



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE AGRIMENSURA

PROYECTO DE GRADO

INGENIERÍA EN AGRIMENSURA

CONTROL DE CALIDAD DE UN PRODUCTO CARTOGRÁFICO OBTENIDO CON CÁMARA DIGITAL NO MÉTRICA

VERÓNICA DOS SANTOS DÍAZ

MELISSA ROBERT SARRAUTE

TUTORES: HEBENOR BERMÚDEZ - MIGUEL GAVIRONDO

Montevideo, Uruguay
2013-2014

PÁGINA DE APROBACIÓN

El tribunal docente integrado por los abajo firmantes aprueba el siguiente proyecto de grado:

TÍTULO:.....

CARRERA:.....

TUTORES:
.....

TRIBUNAL:
.....
.....

FECHA:

CALIFICACIÓN:

AUTORES: VERÓNICA DOS SANTOS DÍAZ

MELISSA ROBERT SARRAUTE

AGRADECIMIENTOS:

- Ing. Agrim. Hebenor Bermúdez.
- Ing. Agrim. Miguel Gavirondo.
- Ing. Agrim. Ricardo Yelicich.
- Ing. Agrim. Umberto Curi.
- Antonio Ruik (Director de la empresa '2000 Aviation System).
- Ricardo Mesa (Encargado de Procesamiento e IT en '2000 Aviation System).
- María Agustina Beraza (Procesamiento y encargada de 3D mapping en '2000 Aviation System).
- Ing. Agrim. Andrés Dibarboure.
- Ing. Agrim. Rodolfo Méndez.
- Ing. Agrim. Ricardo Martínez.
- Ing. Agrim. Rafael Tornini.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	4
2.	PALABRAS CLAVES.....	4
3.	TABLAS DE CUADROS E ILUSTRACIONES	5
3.1	Tabla de imágenes	5
3.2	Tabla de Cuadros	6
4.	INTRODUCCIÓN.....	7
5.	OBJETIVOS	10
5.1	Objetivos generales.....	10
5.2	Objetivos específicos.....	10
6.	MARCO TEÓRICO	11
6.1	Calidad	11
6.2	Información geográfica	11
6.3	Normas ISO.....	12
6.4	Estándares de Información geográfica	19
6.5	Muestra probabilística.....	20
6.6	Control de calidad.....	22
6.7	Elementos de la información geográfica según la Norma ISO 19113 ..	22
6.8	Metacalidad	24
7	CAPÍTULO 1 - Estudio de antecedentes de casos similares sobre evaluación de calidad cartográfica en Uruguay.....	25
7.1	Evaluación de la exactitud posicional horizontal absoluta del parcelario rural vectorial del Departamento de Lavalleya (IA – FING / D.N.C.).....	25

7.2	Control de precisión posicional de la cartografía base de la Intendencia Municipal de Montevideo-Uruguay.....	26
7.3	Determinación de parámetros de precisión cartográfica en sistemas de información geográfica (G.I.S.)	27
8	CAPÍTULO 2 - Producto a evaluar	28
9	CAPÍTULO 3 - Determinación de los elementos y sub elementos de la calidad de la información geográfica a evaluar según la norma ISO 19113.	31
9.1	Metodología para evaluar la exactitud posicional.....	31
9.1.1	Determinación de la muestra de puntos	32
9.1.2	Metodología para el relevamiento de campo	34
9.1.3	Metodología para evaluar la exactitud absoluta de la planimetría.	35
9.1.4	Metodología para evaluar la exactitud relativa de la planimetría ...	36
9.1.4.1	Determinación de la muestra de distancias.....	37
9.1.5	Metodología para evaluar la exactitud absoluta de la altimetría....	37
9.2	Metodología para evaluar la compleción.....	38
9.3	Metodología para evaluar la coherencia lógica	39
10	CAPÍTULO 4 - Evaluación de la exactitud posicional	41
10.1	Evaluación de la exactitud posicional de la planimetría	41
10.1.1	Evaluación de la exactitud absoluta de la planimetría.....	41
10.1.1.1	Aplicación del estándar NSSDA para la planimetría.....	48
10.1.2	Evaluación de la exactitud relativa de la planimetría.....	50
10.2	Evaluación de la exactitud absoluta de la altimetría.....	52
10.2.1	- Aplicación del estándar NSSDA para la altimetría	54
11	CAPÍTULO 5 - Evaluación de la compleción.....	55
12	CAPÍTULO 6 - Evaluación de la coherencia lógica	57

13	CAPÍTULO 7 - Sugerencias para futuros vuelos, para productores, usuarios y para evaluadores cartográficos	60
14	CONCLUSIONES	62
15	BIBLIOGRAFÍA.....	64
16	ANEXO	64
	1 Muestra de puntos para la evaluación de la exactitud planimétrica.	
	2 Tablas de comparación entre Relevamiento e imagen.	
	3 Análisis de la exactitud absoluta de la planimetría del producto.	
	4 Análisis de la exactitud altimétrica del producto.	
	5 Pliego de la licitación del M.T.O.P.	
	6 Informe entregado por la empresa.	
	7 Desplazamiento del mosaico respecto al relevamiento.	
	8 Muestra aleatoria de distancias.	
	9 Puntos de control de la empresa.	
	10 Entrevista a Umberto Curi – (D.N.T. del M.T.O.P.) Partícipe en la redacción del pliego para la licitación.	
	11 Entrevista a personal de 2000' Aviation Systems.	
	12 Entrevista Ing.Agrim. Rodolfo Méndez	
	13 Test de Rachas.	
	14 Test de D'Agostino.	
	15 Certificado de calibración de la cámara.	

1. RESUMEN

Este proyecto consiste en un control de calidad del producto cartográfico obtenido en un vuelo fotogramétrico realizado con una cámara digital no métrica. La realización de este vuelo fue licitada por el M.T.O.P. para la zona de Puntas de Sayago y llevada a cabo en febrero del 2013.

Se seleccionó y relevó una muestra de puntos de la zona de interés, en Puntas de Sayago, para evaluar la exactitud posicional, la compleción y la coherencia lógica de dicho producto. Los resultados obtenidos con esto llevan a que el posible usuario conozca la calidad del producto y pueda decidir si satisface o no sus necesidades. Además de obtener resultados de interés para los usuarios de este producto, también se realizan sugerencias para futuros vuelos de estas características.

2. PALABRAS CLAVES

- Información geográfica
- Calidad cartográfica
- Exactitud posicional
- Compleción
- Coherencia lógica
- NSSDA
- Vuelo fotogramétrico

3. TABLAS DE CUADROS E ILUSTRACIONES

3.1 Tabla de imágenes

Imagen 1- Zona de Puntas de Sayago	9
Imagen 2- Representación de una muestra aleatoria simple.	21
Imagen 3 - Representación de una muestra estratificada.	21
Imagen 4 - Representación de una muestra por conglomerados.	22
Imagen 5 - Curvas de aceptación del estándar NSSDA.....	33
Imagen 6 - Exigencias en exactitud posicional y nivel de confianza en diversos países de Hispanoamérica	38
Imagen 7- Desplazamiento del mosaico respecto al relevamiento	45
Imagen 8 - Histogramas para Δd (%).....	52
Imagen 9 - Coordenadas de la estación de Montevideo – Geoportal SGM.....	53
Imagen 10 - Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa curvas de nivel	57
Imagen 11 - Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa caminería	58
Imagen 12 - Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa caminería	58

3.2 Tabla de Cuadros

Cuadro 1 -.Visión general sobre la información de la calidad de los datos.....	13
Cuadro 2 - Evaluación e informe sobre la calidad de datos	18
Cuadro 3 - Especificaciones del producto	29
Cuadro 4 - Diferencia existente entre las coordenadas de los puntos relevados y las de los puntos de la imagen.....	43
Cuadro 5 - Coordenadas de los puntos relevados por la empresa.....	45
Cuadro 6 - Coordenadas de los puntos relevados para este trabajo.....	46
Cuadro 7 - Promedios de distancias y acimuts de los vectores de desplazamiento entre ambos relevamientos.....	47
Cuadro 8 - Comparación con el estándar NSSDA - Resultados del test de Rachas	48
Cuadro 9 - Comparación con el estándar NSSDA-Resultados del test de D'Agostino.	48
Cuadro 10 - Comparación con el estándar NSSDA-Resultados del test de D'Agostino Resultados para histograma de Δd	49
Cuadro 11 - Sumatoria de los cuadrados de los errores en x e y.....	49
Cuadro 12 - Error medio cuadrático de cada componente	49
Cuadro 13 - Error medio cuadrático de cada componente.	51
Cuadro 14 - Datos para histograma para Δd (%)	51
Cuadro 15 - Diferencias altimétricas entre ambos relevamientos gps.....	54
Cuadro 16 - Cuantificación de la compleción	56
Cuadro 17 - Consistencia Topológica	60

4. INTRODUCCIÓN

En el Estado uruguayo se ha iniciado el proyecto de una planta regasificadora. La misma se ubicará en la costa del Río de la Plata, sobre terminales, en unidades flotantes al oeste de Montevideo.

El muelle de atraque y estación procesadora de la terminal regasificadora se ubicará en Puntas de Sayago; zona que posee una rica historia en la industrialización de la carne vacuna durante buena parte del siglo XX, pues hace años se encontraba ahí el Frigorífico Nacional. Allí se conservan edificios de buena envergadura donde se pretende instalar un polo industrial.

Desde el punto de vista económico, el proyecto cambiará la zona positivamente, aportando fuentes laborales directas e indirectas, mejoras en el comercio, creándose más servicios, etc. además de ser una gran oportunidad para la recategorización y revitalización de Puntas de Sayago.

Los barcos con el gas quedarán amarrados a más de mil metros de la costa. Para transportar el gas desde la planta se generará un gasoducto terrestre que iniciará su recorrido en la terminal de regasificación de Puntas de Sayago hasta empalmarse con la planta Gasoducto *Cruz del Sur*, ya existente en el país. El 18 de Noviembre de 2013, se le otorgó a Gas Sayago la concesión de la construcción y explotación de este gasoducto.

La planta regasificadora tiene como objetivo lograr una capacidad tal que todo el gas destinado a la generación de energía eléctrica sea equivalente a la consumida en el país. Esto hace que la terminal cuente con 263.000m³ para el almacenamiento del GNL (gas natural licuado), y una capacidad de 10 millones de m³ de regasificación por día.

Gas Sayago está a cargo de desarrollar el Proyecto GNL del Plata, para ello lleva adelante la contratación de una terminal, el gasoducto y el dragado de apertura del puerto de Puntas de Sayago. Actualmente, Gas Sayago ha contratado el dragado de apertura y la terminal, y se encuentra desarrollando el proyecto del gasoducto.

La Gerente General de Gas Sayago, Marta Jara, afirmó el 7 de Julio del pasado año, en una entrevista al Seminario “Voces”, que las obras terminarán en los primeros meses del año 2015. [15.17]

Para este proyecto, la Dirección Nacional de Topografía del M.T.O.P. licitó la realización de un vuelo fotogramétrico de la zona de interés (ver imagen 1), la cual cuenta con aproximadamente 800 hectáreas. Con esta licitación se pretende la obtención de un mosaico georreferenciado y ortorrectificado, así como curvas de nivel cada 0.50m. y una base de datos geográfica derivada de las imágenes. Las imágenes utilizadas fueron adquiridas mediante un vuelo con una cámara digital no métrica pero sí calibrada.

En Uruguay se cuenta con pocos trabajos en control de calidad de productos de este tipo, lo que nos motivó a llevar a cabo este proyecto.

Este trabajo consiste en la evaluación de calidad del producto obtenido en dicho vuelo, evaluando la calidad de un conjunto de datos geográficos y verificando su cumplimiento con las condiciones establecidas por el usuario.

Si bien existen estudios de casos similares en Uruguay, ninguno de estos antecedentes trata la cartografía en formato digital. Tampoco encontramos estudios de cartografías obtenidas a partir de imágenes tomadas con cámaras no métricas. De todos modos los antecedentes encontrados fueron de provecho.

Luego de estudiar algunos antecedentes realizados en Uruguay y de conocer tanto el producto como los requerimientos del M.T.O.P., se evalúa la coherencia lógica, la compleción y la exactitud posicional (ésta último aplicando el estándar NSSDA) del producto presentado por la empresa licitada. Con la experiencia adquirida en este trabajo se pretende lograr sugerencias para mejorar futuros vuelos.



Imagen 1 - Zona de Puntas de Sayago. Fuente: M.T.O.P.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivos generales.

Evaluar la calidad de un conjunto de datos geográficos obtenido en un vuelo fotogramétrico con una cámara digital no métrica, mediante la aplicación de algún estándar existente y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas por el usuario.

5.2 Objetivos específicos.

- Estudiar las características que presenta el producto obtenido en el vuelo fotogramétrico solicitado para el proyecto de puerto logístico “Puntas de Sayago”.
- Determinar los elementos de la calidad a evaluar.
- Determinar la metodología a aplicar en la evaluación de dichos elementos.
- Aplicar algún estándar establecido para evaluar el conjunto de datos geográficos.
- Verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (M.T.O.P.) en el pliego de la licitación anteriormente mencionada.
- Lograr sugerencias y recomendaciones para mejorar los productos de futuros vuelos fotogramétricos.

6. MARCO TEÓRICO

Para la comprensión del estudio planteado, es esencial conocer ciertos términos y conceptos. A continuación serán detallados algunos de ellos:

6.1 Calidad

La calidad es definida por la Real Academia Española como “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.”

Según el modelo de la norma ISO 9000, la calidad es el “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiéndose por requisito “necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria”. [15.12]

Con lo anterior, la calidad admite diversos grados. En el enfoque de las normas ISO es el cliente o usuario el que debe conocer su percepción respecto del grado de satisfacción con el producto.

Según Ariza López, [15.2]: “...el concepto de calidad ha ido evolucionando durante los últimos siglos...En el principio de la industrialización, la calidad se consideraba simplemente como la adecuación del producto a las especificaciones establecidas. En la actualidad una de las definiciones más aceptadas y completas de calidad se refiere a la totalidad de las características de un producto o servicio tal que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas e implícitas...”

6.2 Información geográfica

Cada vez más la información geográfica es tomada como base al momento de decidir, planificar y desarrollar el trabajo de muchas empresas y organizaciones. Por ende, cada vez es más riesgoso el hecho de que los datos de mala calidad afecten a un mayor número de usuarios.

La transparencia por parte de los productores es necesaria. Son ellos quienes a través de las especificaciones del producto resultante orientan

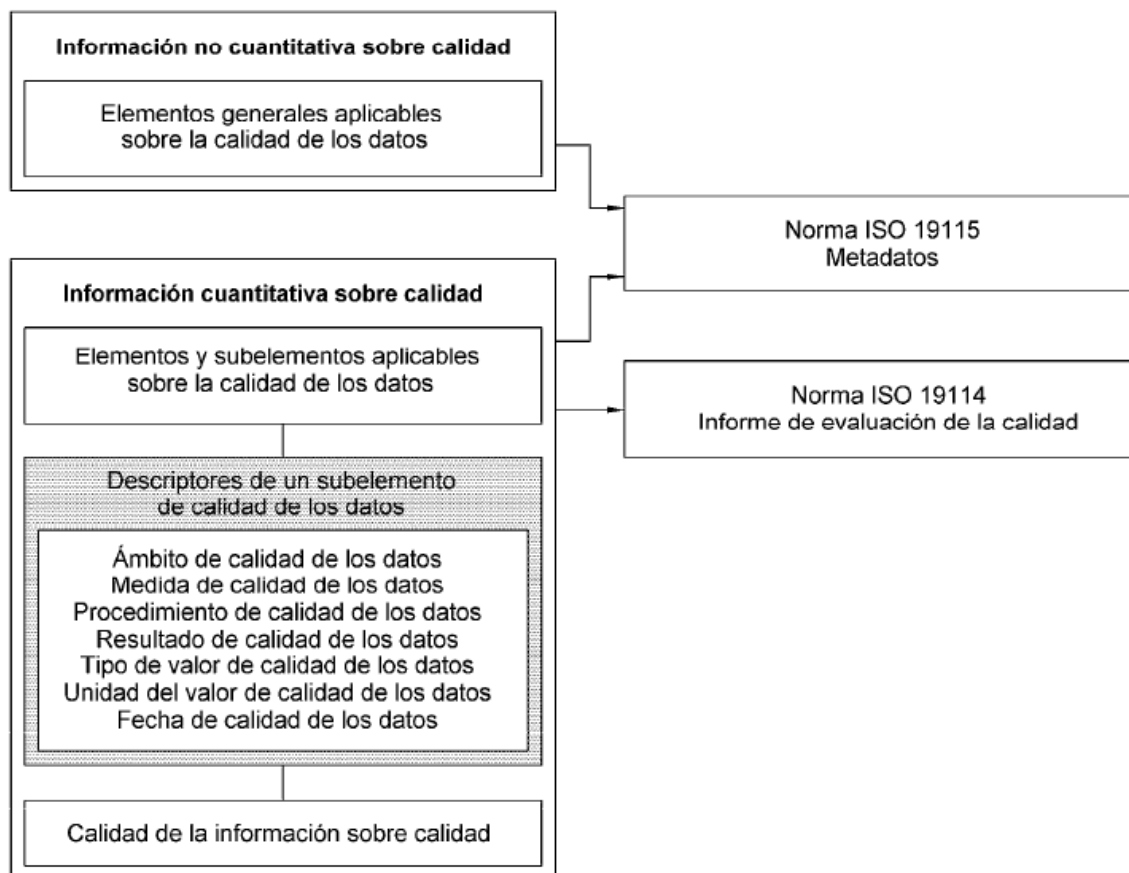
al usuario en la elección del mismo. De esta manera el usuario sabrá identificar, mediante la información brindada por el productor, si le sirve o no tomar ese producto como base de su trabajo.

6.3 Normas ISO

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO, quien estableciendo un nexo entre organizaciones estatales y el mundo privado, concentra y orienta los esfuerzos e intereses promoviendo comités técnicos de normalización entre los diferentes países miembros.

Tiene el propósito de generar estándares internacionales, tanto para normas técnicas de productos como para normas vinculadas a sistemas de gestión, construyendo así estándares de referencias.

En este caso las normas ISO vinculadas a la información geográfica son las de la familia 19.100 y dentro de ellas, las normas 19113, 19114 y 19115 se relacionan a la calidad cartográfica.



Cuadro 1. Visión general sobre la información de la calidad de los datos. [15.24]

- **Norma ISO 19113. Información geográfica. Principios de calidad.**

Según la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), esta norma internacional puede ser empleada para:

- Identificar y reportar información sobre calidad
- Evaluar la calidad de un conjunto de datos
- Desarrollar especificaciones del producto y requisitos del usuario
- Especificar modelos de aplicación.

En ella se establece que la descripción de la calidad puede aplicarse a una serie de conjunto de datos, a un conjunto de datos o a una agrupación de datos más reducida y localizada físicamente dentro del conjunto que comparte características comunes, de forma que pueda evaluarse su calidad. La calidad de un conjunto de datos debe describirse empleando dos componentes:

- a. **Elementos de calidad de datos**, que junto a sus subelementos y los descriptores correspondientes de éstos, describen el grado de adecuación de un conjunto de datos a los criterios establecidos en su especificación de producto, y proporcionan información cuantitativa sobre la calidad.

Los elementos de la calidad de los datos, según esta norma son los siguientes:

- *Compleción*: presencia y ausencia de fenómenos, sus atributos relaciones. Sus subelementos son:
 - Comisión: datos excedentes presentes en un conjunto de datos
 - Omisión: datos ausentes de un conjunto de datos
- *Consistencia lógica*: grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de los datos (que puede ser conceptual, lógica o física), atributos y relaciones. Su subelementos son:
 - Consistencia conceptual: adherencia a las reglas del modelo conceptual
 - Consistencia de dominio: adherencia de los valores a su dominio
 - Consistencia de formato: grado en el que los datos se almacenan de acuerdo con la estructura física del conjunto de datos.
 - Consistencia topológica: corrección de las características topológicas codificadas explícitamente.
- *Exactitud posicional*: exactitud de la posición de los fenómenos. Sus subelementos son:
 - Exactitud absoluta o externa: proximidad entre los valores de coordenadas reportados y los valores verdaderos o aceptados como tales
 - Exactitud relativa o interna: proximidad entre las posiciones relativas de los fenómenos de un conjunto de datos y sus

respectivas posiciones relativas verdaderas o aceptadas como tales.

- Exactitud posicional de datos en malla: proximidad de los valores de posición de los datos en estructura de malla regular a los valores verdaderos o aceptados como tales.
- *Exactitud temporal*: exactitud de los atributos temporales y de las relaciones temporales de los fenómenos. Sus subelementos son:
 - Exactitud de una medida de tiempo: corrección de las referencias temporales de un ítem (informe del error en la medida del tiempo)
 - Consistencia temporal: corrección de eventos ordenados o secuencias, si se reportan.
 - Validez temporal: validez de los datos con respecto al tiempo.
- *Exactitud temática*: exactitud de atributos cuantitativos y corrección de atributos no cuantitativos y de las clasificaciones de fenómenos y sus relaciones. Sus subelementos son:
 - Corrección de la clasificación: comparación de las clases asignadas a fenómenos o a sus atributos, con respecto a las que le corresponden en el universo de discurso (por ejemplo, la verdad terreno o un conjunto de datos de referencia).
 - Corrección de atributo no cuantitativo
 - Exactitud de atributo cuantitativo

Debe registrarse información relativa a la calidad para cada elemento aplicable. El mecanismo para un registro completo de la información relativa a un subelemento debe hacer uso de los siguientes descriptores:

- Ámbito
- Medida
- Procedimiento de evaluación
- Resultado
- Tipo de valor
- Unidad de valor
- Fecha de evaluación.

b. **Elementos generales de calidad de datos**, que proporcionan información general no cuantitativa. Son críticos para valorar la calidad frente a una aplicación particular que difiera inicialmente de la prevista. Para describir la calidad no cuantitativa de un conjunto de datos, se deben emplear los siguientes elementos generales de calidad de datos:

- *Propósito*: debe describir la justificación para la creación del conjunto de datos y contener información sobre su utilización prevista. Ésta última no es necesariamente la misma que la utilización real.
- *Uso*: debe describir las aplicaciones para las que se ha empleado un conjunto de datos, tanto las realizadas por el productor como por otros usuarios.
- *Linaje*: puede contener dos únicas componentes:
 - o Información acerca de la fuente: debe describir la procedencia de un conjunto de datos.
 - o Pasos del proceso o información sobre su historia: debe describir un registro de los sucesos o transformaciones a lo largo de la vida de un conjunto de datos, incluyendo el proceso utilizado para mantenerlo, de forma continua o periódica, y su periodicidad.

- **Norma ISO 19114. Información geográfica. Procedimientos de evaluación de la calidad.**

La calidad de la información sobre la calidad puede incluir medidas de confianza o de fiabilidad. Este tipo de información se registra en el informe de evaluación de la calidad según la Norma ISO 19114. Los pasos para la evaluación de la calidad según esta norma son:

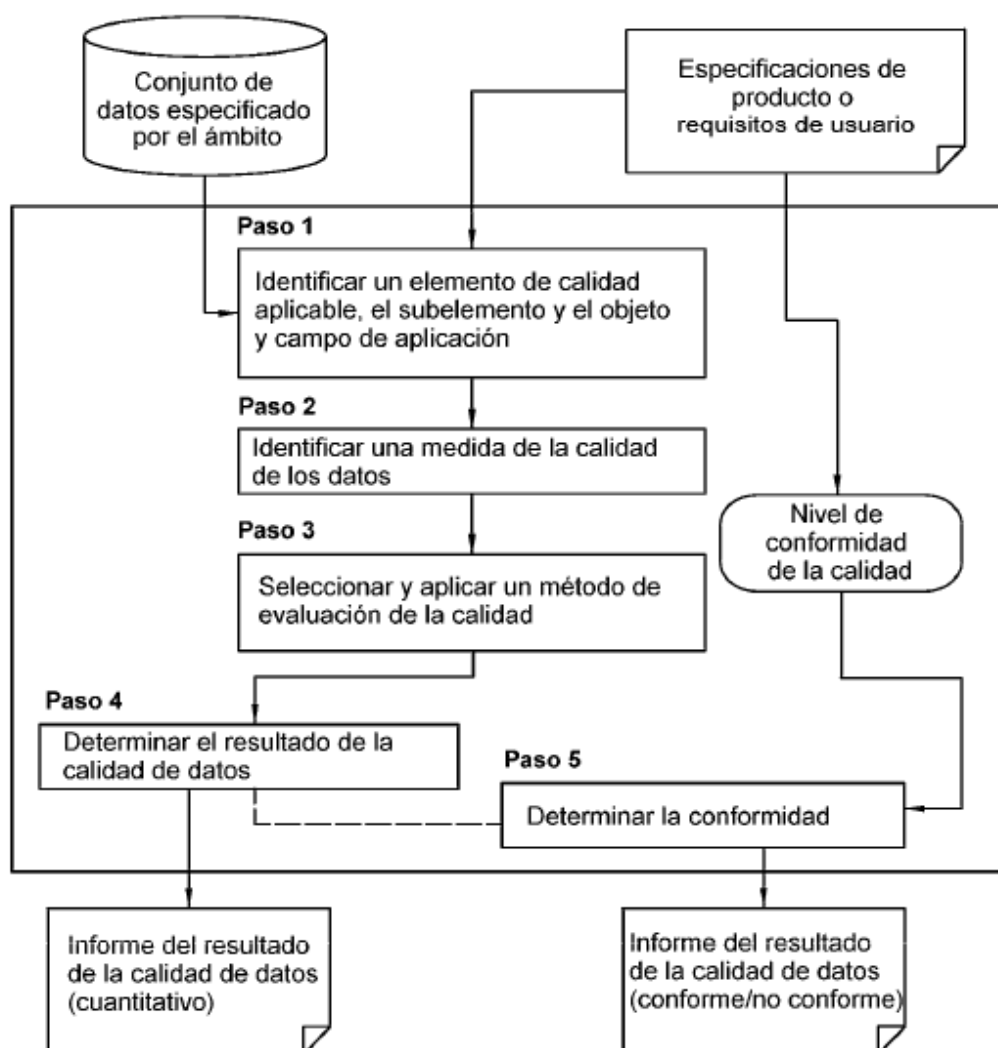
Identificar un elemento, subelemento y ámbito aplicables: Según la norma ISO 19113 se debe identificar un elemento, subelemento y objeto y campo de aplicación de la calidad a comprobar. Esto se repite para tantas pruebas diferentes como lo requieran las especificaciones de producto o los requisitos del usuario.

Identificar una medida de la calidad: Para cada prueba a realizar se debe identificar una medida de la calidad, el tipo de de valor y, si es de aplicación, la unidad de medida.

Seleccionar y aplicar un método de evaluación de la calidad: Se selecciona un método para la evaluación de la calidad de datos para cada medida que se haya identificado.

Determinar el resultado de la calidad de los datos: Al aplicar el método se obtiene un resultado cuantitativo de la calidad de datos, un valor o conjunto de valores, una unidad de medida y una fecha.

Determinar la conformidad: Siempre que se haya especificado un nivel de conformidad de la calidad, en las especificaciones de producto o en los requisitos de usuario, el resultado de la calidad se compara con aquel para determinar la conformidad. El resultado de la conformidad (conforme/no conforme) es la comparación del resultado cuantitativo de la calidad con un nivel de conformidad para la calidad.



Cuadro 2 Evaluación e informe sobre la calidad de datos.[15.22]

- **Norma ISO 19.115. Información geográfica. Metadatos**

Esta norma define lo necesario para describir las imágenes y los datos. Proporciona información acerca de las propiedades del equipo y del proceso de medición empleado para adquirir los datos, así como el proceso de producción utilizado para digitalizar los datos en bruto.

Los metadatos son necesarios para describir la procedencia de la información geográfica de los datos crudos, incluyendo las propiedades del sistema de medición, y los métodos numéricos y procedimientos computacionales utilizados. Todo esto se aborda en la norma ISO 19115, la cual proporciona, por ejemplo, las categorías de la clasificación del recurso, los formatos y los medios de almacenamiento, los tipos de fechas, el estado de progreso de la información, las restricciones de acceso y uso de los datos, entre otros. Según [15.18], la última versión de esta norma es del 19 de Marzo de este año. Actualmente utiliza tres elementos:

- Elementos: unidad discreta de metadatos
 - Entidades: conjunto de elementos que describen un mismo aspecto
 - Secciones: conjunto de entidades de metadatos
-
- **Norma ISO 19.131. Información geográfica. Especificaciones de productos de datos**

La norma ISO 19131 establece los requisitos para las especificaciones de productos de información geográfica, en base a los conceptos de las normas de la familia ISO 19100. También proporciona ayuda en la creación de especificaciones de datos, lo que hace que sean fáciles de entender y aptos para el uso previsto.

Según [15.24], la existencia de una especificación del producto surgió como un requisito fundamental frente a la posibilidad de una evaluación objetiva de la calidad, y su importancia proviene de la necesidad de traducir los objetivos de utilización de la información geográfica en indicaciones técnicas adecuadas para dirigir el proceso de producción. Esta última perspectiva es actualmente tanto más importante cuanto más diversos son los productores y más amplio el abanico de las aplicaciones.

6.4 Estándares de Información geográfica

Los estándares de información geográfica tienen como objetivo que la información deba generarse de manera ordenada, para dar transparencia

y posibilidad de comparación, permitiendo garantizar y dar continuidad a la información existente, conservando la integridad para la interoperabilidad de nuevos datos de información geográfica, además de evitar informaciones ambiguas y facilitando el entendimiento entre productores y usuarios de este tipo de información.

En 1947 las administraciones americanas productoras de cartografía crean el estándar NMAS (National Map Accuracy Standard). Este estándar ya no se emplea, desde hace relativamente poco, debido a que presenta numerosas desventajas a pesar de su simplicidad para aplicarlo.

En los años ochenta se presenta una alternativa, el estándar EMAS (Engineering Map Accuracy Standard), especificando exactitud de los mapas de gran escala.

En 1998 se crea el NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy). La aplicación de este estándar actualmente es obligatoria en Estados Unidos para todos los que elaboren cartografía. Se trata de diferentes métodos que han ido evolucionando con el paso de los años, permitiendo una aplicación para datos cartográficos analógicos y/o digitales. Este método no presenta una respuesta de aceptación o rechazo del producto sino que lo que hace es establecer límites de aceptación en función de las necesidades del solicitante, por lo cual el NSSDA es el estándar indicado en este caso.

6.5 Muestra probabilística

Una muestra se define como una *“sucesión de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas procedentes de una población con una determinada distribución de probabilidad”* según [15.3] Las muestras probabilísticas pueden ser:

- Muestreo Aleatorio Simple
- Muestreo Sistemático
- Muestreo por Conglomerados
- Muestreo Estratificado.

Muestreo aleatorio simple (M.A.S.): es el muestreo en el que todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados sin reposición. Sirve de referencia para comparar con otro tipo de muestras.

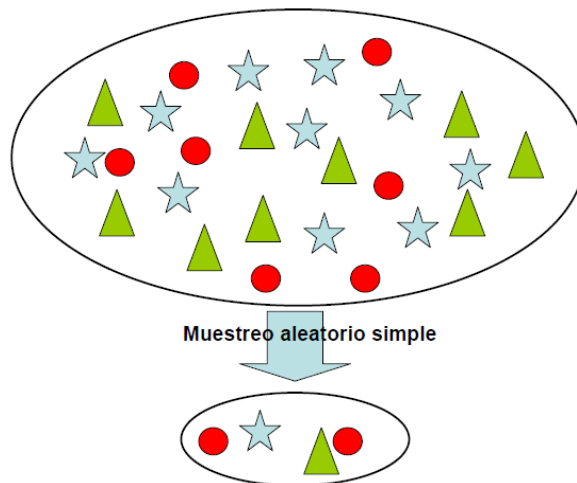


Imagen 2- Representación de una muestra aleatoria simple [15.5]

Muestreo estratificado: para aplicar este muestreo se precisa que la población heterogénea esté dividida en estratos; que no se solapen y se seleccione una muestra aleatoria simple en cada estrato de manera independiente entre ellas.

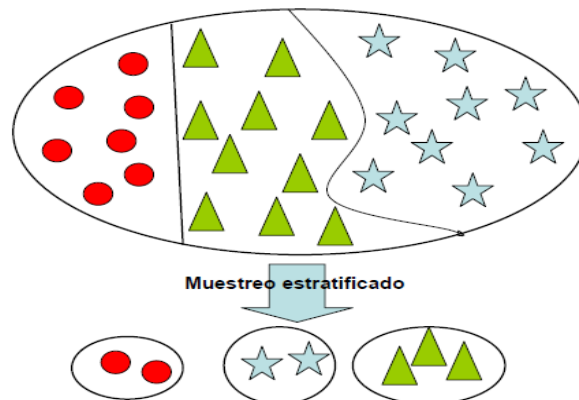


Imagen 3 - Representación de una muestra estratificada [15.5]

Muestreo sistemático: es la elección de elementos a partir de una regla determinística, también llamada sistemática. El primer elemento de la muestra es seleccionado aleatoriamente.

Muestreo por conglomerados: la población se encuentra dividida en bloques o conglomerados, se selecciona una muestra con un cierto número de conglomerados y se estudia los elementos que presentan.

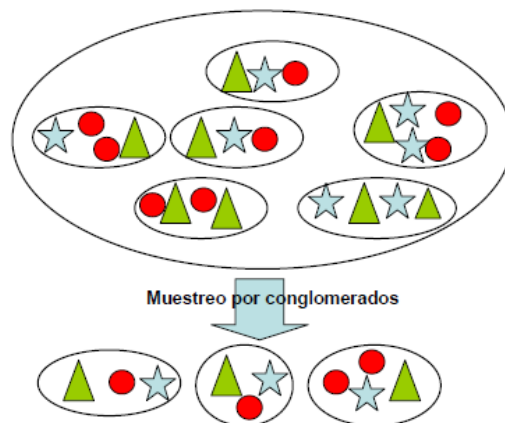


Imagen 4 - Representación de una muestra por conglomerados [15.5]

6.6 Control de calidad

El control de calidad es la implantación de programas, mecanismos, herramientas y/o técnicas para detectar errores y así mejorar la calidad de productos, servicios y productividades. Es una estrategia para evaluar los requisitos que se deben cumplir respecto de la calidad de productos o servicios.

6.7 Elementos de la información geográfica según la Norma ISO 19113

El dato geográfico se caracteriza por una posición en el espacio, por sus atributos y por el tiempo en que suceden.

- **Exactitud posicional**

Debido a la propia naturaleza de la información geográfica, la exactitud posicional es, junto a la coherencia lógica, la más importante. Esto se debe a que la esencia de la información geográfica es justamente posicionar objetos en el espacio mediante coordenadas.

La calidad posicional viene determinada por la exactitud posicional. Ésta se ha considerado siempre un aspecto primordial de todo producto cartográfico. La posición afecta la geometría, la topología y los aspectos temáticos que se reflejan en ese modelo de la realidad, además de cumplir un rol muy importante en la interoperabilidad entre fuentes cartográficas.

