísticos de las observaciones para posteriormente obtener la mejor solución entre los vectores o líneas base que forman el amarre de los puntos y después derivar las coordenadas de dichos puntos.

El amarre para el origen y derivación de coordenadas se hizo contra la estación fija de operación continua (CORS Station) de INEGI localizada en la ciudad de Toluca (TOL2), la cual es la más cercana al área del proyecto.

El punto BASE fue el punto base principal observado con el equipo receptor GPS el cual se amarró contra la estación fija de INEGI y a su vez se utilizó para la propagación de coordenadas de los demás puntos de control terrestre, este punto se observó durante 2 días y sus resultados diarios individuales se promediaron para obtener el resultado de la coordenada final para el punto BASE.

En las Figuras 27, 28, 29, 30, 31 y 32 se presentan los resultados del tratamiento y procesamiento de datos del día juliano 303; y en las Figuras 32, 33, 34, 33, 34, 35, 36, 37 y 38 los de los datos del día juliano 304. Los resultados del ajuste de la Red Topográfica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE del día juliano 303, se presentan en las Figuras 39 y 40, del día juliano 305 en las Figuras 41 y 42, y del día juliano 306 en las Figuras 43 y 44.

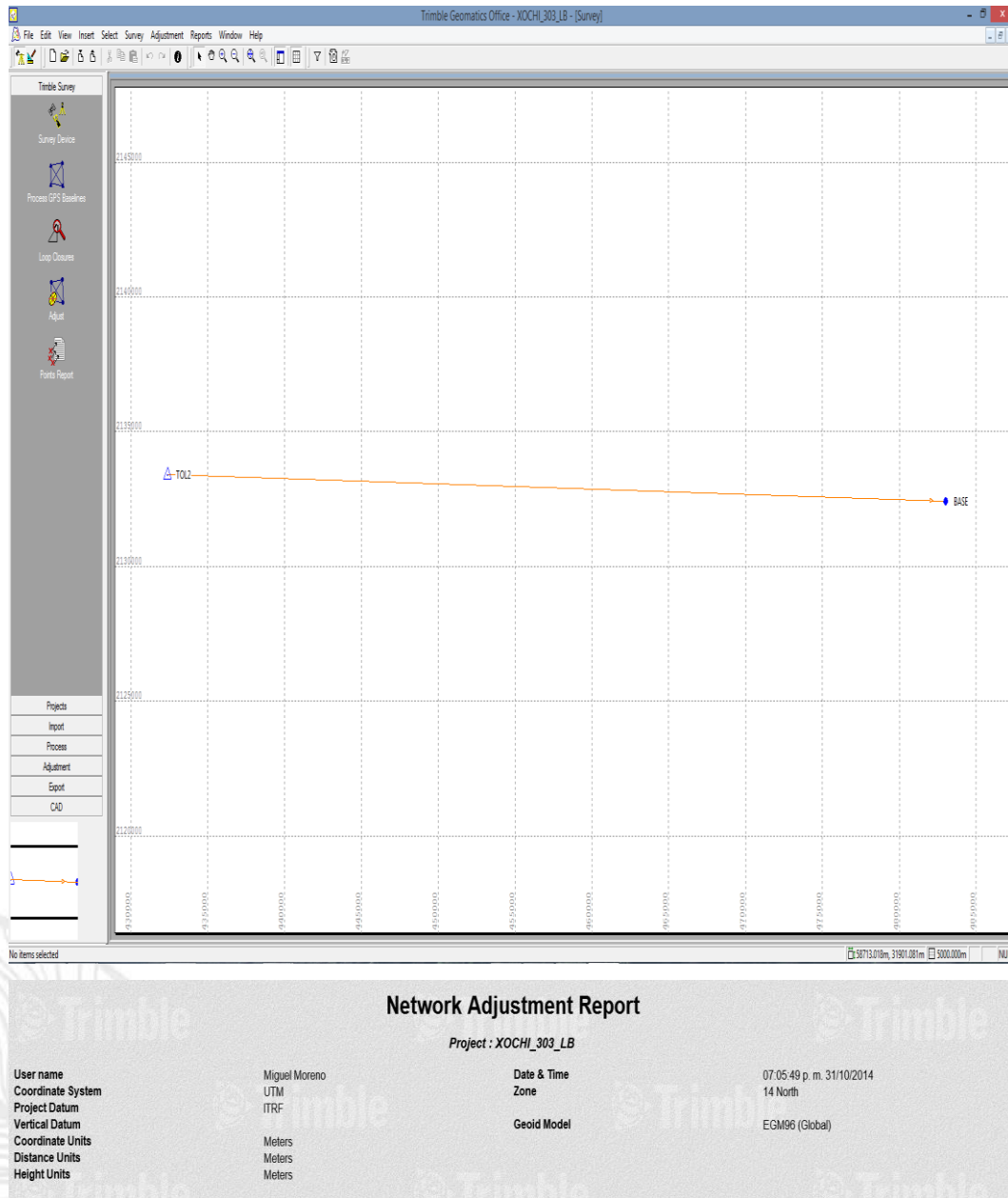


Figura 27. Resultados del amarre de la estación fija de operación continua de INEGI punto TOL2 contra el punto BASE (resultados día juliano 303) del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

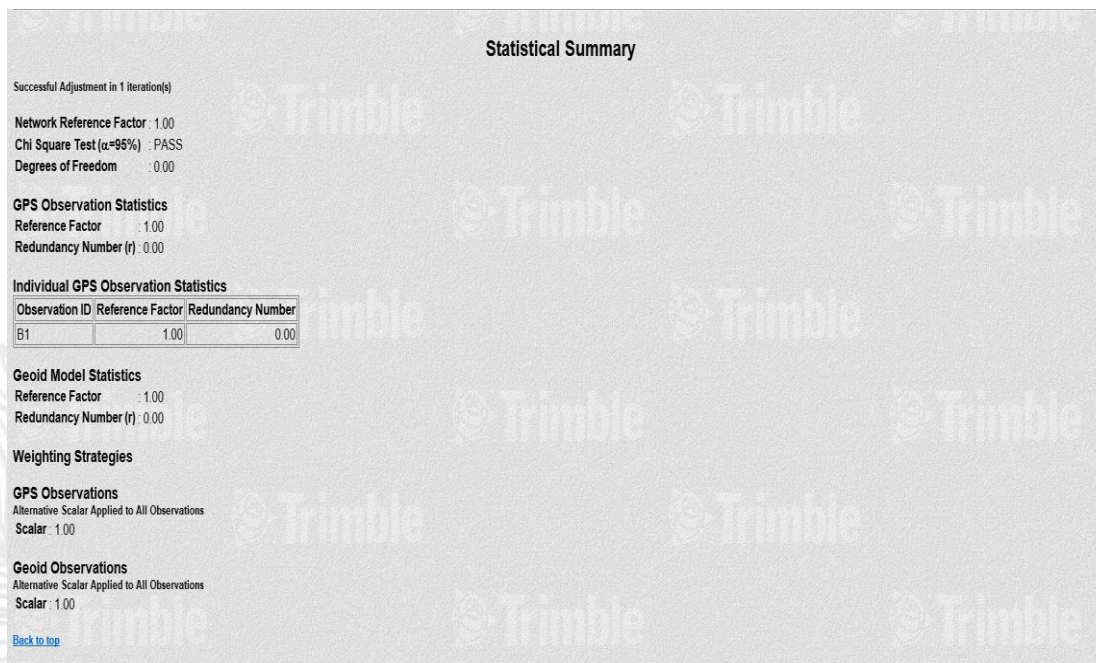
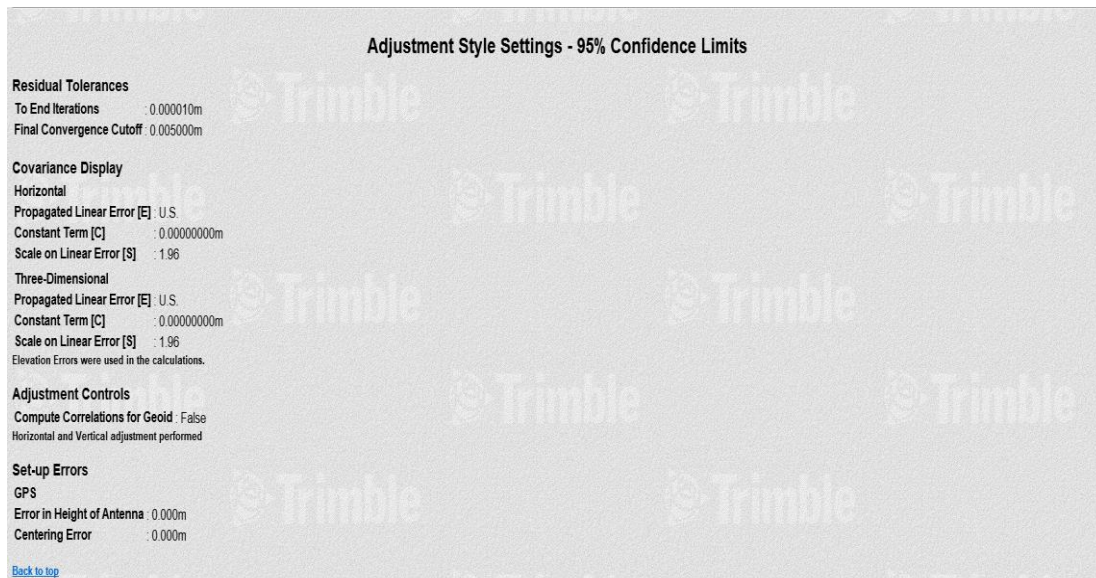


Figura 28. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados día juliano 303) del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Adjusted Coordinates

Adjustment performed in **ITRF**

Number of Points : 2
 Number of Constrained Points : 1
 Horizontal and Height Only : 1

Adjusted Grid Coordinates

Errors are reported using 1.96σ.

Point Name	Northing	N error	Easting	E error	Elevation	e error	Fix
TOL2	2133399.133m	0.000m	432393.002m	0.000m	2656.661m	0.776m	N E h
BASE	2132420.575m	0.003m	483027.161m	0.007m	2263.989m	0.777m	

Adjusted Geodetic Coordinates

Errors are reported using 1.96σ.

Point Name	Latitude	N error	Longitude	E error	Height	h error	Fix
TOL2	19°17'35.64347"N	0.000m	99°38'36.50048"O	0.000m	2651.730m	0.000m	Lat Long h
BASE	19°17'07.63038"N	0.003m	99°09'41.54247"O	0.007m	2259.850m	0.014m	

Coordinate Deltas

Point Name	ΔNorthing	ΔEasting	ΔElevation	ΔHeight	ΔGeoid Separation
TOL2	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m
BASE	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m	0.000m

[Back to top](#)

Control Coordinate Comparisons

Values shown are control coord minus adjusted coord.

Point Name	ΔNorthing	ΔEasting	ΔElevation	ΔHeight
TOL2	NA	NA	NA	NA

[Back to top](#)

Adjusted Observations

Adjustment performed in **ITRF**

GPS Observations

Number of Observations : 1
 Number of Outliers : 1

Observation Adjustment (Critical Tau = 0.00). Any outliers are in red.

Obs. ID	From Pt.	To Pt.	Observation	A-posteriori Error (1.96σ)	Residual	Stand. Residual
B1	TOL2	BASE	Az. 90°53'40.5058"	0°00'00.0101"	0°00'00.0000"	0.00
			ΔHL -391.880m	0.014m	0.000m	0.00
			Dist. 50662.628m	0.007m	0.000m	0.00

Geoid Observations

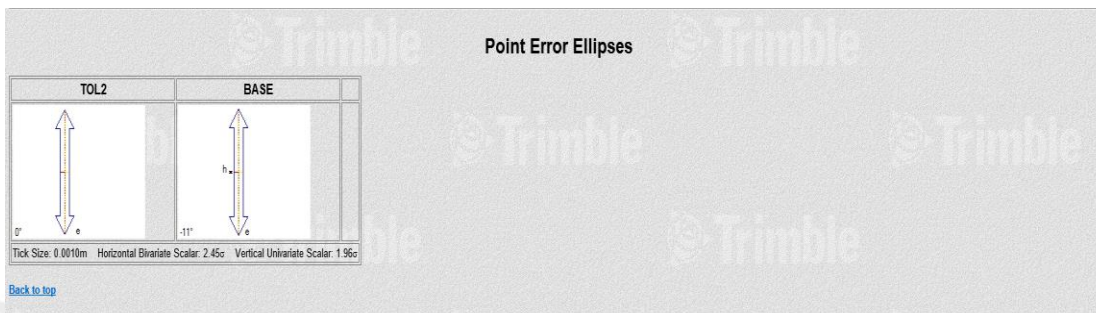
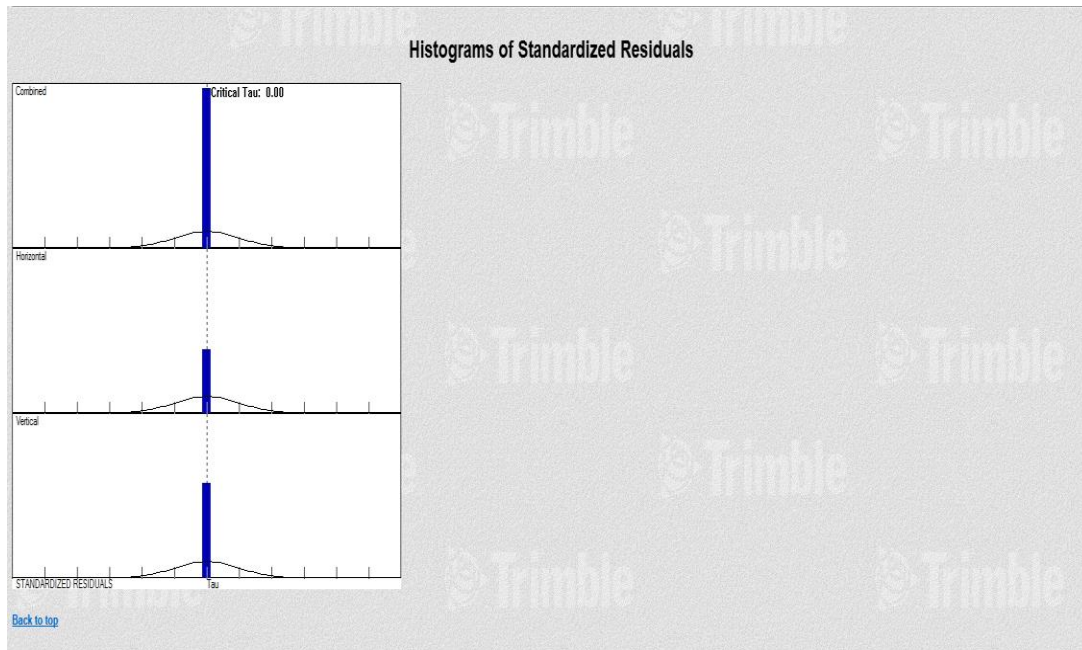
Number of Observations : 2
 Number of Outliers : 0

Observation Adjustment (Critical Tau = 0.00). Any outliers are in red.

Observation ID	Point Name	Separation	A-posteriori Error (1.96σ)	Residual	Standardized Residual
G1	TOL2	-4.931m	0.776m	0.000m	0.00
G2	BASE	-4.139m	0.776m	0.000m	0.00

[Back to top](#)

Figura 29. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados día juliano 303) del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



Covariant Terms

Adjustment performed in **ITRF**

From Point	To Point	Components	A-posteriori Error (1.96σ)	Horiz. Precision (Ratio)	3D Precision (Ratio)
TOL2	BASE	Az 90°53'40.5058"	0°00'00.0101"	1.7082312	1.7082312
		ΔHt. -391.880m	0.014m		
		ΔElev. -392.672m	1.098m		
		Dist. 50662.626m	0.007m		

[Back to top](#)

Figura 30. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados día juliano 303) del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Fixed width point coordinate listing

Project : XOCHI_303_LB

User name	Miguel Moreno	Date & Time	06:48:45 p. m. 17/11/2014
Coordinate System	UTM	Zone	14 North
Project Datum	ITRF		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	Meters		

Point listing

Name	Northing	Easting	Elevation	Feature Code
TOL2	2133399.133	432393.002	2656.661	INEGI
BASE	2132420.575	463027.161	2263.999	PC BASE

[Back to top](#)

Figura 31. Coordenadas UTM Zona 14 Norte y alturas ortometricas. Datum ITRF 2008 Epoca 2010.0. Modelo Geoidal EGM96 (Resultados Día Juliano 303)

Fixed width point lat/long/height listing

Project : XOCHI_303_LB

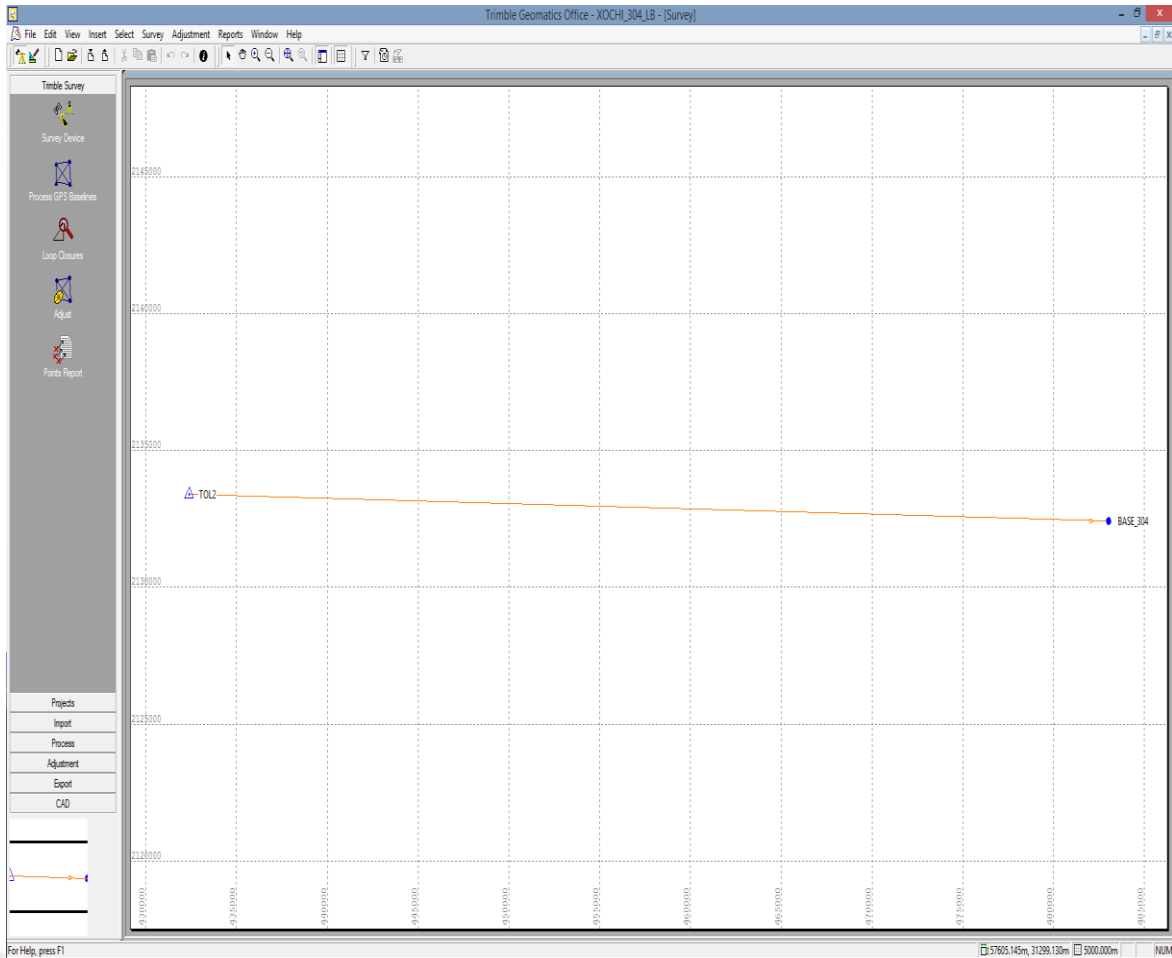
User name	Miguel Moreno	Date & Time	06:50:10 p. m. 17/11/2014
Coordinate System	UTM	Zone	14 North
Project Datum	ITRF		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	Meters		

Point listing

Name	Latitude	Longitude	Height	Feature Code
TOL2	19°17'35.64947"N	99°08'36.50048"W	2651.730	INEGI
BASE	19°17'07.63038"N	99°09'41.54247"W	2259.350	PC BASE

[Back to top](#)

Figura 32. Coordenadas Geodésicas y alturas elipsoidales. Datum ITRF 2008 Epoca 2010.0. Modelo Geoidal EGM96 (resultados día Juliano 303)



Network Adjustment Report

Project : XOCHI_304_LB

User name	Miguel Moreno	Date & Time	07:07:08 a. m. 18/11/2014
Coordinate System	UTM	Zone	14 North
Project Datum	ITRF		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	Meters		

Figura 33. Resultados del amarre de la estación fija de operación continua de INEGI punto TOL2 contra el punto BASE (resultados día juliano 304) del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Adjustment Style Settings - 95% Confidence Limits

Residual Tolerances	
To End Iterations	: 0.000010m
Final Convergence Cutoff	: 0.005000m
Covariance Display	
Horizontal	
Propagated Linear Error [E] : U.S.	
Constant Term [C]	: 0.00000000m
Scale on Linear Error [S]	: 1.96
Three-Dimensional	
Propagated Linear Error [E] : U.S.	
Constant Term [C]	: 0.00000000m
Scale on Linear Error [S]	: 1.96
Elevation Errors were used in the calculations.	
Adjustment Controls	

Adjustment Style Settings - 95% Confidence Limits

Residual Tolerances
 To End Iterations : 0.000010m
 Final Convergence Cutoff : 0.005000m

Covariance Display
Horizontal
 Propagated Linear Error [E] : U.S.
 Constant Term [C] : 0.00000000m
 Scale on Linear Error [S] : 1.96

Three-Dimensional
 Propagated Linear Error [E] : U.S.
 Constant Term [C] : 0.00000000m
 Scale on Linear Error [S] : 1.96
 Elevation Errors were used in the calculations.