- **Exactitud temática y compleción**

La exactitud temática es esencial para conocer en qué medida la Base de Datos Geográfica (BDG) es representativa de la realidad. Este elemento es aplicable a cualquier base de datos geográfica en la que existan objetos de distintas categorías o clases.

Existe una gran relación entre la compleción (cualidad de completo) y la exactitud temática, ya que la evolución de ambos elementos depende de la definición que se haga del universo de discurso. Dado que los cambios en el mundo real suceden a una gran velocidad, la compleción cada vez cobra más importancia. Es necesaria una información completa y ajustada a la realidad, por lo que la compleción es una cualidad básica necesaria en toda BDG. La dinámica del territorio afecta mucho a este elemento, por lo que una base de datos debe referirse siempre a un momento temporal determinado.

- **Coherencia lógica**

Es, junto a la exactitud posicional, el elemento más evaluado por las instituciones cartográficas desde que los sistemas de producción son digitales. Es un requisito fundamental en los productores de soporte digital.

Se trata de un elemento que abarca muchos aspectos lógicos de la Información Geográfica, como la topología, el modelo, los formatos, etc. Hace referencia al grado de conformidad de un Conjunto de Datos Geográficos (CDG) con respecto a la estructura interna descrita por sus

especificaciones (estructura, atributos, relaciones de compatibilidad entre datos espaciales, etc.)

La coherencia lógica se puede considerar desde el punto de vista geométrico, temático, de formato, semántico, temporal o topológico. Cada uno de estos puntos de vista exige el cumplimiento de un modelo lógico.

- **Exactitud temporal**

Si se omiten o confunden fechas, el tiempo crea muchos problemas de interpretación e incertidumbre. El tiempo introduce un alto grado de complejidad sobre la morfología e identidad de los objetos espaciales. El grado de complejidad que introduce el tiempo puede ser muy diverso, según se refiera a cambios básicos como existencia o no del objeto, cambio en los atributos, en la posición, en la forma y en las relaciones. Estos cambios se relacionan directamente con la compleción, la exactitud temática, etc.

6.8 Metacalidad

La Metacalidad es la calidad de los metadatos¹. Define las características cualitativas de cada declaración de calidad registrada.

¹ Metadatos: son datos estructurados que describen las características de la información, su contenido, calidad, condición y otros aspectos de los productos o conjuntos de datos espaciales.

7 CAPÍTULO 1 - Estudio de antecedentes de casos similares sobre evaluación de calidad cartográfica en Uruguay.

Lo primero a realizar es una recopilación de antecedentes y ejemplos prácticos de casos similares sobre la evaluación de la calidad cartográfica. Se comenzó la búsqueda de antecedentes preguntando a docentes y a otros agrimensores. Éstos nos indicaron ciertos proyectos que a su vez nos condujeron a otros. Investigando en internet, se encontraron proyectos muy interesantes. No se pudo acceder a la publicación de uno de los antecedentes, realizado en Uruguay por el Ing. Agrim. Rodolfo Méndez pero afortunadamente se pudo entrevistarlo. Consiste en un trabajo similar al que se estudia en este caso pero a diferencia de éste, es realizado con cartas del Servicio Geográfico Militar en soporte papel.

Habiendo estudiado el material teórico junto a los antecedentes encontrados se hicieron las determinaciones teóricas que sirvieron de base del trabajo.

Aunque la mayoría de los antecedentes hallados evalúan solamente la exactitud posicional de la información geográfica, tal como se expresa en [15.1]. Estos antecedentes igualmente nos fueron de utilidad al definir la metodología para determinar la muestra así como los procedimientos estadísticos para su procesamiento y la metodología de relevamiento, etc.

Los antecedentes tomados en cuenta para este trabajo fueron los siguientes:

7.1 Evaluación de la exactitud posicional horizontal absoluta del parcelario rural vectorial del Departamento de Lavalleya (IA – FING / D.N.C.)

Este informe se enmarca en un convenio entre la Dirección Nacional de Catastro y la Fundación Julio Ricaldoni. Su objetivo fue la evaluación de la calidad de la exactitud geométrica absoluta del parcelario rural digital de la Dirección Nacional de Catastro, tomando el departamento de Lavalleya como caso piloto.

La metodología de esta evaluación presenta como primer paso la recopilación de antecedentes, luego la determinación de la muestra, que resulta ser de estratos. Para el relevamiento de campo se selecciona una muestra de puntos que no son seleccionados aleatoriamente, como consecuencia de las restricciones que presentaron. El relevamiento se realizó utilizando dos receptores GPS de simple frecuencia. Como último paso se realizaron los estudios correspondientes para la evaluación, aplicándose el Test de Kolmogorov-Smirnov, el Test de Rachas, la detección y análisis de valores atípicos, la aplicación de los tests establecidos en el estándar EMAS y para finalizar, la aplicación del estándar NSSDA.

La evaluación de la exactitud geométrica solo fue evaluada en planimetría, igualmente la metodología que emplean resulta de gran aporte a este trabajo debido al manejo de la muestra y al estudio que realizan respecto a los tests estadísticos y estándares.[15.20].

7.2 Control de precisión posicional de la cartografía base de la Intendencia Municipal de Montevideo-Uruguay

La Universidad de la República (UdelaR), en acuerdo con la Intendencia de Montevideo, llevó a cabo a través del Instituto de Agrimensura de la Facultad de Ingeniería, un proyecto cuyo objetivo fue analizar metodológicamente la precisión geométrica de la cartografía 1:1000 base del Sistema de Información Territorial de la Intendencia de Montevideo. Este acuerdo implicó que la Intendencia dispusiera de los datos cartográficos básicos para el testeo de la cartografía y la UdelaR ejecutara el proyecto sobre los mismos.

La metodología de este control consistió en el estudio de las componentes de la precisión geográfica, aplicando un algoritmo tal que el paso inicial fue la captura de coordenadas de puntos en ambos universos (mapa, terreno), cálculo de la variable aleatoria ΔX estandarizada e intervalos de confianza, testeo de sistematismo y distribución, testeo de precisiones horizontales y por último la determinación de la precisión horizontal media del mapa.

Se empleó el software QCGIS para el procesamiento de los datos, pero es enriquecedor respecto a la metodología que aplica para la evaluación de la calidad de la cartografía en planimetría. [15.11]

7.3 Determinación de parámetros de precisión cartográfica en sistemas de información geográfica (G.I.S.)

Este trabajo, realizado por el Ing. Agrim. Fabián Barbato, consistió en la determinación de un algoritmo de control de calidad de un mapa y su aplicación y evaluación; tomando como base parte de la cartografía a escala 1:50.000 en soporte papel del Servicio Geográfico Militar del Uruguay.

La determinación de parámetros de la precisión cartográfica en este trabajo, presentó como metodología la aplicación del algoritmo de control de calidad de un mapa, que se detalla en el antecedente mencionado en el punto 7.2 de este trabajo.

Si bien la evaluación fue realizada sobre cartografía en soporte papel, y los datos fueron procesados con el software QCGIS, de este artículo nos fue de utilidad el procedimiento de control y los detalles a tener en cuenta en la ejecución, además de la presentación de los resultados [15.10].

8 CAPÍTULO 2 - Producto a evaluar

En el punto 2 del pliego (ver anexo 5) se establece lo que el M.T.O.P. pretende obtener por medio de imágenes aéreas digitales de alta resolución geométrica de una zona de unas 800 hectáreas aproximadamente, los siguientes productos:

- Mosaico Digital Color ortorrectificado y georreferenciado.
- Curvas de nivel cada 0.50 metros.
- Generación de una base de datos geográfica con lo más relevante en la zona de estudio (caminos, puentes, alambrados, forestaciones, espejos de agua y construcciones), la cual originará un archivo “shape”
- Una impresión de alta resolución, una por cada zona, en papel fotográfico y al menos en formato A0.
- Un informe de lo realizado con un pequeño manual del trabajo terminado.

En cuanto a las especificaciones técnicas, se solicita un recubrimiento mínimo de $60\% \pm 5\%$ longitudinal y del $30\% \pm 5\%$ lateral. Requieren la obtención de imágenes digitales color métricas que deberán tener una resolución espacial de 0.20m. (veinte centímetros). El modo de Imagen será RGB, profundidad de 24 bits. El sistema de coordenadas a ser usado será UTM zona 21 Sur dátum WGS84, con alturas referidas a la escala del puerto de la Paloma, cero Warthon.

Como condición, en el pliego se exige la monumentación de al menos 5 puntos que servirán de apoyo al vuelo. Estos puntos deberán ubicarse en lugares de fácil acceso, distribuidos uniformemente. Se materializarán con mojones de hierro y estarán protegidos con hormigón. El balizamiento de dichos puntos formará parte de la entrega del producto.

El MTOP nos brindó el producto entregado por la empresa licitada, “2000’ Aviation Systems”. El mismo consiste en:

- Un mosaico digital color ortorrectificado, georreferenciado

- Curvas de nivel cada 0.50 metro, entregadas en formato shapefile.
- Una base de datos geográfica con los siguientes shapefiles:
 - Caminería
 - Construcciones
 - Puentes
 - Forestación
 - Monte Natural
 - Cursos de Agua.

Un informe de lo realizado con un pequeño manual del trabajo terminado (ver anexo 6).

Las especificaciones del producto son:

OBJETO	ATRIBUTOS	TIPO DE VARIABLE	DOMINIO
Puentes	Longitud	Numérico decimal	>0
	Área	Numérico decimal	>0
Construcciones	Longitud	Numérico decimal	>0
	Área	Numérico decimal	>0
Caminería	Longitud	Numérico decimal	>0
Cursos de Agua	Longitud	Numérico decimal	>0
Curvas de nivel	Z	Numérico decimal	-
Monte Natural	Longitud	Numérico decimal	>0
	Área	Numérico decimal	>0
Forestación	Longitud	Numérico decimal	>0
	Área	Numérico decimal	>0

Cuadro 2 - Especificaciones del producto

El producto no cuenta con metadatos.

Como la información exigida en el pliego acerca de los puntos de apoyo del vuelo no fue entregada al M.T.O.P., se accedió a esta información mediante el agrimensor de la empresa, quien con previa autorización por parte de “2000’ Aviation Systems”, nos brindó las coordenadas de los 6

puntos de apoyo de este producto. Las mismas fueron relevadas con un equipo GPS Leica GX1210 [15.27], de simple frecuencia, tomando datos en el sistema WGS 84, proyección UTM 21 zona Sur, por un tiempo de 3 minutos en cada uno de los puntos para luego posprocesarlos. No se vinculó a la red de puntos del SGM, la base por lo tanto quedó navegada. Los puntos fueron referidos al cero Warthon. Nos brindaron también un archivo de extensión .dwg con la ubicación de estos puntos y fotos de los mismos para su ubicación en campo (ver anexo 9). Estos se encuentran materializados por mojones hormigonados, tal como lo exige el pliego.

9 CAPÍTULO 3 - Determinación de los elementos y subelementos de la calidad de la información geográfica a evaluar según la norma ISO 19113.

En este capítulo determinaremos los elementos de la calidad de la información geográfica a evaluar así como la metodología a emplear en cada caso. Dadas las características que presentan los datos existentes, los elementos y subelementos a evaluar serán:

- Exactitud posicional
 - Exactitud absoluta.
 - Exactitud relativa.
- Compleción
 - Omisión
 - Comisión
- Coherencia lógica
 - Consistencia Topológica

Particularmente, la exactitud temática no podrá ser evaluada por no contar con elementos de distintas clases o categorías en cada capa de la cartografía entregada por la empresa.

En cuanto a la exactitud temporal, no corresponde su evaluación, porque lo que se está evaluando en este trabajo es un producto obtenido para un momento en concreto, no fue pensado para ser actualizado en el tiempo.

9.1 Metodología para evaluar la exactitud posicional

Para la evaluación de la exactitud posicional, tanto absoluta como relativa, el método tradicional aplicado para evaluar el elemento es metodologías de control posicional por puntos (M.C.P.P.), [15.1].

Este método se basa en procedimientos estadísticos y por lo tanto se deberá fijar el nivel de confianza con el que se pretende obtener los resultados. Una vez fijado este nivel se procede a relevar puntos sobre el terreno. Dada la extensión de la zona, el relevamiento se hará utilizando un equipo GPS.

Para evaluar la exactitud posicional absoluta se empleará el estándar NSSDA, ya presentado en el marco teórico.

9.1.1 Determinación de la muestra de puntos

La herramienta básica de todo proceso inferencial es la muestra aleatoria simple (M.A.S.), que no es más que una sucesión de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, procedentes de una población con una determinada distribución de probabilidad. Además de tratarse del muestreo más sencillo de generar, elegimos este tipo de muestreo porque si bien la zona de estudio presenta zonas de distintas características, abarcando zona rural y zonas urbanizadas, éstas últimas no forman parte del área solicitada en el pliego, lo que implica que podemos considerar que el área de estudio es homogénea.

Como primer paso se determinó entonces, la población de puntos candidatos para determinar la muestra. Esto se logró seleccionando en el mosaico todos los puntos fotoidentificables que fueran físicamente accesibles.

La muestra se logró aplicándole una función de aleatoriedad a la población obtenida de puntos candidatos.

En la mayoría de los M.C.P.P. se recomienda que la muestra tenga al menos 20 puntos de control, pero en [15.1] se expresa: “se necesitan tamaños mayores a la centena si se desea acotar la variabilidad del propio proceso de estimación dentro de unos niveles aceptables”. Esto quiere decir que: si se repite el proceso con distintas muestras del mismo tamaño, se obtendrán resultados con una mayor dispersión cuando el tamaño de la muestra es chico (de por ejemplo 20 puntos) que cuando el tamaño de la muestra es de por ejemplo 120 puntos.

Por este motivo, la muestra aleatoria simple (M.A.S.) obtenida debe contar con más de 100 puntos. Además, si el tamaño muestral es mayor a la centena, se minimizan los riesgos del productor y del usuario, tal como se aprecia en la siguiente gráfica:

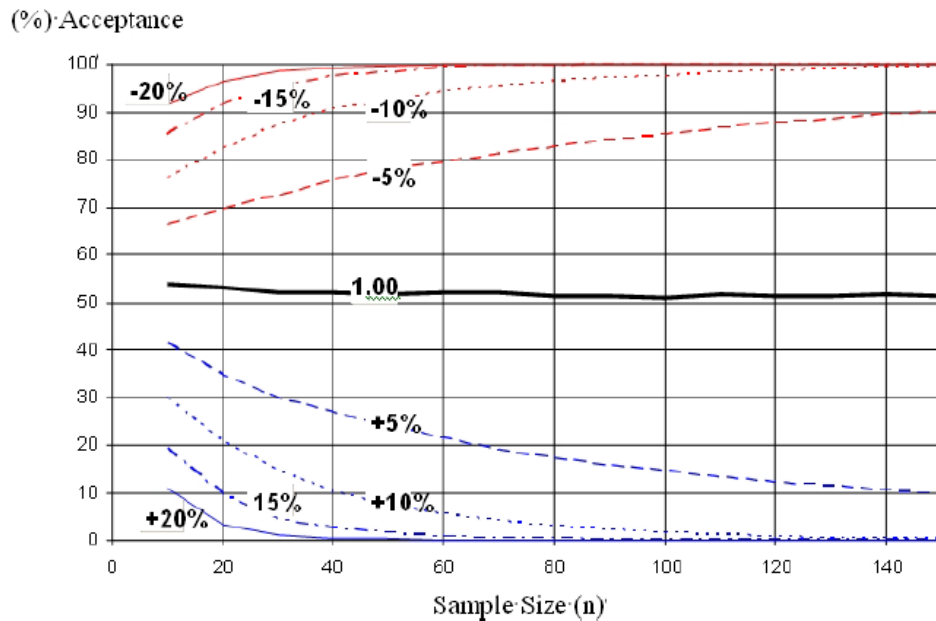


Imagen 5 - Curvas de aceptación del estándar NSSDA. [15.1]

En el gráfico anterior, las etiquetas de cada curva indican cuánto mejor o peor es el producto. Indican si la incertidumbre real del producto es inferior (etiquetas negativas) o si es superior (etiquetas positivas); lo que implicaría menor calidad.

Si la exactitud del producto coincide con la requerida, el cociente entre ambas será igual a 1.00, y la curva correspondiente es la que tiene la etiqueta “1.00”. Se trata de una línea prácticamente horizontal que indica que el producto se aceptaría en un 50%. Esto implica un gran riesgo para el productor ya que el 50% de las veces su producto sería rechazado aún cumpliendo con las especificaciones. Para que el producto sea aceptado con una probabilidad mayor al 50%, la calidad del producto debe ser mayor a la requerida.

Si la incertidumbre es un 10% inferior (lo que quiere decir que el producto es un 10% mejor que lo requerido), la probabilidad de aceptación dependerá del tamaño de la muestra. Cuanto mayor es la muestra, mayor será la probabilidad de aceptación. Si el tamaño muestral es de 150 puntos, la probabilidad de aceptación será del 100%. Elegimos un tamaño muestral mayor a la centena.

Eligiendo $n=100$, la probabilidad de aceptación superará el 95%, pero si elegimos $n=120$ la probabilidad de aceptación será del 98%. Este fue el motivo que nos llevó a optar por un tamaño muestral de 120 puntos. De esos 120 puntos relevados, se descartaron 12, restándonos una muestra de 108 puntos, lo que es más que suficiente porque de todos modos supera la centena y por ende la probabilidad de aceptación supera el 95%

9.1.2 Metodología para el relevamiento de campo

Una vez obtenida la muestra aleatoria simple, se estudia la metodología que mejor se adapte a este trabajo.

Basándonos en que la evaluación de la calidad de este producto debe hacerse comparándolo con otro de mejor exactitud (no es válida la evaluación de un producto donde se lo contrasta con algo de peor calidad), se optó por trabajar en tiempo real, utilizando un equipo GPS Leica GS08 [15.26] de doble frecuencia pues con esta metodología superaremos la precisión del producto, que presenta una resolución geométrica de 20cm. lo que conduce a resultados más exactos que los del producto a evaluar.

Al trabajar en tiempo real lo que se logra es, además de velocidad, cierto control sobre el relevamiento; pues si trabajamos en post proceso corremos el riesgo de tener que volver a campo.

Para que el relevamiento pueda ser comparable con el producto a evaluar, se debe recurrir al mismo sistema de referencia y a la misma proyección que utilizó la empresa. En este caso el sistema de referencia es WGS84 y la proyección es la UTM-21S.

Debido a la extensión de la zona, es necesaria la planificación de una ruta de relevamiento para optimizar los recursos (tiempo y dinero). Es importante además, contar con una libreta de campo donde figure la ubicación inequívoca de cada punto a relevar. En esa libreta cada uno de los puntos tiene asociada una imagen capturada del mosaico, con las indicaciones necesarias para la rápida identificación de los mismos. La información de esa libreta debe ser clara y sin ambigüedades, logrando de esta manera un trabajo rápido y eficaz.

La tarea fue planificada de manera tal que:

Para la evaluación de la exactitud posicional de la planimetría, se identifica el punto de la muestra en el terreno y se lo releva. Al grabarlo se le adjudica un identificador único. En caso de que exista alguna duda en cuanto a la identificación del punto, se lo sustituye por otro punto cercano a éste que cumpla las condiciones anteriormente establecidas (accesibilidad y que sean fotoidentificables).

En caso de la sustitución de un punto por otro cercano, se hace un croquis de ubicación de este nuevo punto, registrando en la libreta de campo toda la información de interés a la hora de procesar los datos (puntos a eliminar, sustituciones, etc.).

Para evaluar la altimetría, los puntos son relevados en zonas accesibles, de poca pendiente en un radio de aproximadamente un metro (5 píxeles) además de tratarse de puntos que no sean fotoidentificables para no forzar los resultados. De esta manera nos aseguramos que la altimetría no se vea afectada por los errores planimétricos. Elegimos un radio de aproximadamente un metro pues con eso estamos considerando que un error planimétrico de ± 5 píxeles (lo que es bastante generoso) no afecte la altimetría, además de ser algo bastante fácil de lograr en campo al relevar un terreno de estas características.

Se registra en la libreta de campo el identificador de estos puntos para poder reconocerlos con facilidad en el procesamiento de datos.

Para asegurarnos la aleatoriedad de estos puntos lo que se hace es tomar, por cada punto relevado de la muestra, otro cercano que cumpla con las condiciones mencionadas anteriormente. De esta manera se mantiene una distribución aproximada a la distribución de la muestra aleatoria de los puntos relevados para la evaluación de la planimetría.

Al bajar los datos del equipo GPS, se separan los puntos a utilizar en la evaluación planimétrica de los puntos relevados para la evaluación altimétrica. Ambas evaluaciones permitirán juzgar la exactitud posicional.

9.1.3 Metodología para evaluar la exactitud absoluta de la planimetría

Para la evaluación de la exactitud absoluta de la planimetría, se superponen los puntos relevados con sus pares en el mosaico,

comparando punto a punto podremos apreciar las diferencias existentes en cada punto de la muestra.

Para calcular esas diferencias, por cada punto de la muestra simplemente se les resta a sus coordenadas de mosaico, las coordenadas relevadas. De esta manera se obtienen las diferencias Δx y Δy , que luego de depuradas haciendo uso del Criterio de 3σ , podrán ser analizadas estadísticamente.

Considerando que ambos relevamientos fueron hechos con metodologías e instrumentales distintos (pues utilizamos un equipo de doble frecuencia para nuestro relevamiento, mientras que para la obtención del mosaico el apoyo del vuelo se hizo con un GPS de simple frecuencia además del proceso para obtener las imágenes), y que el error que podemos cometer al identificar un punto en el mosaico está en el entorno de ± 2 píxeles, se esperan diferencias en el entorno de ± 3 píxeles ($\pm 60\text{cm.}$) tanto en valores de Δx como de Δy .

El porcentaje de valores de Δx y Δy que caigan en ese entorno, nos dará una pauta de la exactitud posicional absoluta.

Se aplicará el estándar NSSDA para conocer el valor NSSDAh, previo análisis de la aleatoriedad de ambas variables (Δx y Δy) aplicando el test de Rachas (ver anexo 13) y la normalidad de la distribución de sus datos se evaluará con el Test de D'Agostino (ver anexo 14.)

9.1.4 Metodología para evaluar la exactitud relativa de la planimetría

Para esta evaluación se consideraron las distancias entre pares aleatorios de los puntos de la muestra, calculándola por un lado con las coordenadas extraídas del mosaico, y por otro lado con las coordenadas relevadas. Llamaremos Δd a las diferencias entre ambas distancias.

Tomando la distancia relevada como el 100%, el porcentaje correspondiente al Δd calculado pautará el error relativo existente entre ambos productos. Luego de depurar estas diferencias mediante el criterio de 3σ , se analizarán estadísticamente estos datos, aplicando el test de Rachas para saber si los valores Δd son aleatorios, y el test de D'Agostino para verificar si los datos siguen o no una distribución normal.

9.1.4.1 Determinación de la muestra de distancias.

Para la selección aleatoria de los pares de puntos, recurrimos al cálculo de combinaciones sin repetición entre los 108 puntos de la muestra, mediante la ecuación:

$$c_m^n = \frac{m!}{n! * (m - n)!}$$

Para saber cuántos pares sin repetición podemos obtener en un conjunto de 108 elementos, sustituimos $m = 108$ y $n = 2$ en la ecuación anterior y obtenemos 5778 combinaciones. Es decir, se pueden calcular 5778 distancias distintas con esta muestra de puntos.

Al tratarse de un valor demasiado elevado, se optó por elegir de forma aleatoria un par para cada uno de los puntos de la muestra. De esta manera logramos 108 distancias distintas entre puntos de la muestra.

9.1.5 Metodología para evaluar la exactitud absoluta de la altimetría

El producto cuenta con curvas de nivel cada 0.5 metros, por lo tanto se emplearán las exigencias de exactitud y nivel de confianza para diversos países de Hispanoamérica. La mayoría de estos países establece la tolerancia altimétrica como un $\frac{1}{2}$ del intervalo o equidistancia de las curvas de nivel con un nivel de confianza del 90%.

**Exigencias en exactitud posicional y nivel de confianza en
diversos países de Hispanoamérica**

<i>País</i>	<i>Norma</i>	<i>Norma base</i>	<i>Planimetría</i>		<i>Altimetría</i>	
			<i>Tolerancia [mm]</i>	<i>Nivel de confianza</i>	<i>Tolerancia</i>	<i>Nivel de confianza</i>
Argentina	UNL-SCIT (2004)	ASPRS (1990)	0.3 M	90%	1/2 icn	90%
Brasil	Brasil (1984)	—	0.5 M	90%	1/2 icn	90%
Colombia	IGAC (1994)	ASPRS (1990)	0.5 M	90%	1/2 icn ó 0.5 E	90%
	ICONTEC (2000)	FGDC (1998)	0.85 M	95%	—	—
Ecuador	Ecuador (2006)	IPGH (1987)	0.2 M	90%	1/2 icn	90%
México	México (2005)	FGDC (1998)	0.35 E	95%	2/5 icn	95%
Uruguay	Barbato (2001, 2002)	FGDC (1998)	0.25 E	95%	—	—

Notas: 1) icn= intervalo o equidistancia entre curvas de nivel, 2) M= Módulo de la escala (denominador de la fracción).

Imagen 6 - Exigencias en exactitud posicional y nivel de confianza en diversos países de Hispanoamérica – [15.9]

Por lo tanto, se evaluará la exactitud altimétrica controlando que la cota de los puntos se encuentren en un entorno de +/- 0.25m de la curva de nivel más próxima mediante interpolación planimétrica.

9.2 Metodología para evaluar la compleción

Para evaluar este elemento de la información geográfica, optamos por fotointerpretar las imágenes obtenidas del vuelo, ya que la zona presenta una realidad dinámica debido a la implantación de la regasificadora. De esta manera podremos comparar las imágenes con las capas vectoriales entregadas por la empresa y así deducir las omisiones y comisiones del producto (ambos subelementos de la compleción).

9.3 Metodología para evaluar la coherencia lógica

Debido a que el conjunto de datos geográficos presenta tablas con pocos atributos, no tenemos suficientes elementos para evaluar la consistencia conceptual, la consistencia de dominio y la de formato (además de no tener especificaciones para evaluarlos). Por lo tanto sólo se evaluará un subelemento de la coherencia lógica: la consistencia topológica.

Para esto se recurre a la superposición de capas en un GIS. Esto se puede hacer mediante un análisis visual de la cartografía o mediante operaciones propias del software. De esta manera nos aseguramos de que no se presenten inconsistencias.

1. La capa "CURSOS DE AGUA" debe coincidir con las zonas más bajas indicadas por las curvas de nivel.
2. La intersección de la capa "CURSOS DE AGUA" con la capa "CAMINERÍA" debe incluir a la capa "PUENTES".
3. La intersección de la capa "CONSTRUCCIONES" con la capa "CURSOS DE AGUA" debe ser nula, así como la intersección de la capa "CONSTRUCCIONES" con la capa "CAMINERÍA".
4. La intersección de la capa "FORESTACIÓN" con la capa "CAMINERÍA" debe ser nula, así como la intersección de "FORESTACIÓN" con la capa "MONTE NATURAL".
5. La intersección de la capa "MONTE NATURAL" con la capa "CAMINERÍA" debe ser nula.
6. La capa "MONTE NATURAL" debe encontrarse en las proximidades de los cursos de agua.

La intersección de la capa "CONSTRUCCIONES" con la capa "MONTE NATURAL" así como con la capa "FORESTACION" no implica un error de la cartografía, dado que las construcciones pueden verse parcialmente al estar debajo de las copas de los árboles. Por lo tanto no serán tomadas en cuenta estas superposiciones a la hora de evaluar.

Como medida básica de la consistencia topológica optamos por "contador de errores" debido a que el conjunto de datos geográficos tiene pocos

elementos (no tiene sentido recurrir a una muestra del conjunto de datos cuando se trata de tan pocos elementos).

10 CAPÍTULO 4 - Evaluación de la exactitud posicional

Para la evaluación de la exactitud posicional, se analiza por separado la planimetría y la altimetría.

10.1 Evaluación de la exactitud posicional de la planimetría

Para la evaluación de la planimetría se relevó una muestra de 108 puntos fotoidentificables. Con esto se evaluará:

- A. La georreferenciación exigida en el pliego, comparando los puntos del mosaico con sus pares relevados en un sistema WGS 84 proyección UTM21, tal como el pliego lo solicita. Es decir que en una primera instancia se evaluará la exactitud absoluta del producto entregado
- B. Por otro lado se evaluará la exactitud relativa.

10.1.1 Evaluación de la exactitud absoluta de la planimetría

Los puntos relevados se superponen con los seleccionados del mosaico y se comparan con sus pares relevados.

De esta superposición resulta claro que la mayoría de los puntos relevados se encuentran al Noreste de sus pares de la muestra, o sea en el primer cuadrante, lo que lleva a pensar que existe una sistematización entre ambos conjuntos de puntos (relevamiento y mosaico). Para detectar dicha sistematización se dibujaron los vectores que van desde los puntos elegidos en el mosaico a sus pares relevados, como se muestra en la imagen 7, donde se puede apreciar que no todos los vectores resultaron tener la misma dirección, sentido ni módulo.

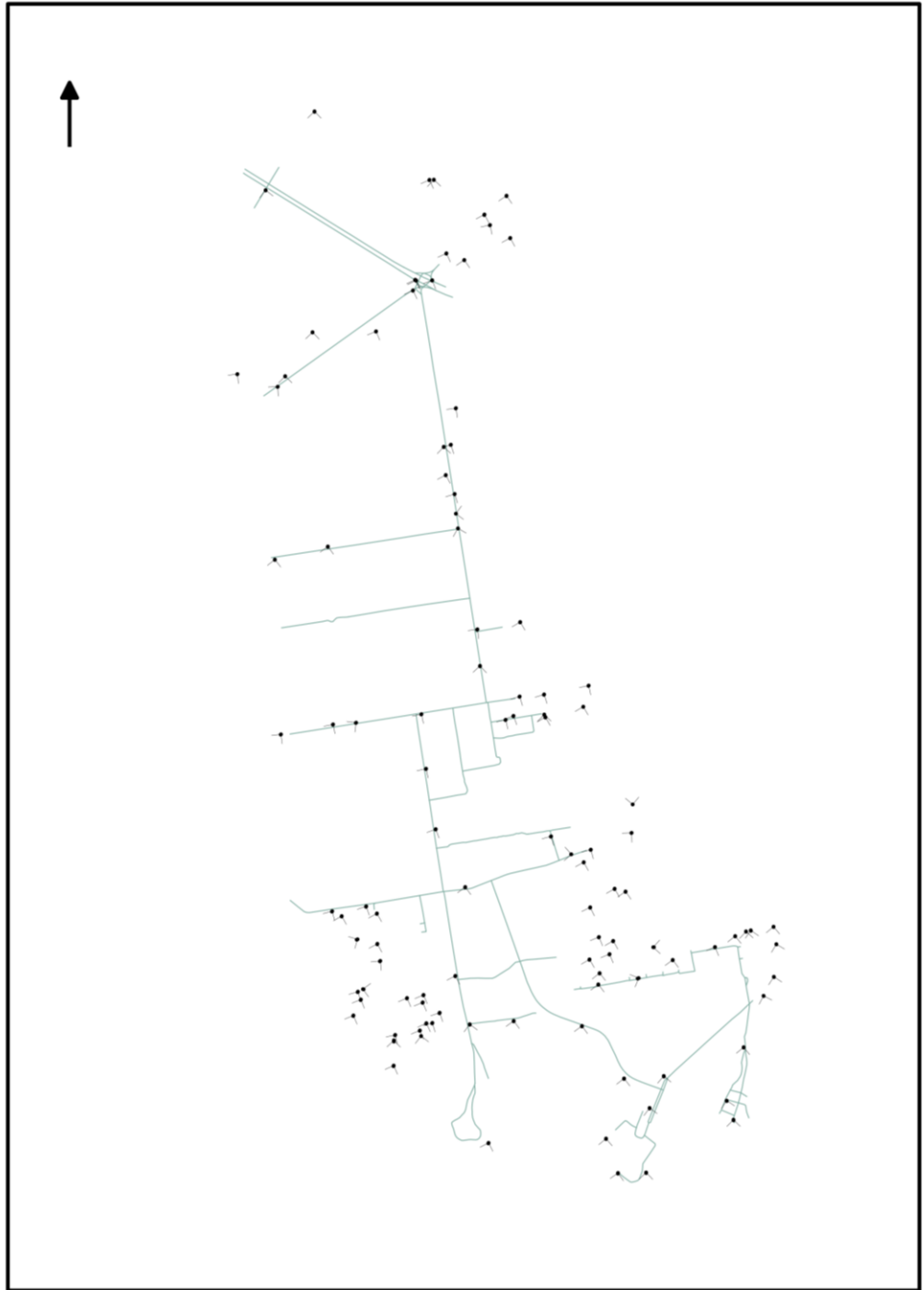


Imagen 7- Desplazamiento del mosaico respecto al relevamiento. Ver anexo 7

Para analizar la diferencia existente entre las coordenadas de los puntos relevados y las de los puntos de la imagen, se calculó la diferencia Δx existente entre la coordenada “x” de cada punto relevado y la de su par en la muestra; así como la diferencia Δy que presentan entre sus coordenadas “y”.

MUESTRA DE PRODUCTO		RELEVAMIENTO		Δx	Δy
x	y	x	y		
565283.027	6137904.900	565284.114	6137908.335	1.087	3.435
565438.488	6138651.458	565438.985	6138654.720	0.497	3.262
565168.925	6138630.920	565168.500	6138633.921	-0.425	3.001
565079.125	6138927.100	565080.055	6138930.023	0.930	2.923
564473.620	6139150.756	564478.498	6139153.418	4.878	2.662
564599.611	6139122.900	564600.557	6139125.986	0.946	3.086
564615.982	6139018.560	564618.426	6139021.597	2.444	3.037
564781.710	6138791.635	564782.791	6138794.362	1.081	2.727
564883.245	6138810.450	564884.413	6138813.374	1.168	2.924
564878.253	6138764.790	564879.510	6138767.878	1.257	3.088
564981.990	6138701.229	564983.563	6138704.422	1.573	3.193
564937.155	6138639.260	564938.684	6138642.156	1.529	2.896
564900.529	6138636.914	564901.746	6138640.210	1.217	3.296
564860.765	6138593.320	564861.868	6138596.016	1.103	2.696
564869.455	6138560.963	564869.327	6138561.971	-0.128	1.008
564708.660	6138566.089	564710.299	6138568.680	1.639	2.591
564701.960	6138535.525	564701.780	6138527.879	-0.180	-7.646
564699.368	6138377.220	564700.804	6138380.979	1.436	3.759
564451.718	6138684.240	564453.181	6138687.830	1.463	3.590
564497.508	6138781.555	564499.016	6138785.103	1.508	3.548
564479.354	6138830.240	564480.973	6138833.191	1.619	2.951
564515.538	6138847.790	564511.705	6138848.370	-3.833	0.580
566416.659	6139025.041	566417.050	6139027.734	0.391	2.693
566201.472	6138913.450	566207.584	6138916.029	6.112	2.579
565967.055	6138944.240	565967.355	6138946.819	0.300	2.579
565959.042	6138874.970	565959.430	6138877.815	0.388	2.845
565904.405	6139027.710	565905.145	6139030.534	0.740	2.824
565962.075	6139164.920	565963.169	6139167.556	1.094	2.636
566050.045	6139140.960	566050.822	6139143.790	0.777	2.830
566027.478	6139060.610	566028.481	6139063.022	1.003	2.412
566301.270	6139105.150	566297.177	6139104.975	-4.093	-0.175
565858.398	6138620.370	565858.900	6138623.555	0.502	3.185
566117.413	6138299.260	566117.813	6138302.403	0.400	3.143
566362.249	6138313.928	566361.953	6138317.643	-0.296	3.715
566006.726	6137931.417	566007.009	6137934.737	0.283	3.320
566079.741	6137720.080	566080.438	6137724.065	0.697	3.985
566253.390	6137723.450	566253.464	6137727.148	0.074	3.698
566275.013	6138118.770	566274.537	6138121.899	-0.476	3.129
564320.985	6139322.620	564322.612	6139325.427	1.627	2.807
564379.557	6139292.930	564381.132	6139295.525	1.575	2.595
564530.413	6139352.420	564531.838	6139355.349	1.425	2.929
564596.887	6139309.050	564597.691	6139311.931	0.804	2.881
565140.276	6139470.570	565140.691	6139473.464	0.415	2.894
564958.417	6139825.060	564959.481	6139827.408	1.064	2.348
564898.793	6140194.890	564900.111	6140196.981	1.318	2.091
564467.981	6140477.092	564470.050	6140478.689	2.069	1.597
564326.665	6140466.123	564328.064	6140468.274	1.399	2.151
564005.892	6140405.350	564007.501	6140407.396	1.609	2.046
564870.474	6140529.090	564871.641	6140530.918	1.167	1.828
565388.255	6140494.450	565389.597	6140496.615	1.342	2.165
565231.570	6140823.620	565231.685	6140826.469	0.115	2.849
565214.058	6141047.580	565215.726	6141049.789	1.668	2.209

564295.445	6141553.881	564295.848	6141556.557	0.403	2.676
563969.658	6141474.410	563969.929	6141476.639	0.271	2.229
565096.320	6141666.494	565096.016	6141667.626	-0.304	1.132
565084.167	6141757.180	565083.045	6141757.019	-1.122	-0.161
565075.040	6141876.080	565075.970	6141877.864	0.930	1.784
565020.613	6141991.696	565021.304	6141993.946	0.691	2.250
565051.516	6142177.530	565052.544	6142179.313	1.028	1.783
565008.807	6142164.450	565008.748	6142166.611	-0.059	2.161
565082.326	6142401.060	565083.808	6142403.091	1.482	2.031
564936.713	6143183.110	564937.772	6143185.532	1.059	2.422
564832.668	6143186.370	564833.418	6143188.408	0.750	2.038
564837.966	6143182.300	564838.611	6143184.236	0.645	1.936
564818.787	6143121.166	564819.603	6143123.425	0.816	2.259
564591.616	6142870.750	564592.433	6142872.750	0.817	2.000
564201.514	6142865.644	564201.546	6142867.543	0.032	1.899
564033.445	6142596.500	564033.425	6142598.678	-0.020	2.178
563986.581	6142532.720	563987.729	6142533.972	1.148	1.252
563738.724	6142609.820	563739.788	6142611.177	1.064	1.357
563913.333	6143734.310	563913.084	6143736.399	-0.249	2.089
564213.637	6144215.490	564213.667	6144218.351	0.030	2.861
564919.924	6143797.120	564920.829	6143799.536	0.905	2.416
564947.887	6143798.280	564947.810	6143800.688	-0.077	2.408
565394.323	6143699.680	565394.878	6143702.578	0.555	2.898
565134.486	6143307.350	565134.875	6143309.472	0.389	2.122
565417.011	6143441.661	565417.708	6143444.007	0.697	2.346
565292.016	6143521.090	565293.309	6143523.110	1.293	2.020
565257.848	6143583.910	565258.972	6143587.650	1.124	3.740
565024.211	6143347.770	565025.051	6143350.069	0.840	2.299
565436.462	6140518.090	565437.586	6140520.568	1.124	2.478
565478.312	6141092.130	565478.911	6141094.461	0.599	2.331
565474.585	6140636.940	565475.671	6140638.964	1.086	2.024
565866.505	6140574.840	565866.961	6140576.596	0.456	1.756
565633.523	6140510.256	565634.154	6140512.567	0.631	2.311
565626.704	6140526.310	565626.665	6140528.606	-0.039	2.296
565624.809	6140649.368	565626.025	6140651.703	1.216	2.335
565898.768	6140703.620	565900.099	6140705.703	1.331	2.083
566170.725	6139978.750	566170.758	6139978.381	0.033	-0.369
566162.986	6139803.660	566164.173	6139804.949	1.187	1.289
565912.269	6139700.140	565913.276	6139701.895	1.007	1.755
565792.124	6139673.580	565793.404	6139673.512	1.280	-0.068
565667.479	6139781.060	565668.854	6139783.503	1.375	2.443
566126.455	6139443.430	566126.924	6139446.102	0.469	2.672
566059.082	6139460.680	566059.763	6139463.161	0.681	2.481
565869.190	6139623.050	565869.828	6139625.235	0.638	2.185
565908.736	6139346.610	565909.585	6139349.069	0.849	2.459
566749.347	6138163.929	566748.811	6138166.577	-0.536	2.648
566790.688	6138046.000	566790.648	6138049.969	-0.040	3.969
566853.090	6138490.715	566853.338	6138493.262	0.248	2.547
566676.254	6139104.630	566677.063	6139106.580	0.809	1.950
566800.963	6139171.120	566801.225	6139173.439	0.262	2.319
566868.046	6139199.840	566867.953	6139201.897	-0.093	2.057
566897.609	6139205.480	566897.101	6139208.288	-0.508	2.808
567036.979	6139228.840	567037.148	6139230.690	0.169	1.850
567054.617	6139122.370	567054.279	6139123.706	-0.338	1.336
567039.596	6138922.150	567039.164	6138924.222	-0.432	2.072
566976.078	6138806.299	566975.559	6138807.941	-0.519	1.642

Cuadro 4 – Diferencia existente entre las coordenadas de los puntos relevados y las de los puntos de la imagen

Del análisis anterior surge que no todos los Δx son iguales pues presentan distinto módulo y sentido. Lo mismo ocurre con las diferencias

Δy , en el sentido Norte-Sur. Se resaltan los puntos que se apartan demasiado de la mayoría de los valores.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los módulos de todos los vectores superan el metro. Diferencias que claramente no se deben al empleo de metodologías o instrumentales distintos.

En una primera instancia los puntos de apoyo de la empresa no fueron relevados por considerarse que para la evaluación de este producto no corresponde analizar el procedimiento de su obtención, sino que debemos limitarnos al estudio del producto entregado por la empresa. Sin embargo, los resultados anteriores nos llevaron a tomar la decisión de analizarlos, lo que implica volver a campo y relevar los 6 puntos de apoyo del vuelo, pues éstos son el marco de referencia del sistema elegido por el productor y de existir una sistematización (causada entre otras cosas por tratarse de puntos relevados con distinto instrumental y metodología, además de sufrir procesamientos distintos), el relevamiento de estos puntos puede conducirnos a su detección.

Los puntos de control de la empresa, tienen las siguientes coordenadas, según la empresa:

A- Relevamiento empresa	
x	y
564196.779	6143541.114
564258.821	6142738.809
564480.046	6141140.031
565177.719	6141243.975
564454.482	6139367.703
565365.836	6139416.346

Cuadro 5- Coordenadas de los puntos relevados por la empresa

Al relevarlos en el sistema WGS84 y proyección UTM-21, se obtuvieron las siguientes coordenadas:

B- Nuestro relevamiento	
x	y
564197.183	6143543.704
564259.850	6142741.129
564481.381	6141142.261
565178.598	6141246.307
564455.184	6139370.629
565366.788	6139418.787

Cuadro 6- Coordenadas de los puntos relevados para este trabajo.

Para detectar la supuesta sistematización se calcularon las diferencias entre ambos relevamientos, (otra vez calculando Δx y Δy) y a partir de ellos se calcularon la distancia y el acimut existente entre:

A- el relevamiento de la empresa y

B- nuestro relevamiento.

Al comparar estos nuevos Δx y Δy , sigue presente el hecho de que los puntos en comparación provienen de relevamientos realizados con distinto instrumental y metodología, pero no el error del fotogrametrista al ubicar el punto en el mosaico (± 2 píxeles). Los valores esperados no superan ahora los ± 10 cm, dado que la precisión de nuestro relevamiento es del entorno de ± 2 cm.[15.26] y el agrimensor actuante por parte de la empresa asegura estar por debajo de los ± 10 cm. Propagando estos errores, se obtiene un error del entorno de los ± 10 cm.

Promediando las seis distancias y acimuts calculados, se logró lo siguiente:

	A-B		Distancia (m)	Acimut (grados)
	Δx	Δy	A-B	A-B
PUNTO 1	0.404	2.590	2.621	81.13
PUNTO 2	1.029	2.320	2.538	66.08
PUNTO 3	1.335	2.230	2.599	59.09
PUNTO 4	0.879	2.332	2.492	69.35
PUNTO 5	0.702	2.926	3.009	76.51
PUNTO 6	0.952	2.441	2.620	68.69
Promedio	0.883	2.473	2.647	70.14
Varianza	0.099	0.064	0.034	60.53
Desviación estándar	0.314	0.254	0.075	3.18

Cuadro 7 - Promedios de distancias y acimuts de los vectores de desplazamiento entre ambos relevamientos

En el cuadro 7 los valores de Δx van desde 0.40m. a 1.33m. mientras que los valores de Δy van desde 2.23m. a 2.93m. Las diferencias de 0.93m. (entre el menor y el mayor valor de Δx) y de 0.70m. (entre el menor y el mayor valor de Δy) caen fuera del entorno esperado de ± 10 cm, lo que nos conduce a que estas diferencias no se deben solamente al hecho de haber empleado distintas metodologías e instrumentales en los relevamientos.

Si los valores anteriores estuvieran en el orden de lo esperado (± 0.10 m.), podríamos promediar los Δx y Δy , y así obtener las traslaciones a efectuar en ambos ejes para corregir el error sistemático existente y hacerlos comparables a los relevamientos.

Como esto no ocurre, no es válido el promedio de estas diferencias y por lo tanto no podemos detectar la sistematización existente entre ambos relevamientos.

Los puntos que distorsionan demasiado los resultados son los puntos de apoyo 1 y 5, por lo que como ejercicio se realizó el estudio de la supuesta sistematización promediando los puntos 2, 3, 4 y 6. Este análisis se encuentra en el anexo 3 porque consideramos que es independiente de los resultados de este apartado.

10.1.1.1 Aplicación del estándar NSSDA para la planimetría

Este estándar recomienda que se cumplan las condiciones de aleatoriedad y normalidad para aplicarlo. La muestra sobre la cual se aplicará este estándar consiste en 108 puntos relevados y fotoidentificados.

Aplicamos el test de Rachas para verificar la aleatoriedad de los valores de Δx y de Δy . Ambas componentes verifican la aleatoriedad.

Rx=	66	Ry=	68
n		108	
μ		71.66666667	
σ^2		18.87777778	
Rx< μ		Ry< μ	
zl	-1.19	zl	-0.73
$\phi(1.19)$	0.893	$\phi(0.73)$	0.7673
α^*	0.1070	α^*	0.2327
$\alpha^* > \alpha$ elegido (0.1)		$\alpha^* > \alpha$ elegido (0.1)	
Acepto aleatoriedad		Acepto aleatoriedad	

Cuadro 8 -Comparación con el estándar NSSDA-Resultados del test de Rachas.

Aplicamos el test de D'Agostino para verificar la normalidad de las componentes planimétricas. Los datos no tienen distribución Normal.

σ^2	1.258827141
DA	0.206629627
DE LA TABLA SE INTERPOLA: $\alpha=0.01$	
100	0.2714 0.2869
108	0.27184 0.28678
120	0.2725 0.2866
DA no está en el intervalo	
Los datos no tienen una distribución Normal	

Cuadro 9 - Comparación con el estándar NSSDA-Resultados del test de D'Agostino.

σ^2	1.580287564	
DA	0.16331641	
DE LA TABLA SE INTERPOLA:		
100	0.2774	0.2849
108	0.2776	0.28482
120	0.2779	0.2847
DA no está en el intervalo		
Los datos no tienen una distribución Normal		

Cuadro 10- Comparación con el estándar NSSDA-Resultados del test de D'Agostino

Valor NSSDAh horizontal:

Para determinar el valor NSSDAh horizontal, el procedimiento es el siguiente:

- Se calcula el error en cada uno de los 108 puntos de la muestra (calculando las diferencias entre los puntos relevados y los de la imagen), en cada componente, de la siguiente manera:

$$e_{x_i} = x_{t_i} - x_{m_i}$$

$$e_{y_i} = y_{t_i} - y_{m_i}$$

Se realiza la sumatoria de los cuadrados de los errores en x y los errores en y:

Σex^2	189.978
Σey^2	737.762

Cuadro 11 – Sumatoria de los cuadrados de los errores en x e y

- Luego se calcula el EMC (error medio cuadrático) de cada componente de la siguiente manera, obteniendo los resultados del cuadro 12.

$$EMC_x = \sqrt{\frac{\Sigma(e_{x_i}^2)}{n}}$$

$$EMC_y = \sqrt{\frac{\Sigma(e_{y_i}^2)}{n}}$$

Error medio cuadrático de cada componente:	EMC x	1.326294047
	EMC y	2.613643531

Cuadro 12 – Error medio cuadrático de cada componente

- Como el valor del EMCx es distinto al del EMCy, el cociente entre el EMC mínimo y el EMC máximo debe encontrarse en el intervalo (0.6, 1.0) para poder calcular el valor NSSDAh. Calculamos ese cociente y el resultado es 0.507, por lo que no podemos calcular el valor NSSDAh.

Al no lograr detectar la sistematización existente entre ambos relevamientos, y tampoco hallar un valor NSSDAh, se optó por calcular el valor NSSDAh en las condiciones establecidas al final del punto 10.1.1 (trabajando solo con 4 de los 6 puntos de apoyo del vuelo). Esto se hizo porque se cree necesario contar con un valor que cuantifique la exactitud absoluta, aún en esas condiciones. El valor obtenido en el anexo 3 es de 1.67 m.

10.1.2 Evaluación de la exactitud relativa de la planimetría.

Si bien en el capítulo 3 se tomó la decisión de evaluar la exactitud relativa, sus resultados y conclusiones se vuelven más interesantes al momento de conocer la exactitud absoluta de este producto. La existencia de una sistematización no detectable entre ambos relevamientos y la imposibilidad de calcular un valor NSSDAh en las condiciones propuestas, hacen con que los resultados de la evaluación de la exactitud relativa sean de vital importancia para cualquier usuario de este producto.

Para este análisis se consideraron las distancias entre los puntos del mosaico y sus correspondientes distancias en los puntos de relevamiento. Las diferencias entre ellas (Δd), nos dan una pauta del error relativo existente, pero para que esta medida de comparación sea representativa, expresamos esta diferencia en porcentaje (Δd (%)). Las duplas de puntos para el cálculo de las distancias, se seleccionan aleatoriamente.

De esta forma se pueden estudiar las desviaciones de las distancias y aplicar diferentes test estadísticos como forma de análisis.

Al aplicar el test de Rachas a los datos de las muestras Δd y Δd (%), evaluamos la aleatoriedad de las mismas. Ambas muestras resultaron aleatorias como se puede ver en los cuadros siguientes:

Rx=	72	Rx=	81
n	108	n	108
μ	71.66666667	μ	71.66666667
σ^2	18.87777778	σ^2	18.87777778
Rx> μ		Rx< μ	
zI	-0.04	zI	2.26
$\varphi(0.04)$	0.516	$\varphi(2.26)$	0.9881
α^*	0.4840	α^*	0.0119
$\alpha^* > \alpha$ elegido (0.1)		$\alpha^* > \alpha$ elegido (0.1)	
Acepto aleatoriedad		Acepto aleatoriedad	

Cuadro 13 – Error medio cuadrático de cada componente

	K	7.71	
	A	0.17	
Clases		Frecuencia absoluta por clase	Frecuencia relativa por clase
-0.8	-0.6	1	0.00926
-0.6	-0.5	2	0.01852
-0.5	-0.3	2	0.01852
-0.3	-0.1	4	0.03704
-0.1	0.1	75	0.69444
0.1	0.2	23	0.21296
0.2	0.4	0	0.00000
0.4	0.6	1	0.00926
Total:		108	1

Cuadro 14 – Datos para histograma para Δd (%)

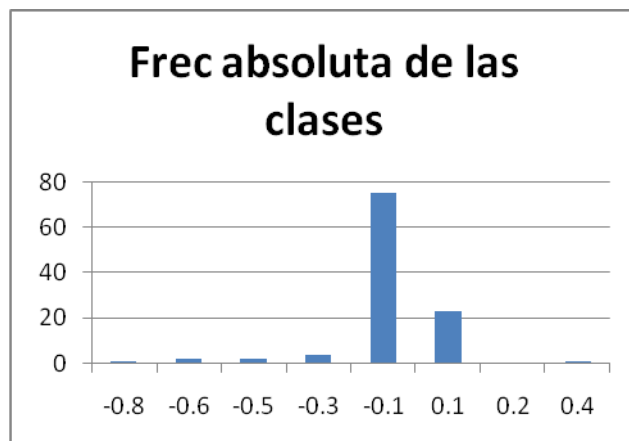


Imagen 8 – Histograma para Δd (%)

Observando el histograma obtenido, se puede apreciar que 98 de los 108 porcentajes de distancias evaluados son menores al 0.2% de las mismas. Esto implica que al medir una distancia en el mosaico estamos cometiendo un error en el entorno de $\pm 0.2\%$ de esa distancia, con una mediana de 0.021%

10.2 Evaluación de la exactitud absoluta de la altimetría.

Tal como se estableció en el punto 9.1.2, para la evaluación de esta componente se relevaron los puntos correspondientes con un equipo GPS, en un sistema WGS 84 y proyección UTM 21. Como las curvas de nivel a evaluar están referidas al cero Wharton, referimos nuestras cotas a la misma superficie de referencia para así hacer comparables ambos relevamientos. Al relevar se obtuvieron coordenadas altimétricas elipsoidales, pues al medir con un equipo GPS referimos nuestras alturas al elipsoide WGS84. Estas cotas fueron transformadas en coordenadas ortométricas mediante el modelo geoidal “EGR08” utilizando el Geo office². Las cotas de nuestro relevamiento se refieren ahora al geoide y no al elipsiode, pero aún debemos referirlas al Cero Wharton. Cabe mencionar que la cota ortométrica de la estación “Montevideo” es: 143.511m.

² Geo office es un software de procesamiento de datos topográficos.[15.25]

En el Geoportal del Servicio Geográfico Militar contamos con un mapa dinámico de las estaciones de referencia del Uruguay, donde podemos ver cada estación.

Nombre de la estación: Montevideo	Coordenadas oficiales:
Código internacional: 42301M001	Latitud: 34° 53' 17", 951 S
Estado: Activa	Longitud: 56° 15' 35", 576 W
Localización:	UTM (X): 567629,27 m
Departamento: Montevideo	UTM (Y): 6139091,90 m
Localidad: Montevideo	Zona: 21
Ubicación: Fortaleza "General Artigas" Cerro de Montevideo	Altura elipsoidal: 158.083 m
Información adicional:	Altura referida al nivel del mar: 143,175 m
Pilar de mampostería de sección cuadrada de 46 cm con 1,08 m de altura, con bulón con rosca 5/8" al centro, ubicado en la azotea del cuerpo principal de la fortaleza del Cerro de Montevideo.	

Imagen 9 – Coordenadas de la estación de Montevideo – Geoportal SGM

Como se aprecia en la imagen anterior, la altura de esta estación referida al nivel del mar (Cero Oficial) es de 143.175m. La cota ortométrica del mismo punto es de 143.511m. La diferencia entre ambas cotas es la existente entre el geoide en esa zona y la superficie de referencia del cero oficial, por lo que para referir las cotas de los puntos relevados al cero oficial basta restarle 0.336m a sus cotas ortométricas. Una vez referidos al cero oficial, se les suma 0.91m. para lograr un relevamiento referido al Cero Wharton y comparable con el producto a evaluar.

Dado que no se pudo detectar la sistematización existente entre nuestro relevamientos y el del producto, los puntos relevados para la evaluación altimétrica no son comparables con las curvas de nivel entregadas por la empresa, pues ambos relevamientos se encuentran en distintos sistemas de referencia.

Como contamos con el relevamiento gps por parte de la empresa, se optó por comparar los puntos de apoyo con los de nuestro relevamiento ya que éstos sí son comparables.

Las diferencias entre ambos relevamientos se pueden observar en la siguiente tabla:

Relevamiento Empresa	Relevamiento Nuestro	
z	z	Δz
30.61	31.08	0.47
32.50	33.81	1.31
43.36	44.00	0.64
29.74	30.55	0.81
42.00	40.90	-1.10
24.78	25.00	0.22

Cuadro 15- Diferencias altimétricas entre ambos relevamientos gps.

Dadas las diferencias existentes entre los Δz , se puede ver claramente que éstas van más allá de la metodología empleada en ambos casos y nuevamente responden a un sistematismo no detectable.

De todos modos consideramos estudiarlos tras efectuar la corrección de la sistematización planimétrica propuesta en el anexo 3. Este análisis es independiente de la evaluación, por lo que se consideró adjuntarlo en el anexo 4.

10.2.1 - Aplicación del estándar NSSDA para la altimetría

No es posible determinar el valor NSSDA_z vertical debido a que el producto entregado por la empresa no se encuentra en el mismo sistema de referencia que nuestro relevamiento. Los puntos relevados para la evaluación altimétrica no son comparables entonces, con las curvas de nivel entregadas por la empresa.

Como cierre de este capítulo, no se pudo cuantificar la exactitud absoluta de la planimetría (imposibilitando la evaluación de la altimetría) por existir una sistematización que no se pudo detectar debido al desconocimiento de la metodología que aplicó la empresa para generar el producto.

Respecto a la exactitud relativa de la planimetría se puede afirmar que tiene un error en la distancia de $\pm 0.2 \%$, con una mediana de 0.021%.

11 CAPÍTULO 5 - Evaluación de la compleción.

Tal como se propuso en el punto 9.2, se comparan las capas vectoriales de la cartografía a evaluar con las imágenes del mosaico para detectar de esta manera las comisiones y omisiones del producto.

Capa “MONTE NATURAL”

Se detectó una zona de esta clase que figura como elemento de la capa “forestación” en la cartografía; lo que implica una omisión de la capa “Monte natural”. Los polígonos de esta capa no abarcan toda la zona que deberían abarcar. Si bien no estamos frente a omisiones, podrían considerarse como tales, pues no se está considerando parte de estos montes naturales.

Capa “FORESTACIÓN”

Dos de los polígonos de esta capa corresponden a montes de abrigo y no a forestación, lo que implica dos comisiones.

Tal como se mencionó en el punto anterior, un elemento de Monte natural fue considerado como forestación. Esto se traduce en otra comisión en la capa “Forestación”. También en esta capa se puede ver que otro de los polígonos no abarca toda la zona que debería abarcar, dejando parte de tierra forestada sin considerar.

Capa “CURSOS DE AGUA”

Esta capa vectorial cuenta con una omisión, que va desde D1 a la E1, y ninguna comisión. Existe un curso de agua que no está representado totalmente, solamente fue dibujado en parte.

Capa “PUENTES”

Esta capa de polígonos cuenta con seis omisiones y ninguna comisión. Una de ellas en la subzona A2, otra en la subzona B1, otra en F3 y tres en la subzona C2. La capa cuenta con cuatro polígonos cuando debería contar con diez, por lo tanto no nos encontramos con la totalidad de puentes (o alcantarillas) que constituyen la zona.

Capa “CAMINERÍA”

Esta capa vectorial cuenta con la omisión de cuatro elementos de la caminería de la zona: una que se encuentra en la subzona B1, otra en la B2, y dos en la subzona D3. Existe un camino en la subzona D1 que está representado en más que su totalidad.

Cabe destacar que esta capa, al tratarse de un único elemento dificultó la evaluación de su compleción. Esto llevó a optar como criterio, evaluar las partes del elemento y no el elemento en sí.

Capa “ CONSTRUCCIONES”

Los elementos identificados por 123 y 124, no corresponden a construcciones. Por otro lado, otros cuatro polígonos representan a construcciones en ruinas o demolidas. Tomando en cuenta que el interés del M.T.O.P. es contar con el área construida de la zona de estudio, los polígonos 397, 398, 400 y 548 se consideran comisiones de esta capa. Se tiene entonces, un total de seis comisiones en la capa “Construcción”.

Como resultado de este análisis se obtuvo el cuadro 16, considerándose la cantidad de elementos que se presentó como el 100%.

Nombre de capa	Cantidad de elementos	Comisiones	Omisiones	Comisiones (%)	Omisiones (%)
Cursos de Agua	6	0	1	0.0	16.7
Puentes	4	0	6	0.0	150.0
Construcciones	614	6	0	1.0	0.0
Forestación	32	3	0	9.4	0.0
Monte Natural	8	0	1	0.0	12.5
Caminería	44	0	4	0.0	9.1

Cuadro 16- Cuantificación de la compleción.

12 CAPÍTULO 6 - Evaluación de la coherencia lógica

1. Utilizando un software GIS, superponemos la capa “CURSOS DE AGUA” (la cual presenta seis elementos) con la capa de curvas de nivel. Evaluamos la coherencia lógica entre ellas mediante un análisis visual. Colocamos etiquetas con las cotas de cada curva para corroborar que los cursos de agua se encuentren realmente en las zonas más bajas del terreno representado por las curvas. De esta manera concluimos la coherencia entre estas dos capas.

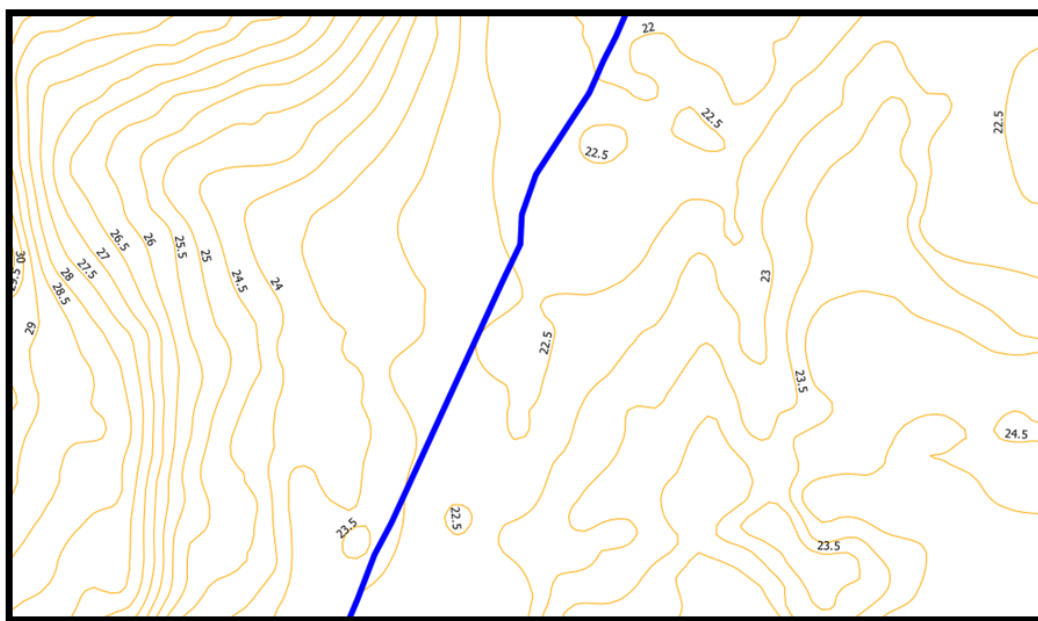


Imagen 10 -Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa curvas de nivel

2. Intersectamos las capas “CURSOS DE AGUA” con “CAMINERÍA” y el resultado debe incluir todos los puentes, pero no tiene por qué coincidir con la capa “PUENTES”, ya que en este caso todo puente implica una intersección de un curso de agua con una vía de circulación pero no toda la intersección entre éstas implica la existencia de un puente (puede tratarse de una alcantarilla, etc.).

Habiendo analizado la inclusión de los puentes en la intersección realizada, se pudo detectar que uno de los puentes no coincide con

ninguna intersección resultante. Está ubicado sobre un camino pero no sobre un curso de agua. Mediante la visualización de la foto aérea de esa zona percibimos la existencia de un curso de agua, el cual fue omitido, como muestran las siguientes imágenes.



Imagen 11- Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa caminería

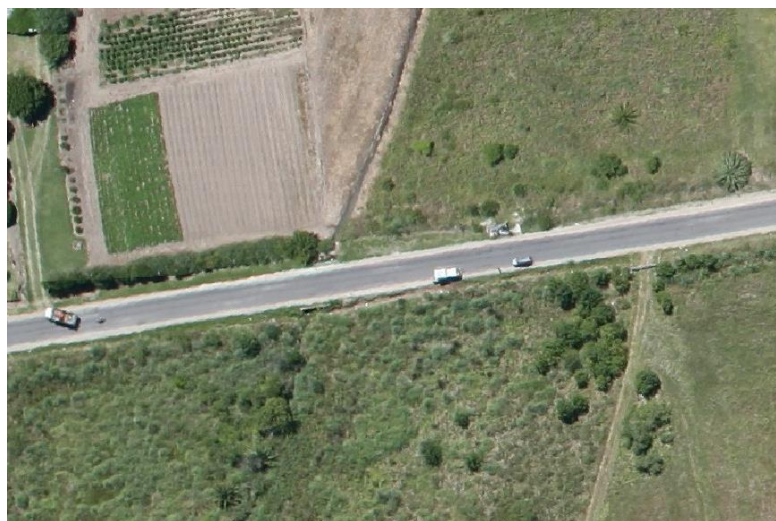


Imagen 12- Evaluación de la coherencia lógica- capa cursos de agua con la capa caminería

3. Intersectando las capas “CONSTRUCCIONES” con “CURSOS DE AGUA” y la capa “CONSTRUCCIONES” con “CAMINERÍA”, ambas

intersecciones resultaron vacías, lo que implica coherencia lógica entre construcciones/cursos de agua y entre construcciones/caminería.

4. Al intersectar las capas “FORESTACIÓN” con “CAMINERÍA” y “FORESTACIÓN” con “MONTE NATURAL” respectivamente, resultan vacías. Esto implica que no hay problemas de coherencia lógica entre ellas.
5. Resultó vacía también la intersección de las capas “MONTE NATURAL” y “CAMINERÍA”, por lo que existe coherencia lógica entre ellas.
6. La capa “MONTE NATURAL” se encuentra en las proximidades de los cursos de agua, como corresponde.

Como resultado se obtuvo lo siguiente:

Consistencia Topológica			
Nombre	Elemento	Subelemento	Contador de errores
Cursos de Agua en zonas bajas de las curvas de nivel	Coherencia lógica	Consistencia topológica	0 en 6
Puentes en intersecciones de cursos de agua con caminería			1 en 4
Construcciones intersectando cursos de agua			0 en 614
Construcciones intersectando caminería			0 en 614
Forestación intersectando caminería			0 en 32
Monte natural intersectando caminería			0 en 8
Forestación intersectando monte natural			0 en 8
Monte natural próximo a cursos de agua			0 en 8

Cuadro 17 - Consistencia Topológica.

La única inconsistencia topológica encontrada es que uno de los cuatro puentes no coincide con ninguna intersección de “CAMINERÍA” con “CURSOS DE AGUA”. Habiendo analizado esta incoherencia lógica pudimos detectar que el puente sí existe pero no se encuentra sobre un curso de agua porque éste fue omitido.

Esto nos lleva a percibir la dependencia entre la compleción y la coherencia lógica. La omisión de un curso de agua, (si bien es un elemento a evaluar en la compleción), influye fuertemente en la coherencia lógica de la cartografía.

13 CAPÍTULO 7 - Sugerencias para futuros vuelos, para productores, usuarios y para evaluadores cartográficos

Con la experiencia adquirida en este proyecto y dado que este es el primer vuelo con estas características realizado por el M.T.O.P. a ser evaluado, se considera que este apartado de sugerencias a productores, usuarios y evaluadores cartográficos, para futuros vuelos fotogramétricos con cámaras digitales y no métricas, puede ser de gran aporte al porvenir de estas aplicaciones.

Como primer punto se recomienda que todo aquel que pretenda realizar solicitudes de productos de datos geográficos no pase por alto las especificaciones que prevé la norma ISO 19131. Esta norma establece descriptores que se deben incluir en las especificaciones de un producto cartográfico.

Se sugiere que el pliego cuente con especificaciones técnicas y exigencias en cuanto a la presentación del producto deseado. Deben establecerse condiciones y especificaciones en cuanto a los campos que se pretenden obtener de cada capa, así como la definición de los elementos de la cartografía, sin pasar por alto la importancia de establecer el método de control que se le aplicará al producto, el marco de referencia del sistema deseado, la calidad con la que se pretenden obtener los datos y solicitar los correspondientes metadatos. Se debe exigir además que el productor entregue un informe de producción que cuente con la información necesaria para evaluar el producto.

En cuanto al producto, se le sugiere a la empresa generadora de la cartografía que acuda a estándares, normas y medidas de información geográfica como forma de control de lo obtenido. De esta manera conoce la calidad de su producto y puede verificar el cumplimiento de las exigencias y condiciones requeridas en el pliego.

Además de lo anterior, el productor debe tener en cuenta la precisión requerida en el pliego al elegir una adecuada metodología de campo para relevar los puntos de apoyo del vuelo; pues éstos serán el marco de referencia del sistema del producto. Se debe asegurar que se cumplan tanto las precisiones planimétricas como las altimétricas. Al tratarse de un vuelo digital también debe estudiarse el tamaño del píxel adecuado para las precisiones requeridas.

En este caso, en la licitación no se establecieron criterios de aceptación o rechazo del producto. De existir este tipo de criterios, el productor deberá hacer un análisis detallado de los errores del proceso y de las características del producto que le evite a la empresa posibles rechazos.

En cuanto a la generación de la cartografía, se debe definir un único criterio para dibujar los elementos de una misma capa. Por ejemplo, en este proyecto de grado se pudo ver la falta de claridad que presenta la capa forestación ya que no queda claro si lo que se desea representar es la zona forestada o los árboles en sí. Se debe tener en cuenta la coherencia lógica al dibujar la cartografía además de definir previamente la manera de representación y detalles geométricos al momento de su realización.