Adjustment Controls
 Compute Correlations for Geoid : False
 Horizontal and Vertical adjustment performed

Set-up Errors
GPS
 Error in Height of Antenna : 0.000m
 Centering Error : 0.000m

[Back to top](#)

Figura 34. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados día juliano 304) del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Adjusted Coordinates

Adjustment performed in **ITRF**

Number of Points : 2
 Number of Constrained Points : 1
 Horizontal and Height Only : 1

Adjusted Grid Coordinates
 Errors are reported using 1.96σ.

Point Name	Northing	N error	Easting	E error	Elevation	e error	Fix
TOL2	2133399.133m	0.000m	432393.002m	0.000m	2656.661m	0.778m	N E h
BASE_304	2132420.577m	0.001m	483027.141m	0.006m	2264.036m	0.777m	

Adjusted Geodetic Coordinates
 Errors are reported using 1.96σ.

Point Name	Latitude	N error	Longitude	E error	Height	h error	Fix
TOL2	19°17'35.64347"N	0.000m	99°38'36.50048"W	0.000m	2651.730m	0.000m	Lat Long h

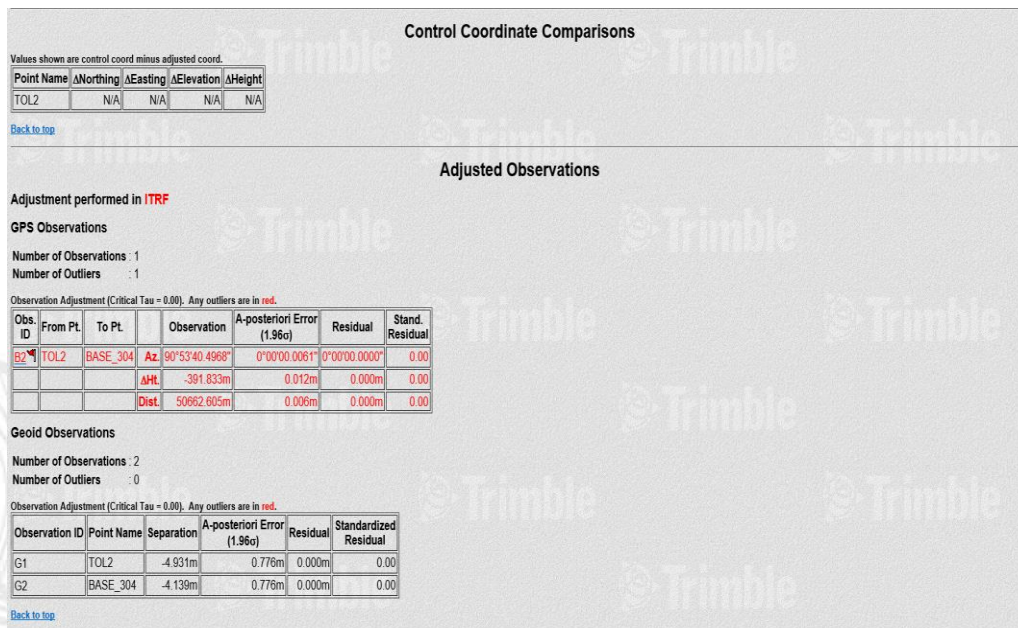


Figura 35. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados día juliano 304) del levantamiento LIDAR (Ligth Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

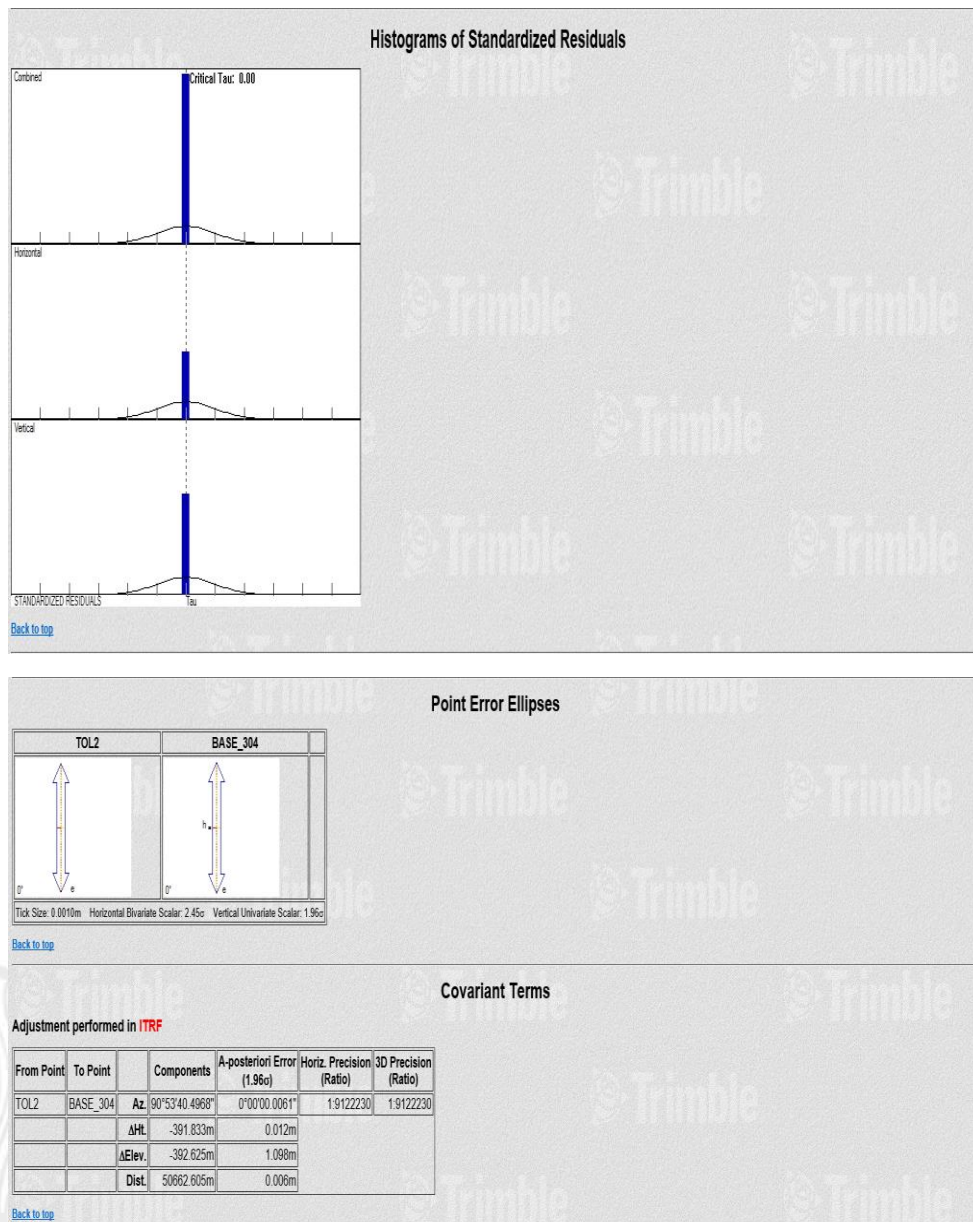


Figura 36. Tratamiento y procesamiento de datos (resultados 31/10/2014 día juliano 304) del levantamiento LIDAR (Ligh Detection and Ranging), de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Fixed width point coordinate listing

Project : XOCHI_304_LB

User name	Miguel Moreno	Date & Time	07:18:06 a. m. 18/11/2014
Coordinate System	UTM	Zone	14 North
Project Datum	ITRF		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	Meters		

Point listing				
Name	Northing	Easting	Elevation	Feature Code
TOL2	2133399.133	432393.002	2656.661	INEGI
BASE_304	2132420.577	433027.141	2264.036	PC BASE

[Back to top](#)

Figura 37. Coordenadas UTM Zona 14 Norte y alturas ortometricas. Datum ITRF 2008 Epoca 2010.0. Modelo Geoidal EGM96 (día juliano 304)

Fixed width point lat/long/height listing

Project : XOCHI_304_LB

User name	Miguel Moreno	Date & Time	07:19:17 a. m. 18/11/2014
Coordinate System	UTM	Zone	14 North
Project Datum	ITRF		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	Meters		

Point listing				
Name	Latitude	Longitude	Height	Feature Code
TOL2	19°17'35.64347"N	99°38'36.50048"W	2651.730	INEGI
BASE_304	19°17'07.63047"N	99°09'41.54917"W	2259.897	PC BASE

[Back to top](#)

Figura 38. Coordenadas geodésicas y alturas elipsoidales. Datum ITRF 2008 Epoca 2010.0. Modelo Geoidal EGM96 (día juliano 304)

COORDENADA PROMEDIO CALCULADA PARA EL PUNTO BASE

NOMBRE DE PUNTO	COORDENADAS UTM ZONA 14 NORTE DATUM ITRF 2008			COORDENADAS GEODESICAS DATUM ITRF 2008		
	NORTE	ESTE	ELEVACION	LATITUD N	LONGITUD O	ALTURA ELL
BASE	2132420.576	483027.151	2264.027	19°17'07.630430"	99°09'41.542820"	2259.874

Project

AZTEC

Project name: XOCHI_DJ303_RED
 Project folder: C:\Users\Miguel Moreno\Documents\MAGNET Tools Jobs
 Creation time: 01/11/2014 05:34:30 a. m.
 Linear unit: Meters
 Angular unit: DMS
 Projection: UTMNorth-Zone_14 : 102W to 96W
 Datum: ITRF 2008
 Geoid: Egm96
 Time Zone: Central Standard Time (Mexico)

GPS Observations

Name	Distance (m)	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	Duration	Solution Type	Epochs
BASE-BASE_BU	4.479	4.466	-0.293	0.024	0.000	0.001	04:09:15	Fixed	14955
BASE-PC-1	6155.544	164.589	6148.646	-32.552	0.002	0.004	01:06:52	Fixed	4012
BASE-PC-2	6860.315	2405.073	6419.339	-34.126	0.003	0.004	01:03:30	Fixed	3810
BASE_BU-PC-1	6155.716	160.121	6148.935	-32.572	0.002	0.004	01:06:52	Fixed	4012
BASE_BU-PC-2	6859.023	2400.606	6419.632	-34.149	0.003	0.004	01:03:30	Fixed	3810

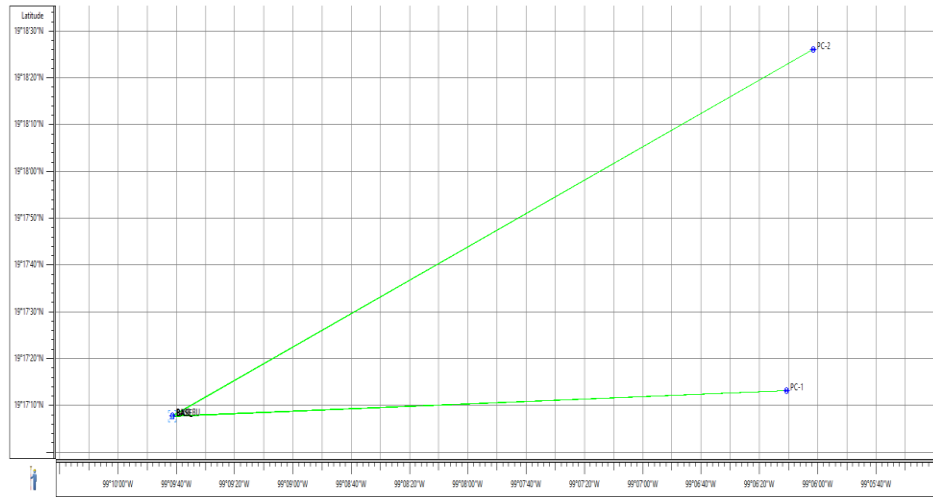
GPS Satellites	GLONASS Satellites	PDOP	HDOP	VDOP	Base Antenna Height (m)	Rover Antenna Height (m)
12	10	2.104	1.051	1.823	1.750	1.780
10	7	2.133	1.045	1.859	1.750	1.705
10	7	1.802	0.888	1.568	1.750	1.749
10	9	1.803	0.823	1.604	1.780	1.705
10	10	1.503	0.728	1.315	1.780	1.749

Adjustment

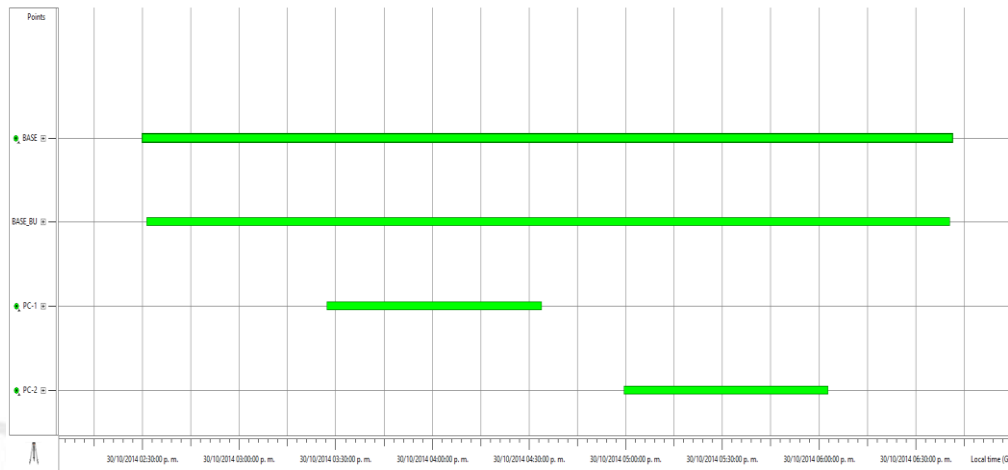
Control Tie Analysis: **success**
 Adjustment type: **Plane + Height, Minimal constraint**
 Confidence level: **95 %**
 Number of adjusted points: **4**
 Number of plane control points: **1**
 Number of used GPS vectors: **5**
 A posteriori plane or 3D UWE: **0.6923919** , Bounds: (**0.3478505** , **1.668832**)
 Number of height control points: **1**
 A posteriori height UWE: **0.3625479** , Bounds: (**0.1590597** , **1.920937**)

Figura 39. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 303)

Observation View



Occupation View



Point Summary

Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Geoid Separation (m)	Code	Convergence
BASE	19°17'07.63043"N	99°09'41.54282"W	2259.874	2132420.576	483027.151	2264.027	-4.154	PC BASE	-0°03'12.0694"
BASE_BU	19°17'07.77573"N	99°09'41.55300"W	2259.897	2132425.042	483026.858	2264.051	-4.154	BASE BU	-0°03'12.0731"
PC-1	19°17'13.13779"N	99°06'10.87475"W	2227.323	2132585.165	489175.795	2231.364	-4.040	PC FOTO	-0°02'02.5000"
PC-2	19°18'26.03615"N	99°06'01.64430"W	2225.747	2134825.649	489446.490	2229.754	-4.007	PC FOTO	-0°01'59.5718"

Figura 40. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 303)

Project

AZTEC

Project name: XOCHI_DJ305_RED
 Project folder: C:\Users\Miguel Moreno\Documents\MAGNET Tools Jobs
 Creation time: 02/11/2014 06:19:36 a. m.
 Linear unit: **Meters**
 Angular unit: **DMS**
 Projection: **UTMNorth-Zone_14 : 102W to 96W**
 Datum: **ITRF 2008**
 Geoid: **Egm96**
 Time Zone: **Central Standard Time (Mexico)**

GPS Observations

Name	Distance (m)	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	Duration	Solution Type	Epochs
BASE_305-BASE_BU_305	4.480	4.467	-0.295	0.022	0.000	0.001	06:08:55	Fixed	22135
BASE_305-PC-3	16089.561	-1023.833	16044.830	-33.363	0.006	0.010	00:59:22	Fixed,iono Free	3562
BASE_305-PC-4	10673.594	-3328.835	10132.766	-25.702	0.003	0.009	01:00:15	Fixed,iono Free	3615
BASE_BU_305-PC-3	16090.138	-1028.291	16045.122	-33.332	0.006	0.010	00:59:22	Fixed,iono Free	3562
BASE_BU_305-PC-4	10675.270	-3333.299	10133.062	-25.739	0.004	0.009	01:00:15	Fixed,iono Free	3615

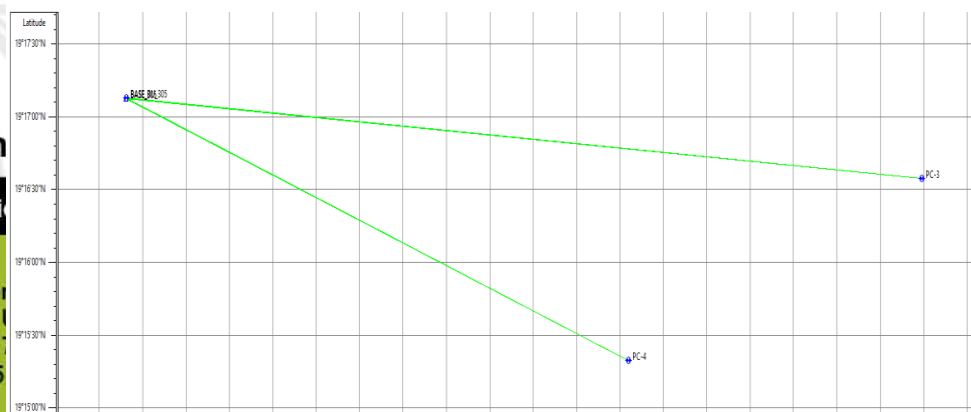
GPS Satellites	GLONASS Satellites	PDOP	HDOP	VDOP	Base Antenna Height (m)	Rover Antenna Height (m)
15	12	1.828	0.850	1.619	1.750	1.780
11	8	1.600	0.907	1.318	1.750	1.710
9	6	2.378	0.940	2.184	1.750	1.710
11	8	1.470	0.796	1.236	1.780	1.710
9	6	1.789	0.830	1.584	1.780	1.710

Adjustment

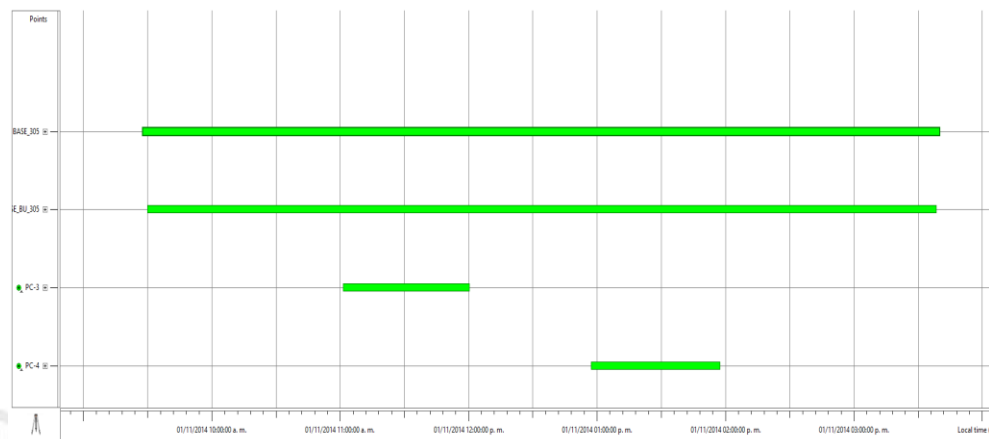
Control Tie Analysis: **success**
 Adjustment type: **Plane + Height, Minimal constraint**
 Confidence level: **95 %**
 Number of adjusted points: **4**
 Number of plane control points: **1**
 Number of used GPS vectors: **5**
 A posteriori plane or 3D UWE: **0.755457** , Bounds: (**0.3478505** , **1.668832**)
 Number of height control points: **1**
 A posteriori height UWE: **2.675352** , Bounds: (**0.1590597** , **1.920937**)

Figura 41. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 305)

Observation View



Occupation View



Point Summary

Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Geoid Separation (m)	Code	Convergence
BASE_305	19°17'07.63043"N	99°09'41.54282"W	2259.874	2132420.576	483027.151	2264.027	-4.154	01_11_2014	-0°03'12.0694"
BASE_BU_305	19°17'07.77576"N	99°09'41.55306"W	2259.895	2132425.043	483026.856	2264.049	-4.154	01_11_2014	-0°03'12.0731"
PC-3	19°16'34.57686"N	99°00'31.79512"W	2226.535	2131396.748	499071.980	2230.408	-3.872	01_11_2014	-0°00'10.4963"
PC-4	19°15'19.54318"N	99°03'54.32011"W	2234.163	2129091.742	493159.918	2238.193	-4.030	01_11_2014	-0°01'17.2741"