El informe de producción entregado por el productor debe presentar información acerca de los puntos de apoyo del vuelo. En caso existir diferencias entre el producto y lo solicitado en el pliego, deberá fundamentarse la razón de esa diferencia en el informe de producción entregado por la empresa. En él se debe además, presentar información detallada acerca de la cámara utilizada, metodología de trabajo y la forma de producción, así como toda la información necesaria para la evaluación del producto. Esta es la manera de transparentar el proceso.

De esta forma y con la existencia de metadatos, cualquier usuario puede ser capaz de tomar la decisión de utilizar o no el producto cartográfico, además de poder realizar controles de calidad del mismo sin mayores inconvenientes.

Todo lo anteriormente mencionado es clave para poder llevar a cabo en un futuro cercano una adecuada interacción de diferentes productos cartográficos de forma eficiente y correcta, viéndose beneficiado no solo el usuario que lo solicita sino también todo aquel que desee acceder a ella.

14 CONCLUSIONES

Como primera conclusión podemos destacar la falta de experiencia que presenta el país en licitaciones de este tipo. Se creyó pertinente realizar sugerencias para futuros vuelos debido a que el pliego carece de información y especificaciones fundamentales para la realización del trabajo, llevando a que el producto obtenido sea limitado.

Del objetivo general planteado para este trabajo de grado, resultó que al aplicar el estándar NSSDA, no hay una relación entre el tamaño del pixel del producto del conjunto de datos geográfico y la exactitud obtenida.

Respecto a la verificación de su cumplimiento con las condiciones establecidas por el usuario, el producto no cumple con algunas exigencias establecidas en el pliego. El informe de producción no cuenta con la información correspondiente de los puntos de apoyo del vuelo, ni de su balizamiento. Por otro lado, los shapefiles entregados no coinciden con los solicitados. Fueron entregados “monte natural” y “cursos de agua” en lugar de “espejos de agua” y “alambrados”; esto se debe a una decisión pactada entre el M.T.O.P. y la empresa por fuera del pliego.

Cabe destacar que para el Ministerio la apreciación general de la cartografía es buena y que el mosaico generado ha sido clave para la implementación de la obra, aunque no responda a todas las condiciones que en este proyecto de grado se exigen. Más allá de estos resultados, el M.T.O.P. manifiesta su conformidad con el producto, afirmando que éste es adecuado al uso. Esto implica, al considerar la calidad como la adecuación al uso, que el producto tiene calidad aceptable para el Ministerio.

La falta de experiencia en la realización del pliego y la falta de claridad de los criterios en él establecidos, llevaron a que el producto obtenido no permita la evaluación de la metacalidad ni la exactitud temática. Tampoco se pudo evaluar la exactitud temporal, limitando sustancialmente la capacidad de evaluar.

Las características en las que se realizó el vuelo fotogramétrico solicitado para el proyecto del puerto logístico “Puntas de Sayago” no fueron las adecuadas. El hecho de no poder detectar la sistematización existente,

imposibilitó la aplicación de un estándar al evaluar la exactitud absoluta de la planimetría y por lo tanto también la de la altimetría.

Respecto a la exactitud posicional relativa se puede afirmar que tiene un error en la distancia de $\pm 0.2\%$, con una mediana de 0.021%

La metodología elegida en este proyecto de grado para la evaluación de la exactitud altimétrica no fue la adecuada, debido a que la condición impuesta de que la muestra de puntos para esta evaluación no fueran fotoidentificables, no fue la mejor opción pues no se contó con el modelo digital como se pensó en un principio y sí con curvas de nivel. Esto se traduce en que la metodología elegida para la evaluación solo se puede aplicar cuando ambos productos se encuentran en el mismo sistema de coordenadas; de existir una sistematización, no hay elementos para vincularlos, inhabilitándonos de realizar la evaluación deseada.

En la realización del producto es clara la falta de cuidado al dibujar las capas, llevando a comisiones y omisiones que luego se traducen en inconsistencias topológicas de la coherencia lógica, debido al fuerte vínculo entre esta componente y la compleción.

Este proyecto nos ha aportado mucho, respecto a evaluaciones de productos cartográficos y a vuelos fotogramétricos, dada la poca experiencia que presenta el país en evaluaciones cartográficas de este tipo y la complejidad que presentan las mismas. Esta oportunidad nos permitió un acercamiento al área cartográfica tanto como al área de la fotogrametría, destacando la importancia que presenta una adecuada combinación de ambas áreas para obtener mejores productos.

15 BIBLIOGRAFÍA

- 15.1 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 7. Evaluación de las componentes de la calidad de la información geográfica.
- 15.2 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 1. Calidad en la IG: Introducción.
- 15.3 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 2. Estadística: Documentación previa.
- 15.4 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 2. Estadística.
- 15.5 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 3. Método de muestreo.
- 15.6 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 3. Ejercicios propuestos.

- 15.7 Prof. Francisco Javier Ariza López y Prof. José Luis García Balboa de la Universidad de Jaén, Título de experto universitario (2ª.Edición) en evaluación de la calidad de la información geográfica. Noviembre 2009- Septiembre 2010. Módulo 4.Normas sobre calidad.
- 15.8 Artículo de Francisco Javier Ariza López. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén. Publicado en Revista Análisis Geográfico Nº41. Interoperabilidad posicional: elemento clave para las Infraestructuras de datos espaciales.
- 15.9 Artículo de Francisco Javier Ariza López, Alan D. James Atkinson Gordo, Marcelo Antonio Nero y Jorge Pimentel Cintra. La Componente Posicional de los datos geográficos: análisis crítico de los métodos de evaluación y reporte en Hispanoamérica.
- 15.10 Publicación oficial de la Asociación de agrimensores del Uruguay Nº 40 de Abril de 2000
- 15.11 sig.montevideo.gub.uy/documentos
- 15.12 www.calidadintegral.com
- 15.13 www.sgm.gub.uy
- 15.14 Curso de Probabilidad y Estadística, Facultad de Ingeniería (UDELAR), Prof. Gonzalo Perera, Clase18-2012
- 15.15 www.cmat.edu.uy/pye2009/archivos/seba.pdf
- 15.16 www.gassayago.com.uy
- 15.17 www.voces.com.uy/entrevistas-1/martajaragerentegeneraldegassayagolaregasificadoraesunproyec
toimportanteparalamarcapais
- 15.18 www.iso.org
- 15.19 Calidad en Cartografía-Cartografía I /2do curso de IT en Topografía 1er cuatrimestre 2008/2009 –EPS Jaén:

www.coello.ujaen.es/Asignaturas/cartografia/cartografia_%20descargas_%20archivos/Tema%208-2.%20Calidad.pdf

- 15.20 Evaluación de la exactitud posicional horizontal absoluta del parcelario rural vectorial del Departamento de Lavalleya. Instituto de Agrimensura- Facultad de Ingeniería- UDELAR y Dirección Nacional de Catastro – MEF. Autores: Ing. Agrim. Jorge Faure, Ing. Agrim. Roberto Pérez Rodino, Ing. Agrim. Liliana Barreto, Ing. Agrim. Rodolfo Méndez, Ing. Agrim. Hebenor Bermúdez, Bach. Esteban Striwe, Ing. Agrim. Danilo Blanco, Ing. Agrim. Alberto Di Leoni, Jefe Cart. DNC Mario Sánchez.
- 15.21 Norma ISO 19113:2002 - Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR
- 15.22 Norma ISO 19114:2003 - Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR
- 15.23 Norma ISO 19114:2003/AC2066 - Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR
- 15.24 Introducción a la normalización en Información Geográfica: la familia ISO 19100. Editores: Francisco Javier Ariza López – Antonio Federico Rodríguez Pascual. Grupo de Investigación en Ingeniería cartográfica. Universidad de Jaén. Año 2008.
- 15.25 www.leica-geosystems.es/es/Leica-Geo-Office_4611.htm
- 15.26 www.leicageosystems.com/downloads123/zz/gpsgis/GS08plus/brochures-datasheet/Leica%20Viva%20GS08plus%20DS_es.pdf
- 15.27 www.cropos.hr/files/documents/manuals/leica_gps1200_user_en.pdf

ANEXO

1. Muestra de puntos para la evaluación de la exactitud planimétrica.

PUNTO	PUNTOS DEL MOSAICO		PUNTOS RELEVADOS	
	x	y	x	y
C71	565283.027	6137904.900	565284.114	6137908.335
C69	565438.488	6138651.458	565438.985	6138654.720
C66	565168.925	6138630.920	565168.500	6138633.921
C64	565079.125	6138927.100	565080.055	6138930.023
C62	564473.620	6139150.756	564478.498	6139153.418
C60	564599.611	6139122.900	564600.557	6139125.986
C58	564615.982	6139018.560	564618.426	6139021.597
C56	564781.710	6138791.635	564782.791	6138794.362
C54	564883.245	6138810.450	564884.413	6138813.374
C52	564878.253	6138764.790	564879.510	6138767.878
C50	564981.990	6138701.229	564983.563	6138704.422
C48	564937.155	6138639.260	564938.684	6138642.156
C46	564900.529	6138636.914	564901.746	6138640.210
C43	564860.765	6138593.320	564861.868	6138596.016
C41	564869.455	6138560.963	564869.327	6138561.971
C39	564708.660	6138566.089	564710.299	6138568.680
C37	564701.960	6138535.525	564701.780	6138527.879
C35	564699.368	6138377.220	564700.804	6138380.979
C32	564451.718	6138684.240	564453.181	6138687.830
C30	564497.508	6138781.555	564499.016	6138785.103
C29	564479.354	6138830.240	564480.973	6138833.191
C27	564515.538	6138847.790	564511.705	6138848.370
C25	566416.659	6139025.041	566417.050	6139027.734
C23	566201.472	6138913.450	566207.584	6138916.029
C21	565967.055	6138944.240	565967.355	6138946.819
C18	565959.042	6138874.970	565959.430	6138877.815
C16	565904.405	6139027.710	565905.145	6139030.534
C14	565962.075	6139164.920	565963.169	6139167.556
C12	566050.045	6139140.960	566050.822	6139143.790
C10	566027.478	6139060.610	566028.481	6139063.022
C8	566301.270	6139105.150	566297.177	6139104.975
C5	565858.398	6138620.370	565858.900	6138623.555
C4	566117.413	6138299.260	566117.813	6138302.403
C2	566362.249	6138313.928	566361.953	6138317.643
B10	566006.726	6137931.417	566007.009	6137934.737
B5	566079.741	6137720.080	566080.438	6137724.065
B3	566253.390	6137723.450	566253.464	6137727.148
B1	566275.013	6138118.770	566274.537	6138121.899
A97	564320.985	6139322.620	564322.612	6139325.427
A95	564379.557	6139292.930	564381.132	6139295.525

A93	564530.413	6139352.420	564531.838	6139355.349
A90	564596.887	6139309.050	564597.691	6139311.931
A88	565140.276	6139470.570	565140.691	6139473.464
A86	564958.417	6139825.060	564959.481	6139827.408
A85	564898.793	6140194.890	564900.111	6140196.981
A81	564467.981	6140477.092	564470.050	6140478.689
A80	564326.665	6140466.123	564328.064	6140468.274
A78	564005.892	6140405.350	564007.501	6140407.396
A75	564870.474	6140529.090	564871.641	6140530.918
A73	565388.255	6140494.450	565389.597	6140496.615
A71	565231.570	6140823.620	565231.685	6140826.469
A69	565214.058	6141047.580	565215.726	6141049.789
A68	564295.445	6141553.881	564295.848	6141556.557
A65	563969.658	6141474.410	563969.929	6141476.639
A63	565096.320	6141666.494	565096.016	6141667.626
A61	565084.167	6141757.180	565083.045	6141757.019
A60	565075.040	6141876.080	565075.970	6141877.864
A58	565020.613	6141991.696	565021.304	6141993.946
A55	565051.516	6142177.530	565052.544	6142179.313
A52	565008.807	6142164.450	565008.748	6142166.611
A51	565082.326	6142401.060	565083.808	6142403.091
A38	564936.713	6143183.110	564937.772	6143185.532
A37	564832.668	6143186.370	564833.418	6143188.408
A36	564837.966	6143182.300	564838.611	6143184.236
A35	564818.787	6143121.166	564819.603	6143123.425
A32	564591.616	6142870.750	564592.433	6142872.750
A27	564201.514	6142865.644	564201.546	6142867.543
A26	564033.445	6142596.500	564033.425	6142598.678
A23	563986.581	6142532.720	563987.729	6142533.972
A22	563738.724	6142609.820	563739.788	6142611.177
A19	563913.333	6143734.310	563913.084	6143736.399
A18	564213.637	6144215.490	564213.667	6144218.351
A15	564919.924	6143797.120	564920.829	6143799.536
A14	564947.887	6143798.280	564947.810	6143800.688
A11	565394.323	6143699.680	565394.878	6143702.578
A10	565134.486	6143307.350	565134.875	6143309.472
A7	565417.011	6143441.661	565417.708	6143444.007
A5	565292.016	6143521.090	565293.309	6143523.110
A4	565257.848	6143583.910	565258.972	6143587.650
A1	565024.211	6143347.770	565025.051	6143350.069
61	565436.462	6140518.090	565437.586	6140520.568
60	565478.312	6141092.130	565478.911	6141094.461
57	565474.585	6140636.940	565475.671	6140638.964
56	565866.505	6140574.840	565866.961	6140576.596
53	565633.523	6140510.256	565634.154	6140512.567
51	565626.704	6140526.310	565626.665	6140528.606
49	565624.809	6140649.368	565626.025	6140651.703

47	565898.768	6140703.620	565900.099	6140705.703
45	566170.725	6139978.750	566170.758	6139978.381
43	566162.986	6139803.660	566164.173	6139804.949
41	565912.269	6139700.140	565913.276	6139701.895
39	565792.124	6139673.580	565793.404	6139673.512
37	565667.479	6139781.060	565668.854	6139783.503
35	566126.455	6139443.430	566126.924	6139446.102
33	566059.082	6139460.680	566059.763	6139463.161
29	565869.190	6139623.050	565869.828	6139625.235
26	565908.736	6139346.610	565909.585	6139349.069
23	566749.347	6138163.929	566748.811	6138166.577
21	566790.688	6138046.000	566790.648	6138049.969
19	566853.090	6138490.715	566853.338	6138493.262
17	566676.254	6139104.630	566677.063	6139106.580
15	566800.963	6139171.120	566801.225	6139173.439
13	566868.046	6139199.840	566867.953	6139201.897
12	566897.609	6139205.480	566897.101	6139208.288
9	567036.979	6139228.840	567037.148	6139230.690
7	567054.617	6139122.370	567054.279	6139123.706
6	567039.596	6138922.150	567039.164	6138924.222
4	566976.078	6138806.299	566975.559	6138807.941

2. Tablas de comparación entre Relevamiento e imagen.

PUNTO	Δx	Δy	Distancia	PUNTO	Δx	Δy	Distancia	PUNTO	Δx	Δy	Distancia
C71	1.087	3.435	3.603	B3	0.074	3.698	3.699	A15	0.905	2.416	2.580
C69	0.497	3.262	3.300	B1	-0.476	3.129	3.165	A14	-0.077	2.408	2.409
C66	-0.425	3.001	3.031	A97	1.627	2.807	3.244	A11	0.555	2.898	2.951
C64	0.93	2.923	3.067	A95	1.575	2.595	3.036	A10	0.389	2.122	2.157
C62	4.878	2.662	5.557	A93	1.425	2.929	3.257	A7	0.697	2.346	2.447
C60	0.946	3.086	3.228	A90	0.804	2.881	2.991	A5	1.293	2.020	2.398
C58	2.444	3.037	3.898	A88	0.415	2.894	2.924	A4	1.124	3.740	3.905
C56	1.081	2.727	2.933	A86	1.064	2.348	2.578	A1	0.84	2.299	2.448
C54	1.168	2.924	3.149	A85	1.318	2.091	2.472	61	1.124	2.478	2.721
C52	1.257	3.088	3.334	A81	2.069	1.597	2.614	60	0.599	2.331	2.407
C50	1.573	3.193	3.559	A80	1.399	2.151	2.566	57	1.086	2.024	2.297
C48	1.529	2.896	3.275	A78	1.609	2.046	2.603	56	0.456	1.756	1.814
C46	1.217	3.296	3.514	A75	1.167	1.828	2.169	53	0.631	2.311	2.396
C43	1.103	2.696	2.913	A73	1.342	2.165	2.547	51	-0.039	2.296	2.296
C41	-0.128	1.008	1.016	A71	0.115	2.849	2.851	49	1.216	2.335	2.633
C39	1.639	2.591	3.066	A69	1.668	2.209	2.768	47	1.331	2.083	2.472
C37	-0.18	-7.646	7.648	A68	0.403	2.676	2.706	45	0.033	-0.369	0.370
C35	1.436	3.759	4.024	A65	0.271	2.229	2.245	43	1.187	1.289	1.752
C32	1.463	3.590	3.877	A63	-0.304	1.132	1.172	41	1.007	1.755	2.023
C30	1.508	3.548	3.855	A61	-1.122	-0.161	1.133	39	1.28	-0.068	1.282
C29	1.619	2.951	3.366	A60	0.93	1.784	2.012	37	1.375	2.443	2.803
C27	-3.833	0.580	3.877	A58	0.691	2.250	2.354	35	0.469	2.672	2.713
C25	0.391	2.693	2.721	A55	1.028	1.783	2.058	33	0.681	2.481	2.573
C23	6.112	2.579	6.634	A52	-0.059	2.161	2.162	29	0.638	2.185	2.276
C21	0.3	2.579	2.596	A51	1.482	2.031	2.514	26	0.849	2.459	2.601
C18	0.388	2.845	2.871	A38	1.059	2.422	2.643	23	-0.536	2.648	2.702
C16	0.74	2.824	2.919	A37	0.75	2.038	2.172	21	-0.04	3.969	3.969
C14	1.094	2.636	2.854	A36	0.645	1.936	2.041	19	0.248	2.547	2.559
C12	0.777	2.830	2.935	A35	0.816	2.259	2.402	17	0.809	1.950	2.111
C10	1.003	2.412	2.612	A32	0.817	2.000	2.160	15	0.262	2.319	2.334
C8	-4.093	-0.175	4.097	A27	0.032	1.899	1.899	13	-0.093	2.057	2.059
C5	0.502	3.185	3.224	A26	-0.02	2.178	2.178	12	-0.508	2.808	2.854
C4	0.4	3.143	3.168	A23	1.148	1.252	1.699	9	0.169	1.850	1.858
C2	-0.296	3.715	3.727	A22	1.064	1.357	1.724	7	-0.338	1.336	1.378
B10	0.283	3.320	3.332	A19	-0.249	2.089	2.104	6	-0.432	2.072	2.117
B5	0.697	3.985	4.045	A18	0.03	2.861	2.861	4	-0.519	1.642	1.722

3. Análisis de la exactitud absoluta de la planimetría del producto.

Para realizar el análisis propuesto en el punto 10.1.1, se descartaron 2 de los puntos de apoyo del vuelo por distorsionar demasiado los resultados. Se decidió determinar la sistematización existente tomando en cuenta solamente los siguientes 4 puntos de apoyo del vuelo:

	A- Relevamiento empresa		B- Nuestro relevamiento	
	x	y	x	y
2	564258.821	6142738.809	564259.850	6142741.129
3	564480.046	6141140.031	564481.381	6141142.261
4	565177.719	6141243.975	565178.598	6141246.307
6	565365.836	6139416.346	565366.788	6139418.787

Nuevamente, se calculan Δx y Δy (diferencias de las componentes planimétricas entre ambos relevamientos). Los valores de Δx para cada punto son promediados, así como los de Δy , obteniendo:

PUNTO	Δx	Δy
2	1.029	2.320
3	1.335	2.230
4	0.879	2.332
6	0.952	2.441
PROMEDIOS:	1.049	2.331

Con los promedios anteriores, podemos ahora corregir la sistematización entre nuestro relevamiento y el producto de la empresa. A las abscisas de los puntos de nuestro relevamiento le restamos **1.049m.**, mientras que a las ordenadas de los mismos se les resta **2.331m.**

Podemos decir que ahora nuestro relevamiento es comparable con el relevamiento de los puntos de control, por lo que se procede a analizar la diferencia entre nuestro relevamiento y el mosaico.

PUNTO	Δx	Δy	PUNTO	Δx	Δy	PUNTO	Δx	Δy
C71	0.038	1.104	B3	-0.975	1.367	A15	-0.144	0.085
C69	-0.552	0.931	B1	-1.525	0.798	A14	-1.126	0.077
C66	-1.474	0.670	A97	0.578	0.476	A11	-0.494	0.567
C64	-0.119	0.592	A95	0.526	0.264	A10	-0.660	-0.209
C62	3.829	0.331	A93	0.376	0.598	A7	-0.352	0.015
C60	-0.103	0.755	A90	-0.245	0.550	A5	0.244	-0.311
C58	1.395	0.706	A88	-0.634	0.563	A4	0.075	1.409
C56	0.032	0.396	A86	0.015	0.017	A1	-0.209	-0.032
C54	0.119	0.593	A85	0.269	-0.240	61	0.075	0.147
C52	0.208	0.757	A81	1.020	-0.734	60	-0.450	0.000
C50	0.524	0.862	A80	0.350	-0.180	57	0.037	-0.307
C48	0.480	0.565	A78	0.560	-0.285	56	-0.593	-0.575
C46	0.168	0.965	A75	0.118	-0.503	53	-0.418	-0.020
C43	0.054	0.365	A73	0.293	-0.166	51	-1.088	-0.035
C41	-1.177	-1.323	A71	-0.934	0.518	49	0.167	0.004
C39	0.590	0.260	A69	0.619	-0.122	47	0.282	-0.248
C37	-1.229	-9.977	A68	-0.646	0.345	45	-1.016	-2.700
C35	0.387	1.428	A65	-0.778	-0.102	43	0.138	-1.042
C32	0.414	1.259	A63	-1.353	-1.199	41	-0.042	-0.576
C30	0.459	1.217	A61	-2.171	-2.492	39	0.231	-2.399
C29	0.570	0.620	A60	-0.119	-0.547	37	0.326	0.112
C27	-4.882	-1.751	A58	-0.358	-0.081	35	-0.580	0.341
C25	-0.658	0.362	A55	-0.021	-0.548	33	-0.368	0.150
C23	5.063	0.248	A52	-1.108	-0.170	29	-0.411	-0.146
C21	-0.749	0.248	A51	0.433	-0.300	26	-0.200	0.128
C18	-0.661	0.514	A38	0.010	2.422	23	-1.585	0.317
C16	-0.309	0.493	A37	-0.299	2.038	21	-1.089	1.638
C14	0.045	0.305	A36	0.645	1.936	19	-0.801	0.216
C12	-0.272	0.499	A35	-0.233	-0.072	17	-0.240	-0.381
C10	-0.046	0.081	A32	-0.232	-0.331	15	-0.787	-0.012
C8	-5.142	-2.506	A27	-1.017	-0.432	13	-1.142	-0.274
C5	-0.547	0.854	A26	-1.069	-0.153	12	-1.557	0.477
C4	-0.649	0.812	A23	0.099	-1.079	9	-0.880	-0.481
C2	-1.345	1.384	A22	0.015	-0.974	7	-1.387	-0.995
B10	-0.766	0.989	A19	-1.298	-0.242	6	-1.481	-0.259
B5	-0.352	1.654	A18	-1.019	0.530	4	-1.568	-0.689

Diferencias entre el relevamiento corregido por sistematización y el mosaico

Como se puede ver en el cuadro anterior, los valores de ΔX desde -5.142 a +5.063, mientras que las diferencias entre las componentes “y” van desde -9.977 a +2.422. Claramente estas diferencias no son causas de la elección de la metodología e instrumental, lo que implica que debemos eliminar los errores groseros, depurando la muestra con el criterio de 3σ .

En una primera aplicación del criterio, se eliminan los puntos C62, C37, C27, C23 y C8 , ya que sus diferencias “ Δx ” entre el relevamiento y la

imagen caen fuera del intervalo $(-3.707, 3.024)$, y sus diferencias Δy caen fuera del intervalo $(-3.811, 3.732)$. Nos resta en esta primera depuración, 103 puntos.

	Δx	Δy
σ	1.122	1.257
$\mu - 3\sigma =$	-3.707	-3.811
$\mu + 3\sigma =$	3.024	3.732

Resultados de la primera depuración.

De estos 103 puntos, se vuelve a calcular la medias y desviaciones para volver a depurarlos. Se obtiene en esta instancia los intervalos del siguiente cuadro:

	Δx	Δy
σ	0.660	0.769
$\mu - 3\sigma =$	-2.316	-2.216
$\mu + 3\sigma =$	1.646	2.399

Resultados de la segunda depuración

Los puntos A61, 45 y 39 caen fuera de estos nuevos intervalos, por lo que ahora debemos depurar nuevamente la muestra de 100 puntos. Al aplicarle el criterio de 3σ a ésta última, se obtienen los siguientes valores:

	Δx	Δy
σ	0.638	0.623
$\mu - 3\sigma =$	-2.230	-1.719
$\mu + 3\sigma =$	1.598	2.059

Resultados de la tercera depuración

Todos los 100 valores de Δx caen dentro del intervalo $(-2.230, 1.598)$ y los 100 valores de Δy caen dentro del intervalo $(-1.719, 2.059)$, por lo que según este criterio se puede considerar que la muestra está depurada.

PUNTO	Δx	Δy	PUNTO	Δx	Δy	PUNTO	Δx	Δy
C71	0.038	1.104	A95	0.526	0.264	A11	-0.494	0.567
C69	-0.552	0.931	A93	0.376	0.598	A10	-0.660	-0.209
C66	-1.474	0.670	A90	-0.245	0.550	A7	-0.352	0.015
C64	-0.119	0.592	A88	-0.634	0.563	A5	0.244	-0.311
C60	-0.103	0.755	A86	0.015	0.017	A4	0.075	1.409
C58	1.395	0.706	A85	0.269	-0.240	A1	-0.209	-0.032
C56	0.032	0.396	A81	1.020	-0.734	61	0.075	0.147
C54	0.119	0.593	A80	0.350	-0.180	60	-0.450	0.000
C52	0.208	0.757	A78	0.560	-0.285	57	0.037	-0.307
C50	0.524	0.862	A75	0.118	-0.503	56	-0.593	-0.575
C48	0.480	0.565	A73	0.293	-0.166	53	-0.418	-0.020
C46	0.168	0.965	A71	-0.934	0.518	51	-1.088	-0.035
C43	0.054	0.365	A69	0.619	-0.122	49	0.167	0.004
C41	-1.177	-1.323	A68	-0.646	0.345	47	0.282	-0.248
C39	0.590	0.260	A65	-0.778	-0.102	43	0.138	-1.042
C35	0.387	1.428	A63	-1.353	-1.199	41	-0.042	-0.576
C32	0.414	1.259	A60	-0.119	-0.547	37	0.326	0.112
C30	0.459	1.217	A58	-0.358	-0.081	35	-0.580	0.341
C29	0.570	0.620	A55	-0.021	-0.548	33	-0.368	0.150
C25	-0.658	0.362	A52	-1.108	-0.170	29	-0.411	-0.146
C21	-0.749	0.248	A51	0.433	-0.300	26	-0.200	0.128
C18	-0.661	0.514	A38	0.010	0.091	23	-1.585	0.317
C16	-0.309	0.493	A37	-0.299	-0.293	21	-1.089	1.638
C14	0.045	0.305	A36	-0.404	-0.395	19	-0.801	0.216
C12	-0.272	0.499	A35	-0.233	-0.072	17	-0.240	-0.381
C10	-0.046	0.081	A32	-0.232	-0.331	15	-0.787	-0.012
C5	-0.547	0.854	A27	-1.017	-0.432	13	-1.142	-0.274
C4	-0.649	0.812	A26	-1.069	-0.153	12	-1.557	0.477
C2	-1.345	1.384	A23	0.099	-1.079	9	-0.880	-0.481
B10	-0.766	0.989	A22	0.015	-0.974	7	-1.387	-0.995
B5	-0.352	1.654	A19	-1.298	-0.242	6	-1.481	-0.259
B3	-0.975	1.367	A18	-1.019	0.530	4	-1.568	-0.689
B1	-1.525	0.798	A15	-0.144	0.085			
A97	0.578	0.476	A14	-1.126	0.077			

Muestra corregida y depurada

Luego de depurar la muestra, verificamos si cumple los supuestos de aleatoriedad y normalidad, recomendados por el estándar NSSDA. Al aplicar el test de Rachas rechazamos la hipótesis de aleatoriedad para los valores de Δx , pero aceptamos la aleatoriedad de los valores de Δy .

Rachas para $\Delta x =$	59	Rachas para $\Delta y =$	63
n=	100		
$\mu =$	66.33		
$\sigma^2 =$	17.45555556		
Rx < μ		Rx $\geq \mu$	
zI	-1.64	zI	-0.92
$\phi(1.64)$	0.9495	$\phi(0.92)$	0.8212
α^*	0.0505	α^*	0.1788
$\alpha^* < \alpha$ elegido (0.1)		$\alpha^* > \alpha$ elegido (0.1)	
Rechazo aleatoriedad		Acepto aleatoriedad	

Resultados del test de Rachas

Al aplicar el test de Normalidad para saber si los datos siguen una distribución Normal, ambas variables resultaron no seguir distribuciones normales, como lo muestran los dos siguientes cuadros:

σ^2	0.407
DA	0.445
DE LA TABLA DE DAGOSTINO: $\alpha=0.01$	
100	0.2714
DA no está en el intervalo	
Los datos no tienen una distribución Normal	

Resultados del Test de DAgostino para los valores de Δx

σ^2	0.396
DA	-0.220
DE LA TABLA DE DAGOSTINO: $\alpha=0.01$	
100	0.2714
DA no está en el intervalo	
Los datos no tienen una distribución Normal	

Resultados del Test de DAgostino para los valores de Δy

Para finalizar este análisis se calcula el estándar NSSDA horizontal. Se pueden ver en el siguiente cuadro los resultados obtenidos:

Error medio cuadrático de cada componente:	EMC x	0.712
	EMC y	0.652
EMCmin/EMCmax	0.92	
NSSDAh	1.67	

Resultados del NSSDA horizontal

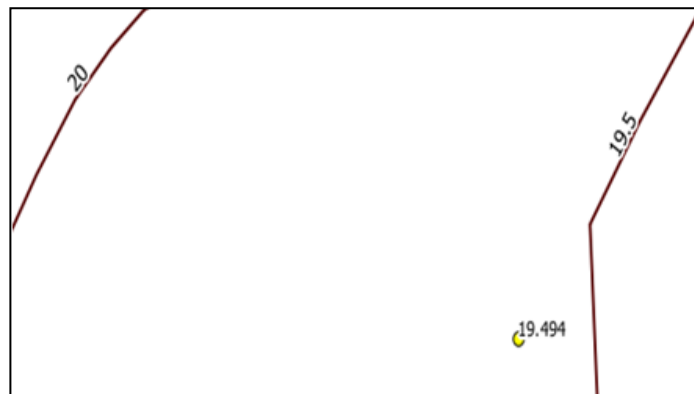
Con los resultados anteriores y teniendo en cuenta la hipótesis de que la sistematización se realizó considerando solo 4 de los 6 puntos de apoyo, obtenemos que la exactitud horizontal del producto es de 1.7 metros.

4. Análisis de la exactitud altimétrica del producto

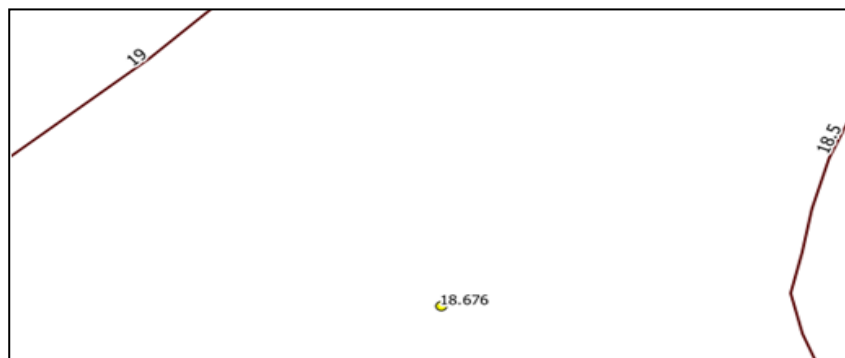
Tal como se propuso en el punto 10.2; se analiza la exactitud altimétrica del producto. Una vez corregida la sistematización (según lo establecido en el punto 18.3 de este anexo), y referidas las cotas del relevamiento al cero Wharton, se procede a comparar éstas últimas con las curvas de nivel cada 0.50m. entregadas por la empresa. De los puntos relevados, solamente 46 pertenecen a la zona de estudio. Para esta comparación la metodología a emplear es la ya presentada en el capítulo 3, donde se emplearán las exigencias de exactitud y nivel de confianza a los que recurren diversos países de Hispanoamérica. Como mencionamos anteriormente, la mayoría de estos países establece la tolerancia altimétrica como un $\frac{1}{2}$ del intervalo o equidistancia de las curvas de nivel con un nivel de confianza del 90%.

Considerando las dos curvas consecutivas al punto, denominamos “Cmín” “Cmáx” a la de menor y mayor cota respectivamente. En una primera instancia se considera un intervalo igual a (Cmín-0.25m, Cmáx +0.25) y se descartan los puntos que caen fuera de ese intervalo. De los 46 puntos analizados, 18 cumplen con esta condición.

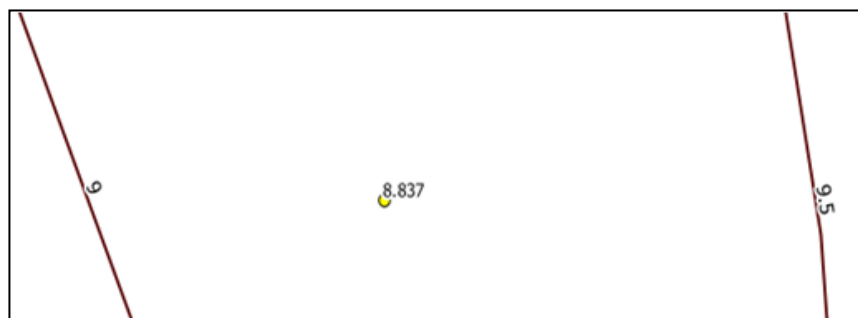
Estos 18 puntos que ya pasaron un primer tamiz, son analizados ahora aplicando el criterio mencionado anteriormente. Para eso se ubica la cota de la curva más cercana a ellos “Cpróx”, interpolando cuando es necesario, y se considera el intervalo (Cpróx-0.25, Cpróx+0.25). Se verifica, punto a punto si su cota pertenece o no en ese intervalo. De ser así, se lo considera aceptable, de lo contrario se lo descarta. Aplicando este criterio, se descartan 10 puntos, pues solamente 8 cumplen con el criterio adoptado, lo que corresponde al 17% de los puntos analizados, en un nivel de confianza del 90%.



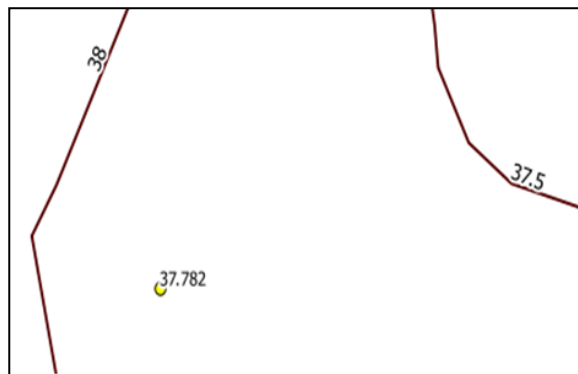
Punto C67



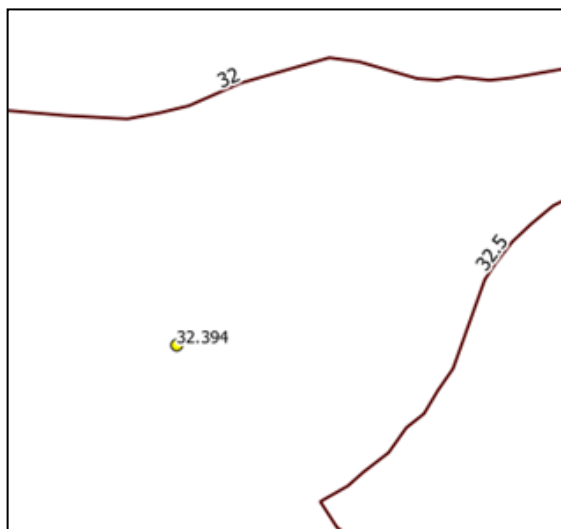
Punto C22



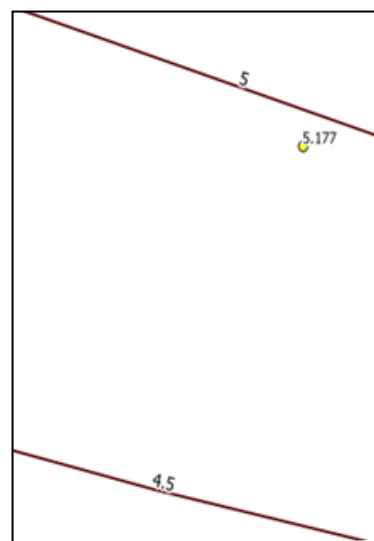
Punto C17



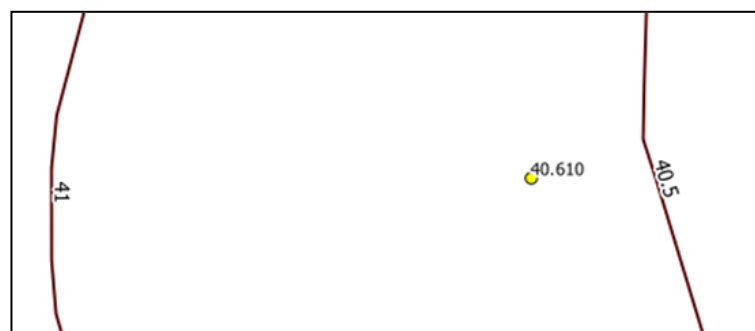
Punto A84



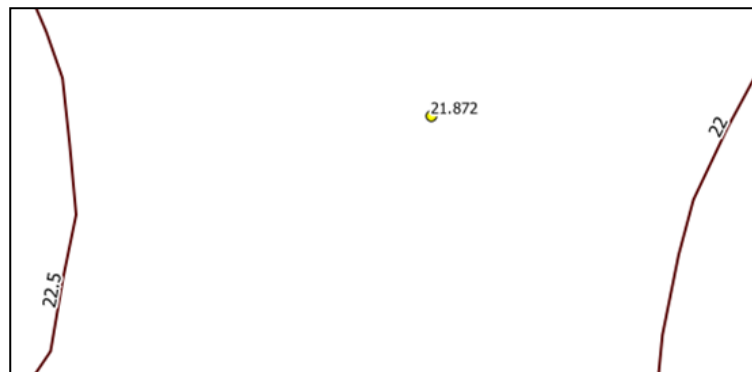
Punto A28



Punto C6



Punto A67



Punto 38

Con lo anterior se obtiene como resultado que el producto no cumple con exactitud altimétrica, ya que solo el 17% de los puntos cumplen con este criterio.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas
Dirección Nacional de Topografía

Pliego de Condiciones Particulares

COMPRA DIRECTA

COMPRA DE IMÁGENES AÉREAS DE:

- 1- LA ZONA PREVISTA PARA LA OBRA “PARQUE NACIONAL DE PURIFICACIÓN” EN EL DEPARTAMENTO DE PAYSANDÚ**
- 2- LA ZONA PREVISTA PARA OBRAS DE PUERTO Y DEMÁS EN EL DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO – ACCESOS A PUERTO SAYAGO**

Fecha de Apertura : 20 de diciembre de 2012

Hora : 13:00

CAPITULO I

1. Antecedentes

1.1 La Presidencia de la República, según Resolución 21 de diciembre de 2011 ha designado para expropiación con destino al “Parque Nacional PURIFICACIÓN” en el departamento de Paysandú los predios del citado departamento, los que se pueden ubicar según el plano parcelario adjunto en el presente llamado.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, a través de la Dirección Nacional de Topografía, será la encargada de la realización del trámite expropiatorio para la totalidad de la zona involucrada.

La zona a realizar los trabajos está marcada por características geográficas y constructivas que inciden directamente en el proceso, sobre todo en el estudio a realizar para así determinar el valor justo, tal cual lo indica la ley.

1.2 El desarrollo portuario en la zona oeste de Montevideo, Puerto Puntas de Sayago, es motivo de estudio para la ejecución de las obras de acceso al mismo. Para esto las expropiaciones necesarias serán solicitadas en plazos muy cortos, por lo que el apoyo que se tenga para las mismas se hace urgente.

2. Objeto del Contrato

El objeto de la presente compra pretende obtener:

2.1 Para la zona referida en 1.1, se pretende obtener por medio de imágenes aéreas digitales de alta resolución, de una zona de unas 1700 hectáreas aproximadamente, de forma que sirva de apoyo a los trabajos a iniciar a la brevedad por ésta Unidad Ejecutora.

2.2 Para la zona referida en 1.2, se pretende obtener por medio de imágenes aéreas digitales de alta resolución, de una zona de aproximadamente 800 hectáreas.

El producto a entregar, será:

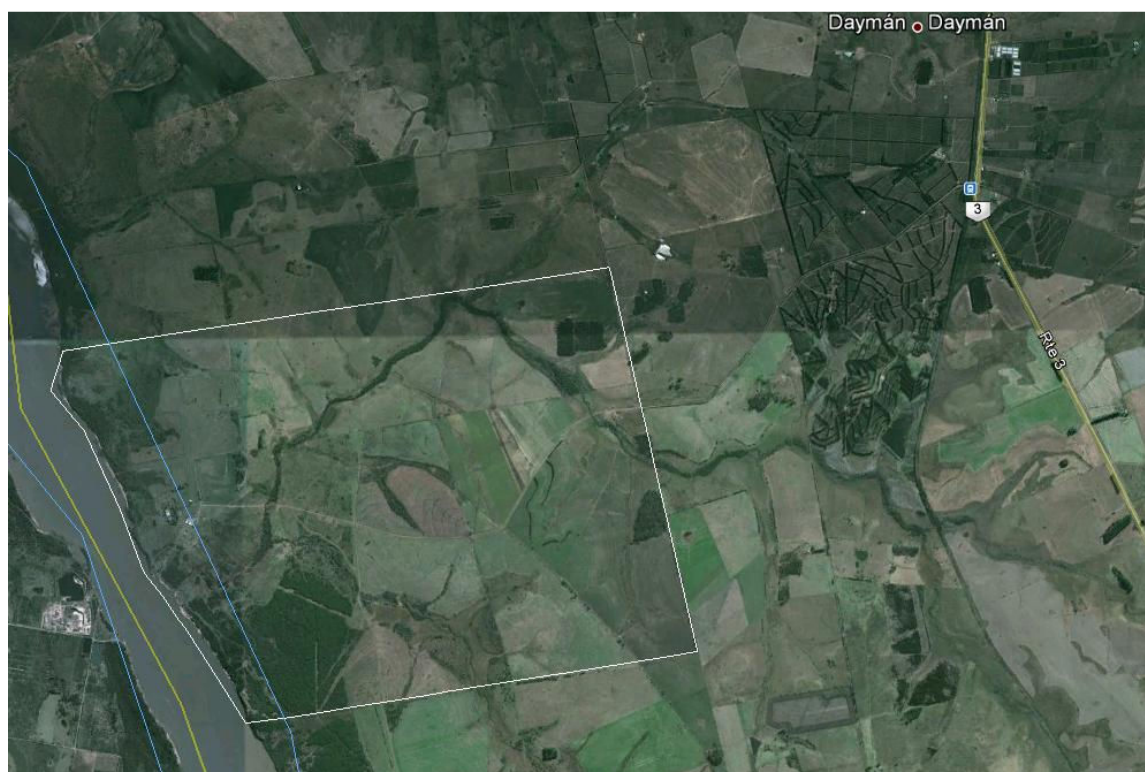
- Mosaico Digital Color Ortorrectificado y Georreferenciado.

- Curvas de nivel cada 2 metros para la zona definida en 1.1 y cada 0.50 metro para la zona definida en 1.2.
- Generación de una base de datos geográfica con lo más relevante en la zona de estudio (camino, puentes, alambrados, forestaciones, espejos de agua y construcciones), la cual originará un archivo "shape".
- Una impresión de alta resolución, una por cada zona, en papel fotográfico y al menos en formato A0.
- Un informe de lo realizado con un pequeño manual del trabajo terminado.

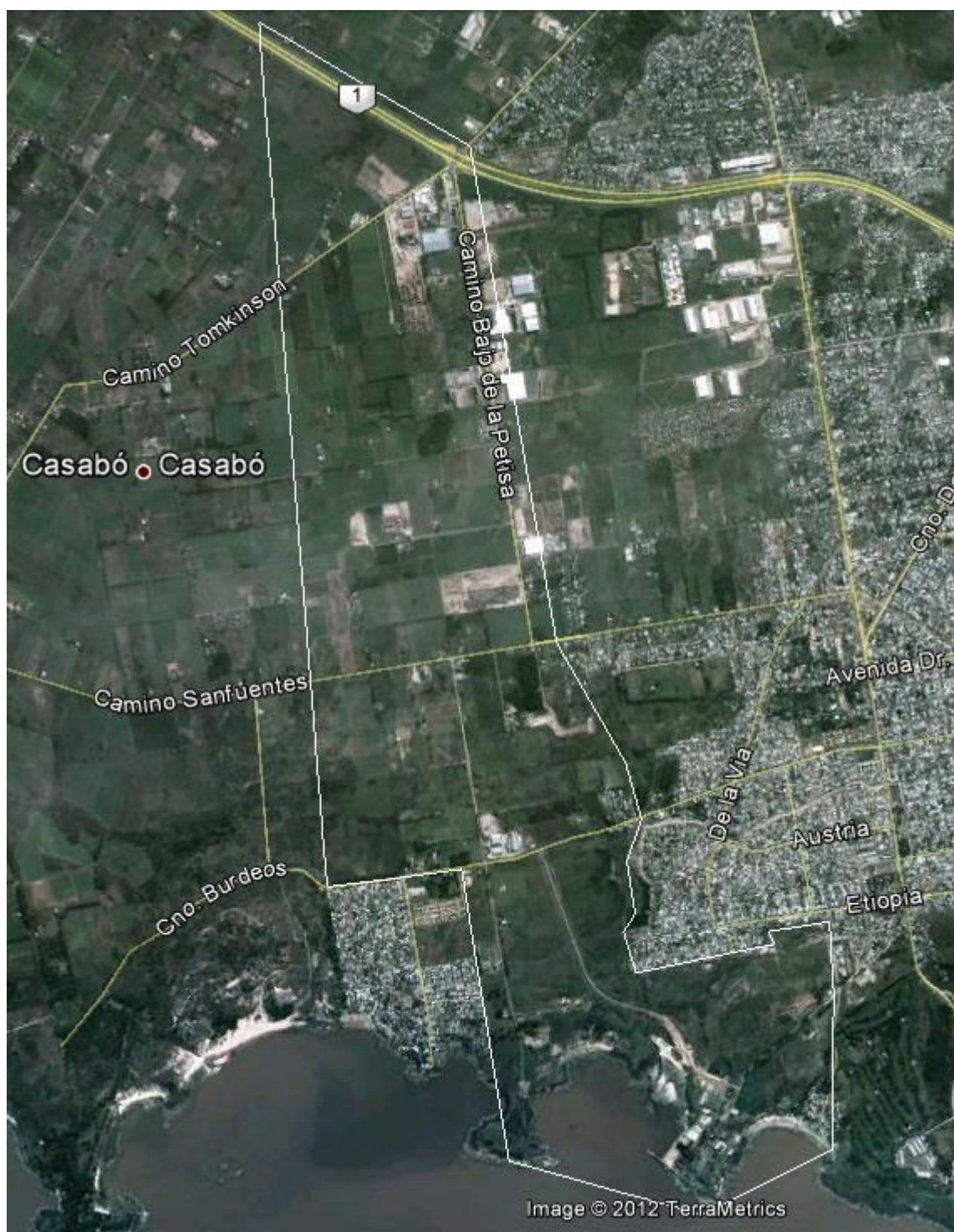
3. Detalles Técnicos Solicitados

- Se solicita un recubrimiento mínimo de:
 - 60% $\pm$ 5% longitudinal
 - 30% $\pm$ 5% lateral
- Se obtendrán imágenes digitales color métricas que deberán tener una resolución espacial con de un pixel de 0.20m (veinte centímetros).
- El Modo de Imagen será RGB
- Profundidad de 24 bits
- Se deberá entregar en soporte DVD
- El sistema de referenciación a ser usado será UTM zona 21 Sur datum WGS84, con alturas referidas a la escala del puerto de la Paloma, cero Warthon.

4. Zona a Relevar



Zona correspondiente al ítem 1.1 en el departamento de Paysandú



Zona correspondiente al ítem 1.2 en el departamento de Montevideo

5. Plazos

El plazo máximo para la entrega final del trabajo será por el término de 60 días corridos, con entregas parciales de la siguiente forma:

1. Mosaico Georreferenciado y Ortorrectificado, 15 días calendario del inicio de las actividades.

2. Curvas de Nivel correspondiente a cada zona solicitado según gráfico, 30 días calendario a partir de la fecha de inicio de las tareas.
3. Base de datos geográfica y shp solicitado con el informe final, 60 días calendario a partir de la fecha de inicio de las tareas.

Los plazos del contrato se computarán a partir del día siguiente de la notificación definitiva de adjudicación.

6. Condiciones

- En lo que refiere al vuelo en la zona señalada en el punto 1.1, departamento de Paysandú, se exige como condición **QUE “NO” SE INGRESE AL PREDIO A RELEVAR**, y el apoyo se deberá hacer sobre la caminería pública existente.
- En lo que refiere al vuelo en la zona señalada en el punto 1.2, departamento de Montevideo, se exige la monumentación de la base de puntos, al menos 5, que servirá de apoyo al vuelo. Esta monumentación deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, distribuidas uniformemente en la zona a relevar, tendrá por referencia un mojón de hierro de por lo menos 0.80m (ochenta centímetros) enterrado por lo menos 0.75m (setenta y cinco centímetros) y protegido con una mezcla de cemento, arena y piedra de por lo menos 0.40m de profundidad y 0.30m de diámetro. Estos puntos serán balizados y dicha información formará parte de las entregas.
- El oferente presentará su oferta apoyada por una infraestructura (avión propio, cámara digital calibrada, logística para el procesamiento de las imágenes, equipamiento para el apoyo topográfico en tierra, vehículos, etc.) que demuestre su capacidad para ejecutar los trabajos en los plazos solicitados
- El oferente deberá tener la experiencia en trabajos similares a los licitados, para asegurar un mejor entendimiento con los técnicos de la Dirección, durante la ejecución de las tareas y asegurar la calidad de los trabajos entregados.
- El oferente que no esté instalado en el país deberá constituir domicilio en Uruguay a los efectos legales. En caso de que presente su oferta a través de representante radicado en el país, dicho representante deberá presentar los poderes con facultades suficientes para intervenir en las licitaciones

convocadas por la Dirección Nacional de Topografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, los que estarán debidamente legalizados, traducidos al idioma español de corresponder, protocolizados en nuestro país y contendrán obligatoriamente una cláusula que indique su vigencia. Los oferentes extranjeros que no estuvieren en condiciones de presentar esta documentación al momento de presentación de las ofertas, deberán acompañar la oferta con la constancia de que la misma se encuentra en trámite, obligándose a su presentación definitiva lo antes posible y, en todo caso, antes de la resolución de adjudicación. Asimismo, los oferentes extranjeros que no estuvieren en condiciones de presentar la documentación expedida por las autoridades nacionales exigida en este artículo, deberán presentar constancias similares expedidas en su país de origen o declaración jurada de que tales constancias no existen.

- En los documentos de oferta presentados por el oferente, los textos entre líneas, tachaduras o palabras superpuestas a otras, serán válidos solamente si llevan las iniciales de la(s) persona(s) que haya(n) firmado la oferta. Dichas iniciales deberán ser originales, manuscritas y hechas por las mismas personas firmantes.

7. Contenido General de las Ofertas

Los oferentes están obligados a presentar toda la información que sea necesaria para evaluar su oferta en cumplimiento de los requerimientos exigidos.

La ausencia de información referida al cumplimiento o no de un requerimiento se considerará como “no cumple dicho requerimiento”, no dando lugar a reclamación alguna por parte del oferente.

La oferta debe brindar información clara y fácilmente legible sobre lo ofertado.

8. Aprobación definitiva de los trabajos

La administración hará los controles a lo largo de todo el proyecto, por lo cual la empresa deberá permitir a garantizar que los funcionarios que para esta tarea sean designados tengan el acceso a la totalidad de los trabajos realizados, es decir control de base geodésica de apoyo, imágenes a medida que sean tomadas, etc.

Esto procura obtener la transferencia tecnológica suficiente que permita

que la Unidad Ejecutora logre continuar con las tareas que sean necesarias para los objetivos de obra propuestos.

9. Requisitos para la presentación de Ofertas

Las ofertas deberán presentarse por escrito, redactadas en forma clara y precisa y firmada por el oferente o sus representantes y deberán venir acompañadas de la siguiente documentación:

- 1) Formulario de identificación del oferente según modelo.-
- 2) Justificación suficiente de la representación invocada cuando corresponda
- 3) Fotocopia de inscripción en el Registro General de Proveedores del Estado – Tabla de Beneficiarios del SIIF-, vigente a la fecha de la apertura.-

Los documentos mencionados anteriormente en este artículo deberán venir fuera del sobre que contiene la propuesta.-

Toda cláusula imprecisa, ambigua, contradictoria u oscura a criterio de la Administración, se interpretará en el sentido más favorable a ésta.

La propuesta deberá ser formulada por duplicado (original y copia), conforme a la normativa legal vigente, pudiéndose agregar cualquier información complementaria pero sin omitir las exigencias requeridas (Art. 63 del T.O.C.A.F.).

El oferente indicará en su propuesta los nombres de sus directores o administradores a efectos de dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 3°, Ley 18.244 (Registro de Deudores Alimentarios).

10. Marco Normativo

El presente llamado se rige por las condiciones particulares incluidas en el presente (Capítulo I), las Condiciones Generales para Suministros y Servicios (Capítulo II), y el Pliego Único de Bases y Condiciones Generales para los Contratos de Suministros y Servicios no Personales en los Organismos Públicos (Decreto 53/993) (Parte III), así como las comunicaciones y circulares que la Administración curse informando sobre aclaraciones y modificaciones del Pliego.

Respuestas a las eventuales aclaraciones que soliciten los proponentes, Leyes, decretos y resoluciones del Poder Ejecutivo, vigentes a la fecha de la apertura de la Licitación.-

11. Garantía de Mantenimiento de Oferta

No corresponde su presentación, en virtud de lo dispuesto en el Art. 64 del TOCAF.-

12. Garantía de Cumplimiento de Contrato

Si correspondiere, dentro de los cinco (5), días siguientes a la notificación de la adjudicación o su ampliación, el/ los adjudicatarios deberá/n justificar la constitución de la garantía de cumplimiento de contrato por un mínimo del 5% (cinco por ciento) de la contratación, en los términos y condiciones previstos por el art. 64 del TOCAF.

La falta de constitución de esta garantía en tiempo y forma, hará caducar los derechos del/de los adjudicatario/s, pudiendo la Administración reconsiderar el estudio de la licitación con exclusión del oferente adjudicado en primera instancia.

Esta garantía podrá ser ejecutada en caso de que el/los adjudicatario/s no de/n cumplimiento a las obligaciones contractuales y se devolverá luego de manifestada la conformidad con el servicio prestado.

Los oferentes y en su caso el/los adjudicatario/s podrán constituir las garantías que le correspondieran en:

A) Valores Públicos

El monto de estos se considerará por su valor nominal, excepto que la Administración considere que este es sustancialmente superior a su valor de mercado.

B) Póliza de seguro de fianza

C) Fianza o aval bancario

A los efectos del depósito de las garantías en División Notarial del M.T.O.P., por cualquier concepto que sea (mantenimiento de oferta, cumplimiento de contrato,

acopio, sustitución del 2%, ampliaciones, etc.) el respectivo documento deberá contener necesariamente:

- 1) Número de la Licitación
- 2) Dirección que realizó el llamado
- 3) Concepto por el que se deposita
- 4) Si se trata de la sustitución del 2% se expresará clara y concretamente a que certificado o situación corresponde.
- 5) En caso de acopio o adelanto financiero se dejará constancia expresa, de dicha situación.-
- 6) En caso de tratarse de ampliaciones, será obligatorio establecer nuevamente el número de licitación, dirección que realizó el llamado en forma detallada.

13. Cotización de la Propuesta

Las ofertas deberán ser cotizadas a precio de plaza en moneda nacional debiéndose incluir en el precio unitario la totalidad de los impuestos que correspondan, explicitándose claramente cuáles son.

En caso de que esta información no surja de la propuesta, se considerará que el precio cotizado comprende todos los impuestos.

14. Condiciones de Pago

El pago se hará a través del SIIF.

15. Del Mantenimiento de Oferta

El plazo de mantenimiento de oferta mínimo será de 60 días a partir de la apertura de la presentación de la oferta.

Transcurrido ese plazo, las ofertas se considerarán mantenidas por todo el tiempo durante el cual los interesados no presenten nota solicitando su retiro.

16. Estudio de las Ofertas

Las ofertas se evaluarán teniendo en cuenta el grado de cumplimiento de las condiciones técnicas establecidas en los pliegos, las características del servicio cotizado y los antecedentes del oferente.

17. Evaluación Técnica y Económica

Para las ofertas que superen la evaluación desde el punto de vista jurídico y que cumplan con las especificaciones requeridas en este llamado se procederá a realizar la evaluación técnica y económica teniendo en cuenta lo siguientes factores y ponderación:

Evaluación	Ponderación
Técnica	50%
Económica	50%

18. De la Adjudicación

Se adjudicará el monto global surgido de la oferta.

19. Ajuste de Precios

No se aceptarán propuestas que propongan ajustes paramétricos a los precios cotizados.

20. Multas

La falta de cumplimiento en los plazos y condiciones estipuladas que obedezcan a causas imputables al adjudicatario, generará una multa del 2/000 (dos por mil) por cada día de retraso, calculado sobre el monto del contrato no cumplido en tiempo y forma. Excedido quince (15) días, la Administración podrá declarar rescindido el contrato, con la consiguiente pérdida de la garantía.

21. Incumplimientos

Se considerará incumplimiento a las condiciones del contrato, la contravención total o parcial a las cláusulas del presente pliego o a la normativa aplicable. Sin perjuicio de ello, se considerará incumplimiento, a consideración de la Administración, la obtención de resultados insatisfactorios respecto del objeto de la contratación. La Administración realizará durante la ejecución de la contratación y al cierre de la misma una evaluación de la performance del proveedor.

22. Mora y Sanciones

El adjudicatario incurrirá en mora de pleno derecho sin necesidad de interpelación judicial o extrajudicial alguna por el solo vencimiento de los términos o por hacer algo contrario a lo estipulado.

La falta de cumplimiento por causas imputables al adjudicatario en las condiciones estipuladas y/o en los plazos establecidos por la Administración serán considerados incumplimiento grave.

El incumplimiento grave generará una multa del 0.5% por día hábil de atraso sobre el monto de los productos o servicios no entregados en fecha a satisfacción de la Administración.

El adjudicatario o adjudicatarios deberán cumplir con las entregas y prestaciones comprometidas ajustándose estrictamente a las condiciones establecidas y a los tiempos de entrega que se determinen.

El adjudicatario se hará responsable ante cualquier daño y/o perjuicio que causare en el cumplimiento de las condiciones de ejecución de la presente licitación.

El adjudicatario no podrá transferir o ceder sus derechos a terceros ya sea a título oneroso o gratuito, sino conforme a las normas vigentes en la materia.

Será responsabilidad de los oferentes sufragar todos los gastos relacionados con la preparación y presentación de sus ofertas. La

Administración no será responsable en ningún caso por dichos costos, cualquiera sea la forma en que se realice la licitación o su resultado. En caso que algún aspecto de los servicios prestados por el adjudicatario no se adecue a lo establecido en el presente pliego, éste, a su costo y dentro del plazo de 10 (diez) días hábiles, y las pautas fijadas por el TOCAF, deberá corregirlo, no dándose trámite a la conformidad hasta que no haya cumplido con las exigencias que correspondan, sin perjuicio de la aplicación de las multas pertinentes.

23. Obligaciones Laborales del Adjudicatario

El adjudicatario deberá dar cumplimiento a todas las normas laborales, siendo el único responsable del cumplimiento de las obligaciones correspondientes a las leyes sociales por sus operarios.

El adjudicatario se obliga a suministrar toda documentación que le fuere requerida por la Administración a efectos de corroborar el cumplimiento de las mencionadas obligaciones. La comprobación del incumplimiento de las normas laborales y de seguridad social será causa de rescisión del contrato y cobro de los daños patrimoniales irrogados a la Administración.

La firma adjudicataria deberá tener a todo el personal inscripto en el Banco de Previsión Social y con el correspondiente seguro sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de sus obreros y empleados, previsto en la ley y sus reglamentaciones. En caso de accidentes la Administración no se responsabiliza de los daños que sufra el personal.

La firma adjudicataria será responsable por los daños y perjuicios que provoque su personal tanto a funcionarios y bienes del Estado o a terceros, debiendo asumir sus costos y responsabilidades.

La retribución de los trabajadores de la empresa adjudicataria asignados al cumplimiento de las tareas detalladas en el presente Pliego, deberá respetar los laudos salariales establecidos por los Consejos de Salarios. El incumplimiento por parte de la empresa

adjudicataria en el pago de las retribuciones antes mencionadas, será causal de rescisión del contrato por responsabilidad imputable del adjudicatario.

La Administración se reserva el derecho de exigir a la empresa contratada la documentación que acredite el pago de salarios y demás rubros emergentes de la relación laboral, así como de las contribuciones de seguridad social, como condición previa al pago de los servicios prestados, asimismo tienen la potestad de retener de los pagos debidos en virtud del contrato, los créditos laborales a los que tengan derecho los trabajadores de la empresa adjudicataria.

El adjudicatario se compromete a comunicar a la Administración, en caso que ésta se lo requiera, los datos personales de los trabajadores afectados a la prestación del servicio a efectos de que se puedan realizar los controles correspondientes.

Asimismo, podrá solicitar de manera fundada, con la debida justificación, el cambio provisorio o definitivo de alguno/s de ellos.

También será el único responsable por cualquier accidente de su personal, liberando de toda obligación a la Administración, quien se reserva además el derecho de exigir a la empresa contratada los recaudos que justifiquen que está al día en el pago de la póliza contra accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, como condición previa al pago de los servicios prestados.

Todos los costos, gastos e impuestos originados por las actividades desarrolladas por la empresa adjudicataria, será de de exclusivo cargo y responsabilidad de la misma, no teniendo derecho alguno a reclamo por estos concepto a la Administración.

24. Aclaraciones a los Términos de Referencia

Cualquier adquirente podrá solicitar aclaraciones mediante comunicación escrita dirigida a la Dirección Nacional de Topografía, Rincón 575 piso 3,

Montevideo, o por vía fax al 2915 2673, o al correo electrónico ucuri@dntopografia.gub.uy.

Las solicitudes de aclaraciones a los pliegos deberán ser presentadas con una antelación mínima de hasta 5 días hábiles, antes de la fecha fijada para la apertura. Dicho plazo se computará a partir del día siguiente al de presentación de la solicitud.

Vencido dicho plazo no será obligatorio proporcionar más datos aclaratorios.

Las consultas efectuadas serán comunicadas en un plazo de hasta 48 horas previas al acto de apertura. Cualquier información contenida en las ofertas, puede ser objeto de pedidos de aclaración por parte de la DNTop, en cualquier momento antes de la adjudicación, siempre y cuando no modifique el contenido de la oferta. Asimismo las respuestas y aclaraciones de los oferentes no podrán contener información que modifique sus ofertas, de así suceder, dicha información no será considerada.

Los oferentes podrán intervenir en el procedimiento licitatorio, únicamente en la forma, momentos y a los efectos previstos por la legislación, no pudiéndolo hacer espontánea y unilateralmente en ninguna otra oportunidad.

Durante la etapa de evaluación de las ofertas no se considerarán las notas que contengan opiniones, comentarios, aclaraciones o modificaciones, que no hayan sido solicitadas por escrito por la Comisión Asesora de Adjudicación de Licitaciones.

25. Solicitud de Prórroga para la Apertura del Llamado

Cualquier adquirente de pliegos podrá solicitar prórroga de la fecha de apertura de ofertas.

Las solicitudes de prórrogas, deberán ser presentadas con una antelación mínima de hasta 5 días hábiles de la fecha fijada para la apertura.

La Dirección Nacional de Topografía se reserva el derecho a otorgar o no la solicitudes de prórroga.

26. Lugar de Retiro del Pliego y Precio

Los interesados en adquirir el presente Pliego de Condiciones, podrán retirar el mismo en la Asesoría Técnica – Área Jurídico – Notarial en el horario de 10:00 a 15:30.-

27. Apertura de las Propuestas

Se realizará en la Dirección Nacional de Topografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas sita en Rincón 575 – 3er.piso – Teléfono 2915.79.33 – int.20314 – Fax 2.915.26.73, el día lunes 10 de diciembre de 2012, a la hora 13:00.

Contenido

CAPITULO I.....	2
1. Antecedentes.....	2
2. Objeto del Contrato.....	2
3. Detalles Técnicos Solicitados	3
4. Zona a Releva.....	4
5. Plazos.....	5
6. Condiciones.....	6
7. Contenido General de las Ofertas.....	7
8. Aprobación definitiva de los trabajos	7
9. Requisitos para la presentación de Ofertas	8
10. Marco Normativo.....	8
11. Garantía de Mantenimiento de Oferta	9
12. Garantía de Cumplimiento de Contrato	9
13. Cotización de la Propuesta	10
14. Condiciones de Pago	10
15. Del Mantenimiento de Oferta	10
16. Estudio de las Ofertas.....	11
17. Evaluación Técnica y Económica.....	11
18. De la Adjudicación	11
19. Ajuste de Precios	11
20. Multas	11
21. Incumplimientos	12
22. Mora y Sanciones	12
23. Obligaciones Laborales del Adjudicatario.....	13
24. Aclaraciones a los Términos de Referencia	14
25. Solicitud de Prórroga para la Apertura del llamado	15
26. Lugar de Retiro del Pliego y Precio	16
27. Apertura de las Propuestas.....	16



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

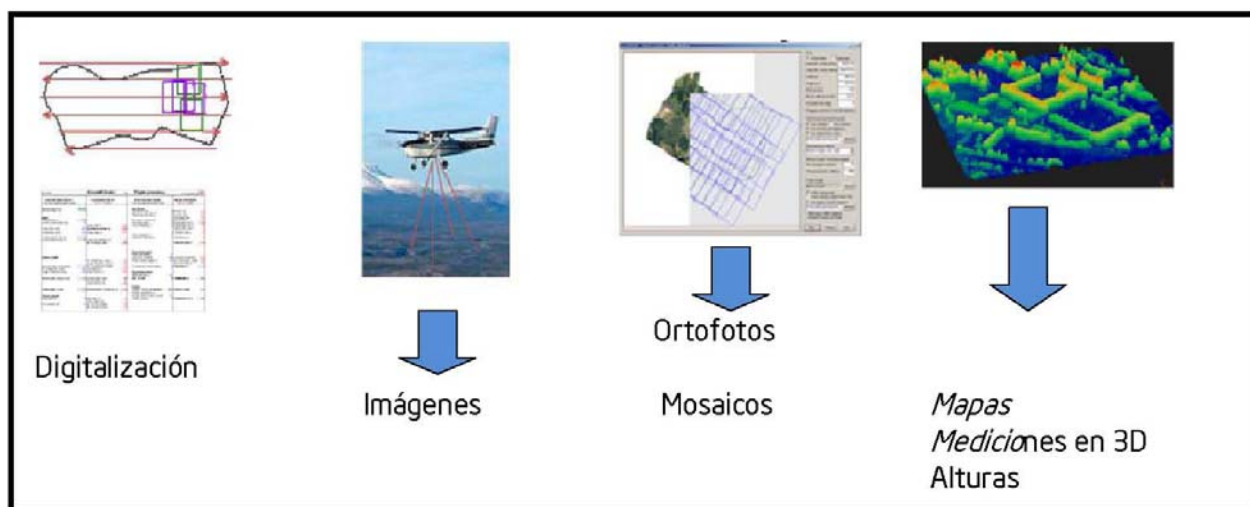
Dirección Nacional de Topografía

Informe Cartográfico

Acceso Puerto Sayago

DETALLES TECNICOS

Para llevar a cabo la fotointerpretación y la confección de este informe se ha realizado la adquisición y procesamiento de datos. Para ello se cuenta con el sistema EnsoMOSAIC, desarrollado por MosaicMill en cooperación con el Centro de Investigaciones Tecnológicas de Finlandia. Este sofisticado sistema asiste a operadores durante planificación, ejecución de vuelo, generación de ortomosaicos y Modelos Digitales de Elevación (DEM).



Las imágenes digitales a color serán obtenidas utilizando el sistema en mención, el cual contiene módulos específicos para la planificación del vuelo, control del GPS, navegación y control de la cámara.

Una vez obtenidas las imágenes, éstas son procesadas utilizando el programa EnsoMOSAIC, el cual produce un mosaico georreferenciado y ortorrectificado de alta resolución en formato digital, y si se requiere, impreso en papel a escala.

PROCESO FOTOMÉTRICO CONVENCIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE ORTOFOTOMAPAS

Centros de exposición

La toma de centros de exposición se realizará con receptores de GPS de frecuencia doble o sencilla según el caso.