Figura 42. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 305)

Project

AZTEC

Project name: XOCHI_DJ306_RED
 Project folder: C:\Users\Miguel Moreno\Documents\MAGNET Tools Jobs
 Creation time: 17/11/2014 10:53:17 a. m.
 Linear unit: **Meters**
 Angular unit: **DMS**
 Projection: **UTMNorth-Zone_14 : 102W to 96W**
 Datum: **ITRF 2008**
 Geoid: **Egm96**
 Time Zone: **Central Standard Time (Mexico)**

GPS Observations

Name	Distance (m)	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	Duration	Solution Type	Epochs
BASE_306-PC-5	10177.759	-315.720	10165.182	-30.804	0.004	0.011	00:59:45	Fixed, Ionosphere Free	3585
BASE_306-PC-6	4557.888	-1318.769	4359.263	-30.138	0.002	0.003	00:58:26	Fixed	3506

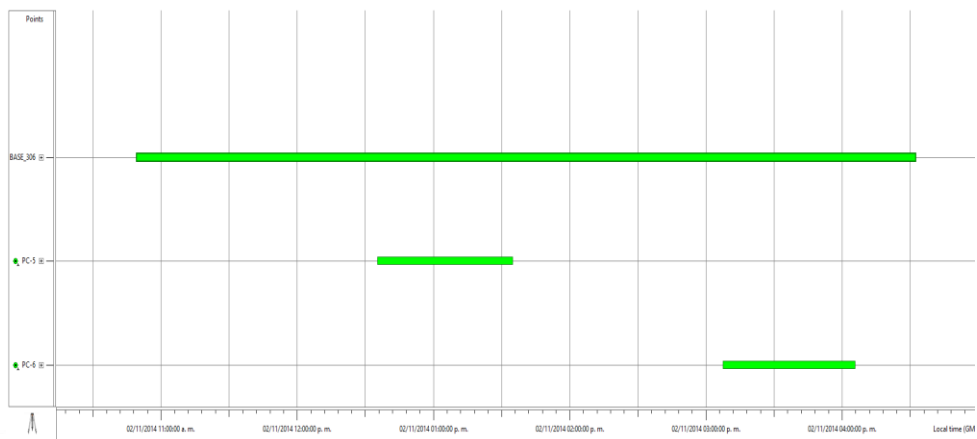
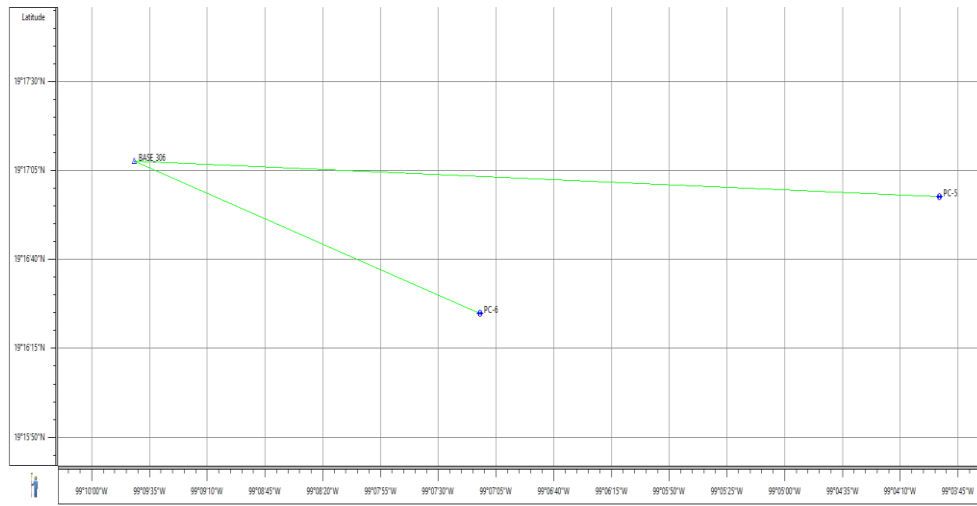
GPS Satellites	GLONASS Satellites	PDOP	HDOP	VDOP	Base Antenna Height (m)	Rover Antenna Height (m)
8	8	2.317	0.939	2.118	1.750	1.735
7	10	1.860	0.905	1.626	1.750	1.631

Adjustment

Control Tie Analysis: **success**
 Adjustment type: **Plane + Height, Minimal constraint**
 Confidence level: **95 %**
 Number of adjusted points: **3**
 Number of plane control points: **1**
 Number of used GPS vectors: **2**
 A posteriori plane or 3D UWE: **1**, Bounds: (**1**, **1**)
 Number of height control points: **1**
 A posteriori height UWE: **1**, Bounds: (**1**, **1**)

Figura 43. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 306)

Observation View



Point Summary

Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Geoid Separation (m)	Code	Convergence
BASE_306	19°17'07.63043"N	99°09'41.54282"W	2259.874	2132420.576	483027.151	2264.027	-4.154	PC BASE	-0°03'12.0694"
PC-5	19°16'57.57433"N	99°03'53.24819"W	2229.069	2132104.856	493192.333	2233.042	-3.973	PC FOTO	-0°01'17.0253"
PC-6	19°16'24.83989"N	99°07'12.14989"W	2229.735	2131101.807	487386.414	2233.833	-4.098	PC FOTO	-0°02'22.6438"

Figura 44. Resultados del ajuste de la Red Topografica de Puntos de Control Propagados a partir del punto BASE (día juliano 306)

4.2 PROCESO DE DATOS LIDAR

Los datos LiDAR fueron procesados mediante técnicas estándar en la industria de sistemas LiDAR. El sistema LiDAR fue calibrado al inicio del proyecto y dicha calibración se verificó al término de la misión de vuelo desarrollada durante la adquisición de datos LiDAR. La metodología y resultados de la calibración del sistema se encuentran adelante en el Apéndice A. El software de computadora TerraSolid Terrascan fue utilizado para el análisis de los datos LiDAR recolectados durante la misión de vuelo. El proceso realizado fue el siguiente:

- El proceso posterior al vuelo combinó la trayectoria precisa de la aeronave obtenida mediante la solución diferencial GPS y la corrección de los datos de los rebotes del láser considerando el derrape, alabeo y cabeceo de la aeronave. Los datos crudos de GPS/INS fueron primeramente procesados utilizando el paquete de software de Novatel Waypoint Inertial Explorer para producir un archivo SBET (Smoothed Best Estimate Trajectory) en un intervalo de 200 hz.
- Los datos crudos del láser en waveform fueron procesados mediante el software Riegl RiAnalyze el cual extrae los datos de la nube de puntos del “full waveform” y produce datos de puntos en un sistema de coordenadas interno del scanner.
- Posteriormente el archivo SBET y los datos del láser fueron procesados utilizando el software VOPro, el cual es un software propio y que produce la nube de puntos final de cada una de las líneas de vuelo combinando la posición y orientación del sensor de la plataforma con los datos del scanner geo-referidos al datum previamente especificado.
- La integración de estos datos permitió producir una posición horizontal precisa (X, Y) y elevación vertical (Z) además de un valor de intensidad para cada punto en el terreno. Cada punto de estos datos puede ser identificado por tipo, por ejemplo: terreno, vegetación, edificio, línea de transmisión eléctrica y otros objetos de infraestructura existente.

- Una vez clasificados los puntos, la manipulación de la información incluyó la eliminación de las capas de puntos y la creación del modelo digital del terreno (DTM) a partir de los datos de puntos del terreno natural. Los datos finales de puntos ya procesados que se obtienen son extremadamente densos a lo largo del modelo digital de elevación (DEM) mucho más allá que la fotogrametría tradicional.
- Los puntos con coordenadas finales X, Y y Z, forman la base para generar el modelo digital de elevación final de la superficie del terreno.

4.3 CLASIFICACION Y FILTRADO DE DATOS LIDAR

El software comercial de TerraSolid fue utilizado para la extracción del modelo de la superficie descubierta (solo terreno, sin vegetación) de los puntos crudos del LiDAR. El software clasifica y/o elimina todos los puntos LiDAR no deseados, por ejemplo los puntos que no pertenecen a la superficie del terreno. El algoritmo de TerraSolid crea un esparcido TIN (Triangular Irregular Network) de los puntos crudos de LiDAR y después los densifica usando un proceso iterativo. Los puntos de terreno del LiDAR son incorporados a la TIN conforme a lo especificado por el usuario y los datos derivados de la curvatura de restricciones además de verificar si los puntos caen o no debajo de la superficie de la TIN en la iteración en curso. El resultado es una TIN que se compone de medidas refinadas de los datos LiDAR que representa la superficie del terreno.

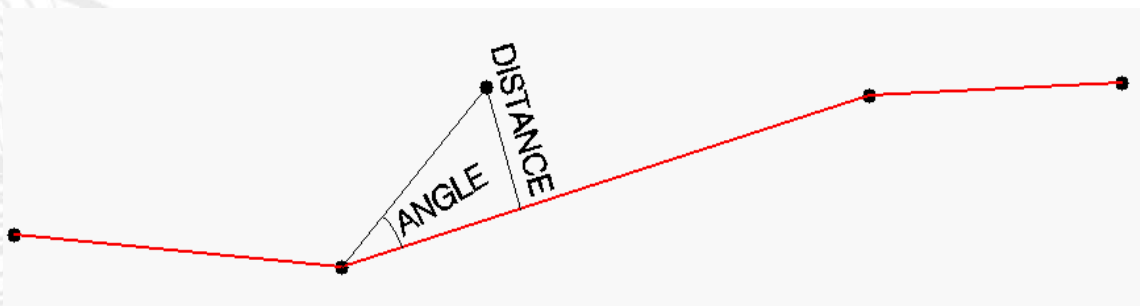
Los siguientes párrafos fueron extraídos del manual de usuario del software TerraScan donde se describe el procedimiento para la clasificación de los puntos de terreno de LiDAR:

La rutina Ground clasifica puntos de terreno mediante iteraciones creando un modelo de superficie por triangulación. La rutina comienza seleccionando localmente algunos puntos bajos en los que se pueda tener la certeza que son rebotes de puntos sobre la superficie del terreno.

Con el parámetro Max building size se controla la selección del punto inicial. Si el máximo building size es 60.0 m, la aplicación asume que cada área de 60 por 60 m tendrá al menos un rebote en el terreno (siempre que existan puntos en las partes aledañas al área antes mencionada) y que el punto más bajo sea un rebote en el terreno. La rutina crea un modelo inicial de los puntos bajos seleccionados. La triangulación en este modelo inicial está en su mayoría por debajo del terreno y solo sus vértices tocan la superficie del terreno. Entonces la rutina comienza elaborando el modelo hacia arriba por medio de iteraciones y agregando al modelo puntos nuevos del láser.

Cada punto adherido hace que el modelo siga la superficie del terreno con más precisión. Los parámetros de iteración determinan que tan cerca tienen que ser los puntos con respecto al plano de triangulación para que estos sean aceptados y adheridos al modelo.

El ángulo de iteración es el ángulo máximo entre un punto, su proyección en un plano triangular y su vértice más cercano. El parámetro de la distancia de iteración asegura que la iteración no realice grandes saltos hacia arriba cuando los triángulos son largos. Esto ayuda a mantener edificios bajos fuera del modelo. Entre menor sea el ángulo de iteración menor es la probabilidad de que la rutina cambie la nube de puntos (pequeñas ondulaciones en el terreno o rebotes de puntos en baja vegetación). Use un ángulo pequeño (alrededor de 4.0) en terreno plano y un ángulo más grande (alrededor de 10.0) en terreno accidentado.





La nube de puntos clasificada en formato LAS se procesa en un arreglo de cuadrículas mediante un software propio que utiliza la técnica de cuadrícula “el próximo más cercano” para producir una base de datos de acuerdo al espaciamiento de cuadrícula requerido. Este procedimiento es la única reducción que se aplica a la base de datos.

La base de datos clasificada y espaciada al azar de la nube de puntos es ahora convertida a una cuadrícula de puntos uniformemente espaciada. Esta cuadrícula de puntos produce modelos de superficie de relieve sombreado de ambas superficies, superficie descubierta (solo puntos de terreno o DTM) y primera superficie (DSM).

Las áreas no válidas de la superficie descubierta DEM generadas por la depuración en las herramientas de procesamiento y filtrado de las superficies antes mencionadas, son cubiertas mediante interpolación de valores basados en los valores conocidos de puntos que se tienen en la base de datos de las áreas circundantes.

Estos modelos de superficie son posteriormente utilizados para el control de calidad de la base de datos. Cualquier error de clasificación (normalmente edificios y vegetación) que son dejados erróneamente en la superficie descubierta son eliminados y re-clasificados manualmente. Debido a que las diferencias de elevación de tan solo unos cuantos centímetros pueden ser observadas en estos modelos de superficie cualquier error sistemático, errores humanos o artefactos pueden ser identificados y corregidos. No fueron encontrados problemas de cuidado en la base de datos de este proyecto.

NOTA: No se encontraron problemas significativos en la base de datos de este proyecto.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

4.4 CONTROL DE CALIDAD Y PRECISION DE LOS DATOS LIDAR

Los puntos de control terrestre (levantamiento estático) y el levantamiento de control de calidad (levantamiento cinemático) fueron utilizados para la valoración y control de calidad de la precisión de los datos.

La metodología de comparación involucra la producción de una TIN de puntos de terreno obtenida de la base de datos de LiDAR, cuyas elevaciones se comparan contra las elevaciones de una TIN construida a partir de los puntos de control. Independiente a los datos LiDAR, se levantaron un total de 6 puntos estáticos y 2,847 puntos cinemáticos. El proceso de comparación fue realizado utilizando los estándares y metodología especificados en ASPRS/NDEP. El método de la precisión vertical fundamental (FVA) fue utilizado en los cálculos de las estadísticas de comparación.

El reporte de la precisión de los resultados del post-proceso de los puntos de control se especifica adelante en el Apéndice B.

A. LEVANTAMIENTO CINEMATICO

Además de los puntos de control terrestre cuyas observaciones fueron de modo estático, también se llevó a cabo un levantamiento cinemático de control, el cual consiste en montar un receptor GPS de doble frecuencia L1/L2 en un vehículo y conducir de manera moderada y a velocidad constante sobre las rutas accesibles dentro del área del proyecto (generalmente caminos). Dicho receptor GPS se configura de igual manera que el equipo base a tomar lectura en intervalos de 0.5 segundos y este lleva una altura constante con respecto a la superficie del suelo de tal manera que se pueda tener mediciones del terreno por donde el vehículo está circulando.

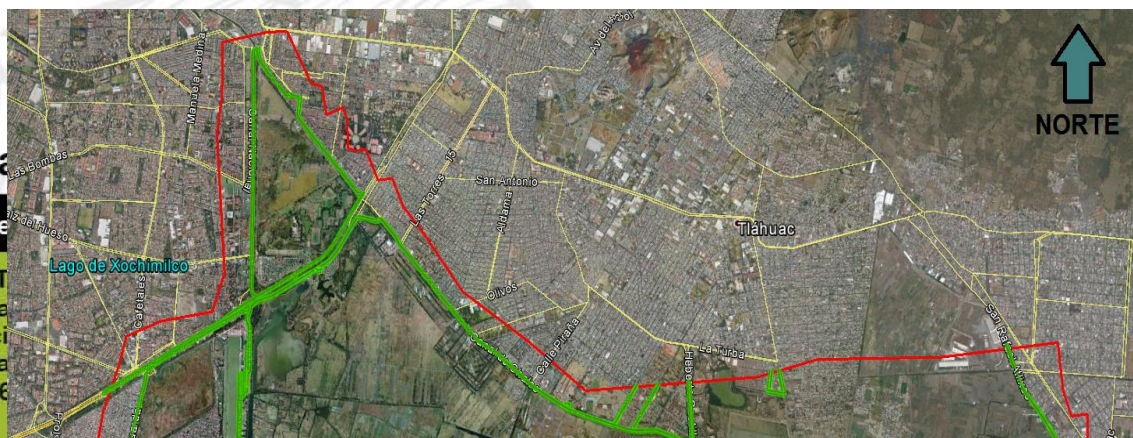
Este levantamiento se realizó con la finalidad de obtener mediciones de puntos sobre la superficie del terreno que sirven de puntos de control de calidad los cuales se comparan contra los puntos obtenidos del equipo LiDAR sobre la superficie en común que tengan

las trayectorias tanto del vehículo terrestre como el aerotransportado y posteriormente se hace el proceso de la comparativa y revisión del control de calidad.

En la Figura 45 se muestra el vehículo adaptado para el levantamiento cinemático y en la Figura 46 el mapa con la ruta por la cual realizó el recorrido en el área del proyecto.



Figura 45. Vehículo adaptado con receptor GPS para el levantamiento cinemático realizado por la brigada terrestre del LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



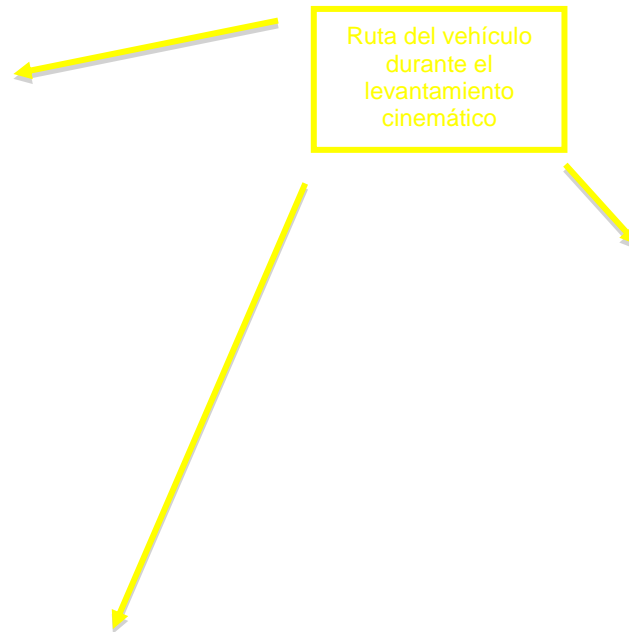


Figura 46. Ruta del levantamiento cinemático realizado por la brigada terrestre en vialidades del área del proyecto donde no hubo obstrucciones para la señal del satélite sobre el GPS del vehículo; para el levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

B. POST-PROCESO DEL LEVANTAMIENTO CINEMÁTICO GPS

El levantamiento cinemático GPS fue procesado para proveer al equipo LiDAR de un conjunto de datos topográficos cualitativos y cuantitativos para tener la capacidad de evaluar las precisiones de los datos LiDAR. Un vehículo terrestre se adaptó con un receptor GPS montado y con una estación base GPS estacionaria simultáneamente fue recolectando datos crudos a intervalos de 0.5 segundos para el post-proceso. Para este fin el vehículo se condujo a lo largo de caminos abiertos a cielo visible para la recepción de una buena señal GPS y donde además se contara con cobertura de datos LiDAR. Esta actividad produjo miles de puntos QA/QC levantados sobre el área del proyecto.



Estos puntos cinemáticos GPS ya post-procesados fueron detalladamente monitoreados. Si hubiera existido cualquier incertidumbre de que la precisión hubiera excedido los 8 centímetros, los puntos hubieran sido rechazados. Solo soluciones de alta calidad en los puntos cinemáticos fueron utilizados para obtener la superficie real del terreno en este proyecto.

El post-proceso de los datos del levantamiento cinemático GPS se realizó mediante el software Waypoint Graf/Nav. Todos los datos fueron procesados utilizando el punto BASE como punto GPS base fijo durante el post-proceso y este mismo punto de control fue utilizado para procesar los datos LiDAR.

Debido a la densidad de edificios en la zona urbana y la vegetación a lo largo de algunos caminos, ciertas áreas del proyecto fueron limitadas para realizar el levantamiento cinemático ya que no se tuvo una vista de un cielo sin obstrucciones para la señal entre los satélites y el receptor GPS, por lo cual se utilizaron los accesos aquí descritos debido a que contaban con una buena visibilidad de cielo abierto para recepción de señal GPS en dichas áreas del proyecto.

Se observaron un total de 2,847 puntos cinemáticos procesados con Calidad 1 para QA/QC cuyos resultados se presentan en el Apéndice B.

C. POST-PROCESO DE LA NUBE DE PUNTOS Y CONTROL DE CALIDAD

Mediante los responsables correspondientes se aseguró el control de calidad del levantamiento de datos y de su postproceso, así como de la certidumbre en el manejo de la información generada; a partir de lo cual fue elaborado el modelo de la superficie del terreno en formato de imagen, con celdas de 50 cm por lado y con una precisión vertical mejor a 15 cm; para lo cual se utilizaron los equipos computacionales de altas especificaciones requeridos.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomedea, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



APENDICE A REPORTE DE CALIBRACION

Sistema LiDAR Q-560

1. INTRODUCCION

El propósito de este apéndice es explicar el procedimiento que se llevó a cabo para calibrar el sistema LiDAR Q-560, asegurando la más alta calidad de los datos que fuera posible. En los siguientes textos se explica como se miden los brazos de palanca, así como los procedimientos de calibración y de control de calidad utilizados, incluyendo las especificaciones del sistema LiDAR.