El sistema de Proyección de Coordenada a utilizar será WGS 84 UTM 21 S.

Aerotriangulación.

El proceso de aerotriangulación consiste en extender el control a todos los modelos estereoscópicos a partir de los centros de exposición, gracias a las características geométricas de la fotografía, por lo tanto cabe precisar la importancia que la fotografía cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para tal fin. El proceso de aerotriangulación se realiza en la estación fotogramétrica digital. Luego de realizada la búsqueda automática de puntos se realiza manualmente, previo al mosaico final, una corrección de los desplazamientos existentes en la fotografía aérea a causa de la diferencia en los relieves del terreno, evitando así cualquier distorsión. Para obtener una mayor precisión plani y altimétrica se ha realizado la toma de Puntos de Control en tierra.

Información obtenida de los mosaicos digitales

La información vectorial a capturar incluye un Modelo Digital del Terreno (DEM) muy consistente, a partir del cual se pueden obtener curvas de nivel.

A partir de un detallado trabajo de Fotointerpretación, por personal capacitado, se logró mapear, información precisa del área de interés.

Para la determinación de curvas de nivel, confección de DEM, construcciones se ha utilizado tecnología 3D Digital, a través de pares estereoscópicos.

INTRODUCCIÓN

El área denominada Acceso Puerto de Sayago, tiene una superficie de 8.08 km² (808.35 ha), y se encuentra determinado por las siguientes coordenadas geográficas:



PUNTO 1: 563853.82 E, 6143920.77 S

PUNTO 2: 564979.00 E, 6143245.00 S

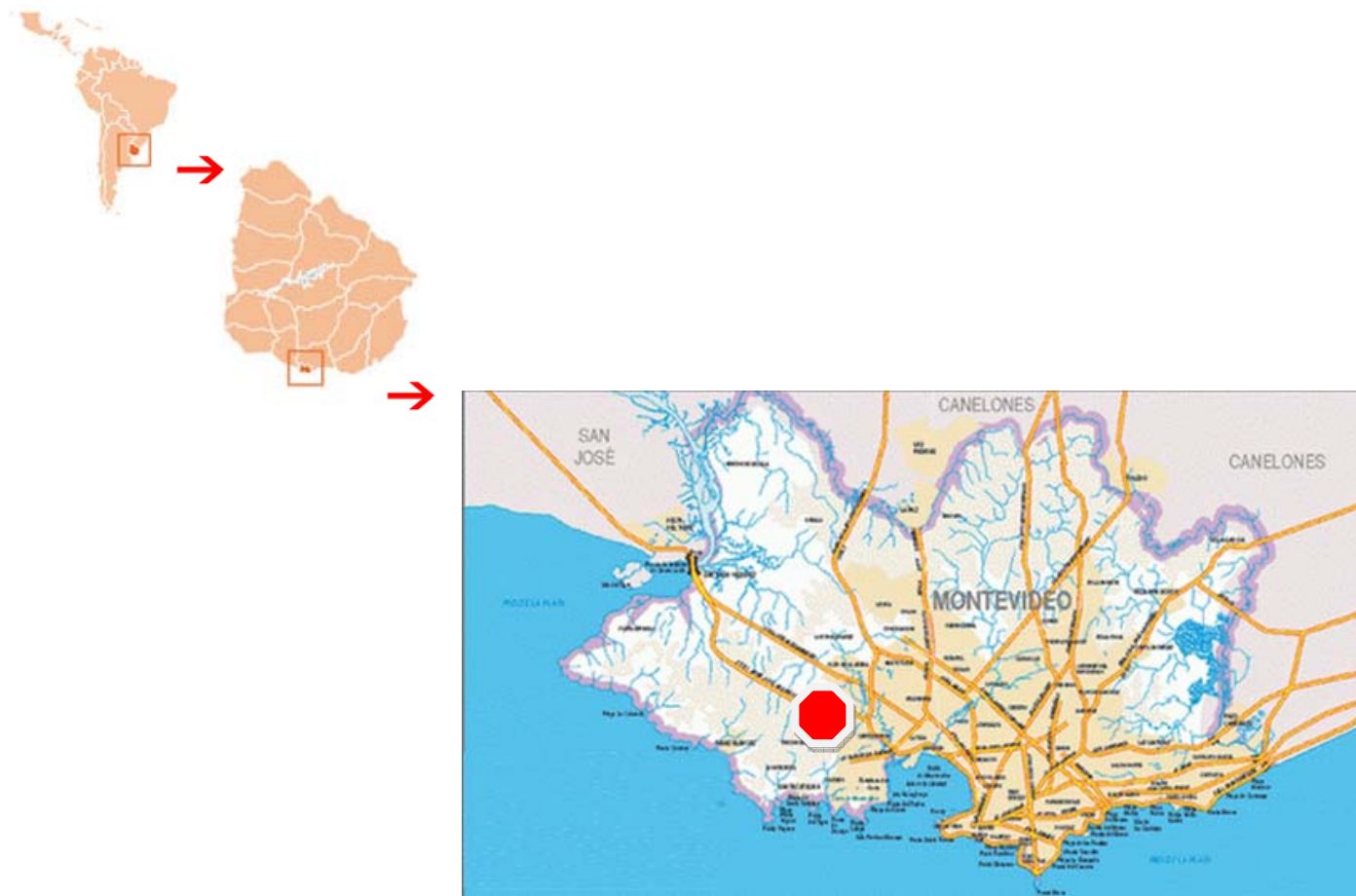
PUNTO 3: 566812.00 E, 6139090.00 S

PUNTO 4: 566856.00 E, 6137857.00 S

PUNTO 5: 565113.00 E, 6137796.00 S

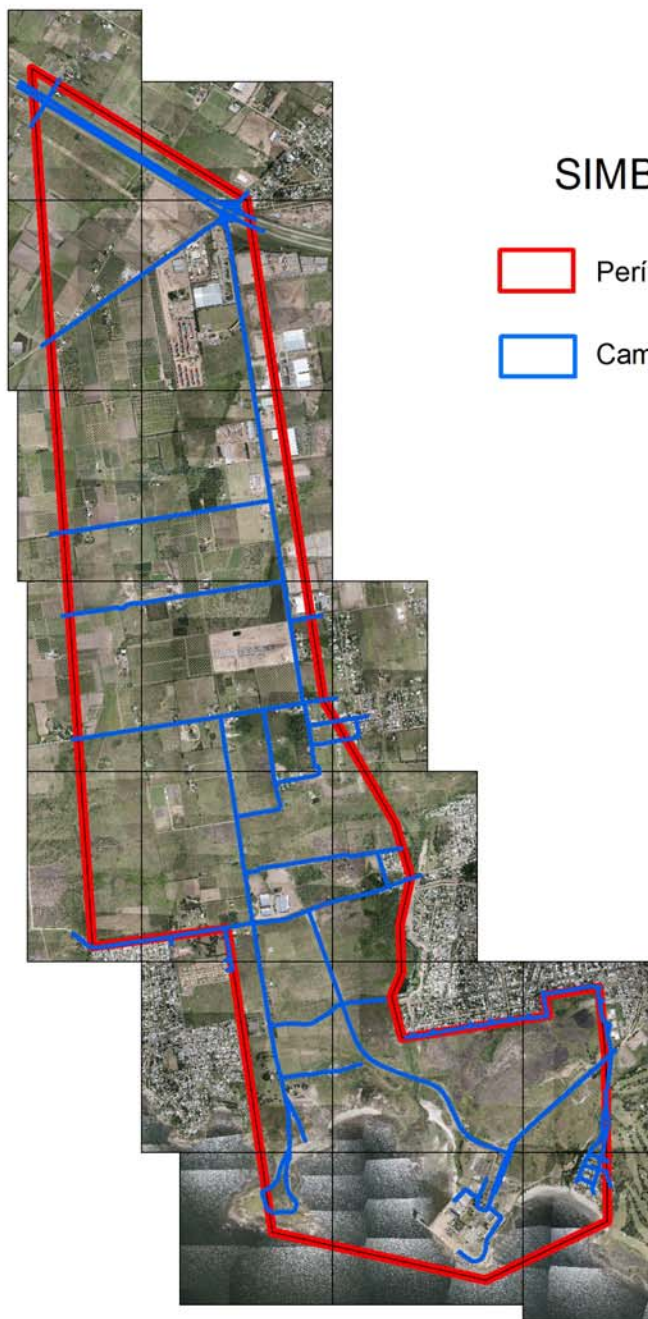
PUNTO 6: 564156.00 E, 6139318.00 S

Esta área se encuentra al Sur del Uruguay, en el departamento de Montevideo, al oeste del cerro de Montevideo, limitada al norte por la Ruta Nacional N°1 (Brigadier General Manuel Oribe) y al sur por el Río de la Plata.





CAMINERIA - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

-  Perímetro Acceso Puerto Sayago
-  Caminería

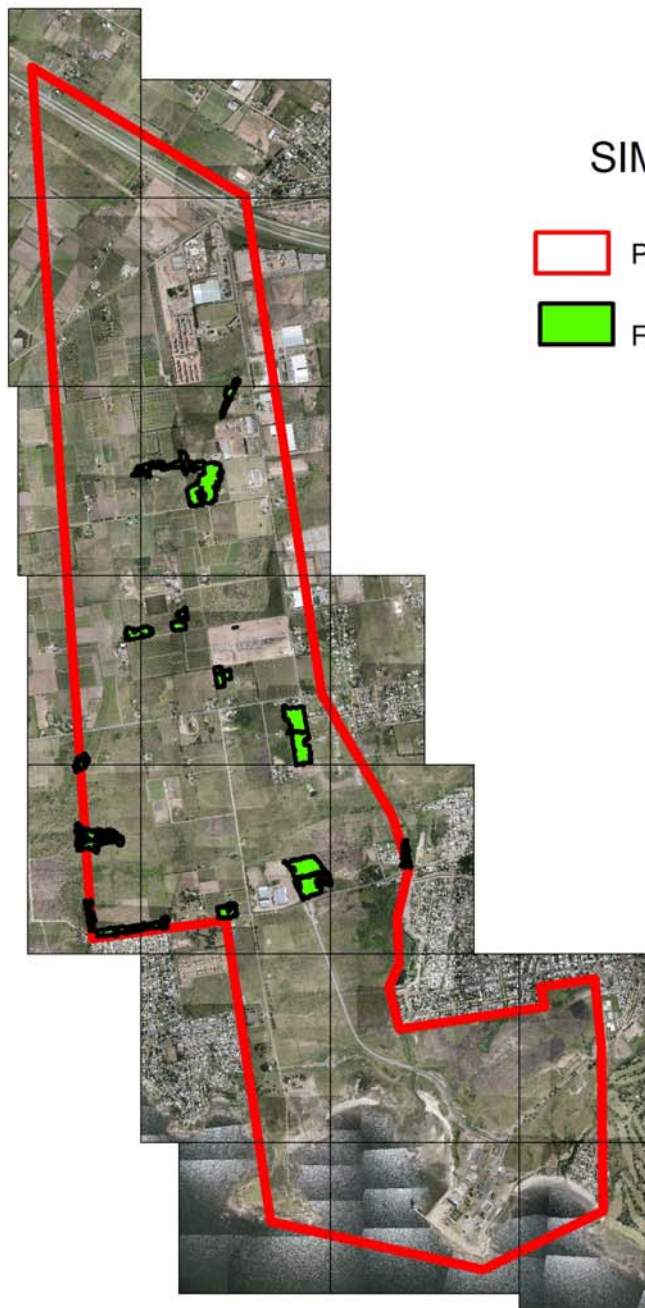
1:35.000

RUTAS NACIONALES

Ruta N° 1: Al norte del predio, extensión 1.4 km



FORESTACIÓN - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

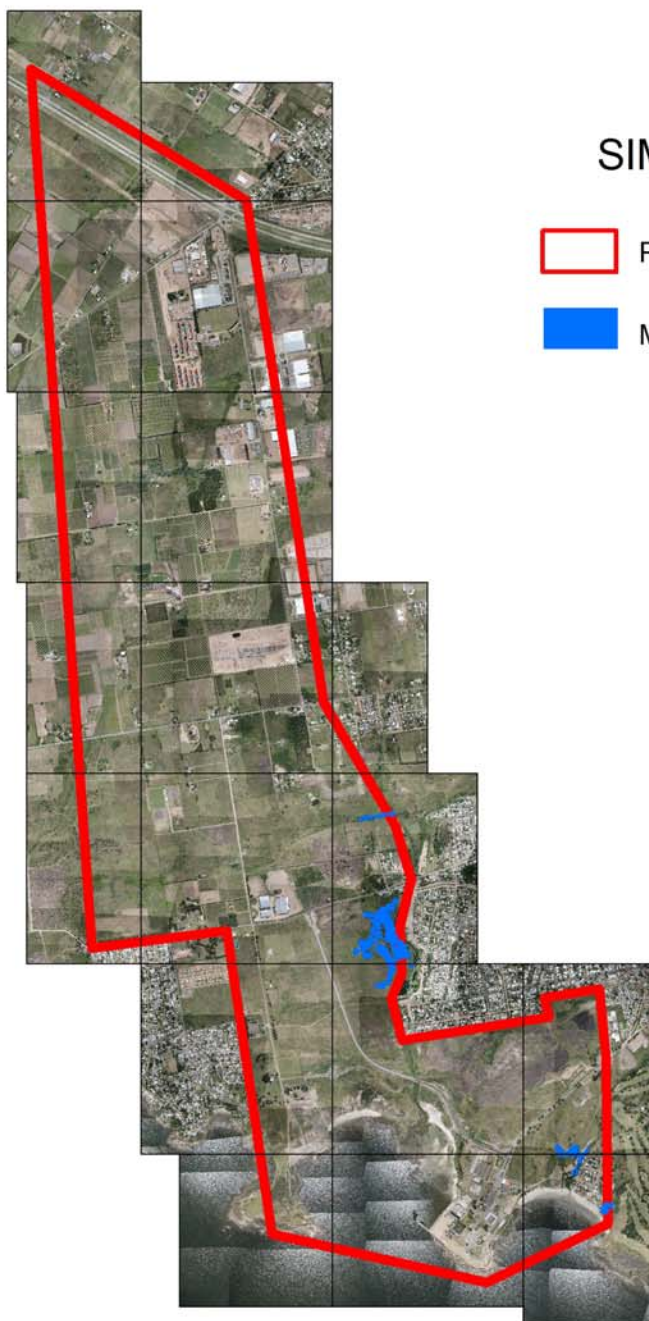
-  Perímetro Acceso Puerto Sayago
-  Forestación

1:35.000

Superficie total de área forestada: 15.5 ha.



MONTE NATURAL - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

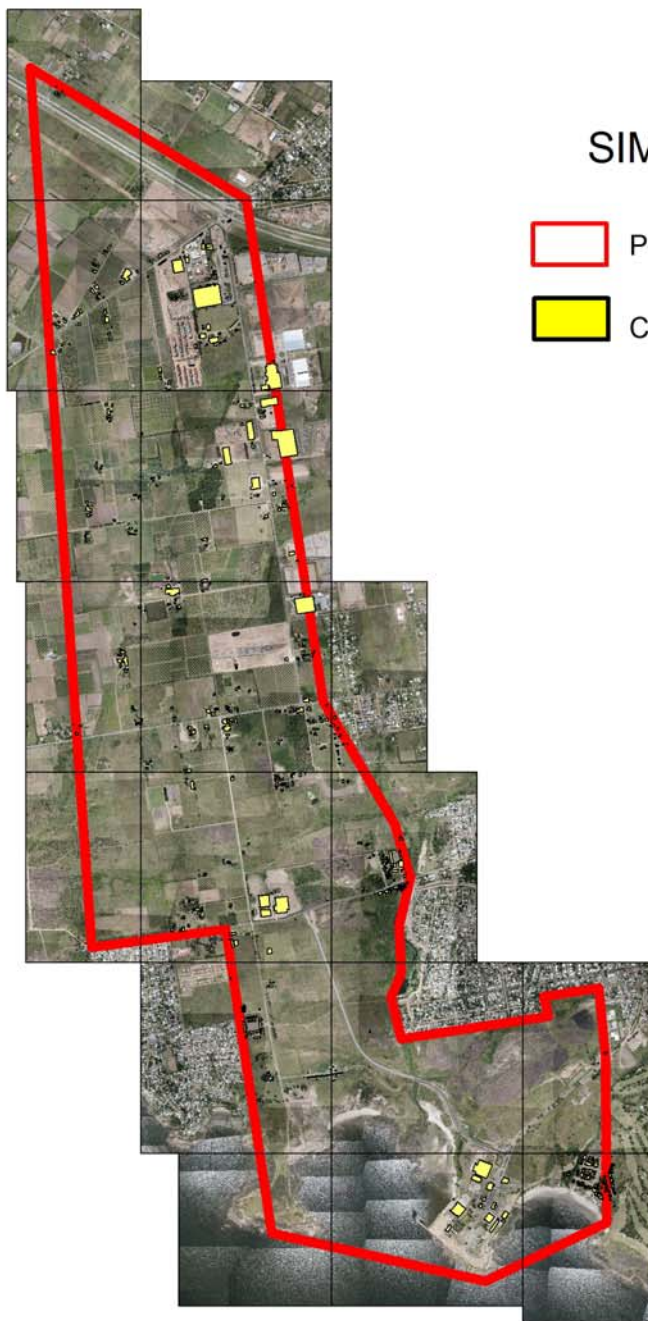
-  Perímetro Acceso Puerto Sayago
-  Monte Natural

1:35.000

Superficie total de Monte Natural: 6.4 ha.



CONSTRUCCIONES - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

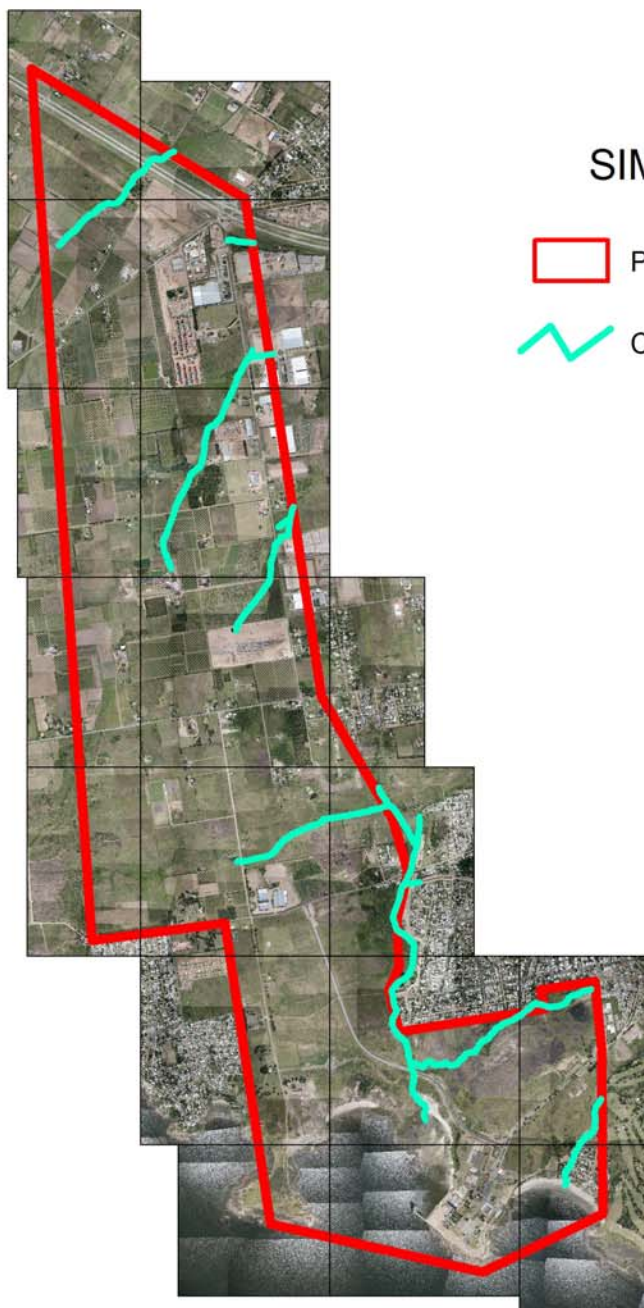
-  Perímetro Acceso Puerto Sayago
-  Construcciones

1:35.000

Area Total de Construcciones en todo el predio: 168.744 m2



CURSOS DE AGUA - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

 Perímetro Acceso Puerto Sayago

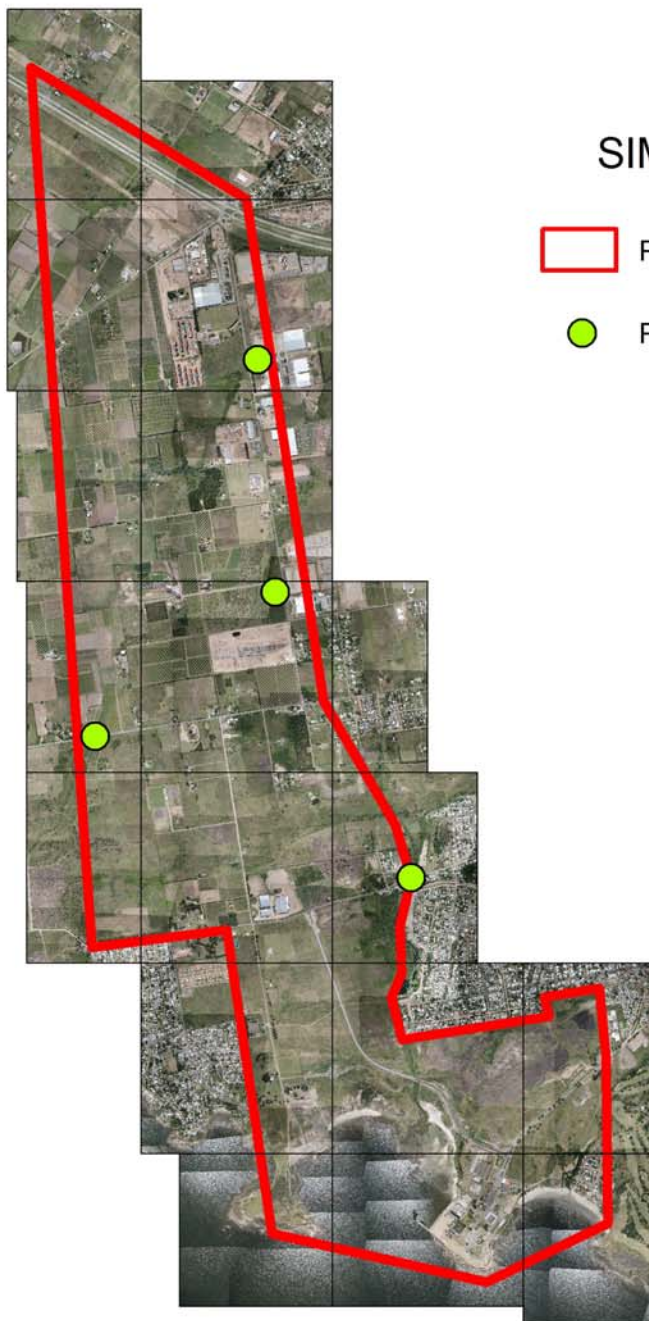
 Cursos de Agua

1:35.000

Total Extensión de Cursos de Agua: 8.1 km



PUENTES - Acceso Puerto Sayago



SIMBOLOGIA

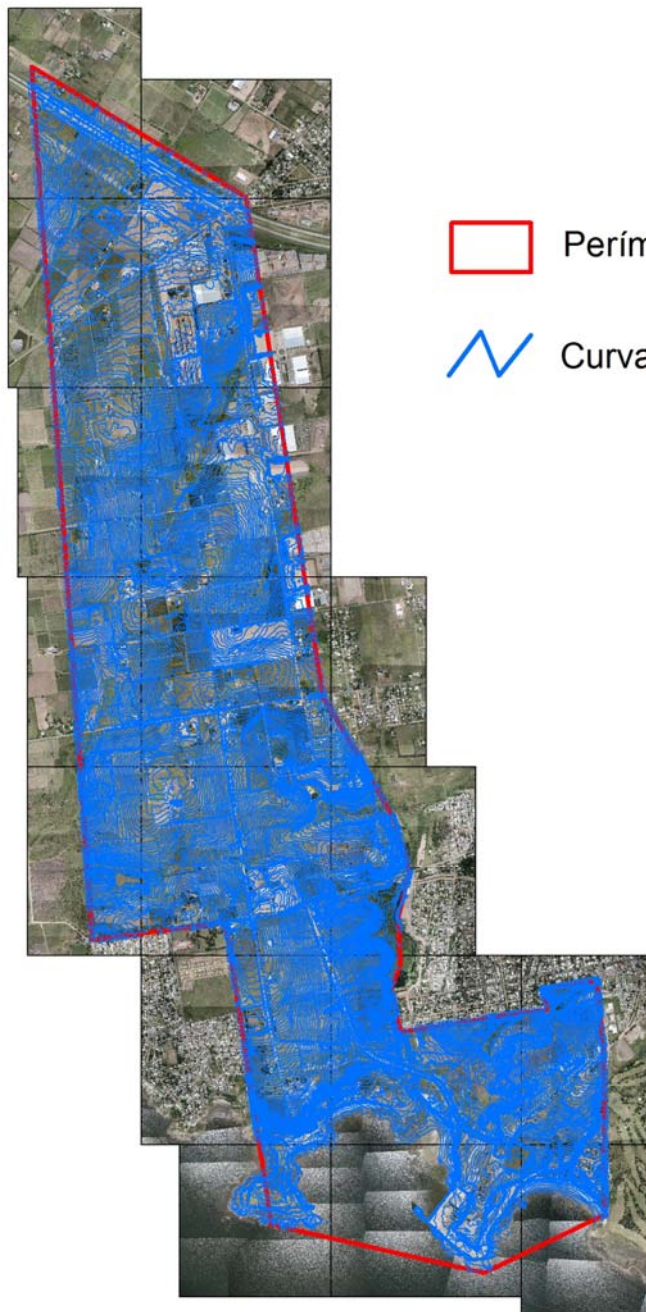
-  Perímetro Acceso Puerto Sayago
-  Puentes

1:35.000

En el área definida hay una totalidad de 4 puentes.



CURVAS DE NIVEL - Acceso Puerto Sayago



Perímetro Acceso Puerto Sayago



Curvas de Nivel cada 0,5 metros

1:35.000

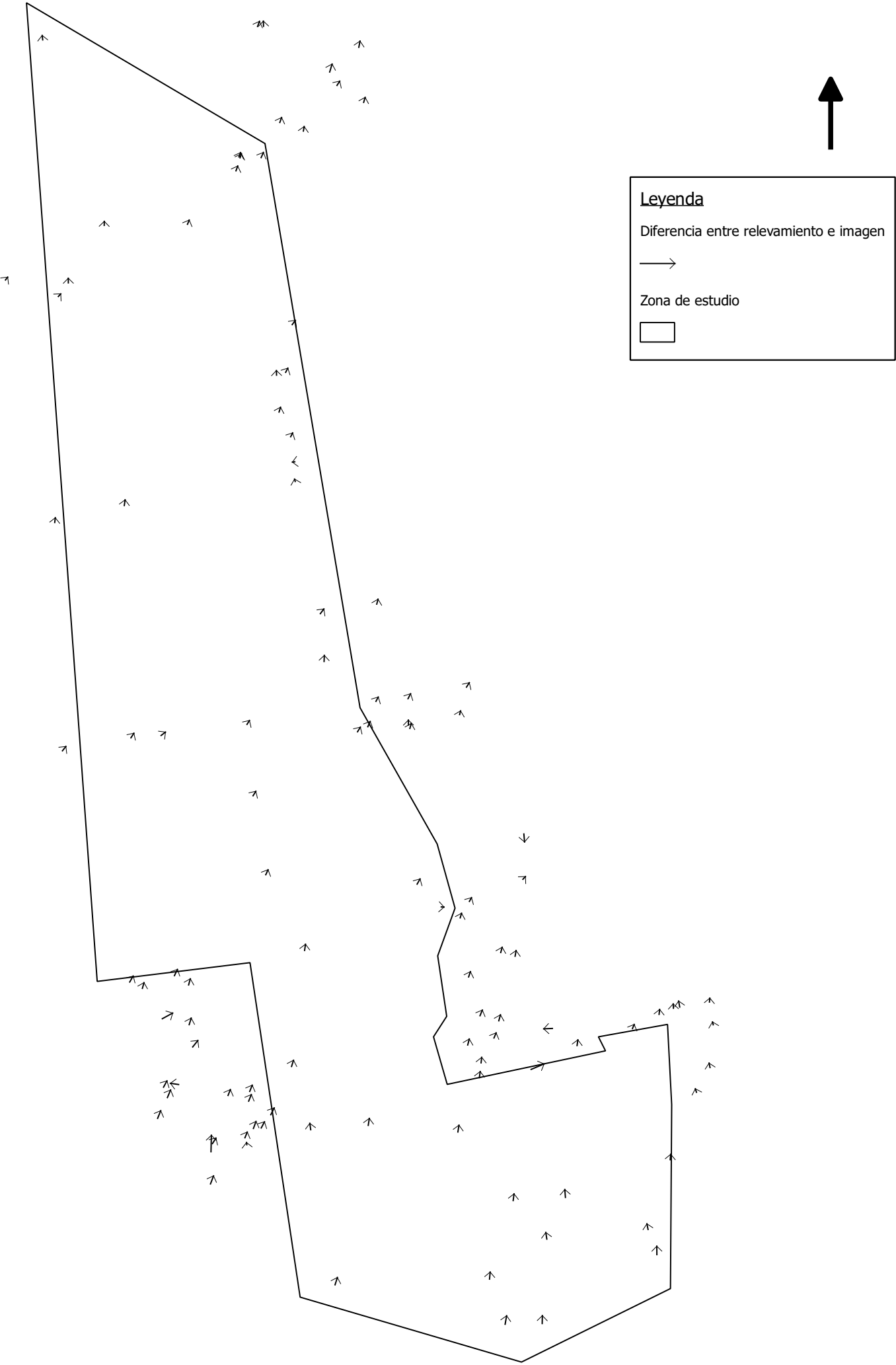
Se calcularon las Curvas a través de Estereoscopia con tecnología 3D.

Cota mayor: 51 metros.

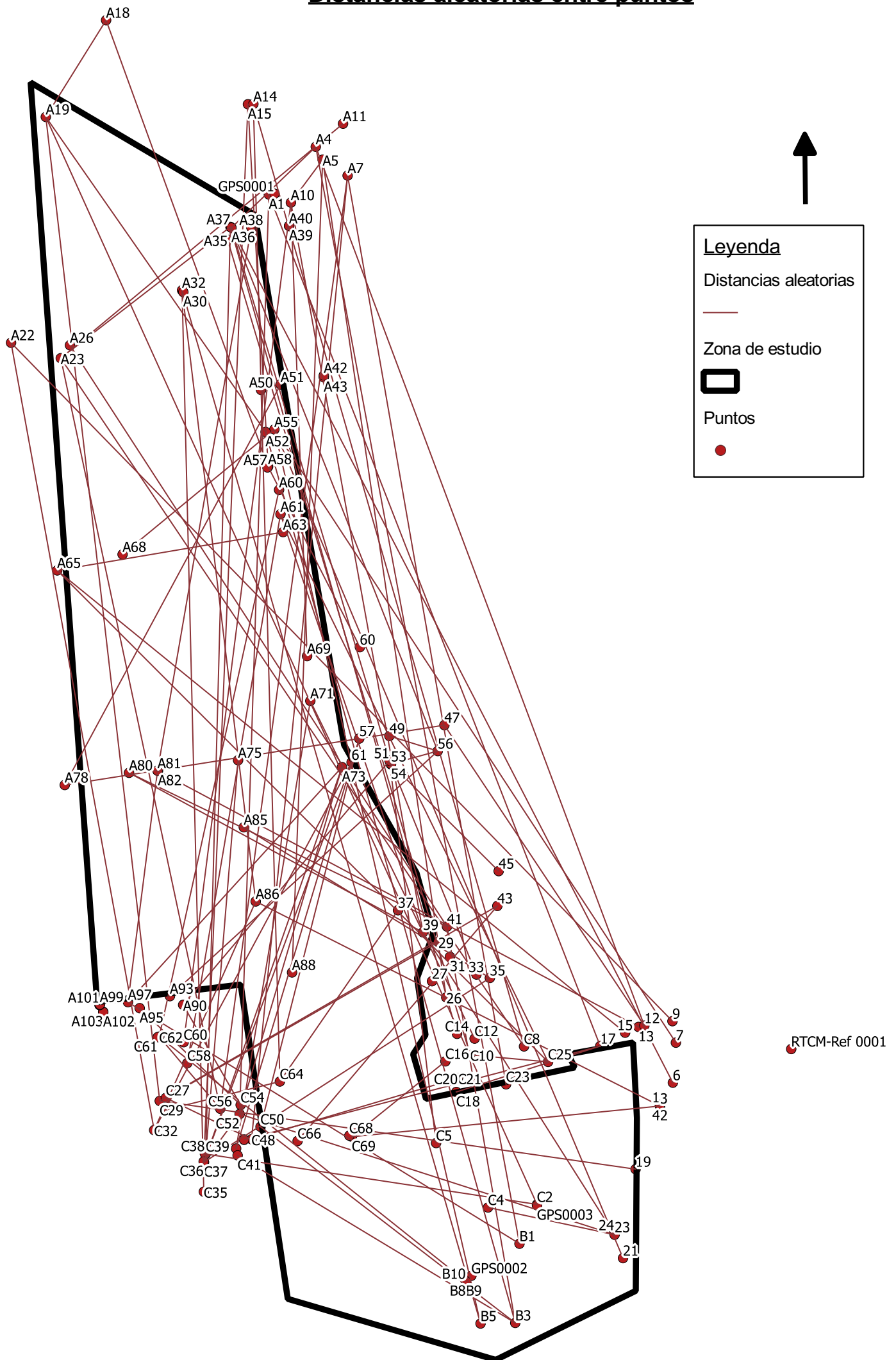
Cota menor: 0.5 metros.

La referencia altimétrica es "Plano de Referencia Hidrométrico Provisorio" ex "Warthon".

DESPLAZAMIENTO DEL MOSAICO RESPECTO AL RELEVAMIENTO



Distancias aleatorias entre puntos



9. Puntos de control del vuelo



Punto 1 de control



Punto 2 de control



Punto 3 de control



Punto 4 de control



Punto 5 de control



Punto 6 de control

10. Entrevista a Umberto Curi – (D.N.T. del M.T.O.P.) Participe en la redacción del pliego para la licitación

UC – Con Jorge, desde que asumimos en la dirección, habían unas ideas de los funcionarios de lo que se llamó “crear un proyecto de ciudad en 3D”, que era generar algo parecido a lo que tiene Montevideo pero con mejor definición y nos metimos en esta línea; Jorge negocia en el Ministerio, conseguimos el préstamo, y a partir de ahí arrancamos el trabajo, pero no teníamos experiencia ninguna.