2. MEDICIONES DE LOS BRAZOS DE PALANCA

Los tres dispositivos de medición principales con los que se integró el sistema utilizado fueron: el receptor GPS, la Unidad de Medición Inercial (IMU) y el Escáner Laser. Las posiciones post-procesadas del sensor GPS de la aeronave siempre son conocidas en la localización de la antena GPS, pero lo que interesa saber es la posición del dispositivo de disparo del escáner laser porque desde ahí es de donde las distancias hacia el terreno y otros objetivos son medidas. Por lo tanto, las coordenadas tienen que ser propagadas desde la antena GPS hacia el dispositivo de disparo del escáner laser. La posición y altitud precisa del láser es determinada mediante la solución de filtración de post-proceso Kalman, mezclando los datos de los sensores del IMU y los acelerómetros con las posiciones del GPS. Los brazos de palanca tienen que ser medidos desde el dispositivo de disparo del láser hasta la antena del receptor GPS, así como desde el láser hasta el IMU para poder así calcular las posiciones del láser.

Todas las mediciones fueron referenciadas desde el plano del láser (no el plano de la aeronave) hasta los otros dos sensores. Dependiendo de cuál IMU es utilizado generalmente las medidas se hacen usando la regla de la mano derecha teniendo el valor positivo en el eje X apuntando hacia el frente de la aeronave, el eje Y hacia el ala derecha de la aeronave y el eje Z apuntando hacia abajo.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 70 de 127

En las Figuras 47 y 48 se muestran en vistas de corte y de planta respectivamente, la ubicación en la avioneta de los componentes del sistema (scanner laser, GPS e IMU) relacionada con las mediciones para derivar los brazos de palanca DX y DZ de la antena GPS.

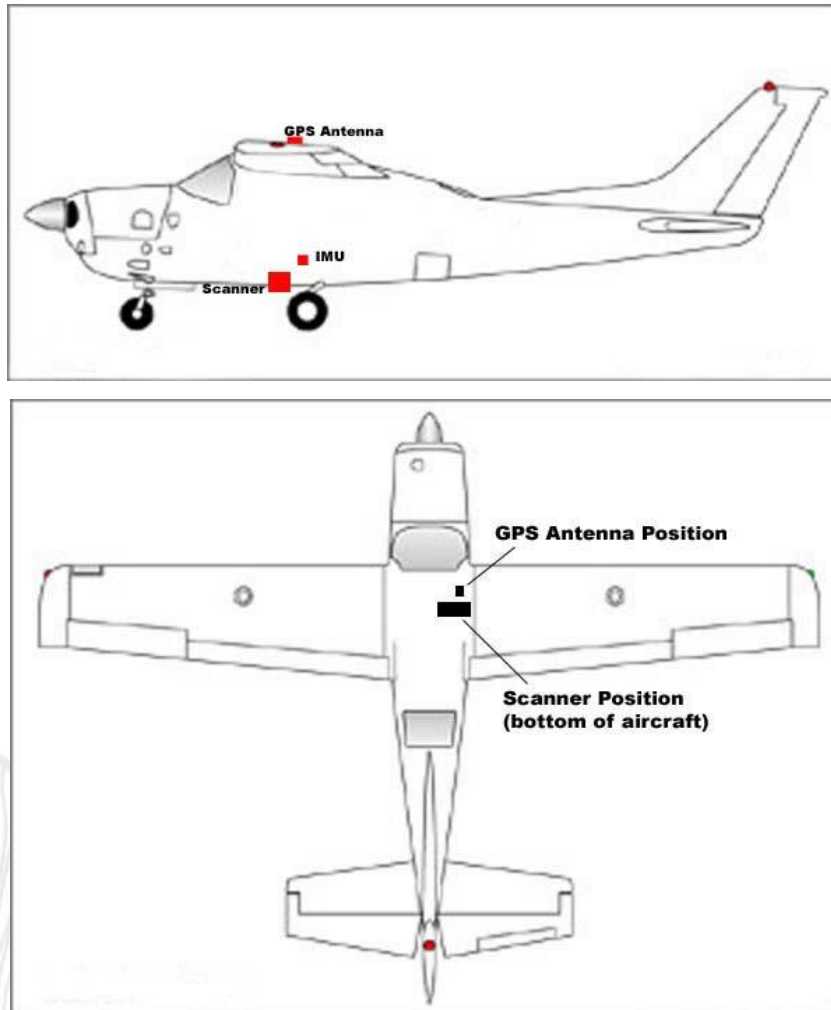


Figura 47. Vista en corte y planta de la ubicación de los componentes del sistema (scanner laser, GPS e IMU) relacionada con las mediciones para derivar los brazos de palanca DX y DZ de la antena GPS.

3. PROCEDIMIENTOS DE MEDICION DE LOS BRAZOS DE PALANCA

La aeronave es estacionada sobre una superficie nivelada. Una plomada con hilo, un nivel laser y una cinta de medición graduada son las herramientas utilizadas para la medición de los offsets. Esto generalmente conlleva a obtener los mejores resultados en vez de utilizar una estación total topográfica ya que muchos de los puntos a ser medidos se encuentran ocultos a la visibilidad desde una estación total. Ya que no todas las distancias pueden ser prácticamente medidas (por ejemplo: la medición directa hasta el dispositivo de disparo del láser o las mediciones perfectas hechas en ángulos rectos); se toman suficientes mediciones para derivar los resultados de los offsets por medio de substracciones y utilizando trigonometría simple. Además nuestro software calcula los brazos de palanca (FIGURA 48) hasta la antena GPS lo cual es utilizado para corroborar las mediciones.

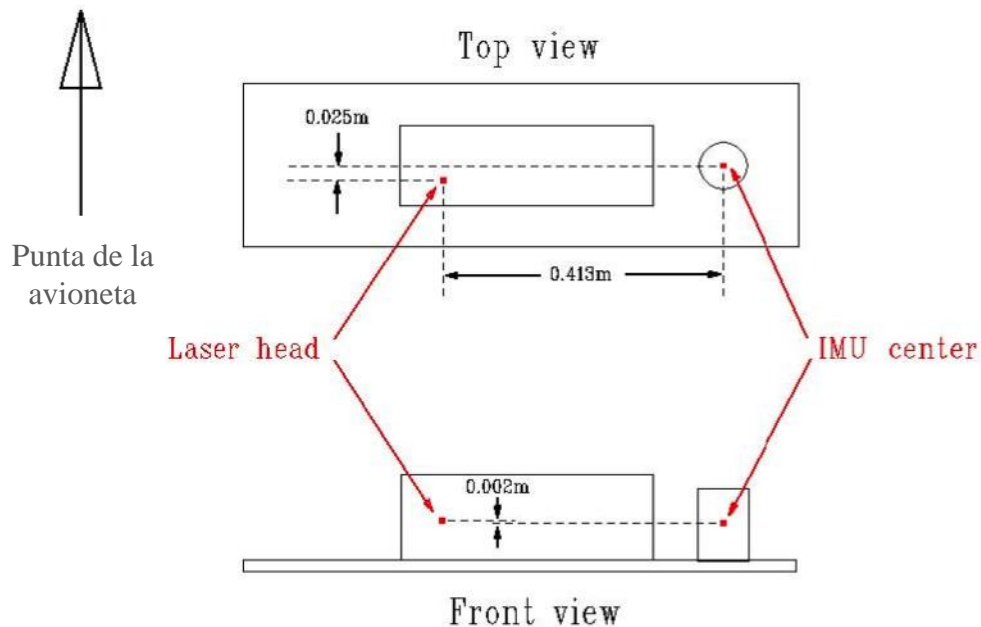


Figura 48. Vista en planta y frontal de los brazos de palanca del IMU.
(para propósitos ilustrativos solamente)



4. VALORES DE LOS BRAZOS DE PALANCA

Los resultados de los brazos de palanca desde el láser hasta la antena GPS y desde el láser al IMU fueron:

Laser-antena GPS	Laser-IMU
DX = +1.850 m	DX = -0.163 m
DY = -0.158 m	DY = +0.205 m
DZ = +1.35 m	DZ = +0.075 m

5. CALIBRACION

Debido a que la información de la altitud que proviene de la orientación del software es para el IMU en sí, los ángulos de montaje entre el IMU y el láser tienen que ser determinados para poder así medir los objetivos con precisión. Estos ángulos tienen que ser determinados con exactitud para poder asegurar la precisión de la medición del objetivo del sistema LiDAR y son revisados en cada una de las misiones de vuelo. Los ángulos de desalineamiento son inicialmente determinados utilizando los datos LiDAR sobre un área previa y topográficamente levantada.

Varias pasadas de cobertura y adquisición son llevadas a cabo sobre el área de calibración mediante líneas de vuelo ejecutadas típicamente en la dirección norte-sur y después sur-norte. Posteriormente líneas de cruce en la dirección este-oeste y después oeste-este son también ejecutadas para la adquisición de datos.

Se utilizó una combinación de software (TerraMatch y TerraSolid) los cuales proveen información de una corrección automatizada basada en el ajuste de mínimos cuadrados y manualmente se observan los resultados calculados de los ángulos de desalineamiento. Adicionalmente a la calibración inicial, los datos son revisados en cada una de las misiones de vuelo utilizando el traslape entre las líneas de vuelo contra su adyacente.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

6. EJEMPLO DE OFFSET DEL RUMBO O DIRECCION (DERRAPE)

Con fines ilustrativos en la Figura 49 se muestra las líneas del láser desalineadas de un cauce fluvial y en la Figura 50 el mismo cauce propiamente alineado una vez ya aplicado el offset del rumbo.



Figura 49. Líneas del láser desalineadas (offset del rumbo erróneo)

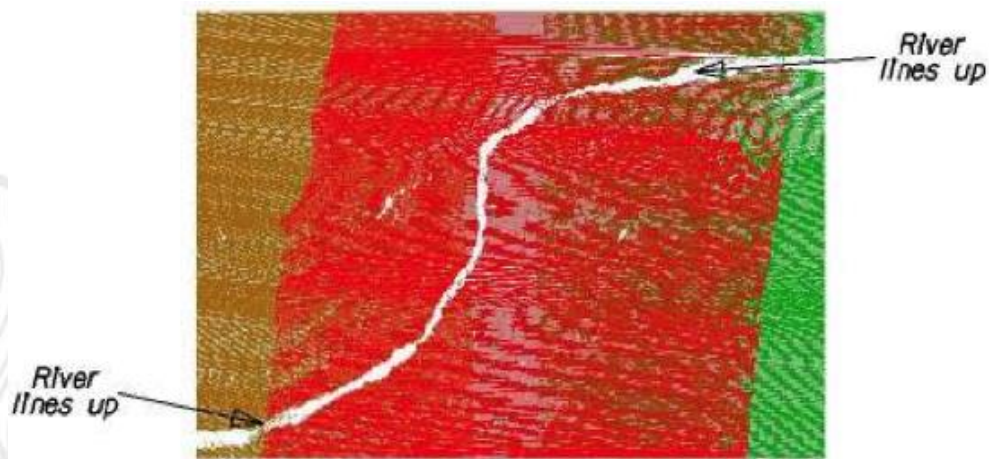


Figura 50. Líneas del láser alineadas (offset del rumbo correcto)

7. EJEMPLOS DE OFFSETS DE ALETEO Y CABECEO

Una vez que el offset del rumbo o dirección ha sido determinado, los offsets de cabeceo y aleteo pueden ser determinados. El método que se utiliza es el siguiente: volar sobre una construcción previamente levantada mediante equipo topográfico en direcciones opuestas (formando una cruz) y posteriormente visualizar y asegurar que las esquinas del edificio estén alineadas con las esquinas previamente medidas.

Así mismo y mediante iteraciones, se obtienen los offsets de cabeceo y aleteo hasta que los perímetros y muros de la construcción se alinean correctamente. Con esto, es posible medir las distancias a lo largo del perímetro de la construcción desde líneas de vuelo opuestas, y los valores de los offsets son determinados aceptablemente una vez que las distancias aprueban las especificaciones dentro de los parámetros de precisión vertical y horizontal establecidos.

Aleteo

El offset del aleteo es fácil de determinar, tan solo observando en como un muro alinea verticalmente desde un ángulo lateral del edificio. Con fines ilustrativos en la Figura 51 muestra los rebotes de puntos del láser sobre un edificio con un grado de error en el parámetro del offset del aleteo y con la corrección respectiva.

Cabeceo

El offset de cabeceo se determina observando como el perímetro del edificio se alinea desde una vista aérea o de planta. Con fines ilustrativos en la Figura 52 muestra los rebotes de puntos del láser sobre un edificio con un grado de error en el parámetro del offset del cabeceo.

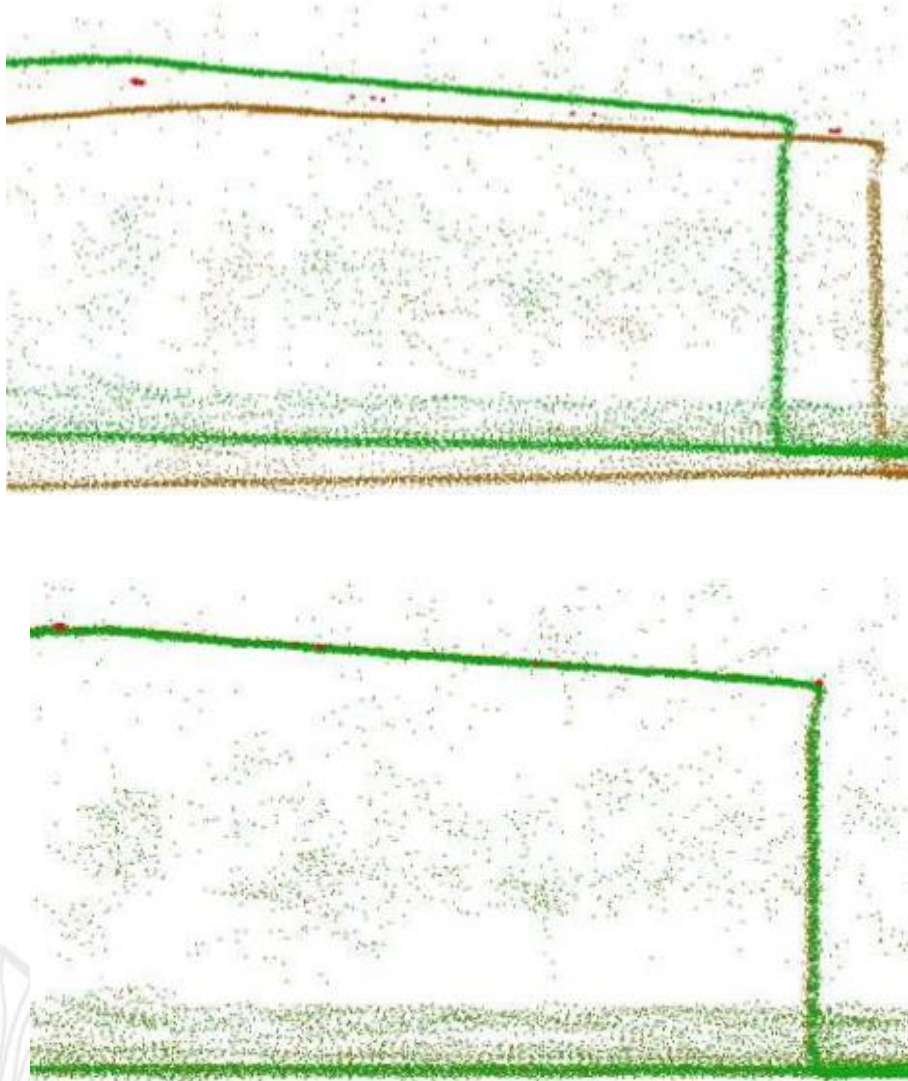


Figura 51. Vista lateral de 2 líneas de vuelo con un grado de error en el offset del aleteo (arriba) y con el valor del offset de aleteo propiamente aplicado (abajo).

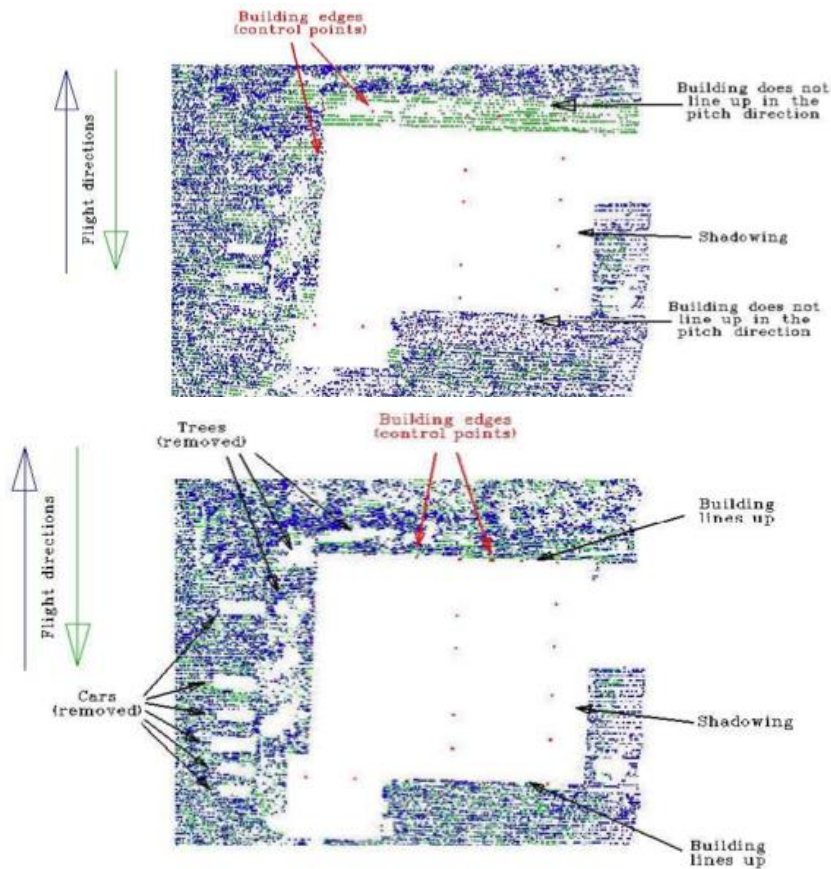


Figura 52. Rebotes de puntos del láser desalineados respecto al perímetro del edificio (arriba) y edificios alineados una vez que el valor correcto del offset de cabeceo ha sido propiamente aplicado (abajo).

8. ANGULOS DE DESALINEAMIENTO ESPECIFICOS DEL LEVANTAMIENTO

Los ángulos de desalineamiento calculados para el levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014, fueron los siguientes:

Cabeceo = +0.015 grados
Alabeo = +0.108 grados
Derrape = +0.155 grados

APENDICE B

REPORTE DE ESTADISTICAS DE CONTROL DE CALIDAD

COMPARACION DE DATOS LIDAR CONTRA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO TERRESTRE INDEPENDIENTE (LEVANTAMIENTO ESTATICO Y CINEMATICO)

Conforme se estableció en la propuesta del proyecto, el control de calidad de datos se realizó buscando valores promedio en dz (+0.003); magnitud promedio (0.041); error cuadrático medio (0.050m) y desviación estándar (0.050m). Después del trabajo correspondiente los valores finales para el levantamiento estático y cinemático fueron respectivamente los siguientes:

1. LEVANTAMIENTO ESTATICO

El levantamiento estático fue ejecutado en el área del proyecto. Un total de 6 puntos de control estáticos fueron levantados y utilizados en la comparativa y resultados de las estadísticas, las cuales se presentan a continuación:

	Este	Norte	Elevación		Diferencia
1	489175.795	2132585.165	2231.364	2231.420	+0.056
2	489446.490	2134825.649	2229.754	2229.760	+0.006
3	499071.980	2131396.748	2230.408	removido	*
4	493159.918	2129091.742	2238.193	afuera	*
5	493192.333	2132104.856	2233.042	2233.020	-0.022
6	487386.414	2131101.807	2233.833	removido	*

Average dz +0.013
 Minimum dz -0.022ç
 Maximum dz +0.056

Average magnitude 0.028
 Root mean square 0.035
 Std deviation 0.040

2. LEVANTAMIENTO CINEMATICO

El levantamiento cinemático fue ejecutado en el área del proyecto. Solo puntos levantados desde el vehículo con una velocidad mayor a 0.5 m/seg fueron utilizados para la comparación. La precisión del levantamiento cinemático es menor respecto a la obtenida en el levantamiento estático debido a la irregularidad de la superficie de rodamiento del vehículo en el terreno y la suspensión del vehículo durante la trayectoria. Un total de 2,847 puntos fueron adquiridos durante el levantamiento cinemático dentro del área de proyecto. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Average dz -0.066
Minimum dz -0.240
Maximum dz +0.083

Average magnitude 0.074
Root mean square 0.088
Std deviation 0.057

NOTA.- Debido a la gran cantidad de puntos resultado del levantamiento cinemático, la compilación de puntos se entrega en un archivo por separado.

4.6 COORDINADORES DEL LEVANTAMIENTO AEREO Y TRATAMIENTO DE DATOS LIDAR

- Ernesto Cortés Fernández: Maestría en Fotogrametría y en Fotografía Aérea por el International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, Holanda. Mecánico Electricista por la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Catedrático en la UNAM en las áreas de Optica y Fotografía Aérea. Capitán Piloto Aviador titulado. Licencia profesional de Piloto Aviador Comercial y más de 5,000 horas de vuelo para levantamientos LIDAR y fotográficos. Ha impartido cursos y seminarios sobre Levantamientos LIDAR y Fotografía Aérea, Aerodinámica, Reglamentación Aeronáutica, Motores y Planeadores, actualmente es Director de la empresa Geosisa S.A. de C.V.
- Armando Peralta Higuera: Desarrollo y aplicación de la videografía y la fotografía aérea digital. Diseño e implementación de dispositivos y métodos para la adquisición, procesamiento y aprovechamiento de imágenes del territorio obtenidas a través de la videografía, la fotografía digital, LIDAR y nuevas técnicas de percepción remota. Planificación y realización de levantamientos aéreos con cámaras métricas analógicas, digitales y LIDAR, Planeación y coordinación de campañas aéreas, fotonavegación, desarrollo de procedimientos de gabinete. Campañas de control terrestre y verificación. Aplicación de datos LIDAR, imágenes de percepción remota, sistemas de información geográfica, sistemas de bases de datos y del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), en el estudio de los recursos naturales y la gestión ambiental. Fotogrametría digital. Aerofototriangulación, ortocorrección, restitución y creación de cartografía digital, modelos digitales de terreno, sistemas de información geográfica. Procesamiento, interpretación y mediciones en imágenes digitales georreferenciadas. Desarrollo de aplicaciones con base en el manejo de computadoras, paquetes y programación para procesamiento de imágenes y sistemas de información geográfica, en el estudio de los recursos naturales, en estudios urbanos y agrícolas y en la elaboración de cartografía temática en proyectos de investigación y aplicados.



SEGUNDO OBJETIVO

PROCESO PARA GENERAR LOS PRODUCTOS FINALES A PARTIR DE LOS DATOS DEL LEVANTAMIENTO LIDAR Y ENTREGA DE LOS ARCHIVOS DIGITALES EN HD EXTERNO Y DEL ANEXO CARTOGRAFICO IMPRESO

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO DE LA ZONA CHINAMPERA Y DE
HUMEDALES DEL DISTRITO FEDERAL, PARA LA GENERACION Y
PROCESAMIENTO DE UN BANCO DE DATOS QUE SIRVAN DE BASE PARA
CONSTRUIR INFORMACION TOPOGRAFICA Y CARTOGRAFIA
GEORREFERENCIADA DE ALTA PRECISION”

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

1. OBTENCION DE PRODUCTOS FINALES A PARTIR DE LOS DATOS LIDAR

- Se verificó con los responsables respectivos el aseguramiento del control de calidad y la certidumbre en el manejo de la información generada, así como la elaboración del reporte respectivo, incluyendo la descripción del control de calidad del levantamiento de datos y de su postproceso; las metodologías, los cálculos, el procesamiento y los procedimientos utilizados para la generación de la información a partir de los datos LIDAR (ver Reporte Técnico en la sección anterior de este Informe Final),
- Se elaboró el correspondiente modelo de la superficie del terreno a partir del juego de datos reducidos después de realizar el proceso de triangulación de los puntos del terreno; los puntos fueron procesados para obtener un modelo digital de elevación en formato de imagen, con celdas de 50 cm por lado y con una precisión vertical típica de 20 cm.
- Se elaboraron los siguientes archivos digitales finales a partir de la nube de puntos LIDAR sin filtrar, generada en el levantamiento aéreo, con base en el postproceso y análisis técnico especializado correspondiente:
 - ✓ Modelo digital de elevación del terreno (0.5 m de resolución por celda).
 - ✓ Modelo digital de elevación de la vegetación (0.5 m de resolución por celda).
 - ✓ Mapa de hipsometría (rango de clasificación cada 1 m).
 - ✓ Mapa de curvas de nivel (equidistancia 0.5 m).
- Se elaboró el siguiente archivo digital final a partir del postproceso y análisis técnico de fotografías aéreas digitales obtenidas por Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C. (GPPA), simultáneamente con el levantamiento LIDAR:
 - ✓ Mapa de identificación de construcciones dentro de la poligonal envolvente.
- Se elaboraron los siguientes archivos digitales finales donde se interpreta la cartografía obtenida, mediante análisis ambiental y ecológico especializado de los

diversos científicos especialistas y expertos participantes, para ratificar o rectificar los procesos y tendencias observados en la zona en estudios previos:

- ✓ Mapa del grado de inundabilidad.
- ✓ Mapa de unidades de paisaje sobre bases geomorfológicas.
- ✓ Mapa de pendientes del terreno.

- Se integró en un Disco Duro (HD) externo de alta capacidad (ver HD Anexo) una carpeta digital de archivos digitales finales, con los estándares de metadatos establecidos por los interlocutores técnicos designados por la PAOT y con un detalle en los archivos digitales escala 1:1,000 (capacidad de resolución de la información):
 - ✓ Archivos CAD georreferenciados con:
 - Isolíneas del suelo desnudo en formato DWG o DXF y SHP.
 - Isolíneas de la vegetación en formato DWG o DXF y SHP.

 - ✓ Archivos GRD
 - De la base de datos original del suelo desnudo (archivo electrónico SURFER).
 - De la base de datos original de la vegetación (archivo electrónico SURFER).

 - ✓ Archivos Digitales:
 - Modelo digital de elevación de terreno en formato ráster.
 - Mapa de hipsometría.
 - Mapa de curvas de nivel.
 - Mapa del grado de inundabilidad.
 - Mapa de unidades de paisaje sobre bases geomorfológicas
 - Mapa de identificación de construcciones dentro de la poligonal envolvente.

- Se garantizó que los productos cartográficos finales tuvieran la calidad de los ejemplos del trabajo de GPPA, que se presentaron en la propuesta correspondiente.

- Se logró la mejora tecnológica complementaria que GPPA ofreció realizar de simultáneamente al levantamiento LIDAR, que consistió en la realización de un levantamiento aéreo georeferenciado de las mismas 2,800 con cámaras fotográficas digitales de alta definición, en los intervalos de luz visible e infrarrojo cercano.
- Se obtuvieron fotomosaicos a partir de la mejora tecnológica, los cuales permitieron a los científicos y expertos participantes apoyarse y dar más certidumbre a su análisis ambiental de la zona chinampera y de humedales, así como de su estado de conservación actual, ya que la banda visible permite el análisis fino de la vegetación y de la infraestructura, mientras que la banda del infrarrojo cercano las zonas cubiertas por agua y el tratamiento combinado de ambas (falso color) la diferenciación precisa de la vegetación activa y de otros materiales en el terreno.
- Con base en la mejora tecnológica se obtuvieron los siguientes productos adicionales que agregan valor técnico y científico al estudio
 - ✓ Ortomosaicos digitales georeferenciados del levantamiento fotográfico completo.
 - ✓ Pares estereoscópicos digitales del levantamiento en banda de luz visible e infrarroja con una sobreposición longitudinal de 60% y lateral del 30%.
 - ✓ Estos productos en archivos con posibilidad de ser integrados a SIG-PAOT.

2. METODOLOGIA INTERDISCIPLINARIA

Para el análisis especializado por técnicos, científicos y expertos en el que se basó la generación de los archivos digitales finales, los mapas y los productos de valor agregado obtenidos referidos anteriormente a partir de la nube de puntos sin filtrar y de los datos del levantamiento LIDAR descrito en el Reporte Técnico de la sección anterior de este Informe Final; GPPA integró un equipo de trabajo con participantes identificados en su propuesta de la respectiva convocatoria, con plena experiencia y trabajos reconocidos en las siguientes áreas:

- ✓ Procesamiento de datos tridimensionales de laser y fotogrametría;
- ✓ Regionalización del medio natural;
- ✓ Determinación geomorfológica de unidades de paisaje.
- ✓ Uso de modelos digitales de elevación del terreno, SIG e imágenes de percepción remota, para análisis, caracterización y gestión ambiental; y
- ✓ Problemática ambiental, evaluación ambiental y riesgo natural zona chinampera y de humedales de Xochimilco.

Con fines ilustrativos se presentan en las Figuras de la 53 a la 61 ejemplos visuales de la cartografía y de los productos referidos, a partir de los archivos digitales que de manera completa se incluyen en el HD Anexo e impresos en el Anexo Cartográfico de este Informe Final.

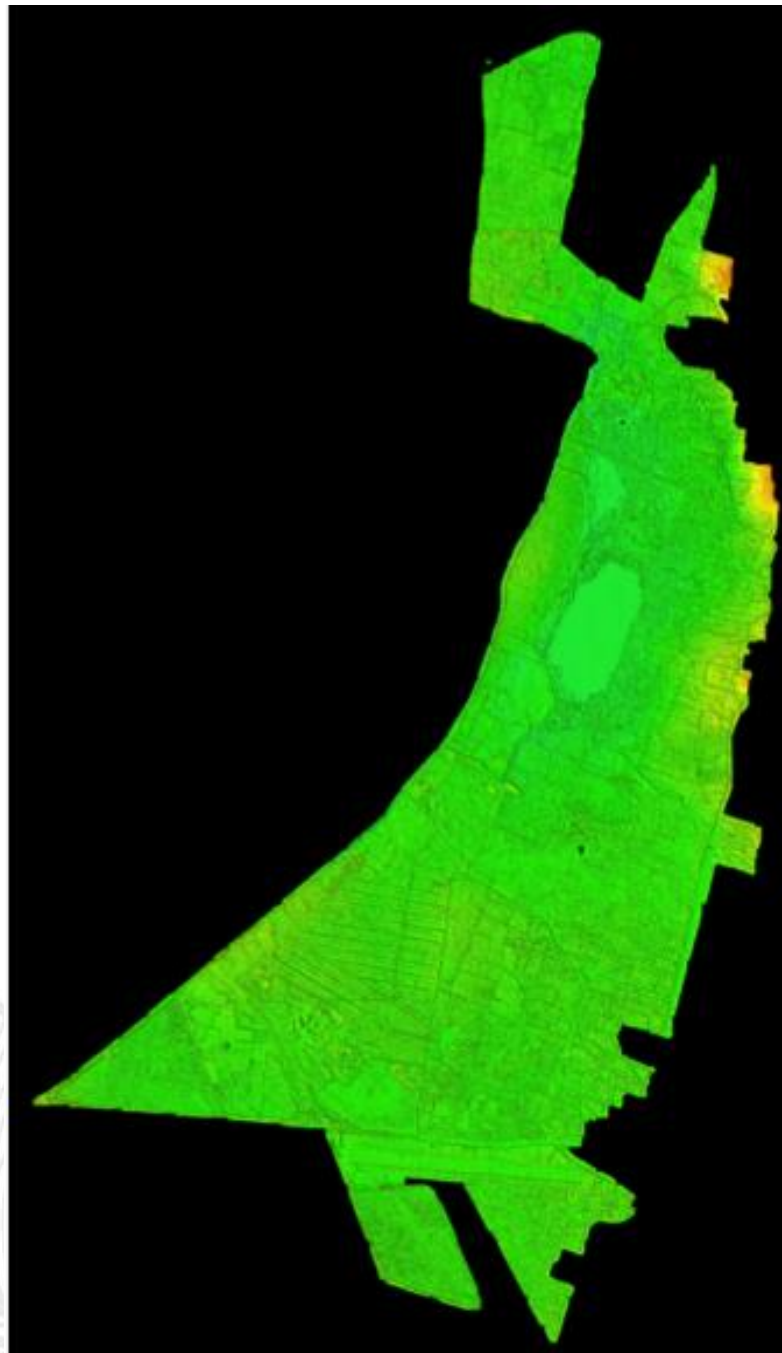


Figura 53. Mapa del Modelo Digital de Elevación del Terreno del área de estudio generado a partir de los datos del levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024888-N2-2014, que se incluye en el Anexo Cartográfico.

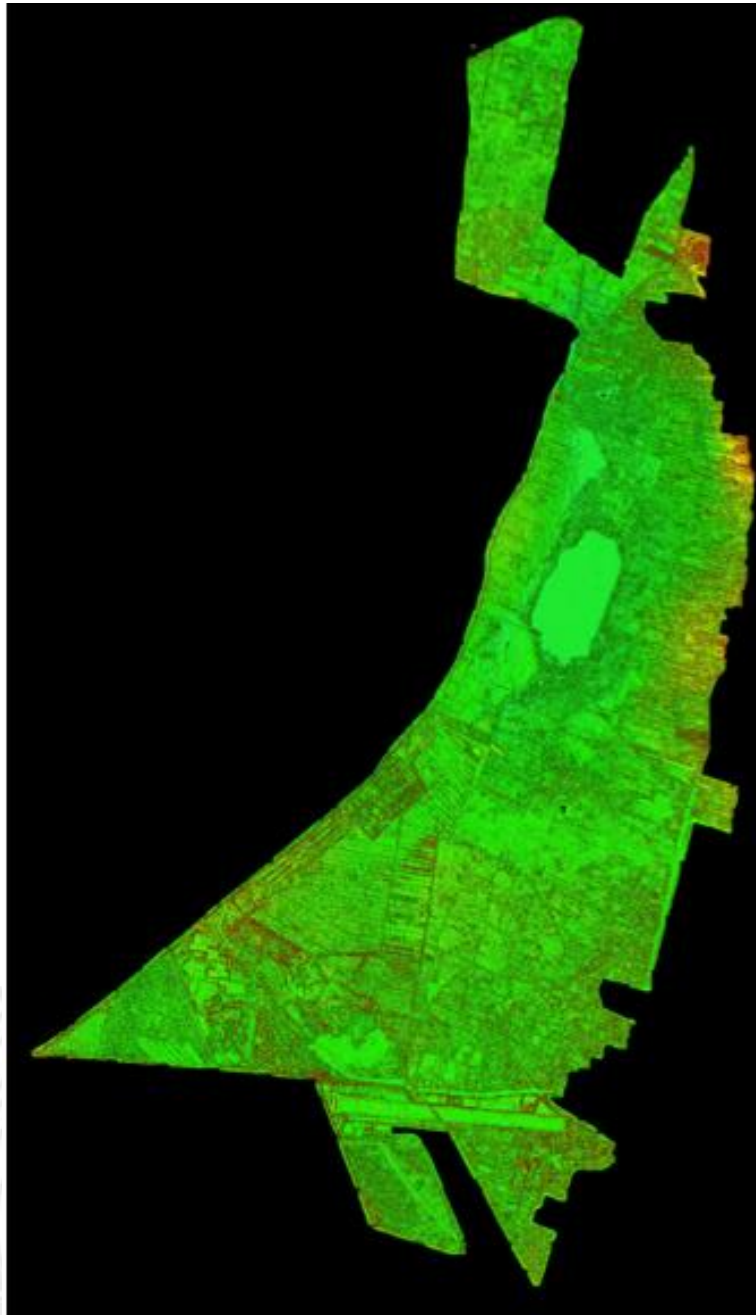


Figura 54. Mapa del Modelo Digital de Elevación de la Vegetación del área de estudio generado a partir de los datos del levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014, que se incluye en el Anexo Cartográfico.

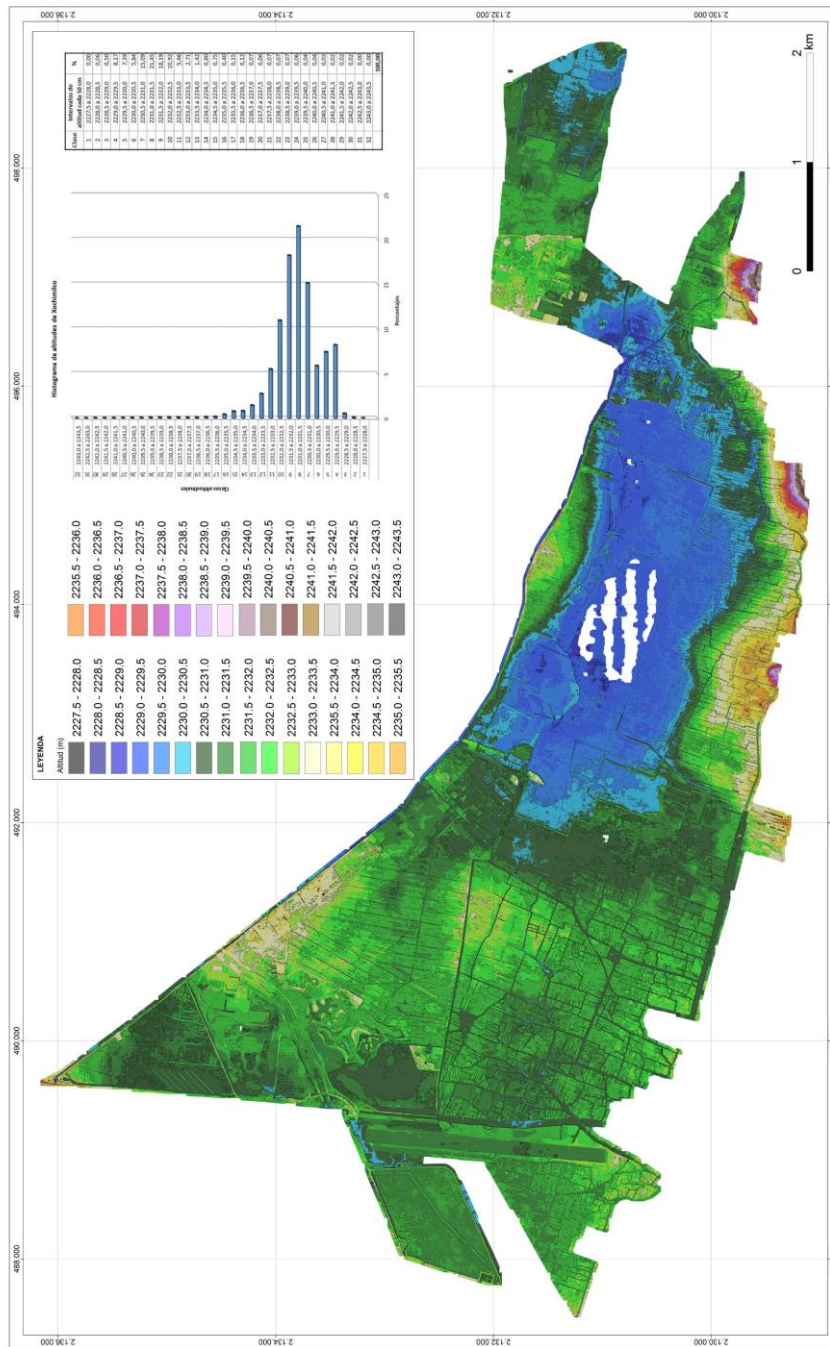


Figura 55. Mapa de Hipsometría del área de estudio generado a partir de los datos del levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014, que se incluye en el Anexo Cartográfico.

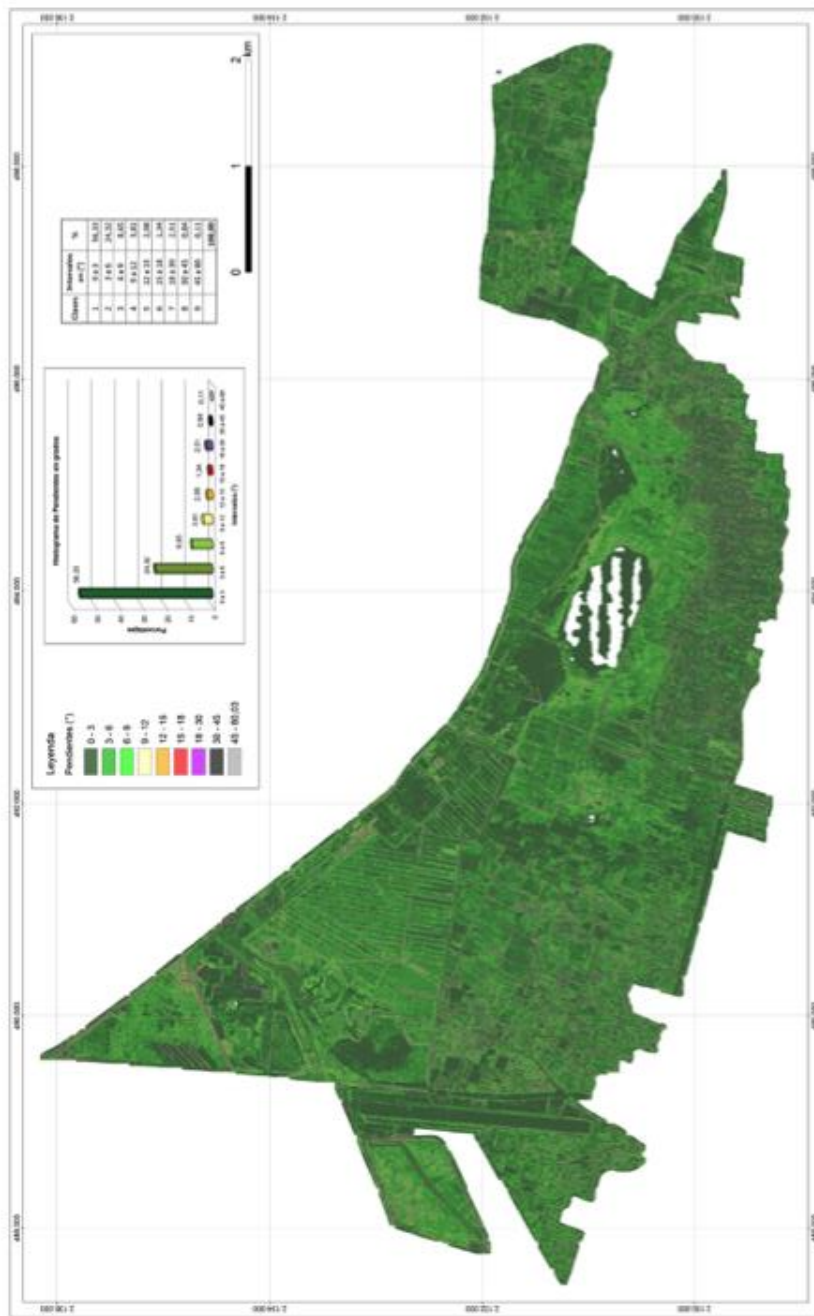


Figura 56. Mapa de análisis de pendientes del terreno del área de estudio generado a partir de los datos del levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014, que se incluye en el Anexo Cartográfico.