En la intendencia habíamos hecho algo. Yo particularmente había trabajado en la parte de reasentamiento para el plan de saneamiento 4 y habíamos hecho un vuelo digital en la zona de Casabó, cerca del puerto de Puntas de Sayago, que lo utilizamos como elemento geométrico para una definición de reasentamientos, de ubicación de familias ocupantes para definición de reasentamientos.

Entonces empezamos a hacer trabajos pequeños para ganar experiencia acá en la oficina. Hicimos el vuelo del puerto de aguas profundas, ahí hicimos un trabajo muy parecido al que hicimos en Puntas de Sayago y después como segunda experiencia hicimos 2 más, para incluir el infrarrojo. Uno fue Puntas de Sayago, (el acceso a los puertos de Puntas de Sayago) y la zona de Purificación.

1-¿Cuál es el objetivo de la compra de imágenes aéreas en la zona de Puntas de Sayago?

- El objetivo, específicamente yendo ahora a lo que plantea el proyecto de Puntas de Sayago, fue la oficina de la DNT participando en lo que fue el inicio del proyecto de Gas Sayago, no como integrante sino como asesores. Gas Sayago vino al ministerio para asesorarse de una cantidad de cosas, y a nosotros nos pareció importantísimo, viendo las necesidades que tenía la empresa Gas Sayago para la definición del proyecto, sobre todo el acceso de la zona de portuaria, de hacer un puerto.

Por supuesto fue exitoso porque el hacer el vuelo con la definición que tenía y la cantidad de información que le dimos, por más que no sea cartografía terminada, pero que sea cartografía vectorial, le dimos todo lo que refiere a construcciones, modelo digital de terreno, alineaciones, pavimentos, montes naturales, cursos de agua, una cantidad de capas de información vectorial que es la que está utilizando Gas Sayago para todo el proyecto. Entonces el objetivo principal fue aportar al proyecto una capa de información que le sirviera para definición sobre todo de los accesos del puerto.

Vialidad también va a hacer proyectos ahí pero eso es urbano. Entonces, al primero que se le dio el trabajo fue a la Intendencia de Montevideo. El primer usuario fue la Intendencia de Montevideo para definir, porque el proyecto es urbano. Por más que intervengan los ministerios, el proyecto es urbano. Que después pase a jurisdicción del Estado o del gobierno Central, cuando pase a ser Ruta Nacional, supónete que sea un acceso de ruta nacional, bueno no importa, porque eso está metido en la planta urbana o sea que quien marca el proyecto es la Intendencia, con quien hay que acordar.

2-¿Qué los llevó a optar por las condiciones establecidas en el pliego?

-La licitación, la hicimos juntando información y tratando de aprender para hacer el pliego del proyecto grande, que es el proyecto de vuelo de todo el país. Entonces, cometimos una infinidad de errores, preparamos un pliego que lo que buscaba era apostar primero a la tecnología digital porque sabíamos que habían empresas que se querían presentar con tecnología analógica, con imágenes comunes o sea con imágenes con fotos y no pretendíamos eso. Todavía no estaban los vuelos no tripulados, porque seguramente esto hubiese sido también una buena experiencia con vuelos no tripulados pero en ese momento no había, no se presentó nadie, se presentó solo una empresa.

3- ¿Cuándo sacaron la licitación? ¿En qué año?

- En el 2012. Fue todo en 2012, Primero fue el puerto de aguas profundas en Enero de 2012 y enseguida fue Puntas de Sayago.

4-Una vez recibido el producto, ¿se realizó algún control? ¿Qué tipo de controles? ¿Cómo lo hicieron?

- Sí, se hicieron controles. Primero se controló que estuviera completo tratando de ver lo mismo, en la capa vectorial no se verificó mucho y se verificaron algunos temas geométricos. Se le hizo el apoyo primero y se tomaron los puntos de apoyo que proporcionó la empresa y se controló con lo que hicimos nosotros.

5-¿Consideran que el producto cumple con lo solicitado? ¿Por qué?

– Sí consideramos que el producto es muy bueno, apoya muy bien porque la empresa sabiendo para que servía de base este trabajo (que era para “el grande”), trató de apoyarlo mucho. Si vos mirás los puntos, la cantidad de puntos de apoyo parece que se hubiese hecho mensura directo, porque tomaron puntos en pila. Lo mismo cuando hicimos la zona del Puerto de Aguas profundas, vos miras la cantidad de puntos que se tomaron y hubieras tomado un poquito más y hacías la mensura directa, todo relevamiento directo, porque en el puerto de Aguas profundas era

más complicado porque había pila de cosas que teníamos que tasar, primero que es mucho más grande y aparte hay una zona muy compleja ahí en la costa, una zona de forestación y de cárcavas que nos interesaba tener.

6-Además del objetivo propuesto, ¿creen que el producto puede servir para alguna otra aplicación?

-Yo pienso que puede servir. Sí, pero para nosotros no. Para nosotros va a tener utilidad, supónete que se haga el proyecto, y que haya que expropiar, vamos a utilizar la base para una cantidad de cosas, para obtener valores, o sea como base de un sistema de información, y seguramente lo tengamos.

Y seguramente la empresa que haga el proyecto lo va a tener como base del proyecto. Porque hay un proyecto que es urgente digamos, ahí en Gas Sayago que es tratar de acceder lo más rápido posible porque la obra empieza ahora en Octubre, usando caminería existente.

Y hay un proyecto grande que es hacer una apertura de una calle de 100m. o una ruta de 100m de ancho que una el puerto con Camino Pérez para hacer el Mercado Modelo, un nuevo proyecto. Nosotros no llegamos hasta allá. El vuelo llegó hasta Ruta 1, que era lo que nos interesaba a nosotros en este momento.

7-¿Por qué optaron por este tipo de vuelos y no por los clásicos?

Optamos por esa empresa porque fue la única que se presentó. Es la única que tiene cámara digital en Uruguay, en ese momento tenía. Ahora están los drones, pero la única empresa que tenía cámara digital es esa, porque el otro que hace vuelos es la Fuerza Aérea que hace es volar con cámara analógica y después las digitaliza, las escanea.

El dato que te aporta una imagen digital es mucho mayor que el de una imagen digitalizada, porque ya saca distinto. A pesar de que la cámara que se utilizó en esto no era una súper cámara ni mucho menos; es una cámara muy buena que tiene la empresa, pero tampoco es una cámara con que se pueda volar el país. Se pueden volar zonas así como las que hemos volado. Zonas mucho más extensas es casi imposible porque para tener un ejemplo ahora: Piriápolis son 2500 imágenes. Entonces es imposible, es imposible manejarla.

8-¿Consideran que el Informe entregado por la empresa es adecuado? ¿Qué le agregarían o modificarían?

Cambiar la cámara, por una cámara de otro tipo. Depende del trabajo. En el pliego pediríamos más cosas, sin dudas. La cantidad de medidas de pata que tuvimos en el pliego fue impresionante, nos faltaron cosas a patadas. Mismo formas de controles; no habíamos establecido formas de

controles ninguna. Diga que la empresa fue totalmente abierta y nos permitía ver todo y llegar a todos los datos. Plazos, una cantidad de cosas que le erramos, sobre todo cosas que te pueden hacer correr el riesgo en una licitación, que la empresa no te cumpla y no le escribiste. Este trabajo era chico. En la compra directa arriesgas 10 mil dólares, pero en un trabajo grande se arriesgas mucho más

Lo único que no podemos sacarle todo el jugo porque sobre todo no tenemos un equipo de gente que pueda trabajar arriba; que sería lo ideal, tener técnicos para poder sacarle más información a eso.

Por eso la idea fue pasarlo enseguida a la Dirección Nacional de Energía, a la Intendencia y al Ministerio de Industria para que lo trabajen. Creo que la que le está sacando más datos es la Intendencia de Montevideo.

11. Entrevista a personal de 2000' Aviation Systems:

- Ricardo Mesa: encargado de procesamiento e IT
- Agustina Beraza: procesamiento y encargada de 3d mapping

1- Sobre el pliego que presentó el MTOP, ¿consideran que es adecuado?

Para planificar el vuelo sobre el puerto de Sayago, estaba bien. Porque era un trabajo no más de toma de curvas de nivel y las imágenes. Se le pueden agregar a veces, otro tipo de detalles técnicos. No tenía muchas especificaciones. Era solamente el producto terminado, no tenía nada delimitando, vamos a decir, “Queremos tener tal tipo de error en la precisión de las curvas”. Solamente algún detalle nada más, más menos tanto de error en las curvas, cierto porcentaje de confiabilidad, después estaba todo muy claro.

Sobre el control, eso sí se podría agregar, cómo controlarlo. Hacer hincapié, dependiendo del tipo de cámara

Eso depende siempre del tipo de cámara que usa, la cantidad de pares estereoscópicos, para tener una idea de cuántos puntos de control se necesitan. Eso casi siempre lo hace en sí la empresa. Se podría llegar a pedir, dependiendo de la cámara, se saca un estimado de la cantidad de puntos necesarios.

2- ¿Cómo planificaron el vuelo? ¿Qué aspectos se tuvieron en cuenta para planificarlo?

En sí para el vuelo se toma en cuenta la altura promedio del terreno de la zona. A partir de eso, lo que se hace es, dependiendo de la cámara que se vaya a usar, se “escala” la foto para tener la resolución necesaria para obtener curvas de 1.00m.

3- ¿Nos podés contar un poco sobre la cámara?

La cámara es una cámara digital calibrada de 16.4 mega-píxeles. Es marca CANON. Lo que se hace primero es:

- Se calibra la cámara, se toman fotos en tierra sobre un panel con ciertas marcas. Se tiene que hacer un procedimiento, sacando fotos a ciertas distancias, con ciertos ángulos
- Eso se coloca sobre un software, el cual lo entrega el certificado de calibración de la cámara. Ahí te dice si hay que retomar alguna otra imagen o algo si hay unos parámetros que estén mal, hasta llegar a un punto óptimo para realizar un trabajo.

- Las cámaras para los vuelos no tripulados tenés que calibrarla en cada vuelo. El tipo de cámara que nosotros usamos no es necesario calibrarla constantemente. Se pueden hacer muchos vuelos, cambiás de lente, calibrás, pero no es necesario hacerlo constantemente.

4- ¿Consideran que es una buena cámara?

Sí, sí, a nosotros nos ha dado muy buenos resultados. O sea, en sí ahora, ya las cámaras que nosotros estamos usando, lo que fue para este proyecto ya nosotros cambiamos de cámara.

Tenemos unas nuestras y otras traídas ya en Marzo, medias juntas llegaron, son 3 cámaras

Para la resolución que se pide, No es lo mismo procesar procesamos 11mil fotos, 11 mil imágenes procesamos con la canon. Entonces, imagínate que si hubiéramos tenido (para otro proyecto estamos hablando), hubiera sido de procesamiento 5 mil imágenes con las cámaras nueva, entonces te baja bastante, y más para la resolución. En este caso era un proyecto pequeño, no hay ningún problema. En realidad con la canon llegamos a procesar 11 mil imágenes todas juntas.

En realidad con la Hassel te ahorrás más todavía, como un tercio.

No, con la Nikon te ahorrás más, porque es un poquito mayor, sí.

¿Qué esas las trajeron para el Puerto de aguas profundas?

No, para el proyecto Piriápolis. Y bueno, después para el vuelo, lo que se hace es primero ver el nivel medio de la altura del terreno. Después se saca la altura que tenés que tener para obtener curvas de 1 m, que más o menos lo que nosotros siempre utilizamos es un pixel de 20cm. de resolución. Con eso se obtienen buenas curvas de 1m. Y siempre manejamos un tercio de las curvas de error.

La diferencia que tenés en la parte después de vuelo, lo que se va haciendo es, tomando el centro de exposición de las imágenes (o sea, vas con GPS directamente conectado a la cámara) haciendo un registro de lo que es el vuelo, todo el vuelo. Las líneas se hacen, en este caso tendría que mirar cómo fue la orientación de las líneas. No recuerdo. Pero después lo que se hace es: se hacen los recubrimientos que pide el cliente, para tener bien, para estereoscopios, para hacer la parte de las curvas. Entonces, en el registro de vuelo, vos tenés ciertas distancias que cumplir. El navegante va chequeando todos esos pasos; que la altura sea correcta, que no se vaya tanto lateralmente el vuelo. Y después, bueno, que cumpla las distancias para llegar a esos recubrimientos. Es un software que lo hace. Puede llegar a hacerlo automático, siempre, por ahora lo más preciso es que el navegante vaya chequeando esos datos y

lo va ajustando si hay algunos cambios, porque lo puede afectar el viento, turbulencias.

¿Qué tan bueno? Realmente, es eso.

5- Nosotros vimos que el producto no tenía la fecha. ¿Cuándo lo realizaron?

Sí, en los metadatos. Nosotros tenemos todo en los metadatos.

Pero a nosotros no nos llegaron los metadatos. No tenemos metadatos.

¿No les llegaron los metadatos? ¿En el disco mismo? ¿En el original nuestro? Ya hace como 2 años que lo entregamos con metadatos. Bien, lo chequeamos en el disco de entrega ahora. Tenemos todas las fechas ahí. Y siempre entregamos con fecha de realizado, cuánto tiempo nos llevó. En las imágenes individuales también pero en este caso no se las entregamos porque no estaba pedido. Las tenemos igual ahí, nos fijamos la fecha. En cada subzona que entregamos está todo. En todo el producto, en las curvas

¿Cuánto tiempo les llevó hacer todo el trabajo, todo el procesamiento?

Tendría que fijarme. Ahora nos fijamos ahí.

Hace como dos años que le ponemos a todo metadatos. A los mosaicos, a los shapings de curvas,

6- ¿Cómo controlaron el producto?

Se toman puntos adicionales. Primero te basás en lo que son los registros del software. Tiene que estar un estándar de error de un valor 1, 0.8, 1.3 Son valores del software. Después vas chequeando todos los puntos que hizo en la aerotriangulación, con los puntos de control que se agregaron, los puntos en tierra. Con eso ves una tabla de errores. Entonces, se eliminan puntos altos, se colocan en lugares que hay pobres cantidades de puntos. Después que se tiene que la aerotriangulación está correcta, ahí se pasa a hacer la parte del modelo de 3D del terreno. Se vuelven a chequear de vuelta los puntos de control, que ahora los van a ver ahí. Se colocan los puntos de control, se chequean que están en ese margen de un tercio de error. Siempre se toman de más otros puntos que no se colocan para ver si es correcta o no la altura del terreno. También una de las dificultades que se siempre se encuentran son las zonas de sombra. Entonces ahí se tiene que hacer un trabajo manual para colocar puntos para estar bien apoyados. La marca flotante en el terreno para poder colocar la altura. El software ahí en zonas de sombras, siempre tenés mayor error. Entonces, lo que hace el operador es mira la zona de sombra si es que puede causar algún problema, apoya la marca flotante en el suelo a visión del operador.

7- De esa manera lo que se controla es la parte posicional. ¿Se controló alguna otra cosa?

Siempre controlás el vuelo, que estén todos los márgenes. Después de que descargás toda la información del vuelo: que estén todos los centros de exposición, que las imágenes sean correctas, que se cumplan los parámetros del overlap. En caso de haber algún error en el vuelo siempre se repite. O sea, mismo en el vuelo te das cuenta y se vuelve a repetir. Entonces, cuando llega toda la información cruda acá, se elige. Se hace un análisis y se elige. Vamos a suponer que la línea 5 se repitió. Bueno, vamos a usar la segunda, que fue la que salió correcta. Entonces se ajusta, se sacan imágenes. Después el control de precisión en x y, es decir, los planimétricos, siempre el software más o menos sin puntos de control nos da un margen de 8 píxeles. O sea, que siempre estamos por los 6. Después de haber puesto los puntos de control va de cero a 3 o 4. Pero eso es .Ya que teniendo los puntos de control, ya te das cuenta. Directamente desconfiás. Agregás, a no ser que en un lugar te de muy diferente, se puede mandar de vuelta a un agrimensor que vaya y tome para chequear los puntos.

En realidad para eso ahora está, para pueblos nuevos, tenemos un sistema nuevo que ya hace un poco más de corrección. Con GPS es, se supone que ya reduce un poco más el error ese de los 6 píxeles a 4.

8- Supimos que el agrimensor Andrés D`Ibarboure puso los puntos de control de forma simultánea.

Ah. Claro. En ese caso sí, porque nos lo pidieron. Para hacer el procesamiento en sí nosotros no necesitamos que estén las marcas. En el caso que el cliente nos pida para corroborar, para marcar para futuros vuelos, sí se hace. Hay proyectos que te piden. Hace un tiempo hicimos uno que el cliente fue y marcó y los quiere dejar marcados para otro vuelo. Para este caso fue así porque lo pidieron. Bueno, cuando vayan a hacer el vuelo, se coordina con el agrimensor, él va, hace las marcas y nosotros volamos los puntos de esas marcas y además puntos adicionales que no están marcados para hacer un chequeo. Siempre se colocan para hacer la triangulación, siempre. A no ser que el cliente no pida puntos de control. En este caso lo hicimos simultáneo porque ya lo querían marcados en el terreno. Nosotros no necesitamos. Para ese caso, elegís una "T" de alambre, una marca en el suelo, algo visible, ya sirve. O nos especifican, por ejemplo: en el centro del puente, nos toman. Tenemos una metodología para que nos tomen los puntos de control, entonces, va el agrimensor, pone el bastón y alguien le saca una foto exactamente en el lugar para nosotros visualizar, porque a veces de arriba no es lo mismo, te clarifica, te ayuda. Tenés por ejemplo, una portera, y tenés cualquiera de las 2 esquinas. Entonces, ya con la foto te orienta un poco más, y con eso nos colocamos nosotros en el lugar exacto. En una esquina, en una "T" de alambre, en un poste, en lo que sea, y no es necesario que esté una marca, una cruz o lo que sea

previamente. Con eso y las coordenadas nosotros lo tiramos y después, aparte con la foto te ayudas para colocarlo bien preciso.

Además al ingeniero casi siempre le entregamos las imágenes para que él vea los posibles puntos que pueden llegar a ser, porque uno de los temas que tenés a veces es que el agrimensor los ve desde tierra, y no tiene forma de saber si una mancha se puede ver, porque con la resolución del pixel que tenés no te da. Para el ojo humano tenés que más o menos tener 4 pixeles. Fueron cartones de más o menos 40 x 40.

9- ¿Cómo generaron el modelo digital de terreno?

Los puntos se ajustan y después en los pares estereoscópicos se hace la búsqueda de puntos sobre el terreno. Aparte agregamos los puntos de control que ya previamente corroboramos que cayeran bien en XYZ. Y bueno, con esos puntos lo que hacemos es: le hacemos una limpieza automática, que elimina algún puntito que queda suelto, sobre o por debajo del terreno. Después nos armamos todo como si fuera una grilla para revisar todo, que puede quedar algún punto arriba de un árbol, arreglar algunas cosas puntuales. En la nube de puntos podés tener algún punto de sombra, que en la sombra generalmente los puntos nos quedan bien por debajo del terreno. Eliminamos ese tipo de puntos y después mandamos hacer todo el modelo.

10- ¿Así que ustedes más que nada hacen el control posicional? ¿Y cuál otro?

La geométrica en sí es, primero es la calibración, que esté correcta, después los datos del vuelo, que este correcto, todos los datos obtenidos y corregir. A lo primero en sí, no estás viendo nada de si está en tierra, si está bien o si está corrido o no. Es calibración y centros de exposición de la imagen. Con esos datos hacés corroboración si el vuelo está correcto y eliminás las fotos que no son necesarias o colocás si se requiere. Ese es el primer control.

Después la parte de aerotriangulación, ver los datos estadísticos de cuánto tienen de valores residuales. Ahora lo vemos ahí para que puedan entender un poco más. Para llegar a ese valor que yo les decía, ese estándar de 1 con algo o 0.8 o 1.3. Los puntos de control GCP vienen cada uno con su desviación, con su precisión en XYX que la colocamos tal cual viene y le damos un peso a esos puntos como que son lo más pesado. Esa es otra parte del control. Vos vas ajustando dependiendo de la tabla a la precisión que querés llegar. Esos son estadísticos, no es que los esté viendo. Eso es matemático. Agarrás, ves los valores que tenés, lo que te dieron los residuales, vas ajustando o eliminando puntos, chequeando puntos que están mal, o que te dan muy altos, los vas chequeando. Eso no es visual. Podés ir, mirar los puntos, si hay cantidad

de puntos que estén fuera de los valores, sabés que hay algo que está mal.

Y después tenés ciertos archivos que se pueden chequear sin abrir directamente con un software. Ahí tenés, vamos a suponer el caso de los puntos de control. Sabíamos que teníamos una precisión de 0.7cm en XYZ. Cuando te entrega la posición de cada punto en la aerotriangulación, en que esos puntos están colocados. El te entrega cuanto es el error que el software encuentra. Si pasa de los 7, puede ser que el punto esté mal colocado o mal tomado por el ingeniero. Nos ha pasado, un caso fue que estaba mal la base del geográfico. En las cartas del geográfico decía "tal coordenada" Colocaron la base. Nosotros queríamos llevarlo a esos puntos y no nos daba. Había puntos que no daban, no daban y el software decía. Y chequeábamos algún punto monumentado viejo para ver si encontrábamos errores. Entonces, después lo chequearon y claro, estaba mal la base. Optamos por no tomarlo y ahí sí nos dio, pero el software te marca: "tenés tanta precisión" y el GPS te dice que "tenés tanta precisión", bueno, hay algo que está mal. El software te lo marca, y le hace los valores, y si no tenés forma de llevarla hay algo que está mal y mandás al ingeniero a tomar de vuelta. Si el punto está bien, te lo marca y vos corroborás en las imágenes donde cae: "Ah, no. Me equivoqué. Estoy, en vez del centro estoy justo sobre un borde". Corrés el punto, corres de nuevo el software, te fijas en los archivos y te fijas de vuelta que esté en los valores aceptables.

Control de las curvas solamente lo hacés sobre las imágenes. En planimetría ya te arreglás en la parte de aerotriangulación, entonces ya sabes que estás en ese margen de 0 a 3 pixeles. Entonces, en error planimétrico solo tenés eso de error. En ese caso sería que hasta 60cm. podría llegar a tener de error.

Después la revisión es eso que te decía. Revisar, nos hacemos una grilla y revisar. Hacer las curvas, pasar por todo el terreno y después alguien aparte del que hizo el trabajo, alguien lo vuelve a revisar, aparte, arriba.

Hay gente que quiere mucho detalle, el mínimo detalle para sacar bien la gota de agua hacia dónde va a ir. Esto en este caso no se pidió. Entonces lo hicimos con el mayor detalle hasta donde se podía hacer.

11- ¿Por qué usaron este tipo de cámaras y no las tradicionales?

Para eso es lo de la certificación de la cámara. Nosotros tenemos cámaras métricas, pero la cámara métrica que tenemos es una Rollei, analógica. Ya no la usamos hace como 7 años. La usamos para los vuelos de Montevideo de 2004 y después ya no trabajamos más

En el 2006 empezamos todo digital. Los costos, vamos a suponer de una cámara métrica de gran formato (medio millón de dólares) eso es una de

las cosas. El trabajo en Uruguay, si trabajás con una cámara de esas, podés pasar bastante tiempo para digitalizarlo. Para este tipo de trabajo, tenés que tomar 2 fotos.

Para el postproceso después lo mismo. Ya tener la imagen digital es mucho mejor porque sino para el postproceso nos volveríamos locos.

Desde el 2004 estoy con el proyecto de Montevideo, y trabajé con las cámaras analógicas. Entonces, el cambio abismal que tenés entre la cámara analógica y la digital, por más que sean las otras métrica y todo; en imagen ganás mucho más. Hay un fotógrafo, más antiguo dentro de la empresa, que a él le gusta mucho la calidad de la imagen. Sí, puede ser espectacular, pero dependés mucho del revelado y hay mil factores que te condicionan la calidad. Si el scanner no es bueno, si llegás a tener que utilizar una cámara analógica, realmente la calidad es muy pobre. O sea, te da buenos resultados, pero visualmente perdés. Y el tiempo de procesamiento, bueno, es mucho mayor. En cambio, ahora con las digitales, como tú decías “¿Por qué no una cámara métrica?”. En sí es por los valores, por los altos costos que tiene una cámara métrica. Con las cámaras digitales obtenés casi los mismos resultados. Tenés más deformaciones en el lente con respecto a una cámara métrica, pero si tenés una buena calibración, esos errores se corrigen. Si planificás bien el vuelo, y utilizás la parte que sirve de las imágenes te dan muy buenos resultados.

12- ¿La planificación de cómo volar es el mismo?

Es lo mismo, pero acordate que si vos agarrás un lente con mínima deformación; en las partes laterales de la imagen, a la imagen la verías muy nítidamente. En cambio, con lentes comunes, (tratamos de no tener, o no usar lentes de ese tipo) perdés mucha información porque te queda muy borrosa la imagen. Dependiendo de todo eso, sabés como va a ser la planificación: o conseguís buenos lentes. Aparte ya te digo, eso en sí, de no usar las cámaras métricas son los altos costos, nada más. Es un equipamiento muy grande, para un proyecto muy grande que valga realmente la pena para la cámara. Para un proyecto de éstos sacás un par de fotos. Moviste un avión, un equipo de vuelo y el sistema, solamente por dos fotos para un proyecto. Un par estereoscópico nada más, que realmente necesitarías un poco más para lograr un buen producto, pero eso es así.

13- ¿Qué precisiones consideran que se puede lograr con este tipo de cámaras?

Más o menos lo que te decía de los píxeles, de que si usás puntos de control o no usás puntos de control. Y en altimetría más o menos un tercio de la curva.

12. Entrevista al Ing.Agrim. Rodolfo Méndez. Instituto de Agrimensura.

1- Estamos haciendo el control del vuelo de la zona de Puntas de Sayago para el proyecto de fin de carrera. Para eso estamos buscando antecedentes en el Uruguay y nos dijeron que habías hecho algo parecido. Nos podés contar un poco lo que hiciste?

Yo utilicé el estándar NSSDA. Es un estándar americano, no tan nuevo, es del '98. Te dice cómo tomar los puntos de campo, bajo ciertas suposiciones (que en el manual no están). El manual no fundamenta nada, lo que te dice es cómo medir, te dice vaya al campo, mida así, haga esta cuenta y este es el resultado y chau. Hay algunas cuestiones que hay que tener en cuenta, pero ese manual lo que te dice es cómo medir, en qué condiciones medir en el campo para poder sacar la exactitud vertical y la exactitud horizontal. Pueden optar por una, o por la otra o las dos pero son cálculos distintos.

Yo, particularmente hice ese cálculo, aplicando ese estándar para calcular la exactitud de una carta a escala 1:50.000 y obtuve un resultado. También usé el mismo estándar para calcular la exactitud de un modelo de elevación. Esos son los trabajos que yo tengo hechos.

2- ¿Qué te llevó a usar ese estándar?

Hay otros pero ese era... primero que nada, en su momento, en lo que yo pude buscar, era el qué más gente lo había usado, en más lugares, no? Más instituciones lo habían usado. No acá pero lo habían usado mucho. En Estados Unidos lo utilizan mucho para las cartografías de las ciudades, y no sé si incluso en extensiones más grandes también lo utilizan. Es de fácil aplicación, es bastante fácil excepto (que tampoco quiere decir que sea difícil) por algunos cuidados que hay que tener antes de aplicarlo. Hay que controlar, por ejemplo cuando hacen la exactitud posicional, hay que controlar que los errores en x y los errores en y no estén correlacionados. Deben ser independientes, tienen que hacer algún testeo por ese lado y después que la distribución de los errores sea normal, que haya alguna normalidad tienen que también tienen que aplicar algún test ahí para asegurarse. Y por supuesto eliminar cualquier error grosero antes de aplicarlo, hay que hacer una depuración y eso. Después bajo esas condiciones aplican el estándar y el estándar les da como resultado un número, incluso hay una manera de redactarlo en el manual. El resultado es un indicador que les dice "la exactitud horizontal (o vertical) de este documento cartográfico es de tantos metros para un 95% de confianza." Eso es importante, les da un nivel de confianza del resultado. Ese estándar tiene hechas las cuentas para que de ese nivel de confianza, lo que no quiere decir que haya otros autores, relativamente

recientes que han discutido que, por ejemplo: el estándar les dice que si ustedes van a controlar una carta, ustedes tienen que tener por lo menos 20 puntos de control de campo. Ustedes hacen la cuenta y el resultado les da tantos metros de exactitud horizontal o vertical para el 95% de confianza, pero por ejemplo hay otros autores, como Ariza, no sé si lo han sentido nombrar, que estuvo acá. Hay un artículo de Ariza, en el cual él hace una investigación con otra gente y dicen que en realidad con 20 puntos a lo que se llega no es a un 95% de confianza, sino a un 11% o a un 12%, algo bastante distinto a lo que está diciendo el estándar. También a su vez hay otros autores al día de hoy que también están haciendo otros estudios y también discuten lo de Ariza. Gente que de repente sugiere que no sean puntos de control sino que podrían ser trazas dejadas por el GPS, o en vez de puntos que sean líneas o polígonos. Hay muchos otros autores que no necesariamente se adhieren al estándar, pero también hay una cosa: yo por ejemplo definiendo el tema del estándar, no porque sea fácil de aplicarlo, o porque me guste más ese que otro. Lo que digo es que el estándar, lo que me parece que les favorece es (no a ustedes, a todo el mundo), es que te ponés de acuerdo con el estándar y después no hay discusión. Dio o no dio, pero no hay discusión. Incluso en una licitación, uno podría poner las cosas muy claras y dice “Bueno, se va a hacer este trabajo, se controlará aplicando el estándar tal” y bajo pena de que el estándar no da las exactitudes requeridas, sencillamente cuando hay licitaciones el contratista no cobra un mango. Entonces, eso es lo que tiene de ventaja. Después se podrá discutir, como de hecho científicamente se está discutiendo acerca de por qué 20 puntos, por qué no menos, por qué líneas, por qué puntos de lados, por qué la separación entre puntos. Porque también hay una cuestión de a cuánto tiene que estar esos puntos, unos de otros. Después también tener en cuenta que siempre los puntos que ustedes tomen, vamos a suponer, hay que tener en cuidado con eso, los puntos que ustedes toman para controlar la carta siempre... Supónganse que ustedes no van a medir, que alguien les dice “no, pero mirá que nosotros acá tenemos un banco de datos de una cantidad de mediciones que te pueden servir para hacer el control”. En ese caso, los puntos que ustedes toman, por ejemplo, si ustedes van a hacer un relevamiento, un control horizontal, no? Yo no sé que ustedes van a controlar, cuando dicen “el vuelo”, qué van a controlar? Una foto o la cartografía sacada de esa foto?

- **Vamos a controlar la imagen, y a partir de la imagen está hecha la cartografía.**

Vamos asumir que hay una fotografía, vos podrías controlar cosas distintas porque son productos distintos, la foto es una cosa y la cartografía es otra y vos podrías controlar la exactitud de una y de la otra. Pero vamos a suponer que controlan la cartografía. Si ustedes hacen un control horizontal, es indispensable que en esa cartografía ustedes puedan distinguir claramente, por ejemplo un cruce de camino vecinal, y

que sea inequívoco que ese camino vecinal que ustedes están viendo en la carta sea el que ustedes están viendo en el campo. Eso parece demasiado obvio, pero es obvio cuando ustedes están controlando algo que lo hicieron de un vuelo de la semana pasada. Si van a controlar una carta que la hicieron hace 40 años, ya no es tan obvio. No es tan obvio, tá? Hay cosas que ya cambiaron y entonces pueden estar errándole al camino y ahí hay un lío bárbaro. Entonces, en el caso del control horizontal es importante la ubicación inequívoca del punto en campo, tá?

Lo otro que yo les iba a decir, y me salí con esto porque se me pasó, es que es importante que los puntos de campo, por eso les decía, no que ustedes los vayan a medir, pero que alguien les diga “mirá que yo tengo un banco de datos, de mediciones y capaz te sirven”, pero de repente no les dicen que esos datos fueron usados para hacer la cartografía. Entonces, si fueron usados para hacer la cartografía no pueden ser usados para controlarla, porque no son independientes. Lo importante es que esos datos siempre sean independientes. Nunca puede servir, por ejemplo para controlar una carta del geográfico, agarra y decir, “Ah, pero acá hay un punto, un mojón que dice que tiene coordenadas tales”. No, no sirve porque la carta fue hecha en base a que ése punto tenía tales coordenadas, entonces no tendría sentido. Para lo más que puede servir es para encontrar una falta, y decir “ché, mirá acá tengo un mojón de cota 240m. y está en una curva de nivel que no tiene nada que ver”. Ahí podrían encontrar una falta, un error en un número o algo de eso. Pero si está todo normal, sin faltas, los puntos de campo tienen que ser independientes. No pueden haber sido usados para controlar, por eso en general, una buena costumbre para este tipo de trabajos es, (y sobre todo para instituciones, no?) que si el apoyo de campo tomó la necesidad de no sé, de 40, 50 mediciones, lo ideal es hacer otras tantas extras, pero no dárselas a los que van a hacer la restitución. Tenerlas en el bolsillo como una manera de controlar lo que hizo el otro, porque si yo le doy todas, va a agarrar todas para tratar de que se ajuste a esas medidas. Entonces, no puede servir el mismo punto para generar el documento y para controlarlo. Esa es una de las primeras cosas. Entonces, a veces no me sirven esos puntos. Los cruces de carreteras, es impensable, porque la carretera tiene una simbolización de una línea de 1mm o más de ancho y de repente son rutas nacionales de 80m. de ancho o más. De repente un cruce de carretera es algo tan difícil de determinar en campo, y a veces hasta vienen hasta medias chanfleadas, peor todavía. Entonces, ese punto no es fácil. Sin embargo, un cruce de caminos vecinales, de caminos angostos, es un punto bastante adecuado. El alambrado sería ideal pero depende de la simbolización y a veces no sirven. Entonces, ahí los puntos con esta forma de ubicación planimétrica, muchas veces no respetan tanto el estándar, o es más difícil. Hay que buscar más. Ahora, en la parte altimétrica a ustedes lo único que les importa es que ustedes tiene que distribuir los puntos como quieran, no tienen que identificar nada

en el campo. No hay que identificar un cruce de calles, lo único que veo acá es, voy al campo, puedo ir hasta con un navegador y cuando con el navegador me acerco más o menos a la posición ideal del punto en campo, llego ahí, tomo la medida y ya está. No tiene por qué parecerse a nada, puede ser una loma, puede ser en el medio de una pradera, puede ser cualquier cosa. Entonces, la parte vertical es más fácil de hacer en campo porque yo lo único que me preocupa es en distribuir bien los puntos, pero si en el terreno tengo algo que pueda identificar en la carta o no, no me interesa para nada. Lo único que yo voy a tener es latitud, longitud y la cota que da. Latitud, longitud y la cota que da y el resto no me interesa. En el otro es más complicado, yo tengo que poder identificar en la carta, tá?