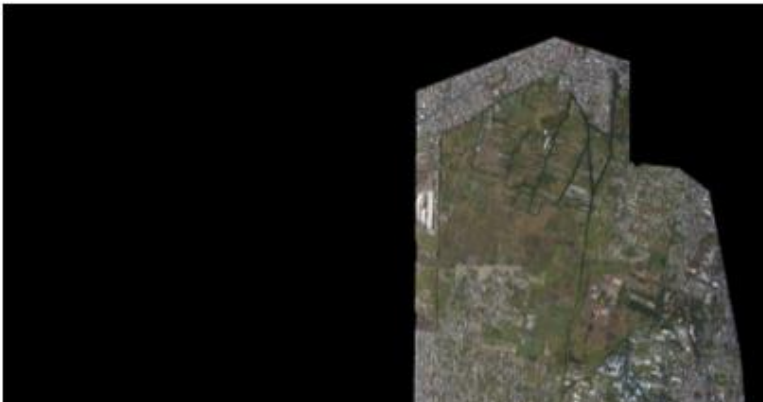
Figura 57. Acercamiento 3D de un sitio puntal del área de estudio generado a partir de una combinación del Modelo Digital de Elevación del Terreno y el Fotomosaico banda visible del área de estudio de la Licitación LA-909024988-N2-2014.



www.gppa.com.r

Consultores en Gestión

OFICINA CENTRAL
 Centro Corporativo Diome
 Lote 1-02, Oficina 401, Ur
 Cancún, Quintana Roo 77
 Tel / Fax (998) 688 0875



Torr
 ico, D

ento de fotografía digital
 se incluye en el Anexo

1, despacho 100,
 0 México



Figura 59. Fotomosaico del área de estudio en banda del infrarrojo cercano generado a partir del levantamiento de fotografía digital aérea comprometido como mejora tecnológica en la Licitación LA-909024988-N2-2014 y que se incluye en el Anexo Cartográfico.



Figura 60. Fotomosaico del área de estudio en falso color generado a partir del levantamiento de fotografía digital aérea comprometido como mejora tecnológica en la Licitación LA-909024988-N2-2014 y que se incluye en el Anexo Cartográfico.

3. LISTA DE PRODUCTOS FINALES QUE SE ENTREGAN

EN DISCO DURO EXTERNO

Carpeta digital incluyendo los siguientes archivos con estándares de metadatos establecidos por PAOT:

- ✓ Archivos CAD georreferenciados con:
 - Isolíneas del suelo desnudo en formato DWG o DXF y SHP.
 - Isolíneas de la vegetación en formato DWG o DXF y SHP.

- ✓ Archivos GRD
 - De la base de datos original del suelo desnudo (archivo electrónico SURFER).
 - De la base de datos original de la vegetación (archivo electrónico SURFER).

- ✓ Archivos Digitales
 - Modelo digital de elevación de terreno en formato ráster.
 - Mapa de hipsometría.
 - Mapa de curvas de nivel.
 - Mapa del grado de inundabilidad.
 - Mapa de unidades de paisaje sobre bases geomorfológicas
 - Mapa de identificación de construcciones dentro de la poligonal envolvente.

EN ANEXO CARTOGRAFICO IMPRESO

- Mapa del modelo digital de elevación del terreno.
- Mapa del modelo digital de elevación de la vegetación.
- Mapa de hipsometría (rango de clasificación cada 1 m).
- Mapa de curvas de nivel (equidistancia 0.5 m).
- Mapa del grado de inundabilidad.
- Mapa de unidades de paisaje (geomorfológicas).
- Mapa de pendientes del terreno.
- Mapa de identificación de construcciones dentro de la poligonal del ANP.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

4. BASES CIENTÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE UNIDADES

4.1 DEFINICION

El término unidades de relieve se refiere a la expresión de un territorio unificado e individualizado por un conjunto de mecanismos morfogénéticos que se asocian o se combinan para formar procesos similares que definen la regularidad del terreno.

En la definición de las diferentes categorías de relieve se incluyen dos modos de análisis:

- El primero con un enfoque morfoestructural, es decir la ocurrencia en campo de un determinado estilo geológico, que se expresa a través de la arquitectura de la morfología y en la disposición del relieve, considerando al material parental como la estructura de la roca.
- El segundo análisis se refiere a los procesos morfogénéticas que son los mecanismos dinámicos que esculpen o modelan al relieve a través de influencia del clima, originando las formas del relieve actual.

4.2 CONCEPTOS DE REGIONALIZACION

Provincia fisiográfica: Región natural constituida por conjuntos de unidades genéticas del relieve, con relaciones de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

Subprovincia fisiográfica: Unidad de escala media o de menor extensión que pertenece o se halla asociada a la provincia, pero que se determina por rasgos distintivos o de variación estructural que merecen su individualización

Sistema terrestre: Es la imagen de un territorio unificado e individualizado por un conjunto de mecanismos morfogénéticos que se asocian o se combinan concatenadamente para formar procesos similares que se repiten o bien, cambian de forma regular y cíclica Estos pueden ser o no independientes de la forma en que se manifiesten.

Paisaje geomorfológico: Se caracteriza por la homogeneidad, es decir a la pertenencia de un mismo tipo de relieve. Se incorpora la expresión del relieve como resultado de las características del modelado morfoclimático y de la regularidad del arreglo de la red hidrográfica, ambos son los factores diferenciadores que contrastan los distintos paisajes dentro del sistema terrestre.

4.3 CLASIFICACION Y FACTORES

TAXONES	GEOLOGÍA Y RELIEVE	CLIMA	CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN	ESCALA
Zona, dominio unidad de quinto orden.	Estructuras geológicas mayores de carácter continental.	Fajas climáticas de la Tierra. (polar, templada, tropical, ecuatorial).	Son altamente generalizados. Diferenciación de amplios biomas.	1:1,000,000 1:500,000
Región, complejo unidad de cuarto orden	Provincias fisiográficas y división de estructuras geológicas mayores. El relieve diferenciado en sierras, lomeríos y planicies.	Clima regional, puede estar descrito en zonas bioclimáticas (templado subhúmedo, trópico húmedo y/o seco, árido y semiárido).	La diferenciación geográfica está dada por la organización regional derivada de la herencia genética semejante. (Asociación de sistemas terrestres)	1:250,000 1:100,000
Sistema terrestre, (geosistema) unidad de tercer orden	Asociación o combinación de procesos complejos genéticamente análogos que definen la regularidad del terreno.	Carácter mesoclimático. Aplicación del sistema de clasificación climática de Köppen.	Patrón recurrente en el espacio terrestre ligado genéticamente.	1:250,000 1:100,000 1:50,000
Paisaje geomorfológico. Unidad de segundo orden	El modelado morfoclimático e hidrográficas son los elementos diferenciadores.	Influencia microclimática: Orientación, de umbría e insolación exposición a flujos de viento etc.	Parte de un paisaje que es razonablemente homogéneo y justamente distinto del terreno que le rodea.	1:50,000 1:20,000 1:10,000
Faceta, geofacie. Unidad de primer orden	Reconocimiento de unidades geomórficas. Formas de erosión y de acumulación.	Ídem	Es la parte más simple del paisaje, es uniforme en litología, forma, suelo y vegetación.	1:10,000

4.4 RUTA METODOLOGIA

Los pasos metodológicos para la elaboración de la cartografía asistida por SIG se presentan en la Figura 16)

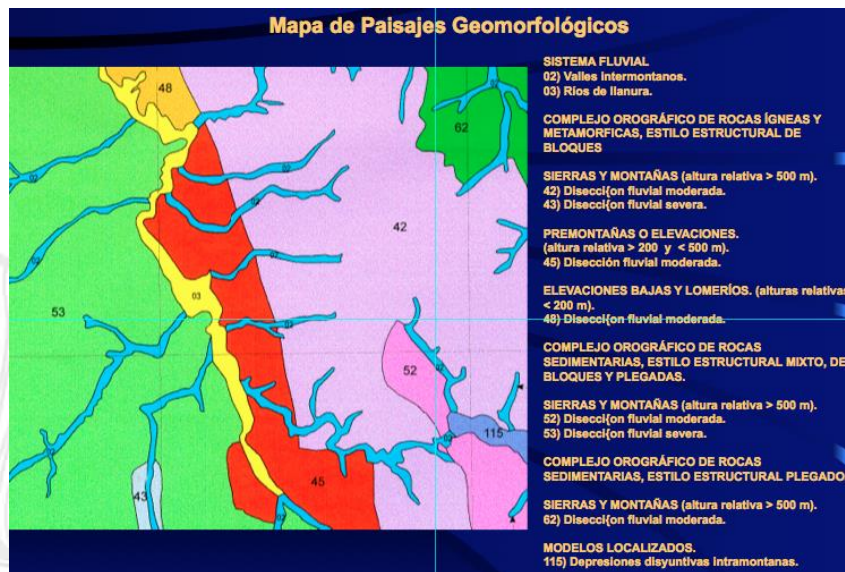
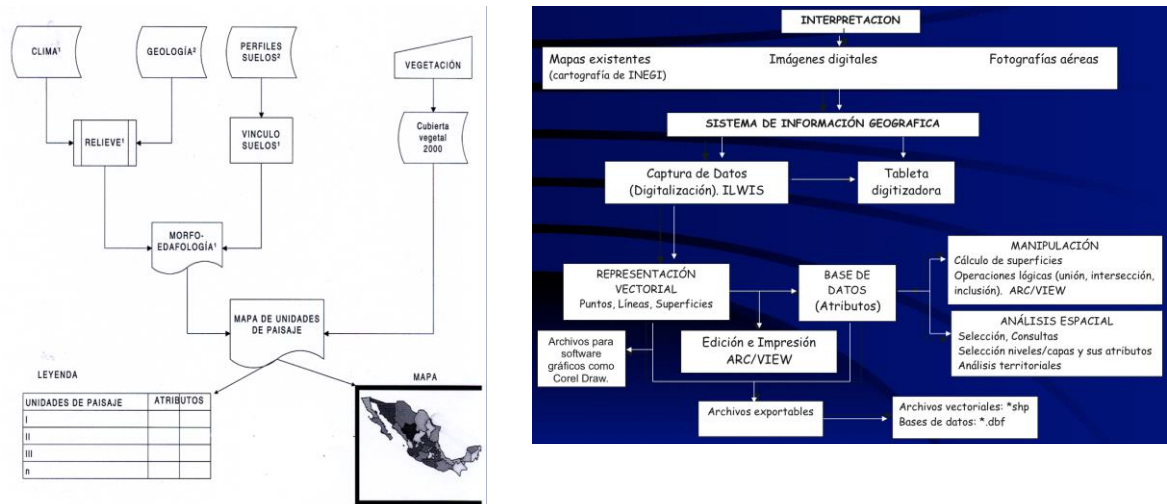


Figura 62. Ruta metodológica para la elaboración de la cartografía asistida por SIG y ejemplo de cartografía final.

La elaboración de la cartografía automatizada es asistida por un sistema de información geográfica. Un SIG se define como un conjunto de instrumentos y métodos especialmente dispuestos para capturar, almacenar, analizar y presentar información territorial georreferenciada del mundo real. Dicho nivel de potencialidad nos permite la posibilidad de tratamiento de las relaciones espaciales entre los objetos cartográficos.

Captura y almacenamiento de datos:

- Se inicia con la elaboración de un mapa base identificando los rasgos fisiográficos e hidrológicos principales, y se delimita la zona de estudio, en donde posteriormente se transfieren las unidades naturales resultantes.
- Se digitaliza la cartografía temática correspondiente a geología, edafología, hidrología, y clima en el SIG ILWIS, a partir de la información de INEGI escala 1:50 000.

Integración, estadísticas, cálculos, análisis espacial:

- Los archivos resultantes se exportaran a formatos de arc/info (*.lin y *.tbl), en este sistema se integrara la información capturada para estructurar, codificar, manipular y analizar los atributos de cada tema. Una vez interpretado y regionalizado las unidades resultantes se restituyen e integran al sistema de información geográfica.
- Se diseña una base de datos que contenga la información geográfica y sus atributos alfanuméricos, ligados al mapa, caracterizando cada uno de los rasgos mapeados. Manipulación de los datos: cálculo de superficies, unión, intersección, inclusión (operaciones lógicas).

Salidas:

- Generación de ficheros de impresión.
- Conversión a otros formatos compatibles con software de tipo gráfico

5. DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS TEMÁTICOS GENERADOS CON LIDAR

Se generaron tres mapas temáticos a partir de la base LIDAR que se realizó en noviembre de 2014 en el marco de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Un producto esencial derivado de la base LIDAR fue la obtención del Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDET), porque a través de sus datos fue posible generar el mapa Hipsométrico o Altitudinal y el mapa de pendientes del área de estudio.

Cabe destacar que se logró por primera vez obtener un modelo de terreno con un tamaño de píxel de 50 centímetros., lo cual a su vez permitió realizar un análisis detallado de los rasgos topográficos y sus respectivos atributos de la pendiente.

Así mismo, este modelo permitirá hacer ajustes más finos a las unidades de paisaje, junto con el mosaico de imágenes de vuelo reciente.

5.1 MAPA HIPSOMÉTRICO

Se elaboró el mapa de altitud o hipsometría en 32 intervalos de cada 50 centímetros.

Esta información permitió construir la curva hipsográfica, que se refiere al histograma que muestra la relación de la superficie que ocupa cada intervalo altitudinal expresado en m².

El resultado se muestra en la Figura 63.

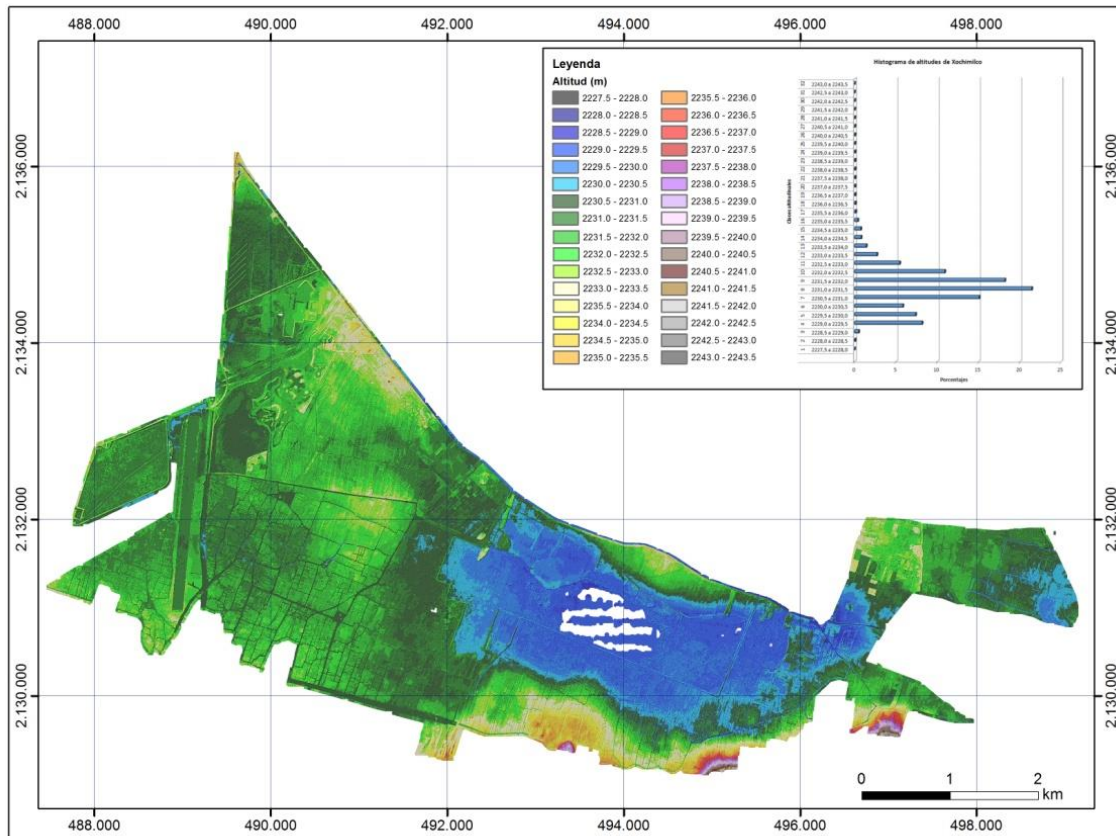


Figura 63. Mapa hipsométrico (altitudinal) de la zona de estudio con 32 intervalos cada 50 cm y su respectivo histograma de alturas.

En la tabla que se presenta a continuación se reportan los porcentajes de la superficie ocupada por cada piso o nivel altitudinal representados en 32 clases y en la Figura 64 su representación gráfica.

Clase	Intervalos de altitud cada 50 cm	%
1	2227,5 a 2228,0	0,00
2	2228,0 a 2228,5	0,06
3	2228,5 a 2229,0	0,50
4	2229,0 a 2229,5	8,17
5	2229,5 a 2230,0	7,39

6	2230,0 a 2230,5	5,84
7	2230,5 a 2231,0	15,09
8	2231,0 a 2231,5	21,45
9	2231,5 a 2232,0	18,19
10	2232,0 a 2232,5	10,92
11	2232,5 a 2233,0	5,46
12	2233,0 a 2233,5	2,71
13	2233,5 a 2234,0	1,42
14	2234,0 a 2234,5	0,80
15	2234,5 a 2235,0	0,75
16	2235,0 a 2235,5	0,40
17	2235,5 a 2236,0	0,15
18	2236,0 a 2236,5	0,12
19	2236,5 a 2237,0	0,07
20	2237,0 a 2237,5	0,06
21	2237,5 a 2238,0	0,07
22	2238,0 a 2238,5	0,07
23	2238,5 a 2239,0	0,07
24	2239,0 a 2239,5	0,06
25	2239,5 a 2240,0	0,04
26	2240,0 a 2240,5	0,04
27	2240,5 a 2241,0	0,03
28	2241,0 a 2241,5	0,02
29	2241,5 a 2242,0	0,02
30	2242,0 a 2242,5	0,02
31	2242,5 a 2243,0	0,00
32	2243,0 a 2243,5	0,00
		100,00

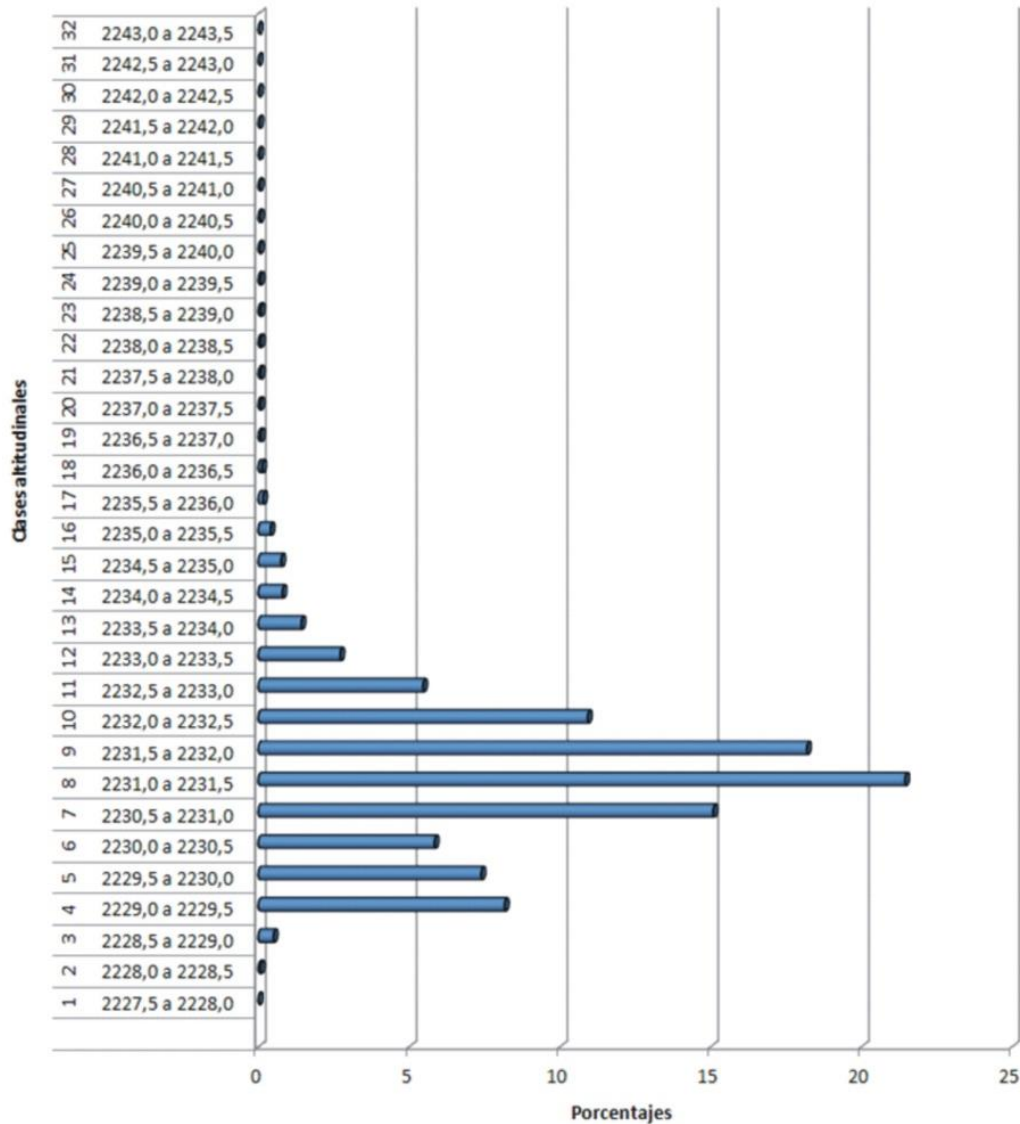


Figura 64. Histograma de altitudes de la zona de estudio con los porcentajes respectivos obtenidos a partir del levantamiento LIDAR de la de la Licitación LA-909024988-N2-2014

Tanto la tabla como su respectiva gráfica muestran la superficie ocupada que de manera general se puede agrupar en cinco grandes grupos.

El primer grupo se encuentra integrado por las primeras tres clases o intervalos (1 a 3) comprendidos entre los 2227.5 a 2229, corresponden a pequeños rasgos topográficos poco significativos en la zona y que solo representan el 0.56 % del total. Esto se observa en un desnivel de escasos 1.5 metros.

Los siguientes tres grupos se encuentran comprendidos en los intervalos de 4 a 6 con una superficie de 21.4 % ; de 7 a 10 con una superficie de 65.65 % y de 11 a 13 con una superficie de 9.59 %

En conjunto, la suma de estos tres grupos comprendidos entre las altitudes de 2,229 a 2,234 metros, se encuentra concentrado el mayor porcentaje de toda la zona de estudio con el 96.64.

Es decir que en un desnivel de apenas 5 metros se concentra la mayor superficie de toda la zona. El resto que representa el 2.79 % se encuentra entre los intervalos 14 a 32 (en las altitudes de 2234 a 2243.5 metros (en un desnivel de 9.5 m). El desnivel total de toda la zona de estudio es de 16 metros

5.2 MAPA DE PENDIENTES

El segundo producto derivado del MDET fue el mapa de pendientes en el cual se establecieron 9 clases o intervalos que muestran la superficie en % para cada intervalo como se aprecia en la figuras y tabla respectiva (Figuras 65 y 66).

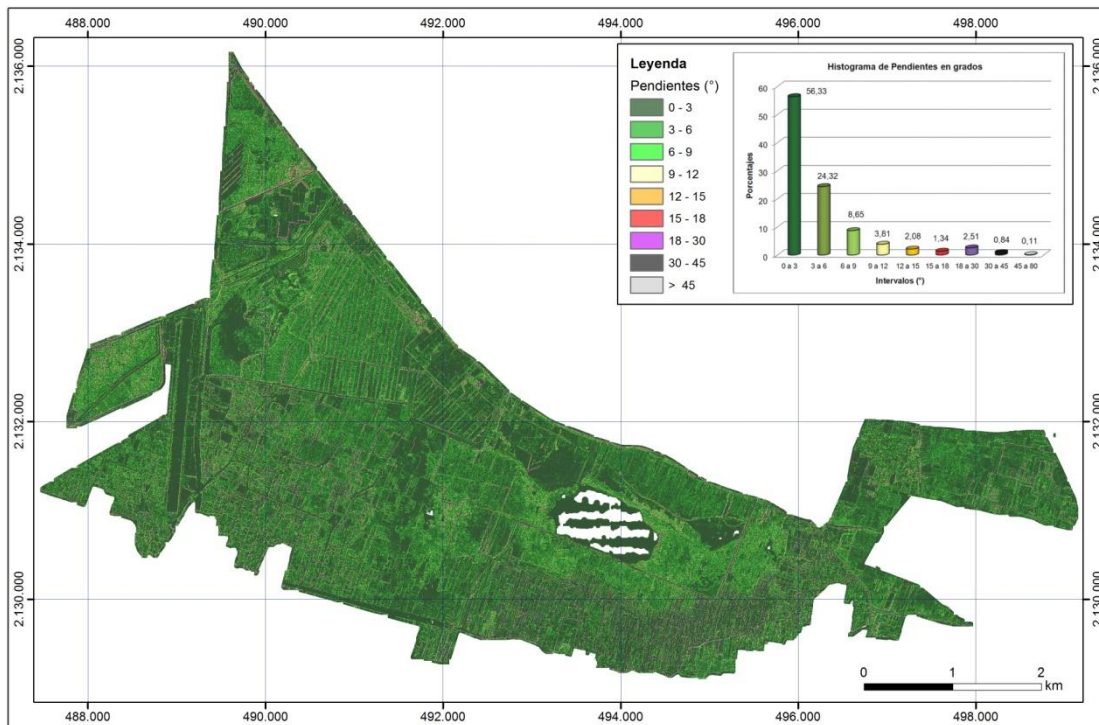


Figura 65. Mapa de pendientes de la zona de estudio con los porcentajes respectivos obtenidos a partir del levantamiento LIDAR de la de la Licitación LA-909024988-N2-2014.

Clases	Intervalos en (°)	%
1	0 a 3	56,33
2	3 a 6	24,32
3	6 a 9	8,65
4	9 a 12	3,81
5	12 a 15	2,08
6	15 a 18	1,34
7	18 a 30	2,51
8	30 a 45	0,84
9	> 45	0,11
		100,00

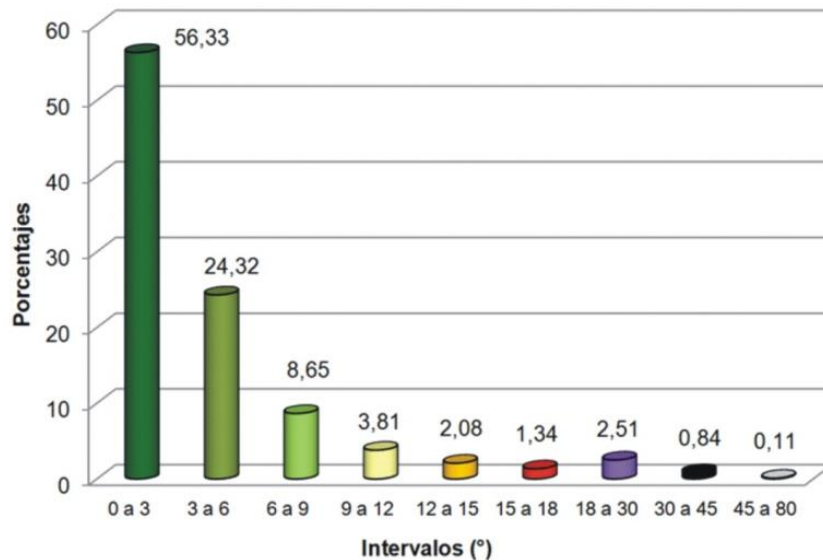


Figura 66. Histograma de pendientes en grados de la zona de estudio con los porcentajes respectivos obtenidos a partir del levantamiento LIDAR de la de la Licitación LA-909024988-N2-2014

En el mapa se puede visualizar por vez primera, la distribución de las pendientes del terreno con amplio detalle. Conformado por tres grandes grupos, la zona de estudio se caracteriza de la siguiente manera.

El primer grupo se encuentra conformado por los tres primeros intervalos que van de 0 a 9 grados de inclinación, lo cual representa el 89.30 % de la superficie total de la zona. En el segundo grupo se muestran los intervalos que van de 9 a 30 grados, los cuales representan un subtotal del 9.74 %

Finalmente se muestran los intervalos (8 y 9) que comprenden las pendientes de 30 a 45 grados y > 45 respectivamente, con una suma total menor al 1 %

5.3 MAPA DE UNIDADES DE PAISAJE

Se muestra el mapa de las unidades de paisaje geomorfológico (Figura 67), con énfasis en los ambientes palustres. Este mapa es el resultado de la interpretación del análisis especializado de 2002, de imágenes de las fotografías aéreas de este proyecto y de la primera interpretación general del MDET del LIDAR. Con el actual mosaico de imágenes tomadas en el vuelo del levantamiento LIDAR de la Licitación LA-909024988-N2-2014, se podrán hacer los ajustes necesarios y de detalle (actualización) que sean particulares para las respectivas unidades.

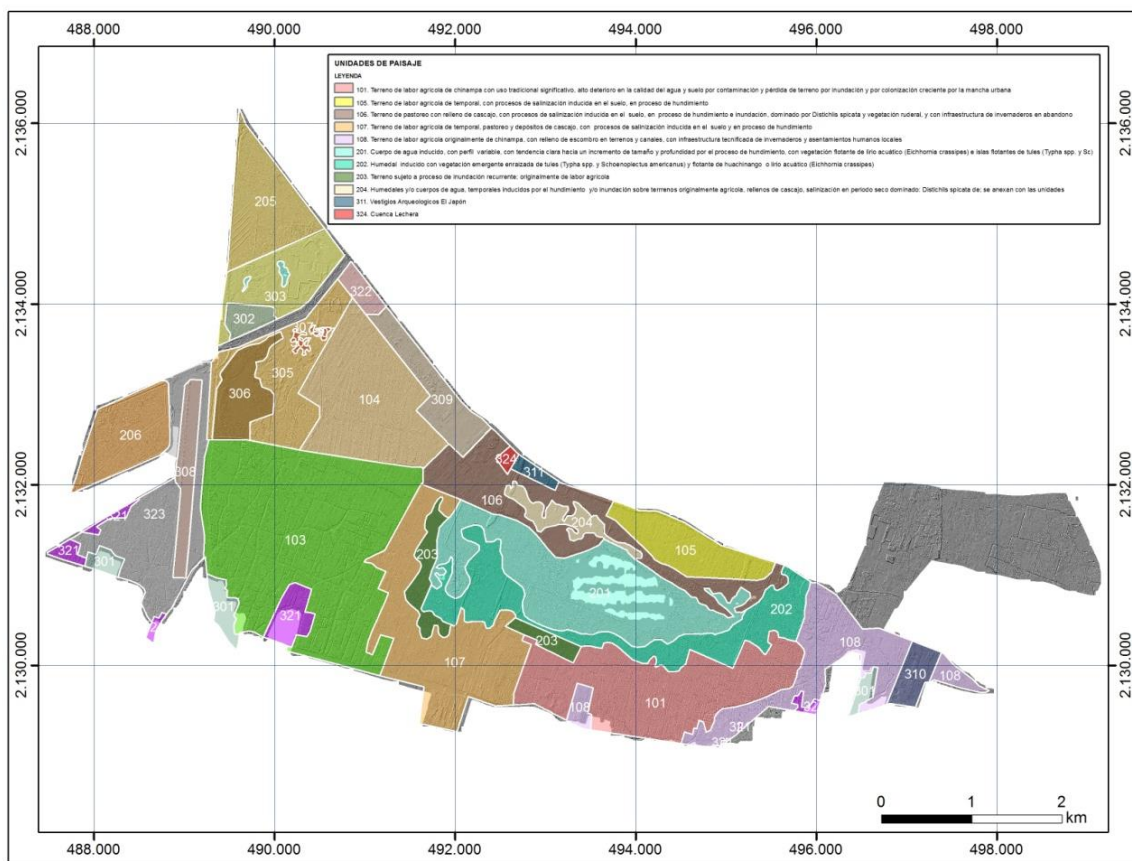


Figura 67. Mapa de Unidades de Paisaje Geomorfológico del área de estudio, a partir de la determinación 2002 e incorporando datos del levantamiento LIDAR y de los Fotomosaicos digitales de la Licitación LA-909024988-N2-2014, que se incluye en el Anexo Cartográfico.

6. PARTICIPANTES EN EL PROCESAMIENTO INTERDISCIPLINARIO

EXPERTOS RESPONSABLES DEL POST-PROCESAMIENTO DE DATOS LIDAR

Armando Peralta Higuera

Es el especialista con mayor producción y experiencia en el desarrollo y aplicación de la videografía y la fotografía aérea digital en el país, y creador de nueva línea de desarrollo tecnológico que comprende los siguientes temas:.

- Procesamiento de datos LIDAR, generación de modelos digitales de elevación, modelos digitales del terreno, análisis de información tridimensional geocodificada.
- Aplicación de datos LIDAR, imágenes de percepción remota, sistemas de información geográfica, sistemas de bases de datos y del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), en el estudio de los recursos naturales y la gestión ambiental.
- Fotogrametría digital. Aerofototriangulación, ortocorrección, restitución y creación de cartografía digital, modelos digitales de terreno, sistemas de información geográfica. Procesamiento, interpretación y mediciones en imágenes digitales georreferenciadas.
- Desarrollo de aplicaciones con base en el manejo de computadoras, paquetes y programación para procesamiento de imágenes y sistemas de información geográfica, en el estudio de los recursos naturales, en estudios urbanos y agrícolas, en la prevención y mitigación de desastres y en la elaboración de cartografía temática en proyectos de investigación y aplicados.
- Aprovechamiento de cartografía digital georreferenciada para su aplicación en:
 - ✓ Creación y seguimiento de Áreas Naturales Protegidas federales y locales;
 - ✓ Elaboración de planes de ordenamiento territorial y ecológico nivel federal y estatal
 - ✓ Elaboración de análisis ecológicos y seguimiento y monitoreo de proyectos.
 - ✓ Implementación de sistemas de información geográfica para la gestión ambiental.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



Héctor Alafita

Es Maestro en Evaluación de Impacto Ambiental por parte del Instituto de Investigaciones Ecológicas en Málaga España. Tiene grado de Diplomado en Derecho Ambiental Internacional realizado en la Universidad Anahuac y Posgrado en Evaluación de Impacto Ambiental por parte de la Universidad de Mar de Plata, Argentina. Se graduó como Biólogo en la Universidad Veracruzana complementando sus estudios en el Laboratorio de Tortugas y Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Fungió como Coordinador Estatal de Medio Ambiente, Coordinador de proyectos Especiales y Jefe de Sistemas de Información Ambiental en el gobierno del estado de Veracruz. Experiencia en manejo costero, manejo de Sistemas de Información Geográfica y procesamiento y manejo de datos LIDAR. Actualmente es socio y Director de Operaciones de GPPA.

Angel Alfonso Loreto Viruel

Concluyó estudios de Maestría en Geografía, en el Instituto de Geografía de la UNAM orientados al Ordenamiento Territorial y fue becario del programa Education for Nature del World Wildlife Fund y Subdirector de Ecología del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo, en donde implementó el Sistema de Información Geográfica Municipal; recopiló, clasificó y actualizó información geográfica y realizó diagnósticos regionales ambientales y socio-demográficos. Actualmente es integrante de GPPA donde es responsable de la elaboración y el manejo de la cartografía digital georreferenciada que se genera en los estudios, así como del post-procesamiento de datos LIDAR, del tratamiento de imágenes digitales, captura y procesamiento de datos GPS y de estudios ambientales interdisciplinarios. Actualmente es Jefe de Area de Análisis Geográfico en GPPA.

Reyna María Vélez Vásquez

Es Licenciada en Geografía del Instituto de Geografía de la UNAM, actualmente está en término su proceso de titulación, De 2009 a 2013 llevó actividades técnicas relacionadas con la cartografía digital en el Instituto de Geografía de la UNAM, donde se incorporó al equipo técnico y de investigadores y participó en distintos proyectos siendo el más importante la implementación de la Unidad Geointeligente en Transporte y Sustentabilidad

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



(GITS) para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, desempeñando el cargo de Técnico en SIG. Tiene una gran experiencia en elaboración de productos cartográficos, utilización de GPA, manipulación de datos vectoriales y rasters y toma de fotografías para la incorporación de software. Actualmente es técnica responsable de Sistemas de Información Geográfica en GPPA.

EXPERTOS RESPONSABLES DEL ANALISIS DE RELIEVE, GEOMORFOLOGIA E HIDROLOGIA

Mario Arturo Ortíz Pérez

Doctor, Maestro y Licenciado en Geografía por la UNAM; experto nacional reconocido en la regionalización del medio natural, geomorfología y fotointerpretación geológica con mención honorífica en los grados de licenciatura y maestría. Medalla mérito universitario “Gabino Barreda” por la UNAM. Fue Jefe de Departamento de Geografía Física del IG-UNAM UNAM. Cuenta con más de 44 publicaciones científicas, 4 libros, elaboración de más de 25 capítulos para libros nacionales e internacionales. Por su amplia experiencia sido asesor para la SRH, SCT, SEDESOL y el CONACYT, entre otros. Ha colaborado en proyectos multidisciplinarios de GPPA desde su fundación en 1997, en los términos de la reglamentación aplicable, incluyendo los realizados por GPPA en Xochimilco.

José Joel Carrillo-Rivera

Doctor y Maestro en Ciencias en Hidrogeología por la Universidad de Londres. Ingeniero Geólogo del IPN. Responsable de investigación para PEMEX y Secretaría de Recursos Hidráulicos; asesor de la Comisión de asuntos hidráulicos de la H. Cámara de Diputados, LVII legislatura; de la CFE; y del Departamento de Minas de Victoria, Australia. Entre sus principales líneas de investigación destacan los estudios hidrogeoquímicos e isotópicos; la hidráulica subterránea y la geomorfología asociada a estos procesos. Cuenta con más de 48 artículos en revistas científicas nacionales e internacionales, 5 libros, participación en 19 capítulos en libro, Actualmente desarrolla técnicas para definir zonas de pago por servicios ambientales hidrológicos. Ha colaborado en proyectos multidisciplinarios de GPPA desde su fundación en 1997, en los términos de la reglamentación aplicable, incluyendo los realizados por GPPA en Xochimilco.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



EXPERTOS RESPONSABLES ANALISIS AMBIENTAL

David Zárate Lomelí

Es Maestro en Ciencias del Mar de la Unidad Académica de los ciclos profesional de posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Autónoma de México. Se graduó como Biólogo en la UNAM. Fue Académico de Carrera e Investigador Asociado "C" de 1992-1998 de la Universidad Autónoma de Campeche de asignaturas como contaminación e impacto ambiental y zonas costeras tropicales. Del período de 1999-2007 fue profesor de cursos nacionales e Internacionales del Instituto de Ecología A.C. y SEMARNAT. Fungió como Coordinador de Contaminación e Impacto Ambiental del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), Coordinador del Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica del EPOMEX y Consultor Ambiental. Actualmente es Director General y Socio de GPPA.

Miriam Reza Gaona

Es Maestra en Ciencias en manejo ambiental de la contaminación de la Universidad de Bradford, Inglaterra. Se graduó como Bióloga Marina del Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Fungió como coordinadora ambiental de bases de datos y apoyo técnico en SIG en World Wild Life Fund (WWF), en Hermosillo Sonora y posteriormente fue Subdirectora del Programa de Sistemas de Información Geográfica de Amigos de Sian Ka'an en Cancún Quintana Roo. Cuenta con experiencia en memorias de sostenibilidad, análisis de límites críticos de toxicidad en metales pesados, buceo científico y manejo de Sistemas de Información Geográfica y procesamiento y manejo de datos LIDAR. Actualmente ES Gerente de Innovación y Desarrollo de GPPA.

Mariana Monroy Torres

Concluyó estudios de Maestría en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, estación Mazatlán. Se graduó como Bióloga en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Del 2003 al

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



2008, participó de la mano del Dr. Francisco Javier Flores Verdugo en investigaciones para el sector público y privado en la caracterización de humedales en las regiones costeras del Pacífico Norte y Pacífico Centro. Posteriormente se desempeñó como coordinadora de programas ambientales en el Centro Integralmente Planeado Playa Espíritu de FONATUR en Escuinapa, Sinaloa. Actualmente es Gerente de Operaciones de GPPA.