Este es el tipo de controles que yo he hecho. La experiencia que tengo es en este tipo de documentos. O mejor dicho, con este estándar.

Y bueno, el indicador que les da es el NSSDA, que les da en metros. Tantos metros de exactitud para el 95% de nivel de confianza.

3- Cuando llegamos al valor NSSDA, ¿cómo sabemos si el producto es bueno o malo?

Esa es una buena pregunta, porque la respuesta es que no es bueno ni malo. Ese es el resultado, después será un problema del usuario decidir dependiendo de para qué lo quiera... "Ché mirá, esto da 90 m de error, y para qué o vas a usar?" "Para tal cosa" "Bueno sí, sirve." O "es un desastre". O de repente decís "No mirá, con el error que da esto, a esta escala, está mal". Yo que sé si tenés una carta 1:50.000 y te da un error como el que a mí me dio, pero bueno, ahí hay otros temas para analizar que es cómo fue hecho el documento, porque si fue hecho en el año 58, yo no puedo pretender que, o sea, en el año 58 nadie controlaba una carta porque no había gps, ahora sí cualquiera controla una carta. Ahora si yo encuentro un error de, como se han encontrado de 100m. de repente, en cartas de 1:50.000, 100m. estamos hablando de 2mm. Un disparate. Es un disparate. Esa carta tendría que haber sido hecha (si hubiera sabido el error que tenía, no?) Una carta con esos errores era para haber sido hecha a una escala mucho más chica. Pasarla a 250.000 de repente. Pero no, la pregunta está bien porque hay algunos tests, como la tesis de Adkinson Gordo, alumno de Ariza que hizo una tesis de doctorado. Es de los mismos temas que están preparando ustedes. Es una tesis excesivamente grande, 500 hojas debe tener

- Nosotros estuvimos buscando y no encontramos muchas.

Bueno, en el manual del NSSDA tiene ejemplos aplicados a ciudades de Estados Unidos.

La extensión de la zona es importante, porque ustedes tienen que ver si hacen el control para toda la zona o de repente el control lo reparten para

un par de pedazos, y no usar el mínimo de 20 puntos que pide el estándar. Yo hice el control de la J28, y yo en campo tomé 40 puntos, no 20. Traté de meter más puntos, primero porque con más puntos ustedes pueden jugar un poco no? Porque si el mínimo de puntos es 20 ustedes pueden agarrar distintos conjuntos, de esos 40 pueden tomar 20 escogidos al azar y ver realmente cómo les puede dar. Eso es relativamente sencillo de hacer porque después que se calcula uno es cambiar los datos y e recalcula y ver a ver si hay grandes variaciones en el indicador de exactitud.

Además hay otro tema, que es lo que yo les decía, para poder aplicar este estándar, ustedes tienen que eliminar errores groseros. Tienen que aplicar algún algoritmo que se los permita sacar. Y bueno, si ustedes eligen 20 y se eliminan 2 porque a veces pasa que hay mediciones que uno no sabe qué pasó, se quedarían con menos del mínimo.

En cuanto a la distribución, si tienen zona rural y urbana, se puede hacer un muestreo estratificado. Si ustedes ven que lo que tienen cartografiado tiene características distintas, por ejemplo no es lo mismo un amanzanamiento medio denso o algo así, de repente pueden hacer un control aplicando el mismo estándar que yo les estoy diciendo, y lo pueden aplicar para las zonas pobladas, y a su vez aplicar para toda la extensión, como un todo. O sea, de repente pueden, de repente jugar en cuanto a las conclusiones, y decir "Bueno, toda la cartografía tiene un error vertical u horizontal de tanto y en particular la zona cartografiada urbana, el error es otra cosa". Por tanto, en esa zona más chiquita van a tener una densificación de repente respetando también el estándar pero haciendo una carta dentro de otra carta. Eso podría ser otra variante. Este estándar te dice cómo tomarlo, cómo distribuirlo.

Si hay algo que a ustedes no se les cumpla, siempre aclárenlo en las declaraciones del error. O sea, la exactitud es de tanto, pero no se cumplió la normalidad de la distribución de los errores. O no se cumplió que fueran independientes. En realidad cuando no se cumple uno no debería aplicar el estándar, pero la otra es aplicarlo declarando cuál condición no se cumplió. Lo que no puede pasar es que no saquen las faltas, no? Las faltas sí tienen que sacarlas.

Yo tomé un rectángulo de la carta, que debe tener 35 o 40 km de largo y 20 km de ancho. En la J28 es la zona de Pando. Si bien es zona de chacras, hay muchas caminería, la caminería fue lo que más me ayudó. Si ustedes agarraran, yo que sé...una zona bien rural en el departamento de Lavalleja, probablemente es un trabajo que les va a costar mucho más, porque si hay una zona que por lo menos uno o dos puntos van a tener que tomar porque sino no les cumple, y ahí no queda otra que buscarle la vuelta para llegar lo más cercano a ese lugar. Por supuesto que siempre uno trata de que os puntos que uno toma para el control horizontal, sirvan

también para el vertical, obviamente, no? No van a laburar dos veces, pero si es para un control, en particular horizontal, van a tener que llegar a ese lugar y además después van a tener que encontrar algo que lo puedan encontrar en la carta y lo vean en el terreno. O sea, los puntos homólogos, sino no sirve. Si no hay homólogos no sirve. Yo no puedo estar viendo un punto en la carta y estar en la duda si será allá o si será allá en el campo porque no me sirve para nada. Las complicaciones para este trabajo, a mí se me presentaron por eso. Ojo, la ciudad también tiene sus complicaciones, porque si el punto te cae en un asentamiento, no es tan chistoso, no es fácil tomarlo. Y si estás en medio rural y tenés que tomar, que vos sabés que estimando estás en 5km para adentro de un campo que tiene 3 porteras con candado, no sabés ni por dónde meterte, no te dan permiso para pasar. Esas cosas en campo les van a pasar y te terminan complicando el control, no?

Tengan la zona bien delimitada en el google Earth, Ustedes van a controlar cartografía papel o digital?

- **Digital**

- Tá, porque eso no es un detalle menor, porque si alguien produce cartografía papel, va a tener problema en la simbolización, y en la simbolización se van a perder muchos puntos. Si tenés una carretera muy amplia, o un cruce de carreteras muy amplias, no? Si a vos te consta que cuando se hizo la restitución, esto lo hicieron por líneas que van exactamente por el eje, es una cosa. Ahora, si a vos te dan un mapa en papel en el cual eso lo simbolizaron con unos trazos que de repente te quedan algo así en el mapa, esto ya deja de ser... si le erras un poquitito, según la escala le estás errando un montón. Es recontra importante que ustedes digan "lo que vamos a controlar es un documento cartográfico digital". Eso es una cosa, si van a controlar papel ya es otra porque aparte ustedes con el error que terminan teniendo, pueden sacar conclusiones, no se olviden de eso, que con el error que terminen detectando, terminan además sacando conclusiones de a cuál escala sería razonable representar eso en función de los errores posicionales que tiene. Si le erran en 1m. está bárbaro, pero si le erran en 50m. evidentemente a ciertas escalas no se puede dibujar, o es mentiroso. Entonces, me queda claro que es digital, tá.

Bueno, la idea de los estándares es que trata de evitar que se empiecen discusiones acerca de quién lo hizo. No es un tema de quién lo hizo, es: dame el producto, así lo haya hecho Cristo o Alá, pero yo le voy hacer las cuentas y me dio esto. Por eso el tema de los estándares. Es una forma estandarizada de tomar los puntos de control.

Lo otro es que ustedes en el chequeo, siempre recuerden que por lo menos con estos estándares ustedes lo que controlan es el producto final.

De ahí para atrás hay que tomarlo como una caja negra. Un mecanismo en el que hubo campo, apoyo, fotos, restitución, generación de modelo de elevación y todo lo demás, pero a ustedes ni les interesa ni les influye. El resultado final es éste. No saben de esos 40m. que les dé de error (por decir cualquier número) si hay un 30m. que le corresponde al campo y 10m. al vuelo. Creo que a nadie le importa. Lo que importa es si lo puedo usar o no y para qué cosas.

13. Test de Rachas

Tests de aleatoriedad.

Dada una muestra $X_1, \dots, X_n$ con distribución continua, los test de aleatoriedad consideran las alternativas:

$H_0 : X_1, \dots, X_n$ es iid

$H_1 : \text{No } H_0.$

Hay distintas causas por las cuales una muestra puede no ser iid: dependencias y heterogeneidades de diverso tipo, tendencias, periodicidades, break-points, etc.

Test de Rachas de Ascensos y Descensos

Dada una secuencia binaria (de 0's y 1's), llamamos una *racha* a una tira de datos iguales rodeados de datos distintos.

Por ejemplo, en la lista

00000011011111101110011111

Hay 8 rachas:

000000|11|0|111111|0|111|00|11111

Este test se basa en dos principios muy simples:

Una secuencia de 0's y 1's generada al azar, no debería tener ni muy pocas rachas (pues eso reflejaría una tendencia sistemática) ni demasiadas rachas (pues eso reflejaría una periodicidad).

En una muestra iid, el hecho de subir o bajar (que el dato siguiente sea mayor al dato presente) es algo que debería ocurrir "al azar", con probabilidad $\frac{1}{2}$ (no son independientes dos subidas o bajadas vecinas, pero sí cuando los datos distan al menos dos)

El procedimiento del test de rachas es muy simple: para cada dato indicaremos con un 1 cuando el dato siguiente es mayor o igual, y con un 0 cuando es menor; es decir, consideramos

$U_i = 1$ si $X_{i+1} > X_i$, 0 si no;

luego contamos el número de rachas R en la secuencia resultante de 0's y 1's y finalmente vamos a la tabla del test, la que nos indica, según n y R , cuál es el p-valor (en la tabla se presentan separados los valores de R según sean mayores o menores que $(2n-1)/3$, que es la esperanza de R

bajo H_0 ; esto ayuda a visualizar, en el caso que se rechace H_0 , si el rechazo se debe a tener demasiadas rachas o muy pocas, con la consecuente interpretación ya indicada).

(Curso de Probabilidad y Estadística, Facultad de Ingeniería (UDELAR), Prof. Gonzalo Perera, Clase18-2012)

14. Test de D'Agostino

La prueba es utilizada para corroborar si es razonable asumir que un conjunto de datos tiene distribución normal. Aplicación de la prueba a los siguientes datos:

8.27 - 3.34 - 10.50 - 11.15 - 5.41 - 14.76 - 14.76 - 9.85 - 11.31 - 10.70 - 9.25 - 12.90

Planteo de hipótesis de la prueba

H0: Los datos tienen distribución normal

H1: No es H0

Cálculo del estadístico del test:

$$DA = \frac{\sum_{i=1}^n (i - \frac{n+1}{2}) X_i^*}{n^2 \sigma_n}$$

Donde:

-Xi: indica el dato que apareció en el lugar i en la muestra. Por ejemplo, para la muestra dada X2=3,34, X5=5,41

-X*: son los datos ordenados en la muestra. Por ejemplo, para la muestra dada X3*=8,27, X5*=9,85.

-n: indica la cantidad de datos de la muestra, para este ejemplo n=12

-σn se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2}{n}}$$

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
i	X_i	X_i^*	$(i - \frac{n+1}{2})$	$(i - \frac{n+1}{2}) X_i^*$
1	8.27	3.34	-5.5	-18.36
2	3.34	5.41	-4.5	-24.36
3	10.50	8.27	-3.5	-28.94
4	11.15	9.25	-2.5	-23.13
5	5.41	9.85	-1.5	-14.77
6	14.76	10.50	-0.5	-5.25
7	14.76	10.70	0.5	5.35
8	9.85	11.15	1.5	16.73
9	11.31	11.31	2.5	28.27
10	10.70	12.90	3.5	45.16
11	9.25	14.76	4.5	66.41
12	12.90	14.76	5.5	81.20

Comentarios sobre la creación de la tabla:

- Columna 1: colocamos los índices, en nuestro caso como hay 12 datos va de 1 a 12.
- Columna 2: tiene los datos en el orden que fueron dados en la letra del problema.
- Columna 3: tiene los datos en forma ordenada de menor a mayor.
- Columna 4: realizamos la operación en cada fila, a i (elementos de la columna 1) le quitamos $(n+1)/2$
- Columna 5: en cada fila realizamos multiplicamos el elemento de la columna 3 (de esa fila) con el elemento de la columna 4 de esa fila.

Por ejemplo: 18.36 se obtiene del producto: $(3.34)(-5.5)$, 24.36 se obtiene del producto: $(-4.5)(5.41)$ y así con el resto de los elementos.

Finalmente calculamos el estadístico:

Para eso, primero hallamos el numerador sumando todos los elementos de la columna 5 de la tabla:

Para el cálculo del denominador hallamos σ_n , utilizando su definición: $\sigma_n=3,3859$. Entonces el denominador: $n2\sigma_n=487,5721$

Finalmente, el estadístico es el cociente $DA=0.26312$

Decisión del test:

Para decidir entre H_0 o H_1 nos fijamos en la tabla de D'Agostino para $n=12$.

Si queremos trabajar al nivel $\alpha=0,05$, nos fijamos si el estadístico cae en el intervalo correspondiente a ese nivel, para una muestra de tamaño 12. Como DA pertenece al intervalo $(0,2544; 0,2854)$ aceptamos H_0 al nivel $\alpha=0,05$.

Si en lugar de trabajar con $\alpha=0,05$ estuviéramos trabajando al nivel $\alpha=0,1$, nos fijamos si el estadístico cae en el intervalo correspondiente a ese nivel, para una muestra de tamaño 12. Como $DA \in (0,2598, 0,2849)$ aceptamos H_0 al nivel $\alpha=0,1$.

Observación:

El estadístico del test es muy sensible a los redondeos, por lo que es conveniente no perder cifras significativas en los cálculos.

Fuente: www.cmat.edu.uy/pye2009/archivos/seba.pdf

Camera Calibration Report

Camera: Canon EOS-1D 326669
Lens: 96186
Owner: 2000 Aviation Systems

Date: 28.06 09:38:26 GMT +3 2012
File: Canon_EOS-1D_326669_96186_2000-Aviation-Systems_120628.pdf

Summary

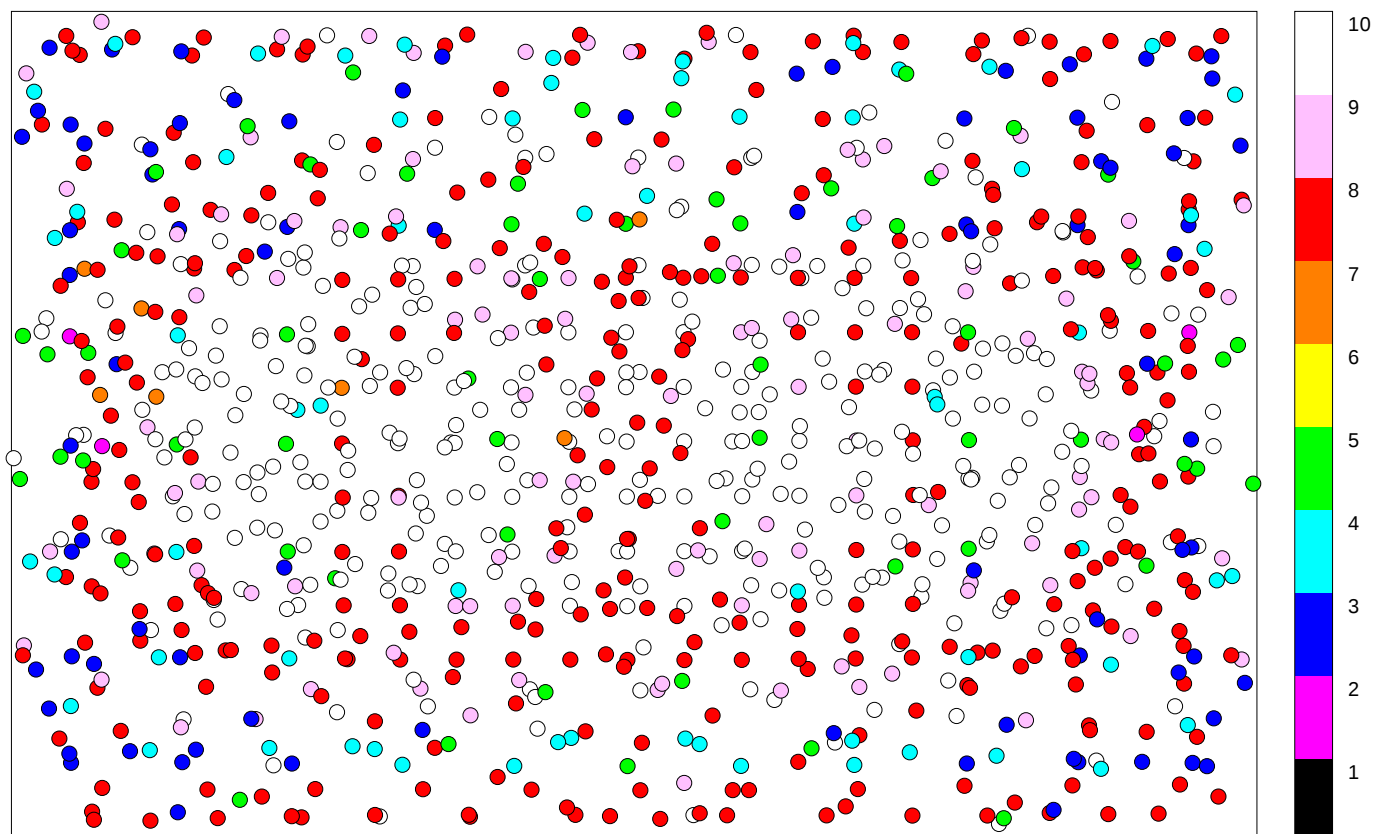
Redundancies

Number of images	10
Color aberrations	No
Number of image observations	1980
Number of distance observations	12
Number of control observations	435
Total number of observations	2427
Number of calibration parameters	10
Number of orientation parameters	60
Number of nuisance parameters	435
Total number of parameters	505
Total redundancy	1922
Over determination	4.81

Variance components

Observation class	Input	Output
Image observations	1.00 pixel	0.32 pixel
Distance observations	1.00 cm	0.27 cm
Regularity constraint	0.01 m	0.00 m
Planarity constraint	10.00 mm	1.57 mm
Total	1.00	0.29

Data coverage

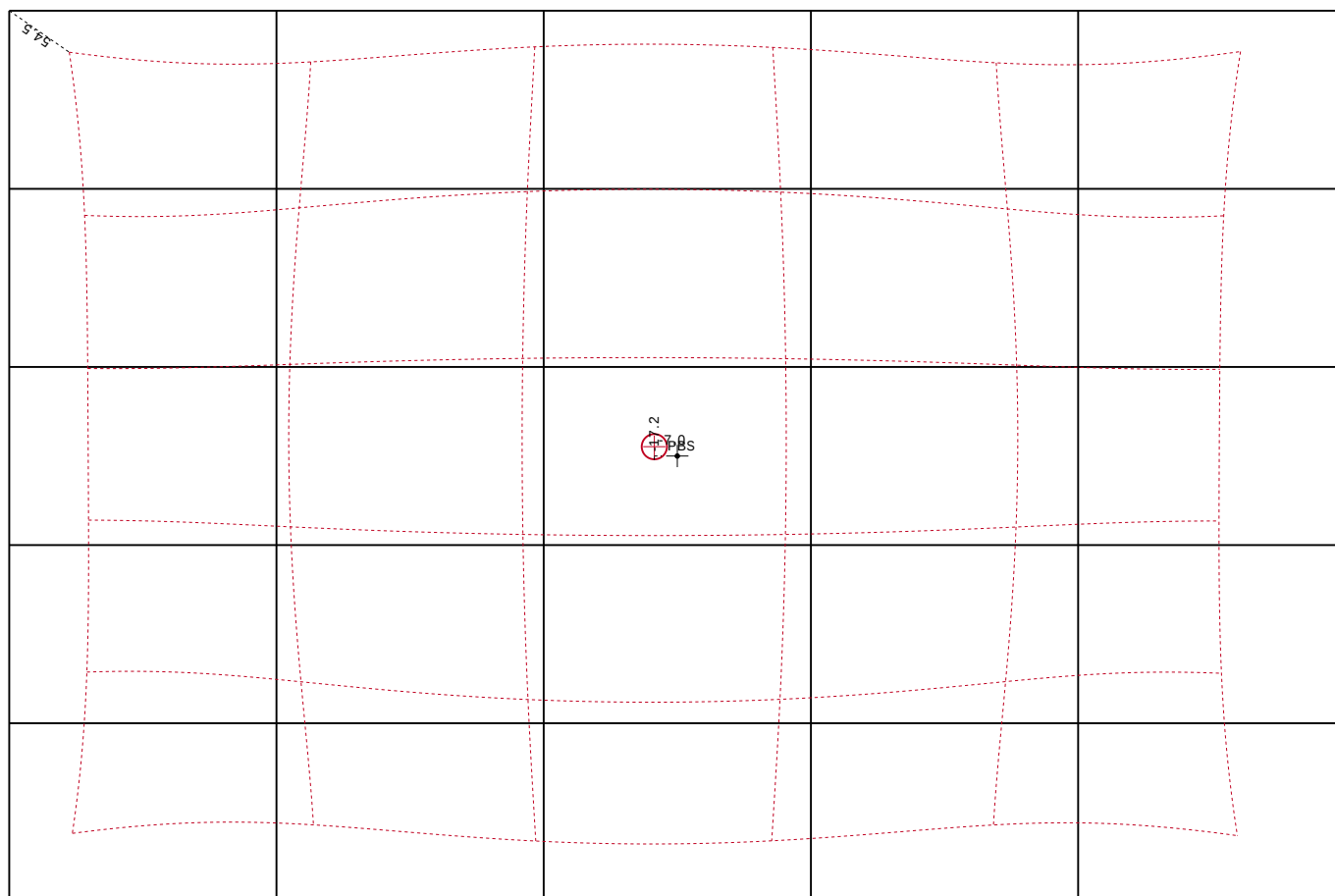


Results

Parameters

Parameter	Value		Std.Error		Effect			
	[pixel]	[mm]	[pixel]	[mm]	{249,166}		{4743,3162}	
					{pixel}	[mm]	{pixel}	[mm]
Principal point X	2478.34	17.8492	0.68	0.0049				
Principal point Y	1656.52	11.9304	0.78	0.0056				
Focal length	3383.28	24.3666	1.03	0.0074				
	[]		[]					
Affinity	0.8689		0.1112		1.3	0.009	-1.3	-0.009
Skew	-0.1207		0.0398		0.3	0.002	-0.3	-0.002
Radial k1 (^3)	-9.5032		0.0392		152.4	1.097	-159.2	-1.146
Radial k2 (^5)	0.8155		0.0104		-94.0	-0.677	101.0	0.727
Radial k3 (^7)	-0.0090		0.0008		7.4	0.054	-8.2	-0.059
Decentering t1	0.1709		0.0129		2.0	0.014	2.0	0.015
Decentering t2	0.0022		0.0200		0.0	0.000	0.0	0.000

Deformation



Radial Distortion

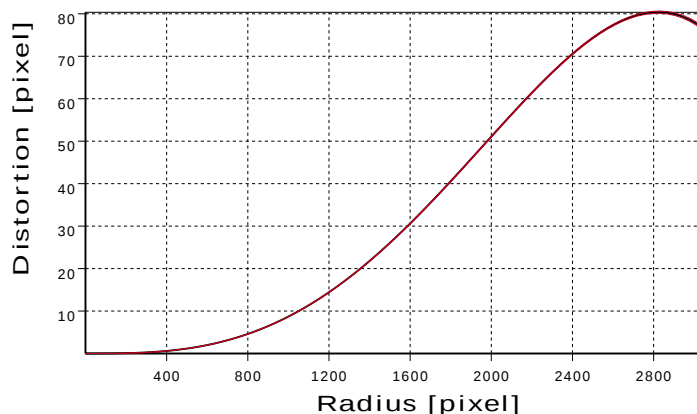
Distortion Tables

Radius	Distortion
[pixel]	[pixel]
0	0.0
200	0.1
400	0.6
600	2.0
800	4.6
1000	8.7
1200	14.4
1400	21.8
1600	30.6
1800	40.6
2000	51.1
2200	61.4
2400	70.5
2600	77.3
2800	80.4
3000	78.0

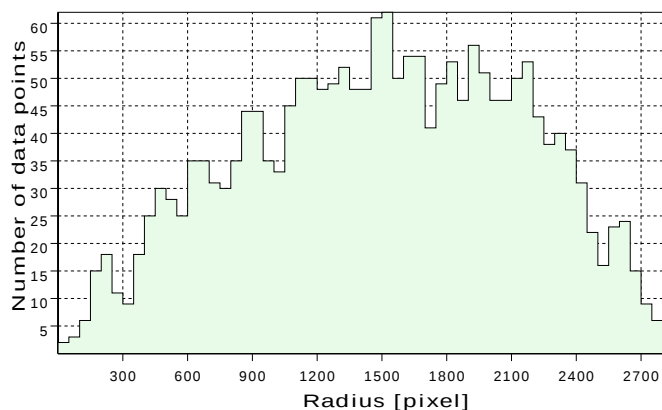
Radius	Distortion
[mm]	[um]
0.000	0.0
1.100	0.2
2.200	1.9
3.300	6.5
4.400	15.1
5.500	29.0
6.600	48.9
7.700	75.5
8.800	109.1
9.900	149.5
11.000	196.3
12.100	248.4
13.200	304.4
14.300	362.4
15.400	419.8
16.500	473.7
17.600	520.5
18.700	556.3
19.800	576.4
20.900	575.7

Angle	Distortion	
[deg]	[pixel]	[um]
0.0	0.0	0.0
3.0	0.1	0.4
6.0	0.4	3.0
9.0	1.4	10.3
12.0	3.4	24.3
15.0	6.6	47.4
18.0	11.3	81.6
21.0	17.9	128.6
24.0	26.3	189.5
27.0	36.7	264.1
30.0	48.6	350.1
33.0	61.3	441.2
36.0	72.8	524.4
39.0	79.9	575.7

Distortion curve



Radial coverage



"Standard" analytical form [mm]

$$dr = k1*r^3 + k2*r^5 + k3*r^7$$

where

r = radius with respect to PBS in [mm]

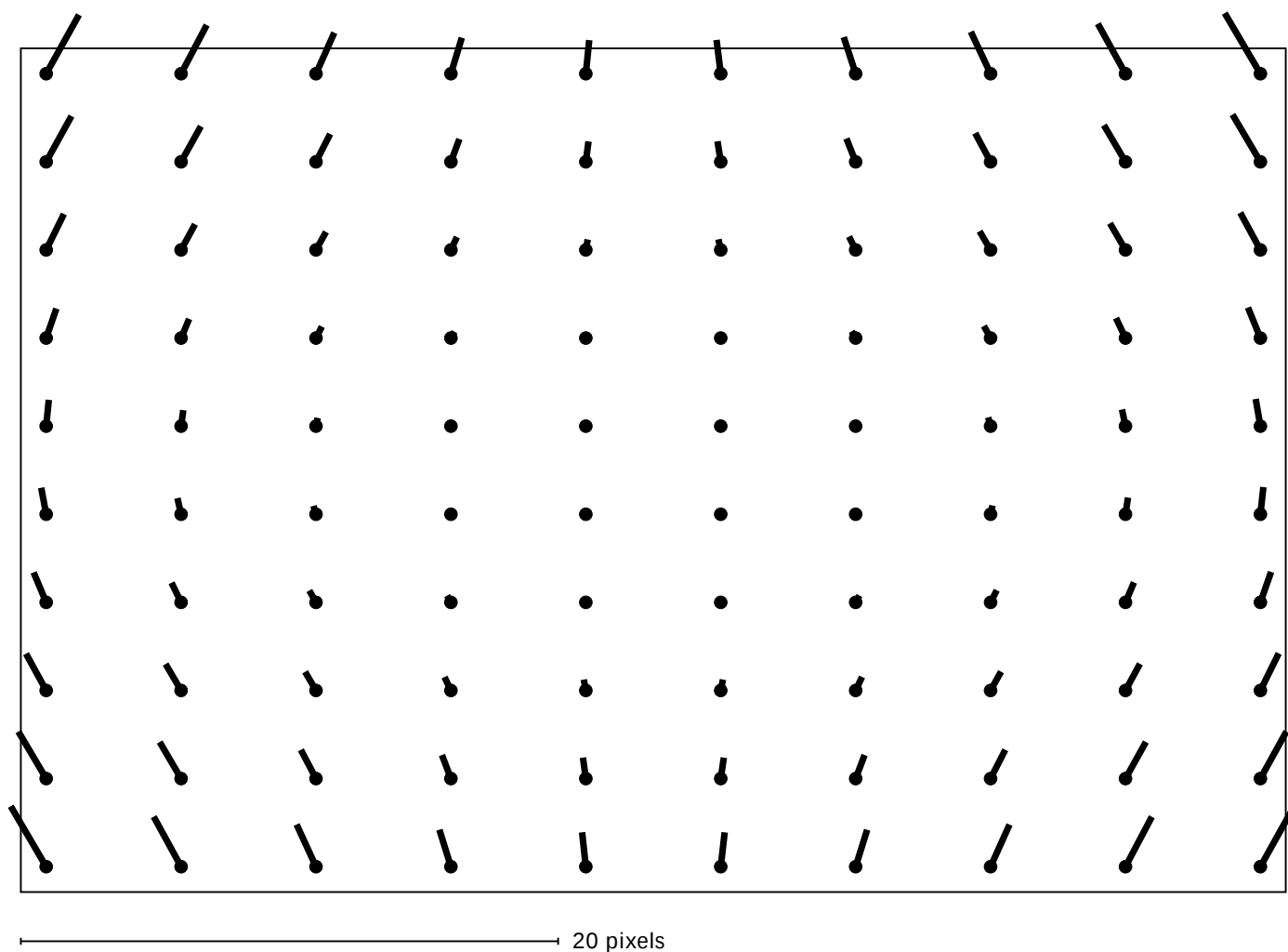
k1 = -0.00018321138

k2 = 0.00000030310

k3 = -0.000000000006

Tangential Distortion (Decentering)

Decentering Deformation



"Standard" analytical form [mm]

$$dx = P1 \cdot x \cdot y + P2 \cdot r^2 \cdot x^2$$

$$dy = P2 \cdot x \cdot y + P1 \cdot r^2 \cdot y^2$$

where

r, x, y = radius/x/y with respect to PBS in [mm]

$P1 = 0.00002372386$

$P2 = 0.00000030555$

Distances

Residuals of Distances

Distance	Residual	Redundancy
	[cm]	[]
7-8	-0.07	0.95
6-8	-0.14	0.98
6-7	-0.07	0.93
5-8	-0.06	0.93
5-7	-0.45	0.98
5-6	-0.11	0.95
3-4	0.28	0.99
2-4	0.04	0.99
2-3	0.48	0.98
1-4	0.44	0.98
1-3	-0.18	0.99
1-2	0.20	0.99

Residual Plot

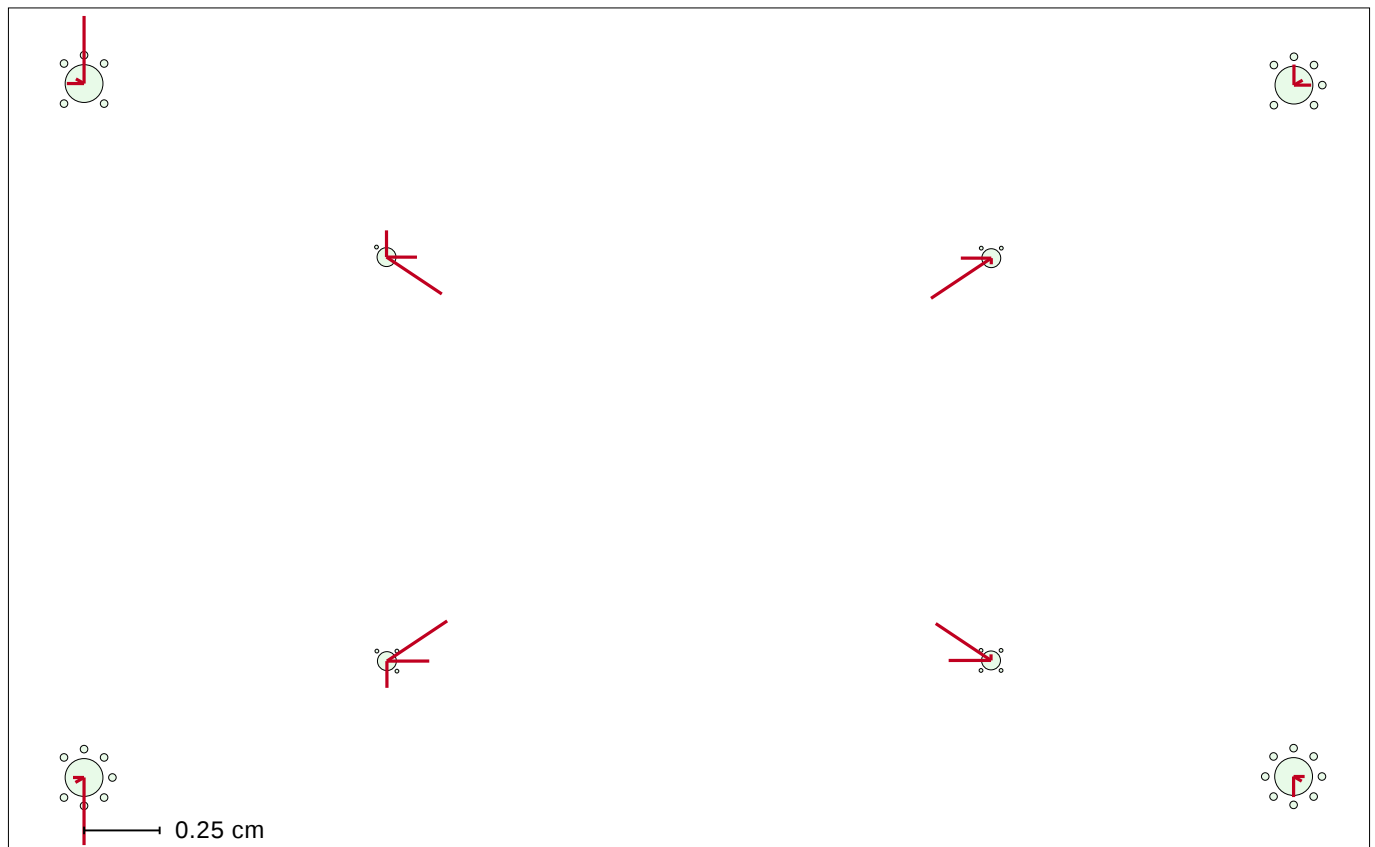


Image Residuals

Summary

Image	n	RMS-x	RMS-y	MAX-x	MAX-y
		[pixel]	[pixel]	[pixel]	[pixel]
YT1X0001.JPG	88	0.58	0.43	2.32	2.32
YT1X0002.JPG	62	0.49	0.41	1.51	0.98
YT1X0003.JPG	62	0.