Samuel Bretón Zamora

Es Biólogo Marino del Instituto Tecnológico del Mar de Boca del Río Veracruz. Funció como Jefe del subprograma de protección a arrecifes coralinos, liderado por la organización no gubernamental, Fundación Orígenes de Quintana Roo, A.C. Posteriormente fue Jefe de Departamento de Ecosistemas Marinos Costeros, de la Subdirección de Gestión e Impacto Ambiental, de la Dirección de Medio Ambiente, de la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Urbano, del H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad. Fue supervisor ambiental de GPPA y sus áreas de especialidad son la programación, implementación, trabajo en campo y análisis de datos de parámetros de calidad del agua, elaboración de estudios de caracterización, diagnóstico y zonificación ambiental de proyectos. Ostenta con experiencia en manejo costero, manejo de Sistemas de Información Geográfica y procesamiento y manejo de datos LIDAR. Actualmente tiene el puesto de Gerente de Estudios Ambientales de GPPA,

Lucero Tzab Ah Can Burgos

Es Ingeniero en recursos renovables de la Universidad Autónoma de Chapingo. Ha participado en diferentes caracterizaciones, diagnósticos, zonificaciones, viabilidades ambientales y Manifestaciones de Impacto Ambiental. En la actualidad se desempeña como supervisor ambiental y labora para la misma empresa en donde ha adquirido experiencia en manejo integrado de zonas costeras, manejo de vegetación costera, supervisión de proyectos turísticos, evaluación de impacto ambiental, planificación de proyectos en zonas costeras, manejo de Sistemas de Información Geográfica y procesamiento y manejo de datos LIDAR.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

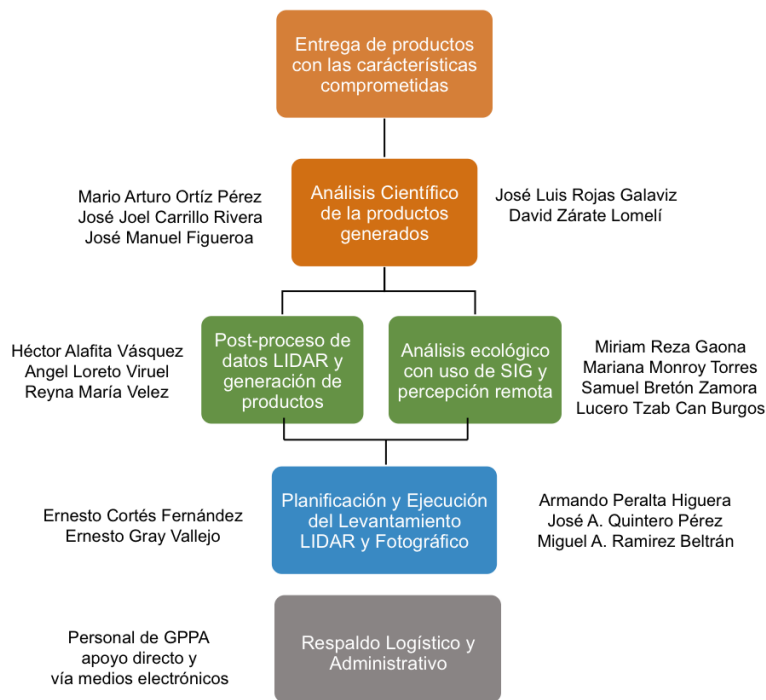
OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomedea, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

COORDINADOR ACADEMICO Y ESPECIALISTA EN EL ESTUDIO ECOLOGICO DEL ANP EJIDOS DE XOCHIMILCO Y SAN GREGORIO ATLAPULCO

Jose Luis Rojas Galaviz

Su labor se centra en la coordinación académica del el proyecto para asegurar el análisis ambiental considerando la problemática de Xochimilco que se espera ayude a resolver el levantamiento LIDAR. Verificar el desarrollo de los trabajos conforme la estructura de funciones asignadas principales que se presenta en la siguiente figura.



TERCER OBJETIVO

TRANSFERIR EL CONOCIMIENTO Y MANEJO BASICO DE LOS ARCHIVOS LIDAR GENERADOS

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO DE LA ZONA CHINAMPERA Y DE HUMEDALES DEL DISTRITO FEDERAL, PARA LA GENERACION Y PROCESAMIENTO DE UN BANCO DE DATOS QUE SIRVAN DE BASE PARA CONSTRUIR INFORMACION TOPOGRAFICA Y CARTOGRAFIA GEORREFERENCIADA DE ALTA PRECISION”

A decorative graphic in the bottom left corner consisting of several overlapping, stylized leaves or feathers. Each leaf is composed of numerous fine, parallel lines that create a sense of texture and depth. The leaves are rendered in a light gray color.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomedea, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

1. METODOLOGIA DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Previamente a la entrega de los productos finales, los responsables técnicos del manejo y procesamiento de los datos LIDAR por parte de Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental S.C (GPPA), hicieron la transferencia a los responsables técnicos especializados que dentro de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) del D.F., tiene a su cargo la administración y actualización del SIGP-PAOT; con la siguiente metodología considerando demostraron un nivel de conocimientos importante sobre el manejo de datos de percepción remota y sistemas de información geográfica, georreferenciación y ortocorrección de imágenes. La transferencia se realizó en dos sesiones de trabajo, desarrollando con ellos los siguientes temas respectivamente:

PRIMERA SESION

- Sistema Ligth Detection and Ranging (LIDAR); componentes aerotransportados (unidad de medición inercial, escáner y GPS) y terrestres (red GPS)
- Bases operativas de los componentes aerotransportados LIDAR para la adquisición de datos remotos; características, montaje, salida y retorno de las señales del emisor laser. Datos que se registran y georreferencia (nube de puntos LIDAR).
- Parámetros usuales de vuelo (altura, velocidad, distancia de interlíneas, sobreposición de líneas, ancho de barrido y porcentaje de sobreposición.
- Calibración y correcciones normales en vuelo: desviación de rumbo (Yaw), desviación de banqueo (Roll) y desviación de cabeceo (Pitch)
- Control de calidad de los datos obtenidos: sistema de control terrestre y levantamiento cinemático.



- Postprocesamiento de datos a partir de la nube de puntos LIDAR y control de calidad; generación del Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDET) y archivos georreferenciados.

SEGUNDA SESION

- Características del levantamiento LIDAR de la licitación LA-909024988-N2-2014
- Descripción del MDET obtenido y de los siguientes productos cartográficos:
 - ✓ Modelo digital de elevación del terreno (0.5 m de resolución por celda).
 - ✓ Modelo digital de elevación de la vegetación (0.5 m de resolución por celda).
 - ✓ Mapa de hipsometría (rango de clasificación cada 1 m).
 - ✓ Mapa de curvas de nivel (equidistancia 0.5 m).
 - ✓ Mapa del grado de inundabilidad.
 - ✓ Mapa de unidades de paisaje (geomorfológicas).
 - ✓ Mapa de pendientes del terreno.
 - ✓ Mapa de identificación de construcciones dentro de la poligonal envolvente.
- Características los archivos digitales contenidos en el disco duro de su entrega:
 - ✓ CAD georreferenciado: isolíneas de suelo desnudo formato DWG o DXF y SHP.
 - ✓ CAD georreferenciado: isolíneas de la vegetación formato DWG o DXF y SHP.
 - ✓ GRD: base de datos original del suelo desnudo (archivo SURFER).
 - ✓ GRD: base de datos original de la vegetación (archivo SURFER).
 - ✓ Archivo digital del modelo digital de elevación de terreno en formato ráster.
 - ✓ Archivo digital del mapa de hipsometría.
 - ✓ Archivo digital del mapa de curvas de nivel.
 - ✓ Archivo digital del mapa del grado de inundabilidad.
 - ✓ Archivo de digital del mapa de unidades de paisaje (geomorfológicas).
 - ✓ Archivo de digital del mapa de construcciones dentro de la poligonal envolvente,

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

- Manejo básico de la información topográfica generada en Autocad, incluyendo:
 - ✓ Visualización de capas.
 - ✓ Selección de curvas por altitud.
 - ✓ Copiar curvas y pasarlas a otro archivo con sus coordenadas originales.
 - ✓ Pegar curvas con sus coordenadas originales.
 - ✓ Manejo de colores en las capas.
 - ✓ Cortar curvas a partir de un polígono.
 - ✓ Exportar archivos de Autocad a imagen.
 - ✓ Visualización en 3D de vistas predefinidas.
 - ✓ Vistas 3D mediante comando 3d orbit.



CUARTO OBJETIVO

PROPONER UN REGLAMENTO PARA EL SIG DE LA PAOT

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO LIDAR AEREO DE LA ZONA CHINAMPERA Y DE HUMEDALES DEL DISTRITO FEDERAL, PARA LA GENERACION Y PROCESAMIENTO DE UN BANCO DE DATOS QUE SIRVAN DE BASE PARA CONSTRUIR INFORMACION TOPOGRAFICA Y CARTOGRAFIA GEORREFERENCIADA DE ALTA PRECISION”

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



CONSIDERANDO

Que la creación del Sistema de Información Geográfica del Patrimonio Ambiental y Urbano de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (SIG-PAOT) hace necesario el establecimiento de un mecanismo ágil y práctico para el manejo de información espacial georreferenciada del territorio del Distrito Federal (DF) y de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), por parte de las entidades de gobierno competentes e instituciones de investigación científica y educación superior interesadas; así como para la generación e integración de nueva información de este tipo;

Que para los tomadores de decisión de las entidades interesadas del gobierno del DF y en su caso de los de estados que constituyen la ZMVM e investigadores académicos relacionados, es útil y pertinente contar con la información georreferenciada disponible válida existente, integrada en una sola base de datos, para que a partir de su utilización les sea posible visualizar y analizar espacialmente problemas de diversa índole (ambientales, catastrales, riesgos, etc.), así como planificar posibles soluciones, sumar capacidades y evitar duplicidad de esfuerzos;

Que la generación de información específica para cada instancia de gobierno o institución académica puede ser a partir de la base de datos actual del SIG-PAOT o del manejo y modificación de sus archivos disponibles, así como mediante la incorporación al sistema de cartografía o imágenes disponibles en las entidades de gobierno o en las instituciones académicas relacionadas; y/o de nueva información original generada para sistemas de información geográfica (SIG), en el marco de nuevas iniciativas de integración y uso común, incluyendo registros, datos o archivos de información asociada;

Que para esos fines, las autoridades tomadoras de decisiones que inciden en el territorio del DF y de la ZMVM y las instituciones académicas requieren, además de contar con una fuente de información espacial precisa relacionada específicamente con el ámbito de su competencia; disponer de personal capacitado para identificarla, elaborarla y ponerla a su disposición de manera idónea, práctica y oportuna;

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 119 de 127



Que el manejo y/o la generación o elaboración de información específica a partir de los archivos del SIG-PAOT, así como el incremento ordenado y sistemático de su acervo, solo pueden cumplirse si lo realizan técnicos o académicos especializados en el uso de SIG, designados para ese fin por las autoridades competentes de las entidades e instituciones interesadas y mediante un trabajo conjunto con los propios técnicos del SIG-PAOT.

Que resulta benéfico y necesario evitar la duplicidades en la generación de cartografía e imágenes con información georreferenciada y bases de datos asociados; así como el intercambio de este tipo de materiales que puedan tener un uso común o colectivo o ser de utilidad para otra de las entidades de gobierno o instituciones interesadas; bajo criterios técnicos y de procedimiento definidos, incluyendo los de autoría y confidencialidad requeridos.

Que el SIG-PAOT se fortalecerá gradualmente en beneficio de todos los interesados mediante la incorporación ordenada y sistemática de nueva información válida para los fines de gobierno o análisis académico territorial, generada a través del manejo de archivos existentes y/o de nuevos archivos originales que ingresen al sistema bajo los requisitos técnicos necesarios.

Que para el logro de esos objetivos es necesario el establecimiento de un grupo de operadores técnicos del SIG-PAOT y de una normatividad asociada exclusivamente a sus actividades conjuntas, para el uso y evolución del sistema como un modelo innovador y dinámico, que a la vez se constituya en un núcleo proactivo para apoyar de la mejor manera posible la toma de decisiones y el análisis académico sobre problemas territoriales que requieran fundamentar su solución y seguimiento dinámico, en el análisis espacial en SIG, mediante cartografía e imágenes georreferenciadas.

Que un grupo de expertos en SIG puede trabajar conjuntamente para el logro de estos objetivos constituyéndose en forma de una Mesa de Operadores Técnicos (MOT) del SIG-PAOT; designado cada uno por la autoridad competente interesada correspondiente como su operador técnico SIG. La MOT del SIG-PAOT representa por

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 120 de 127

tanto un mecanismo de interlocución técnica que no toma decisiones de gobierno sino que provee a las autoridades competentes a través exclusivamente del propio operador técnico SIG acreditado, la información territorial georreferenciada requerida para apoyar dicha toma de manera ágil, práctica y oportuna.

Que a través de este mecanismo de interlocución técnica las autoridades de las entidades de gobierno que requieran tomar decisiones en su ámbito de competencia sobre la base de un análisis territorial, tendrán a su disposición a través del operador SIG respectivo, la cartografía e imágenes y bases de datos asociados del SIG-PAOT que les resulten de utilidad directa; quien asimismo podrá incorporar de manera técnicamente consensuada, nueva información de utilidad colectiva o para otra instancia específica, así como acordar y gestionar conjuntamente obtención e intercambio de información cartográfica de interés común.

Que el establecimiento de la MOT del SIG-PAOT busca facilitar la coordinación interinstitucional en materia de análisis, gestión y control territorial, constituyendo del mismo modo en un mecanismo para confeccionar y difundir a través del SIG-PAOT, cartografía e imágenes con información geográfica georreferenciada y bases de datos asociados de interés público determinada por una instancia de gobierno, o una institución académica en particular o por el conjunto de las mismas.

Con base en lo anterior se propone el siguiente:



REGLAMENTO DE LA MESA DE OPERADORES TÉCNICOS DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DEL PATRIMONIO AMBIENTAL Y URBANO DE LA PROCURADURÍA AMBIENTAL Y DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Artículo 1. Objetivos

1. Fundar y regular una mesa de operadores técnicos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) designados por autoridades competentes de entidades de gobierno competentes e instituciones de investigación científica y educación superior interesadas en el análisis y búsqueda de soluciones a problemas territoriales del Distrito Federal (DF) y de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).
2. Fijar los requisitos que deberán demostrar los aspirantes designados por las autoridades competentes de la entidad de gobierno del DF o de la ZMVM o las instituciones académicas interesadas, para ser incorporado como integrante de la mesa de operadores técnicos del SIG-PAOT.
3. Determinar procedimientos y criterios para uso de los archivos y bases de datos del SIG-PAOT y para incorporar al sistema archivos SIG y de información asociados.
4. Establecer los lineamientos para fungir como un órgano colegiado de coordinación técnica orientado a sumar esfuerzos y evitar duplicidades en el manejo y/o en la generación de nuevos elementos de cartografía, imágenes o información, identificados como pertinentes o necesarios para incrementar de manera ordenada y sistemática el acervo SIG de interés común.

Artículo 2. Definiciones

DF Distrito Federal

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México

PAOT: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL

Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.

Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314



SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIG-PAOT Sistema de Información Geográfica de la PAOT

MOT Mesa de Operadores Técnicos del SIG-PAOT

Artículo 3. Estructura

1. Se crea la Mesa de Operadores Técnicos del Sistema de Información Geográfica del Patrimonio Cultural y Urbano de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial.

2. Tendrá como fines actuar como órgano de análisis y coordinación entre las autoridades competentes de las entidades de gobierno que requieren contar con un mecanismo ágil y práctico para el manejo de información espacial georreferenciada actual para tomar decisiones sobre el territorio del DF y de la ZMVM, en sus respectivos ámbitos de competencia; así como para la generación e integración de nueva información de este tipo, que permita planificar posibles soluciones, sumar capacidades y evitar duplicidad de esfuerzos.

3. La Mesa estará integrada por:

- a) Un Coordinador Técnico designado por la PAOT para un periodo de dos años a cuya conclusión los operadores ratificados lo podrán ratificar o designar al siguiente de entre los operadores fundadores. Las funciones del Coordinador de la MOT serán orientar y organizar las actividades conjuntas de los operadores hacia el logro del objeto de este Reglamento a través una comunicación sistemática por medios electrónicos; reuniones ordinarias y extraordinarias; con el apoyo de los operadores conformados de manera consensuada en grupos y subgrupos de trabajo temático.
- b) Los Operadores Técnicos de SIG propuestos por las entidades de gobierno del DF y de las ZMVM, así como por las instituciones académicas interesadas, que hayan sido ratificados conforme se establece en este reglamento.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 123 de 127



4. La Mesa acordará y aprobará sus normas de funcionamiento; para lo cual se reunirá mediante convocatoria de su coordinador de manera ordinaria como mínimo una vez al bimestre o de manera extraordinaria a solicitud de al menos tres de sus operadores.

5. Son funciones de la Mesa:

- a) Fortalecerse como un grupo y subgrupos de trabajo técnico que integre y genere información espacial georreferenciada.
- b) Poner a disposición de las entidades de gobierno del DF y de la ZMVM en forma ágil y práctica, información útil para puedan tomar decisiones sobre el territorio, en sus respectivos ámbitos de competencia
- c) Conjuntar técnicamente a las entidades de gobierno del DF o de la ZMVM por medio de sus respectivos operadores, para lograr un mejor manejo y utilización de archivos SIG; así como para la generación e integración de nueva información de este tipo, que permita planificar soluciones, sumar capacidades y evitar duplicidad de esfuerzos.
- d) Identificar las actividades y medidas necesarias para que la operación de Mesa conduzca al logro de sus objetivos de creación.
- e) Proponer mecanismos conjuntos y los criterios técnicos para optimizar el aprovechamiento de los archivos del SIG-PAOT y para el incremento su acervo por parte de los operadores técnicos.
- f) Integrar y mantener actualizada información geográfica territorial de utilidad para el gobierno del DF y de la ZMVM y para fines académicos asociados.

www.gppa.com.mx

Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C.

OFICINA CENTRAL
Centro Corporativo Diomeda, Zona Hotelera, Manzana 27,
Lote 1-02, Oficina 401, Unidad Condominal 54, Puerto Cancún;
Cancún, Quintana Roo 77500 México
Tel / Fax (998) 688 0875

OFICINA MÉXICO, D.F.
Av. Insurgentes Sur 1991, Torre A, Piso 1, despacho 100,
Col. Guadalupe Inn; México, D.F. 01020 México
Tel / Fax (55) 5663 0314

Página 124 de 127

Artículo 4. Ingreso

1. La PAOT hará una primera convocatoria a la fundación de la MOT del SIG-PAOT, a entidades seleccionadas de gobierno, identificadas con la competencia de tomar decisiones que inciden en el territorio del DF y de la ZMVM, así como a e instituciones de investigación científica y educación superior interesadas; mediante la presentación de candidaturas para contar con un operador técnico que represente a la entidad.
2. Las entidades de gobierno e instituciones académicas interesadas presentarán a su candidato de manera oficial incluyendo su *Curriculum Vitae* con la documentación probatoria de su capacidad de manejo de SIG.
3. Para ser ratificados los candidatos tendrán una entrevista con personal técnico del SIG-PAOT donde demostrarán mediante ejercicios directos su capacidad de manejo y modificación de archivos del sistema.
4. Concluidos estos procedimientos, se constituirá la MOT del SIG-PAOT, con el primer grupo de operadores ratificados, quienes recibirán la acreditación correspondiente y conjuntamente analizarán el universo de entidades e instituciones fundadoras para identificar otras posibles entidades e instituciones interesadas no incluidas, que puedan fortalecer la MOT y hacer las invitaciones específicas.
5. La MOT fundacional podrá proponer modificaciones al mecanismo de convocatoria e ingreso si conjuntamente se concluye pertinente.
6. Los operadores ratificados recibirán una clave de personal de acceso a los archivos del SIG-PAOT, bajo las condiciones establecidas en este reglamento para su extracción y manipulación e ingreso de nuevos archivos.

Artículo 5. Manejo, ingreso y producción de archivos

1. El operador técnico podrá extraer y manipular conforme las reglas para tal fin archivos disponibles del SIG-PAOT, para los fines específicos de la entidad de gobierno que representa y/o para fines acordados en los grupos de trabajo o generales definidos en la MOT.

2. Como resultado de su actividad propia de manejo de archivos disponibles en el SIG-PAOT, el operador técnico podrá proponer eliminar errores; actualizar conjuntos de datos; mejorar y/o incorporar archivos útiles de que disponga y/o crear nuevos archivos a partir de los actuales y/o generar nuevos archivos originales, incluyendo la posibilidad de hacerlo mediante trabajo conjunto por un grupo de trabajo y/o general.

3. El manejo de archivos comprende formatos digitales comúnmente utilizados para SIG como mapas, imágenes de sensores remotos, fotografías aéreas, levantamientos topográficos mediante laser, y otros tipos de archivos electrónicos asociados, como informes, textos, gráficos tablas y otros trasladables a programas diversos de cómputo para su mayor análisis.

4. La generación de archivos se refiere a la elaboración de nuevos archivos empleando formatos comúnmente utilizados para SIG como mapas, imágenes de sensores remotos, fotografías aéreas, levantamientos topográficos mediante laser, y otros tipos de archivos electrónicos asociados, como informes, textos, gráficos tablas y otros trasladables a programas diversos de cómputo para su mayor análisis. Cuando así corresponda los archivos se deben incluir las referencias geográficas y los atributos necesarios.

5. Los nuevos archivos generados a partir de un archivo del SIG-PAOT por un operador o grupo de operadores podrán ser reservados exclusivamente para los objetivos propios, dando el reconocimiento pertinente y cuando así lo considere posible o pertinente y sea aprobado por la autoridad correspondiente podrán ser incorporados como nuevos archivos del SIG-PAOT, sin perjuicio de los límites que legalmente correspondan para la protección de los datos de carácter institucional.

6. Un operador o un grupo de operadores podrán proponer al pleno de la MOT o al Coordinador la producción de nuevos archivos para fines particulares o comunes, convocando esfuerzos conjuntos. Asimismo, podrán hacer del conocimiento de la MOT intenciones o proyectos aprobados con la finalidad de buscar una suma de esfuerzos y/o evitar duplicidades.

4. El ingreso y almacenamiento de datos espaciales comprende las operaciones por medio de las cuales los archivos modificados o nuevos generados son incorporados al SIG-PAOT y la forma en que son estructurados y organizados dentro del sistema, de acuerdo a la ubicación, interrelación y/o diseño de atributos.

Transitorio

Los detalles técnicos y aspectos para los fines operativos de esta iniciativa no considerados en el presente Reglamento se establecerán de común acuerdo en la Mesa de Operadores Técnicos.

El Presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial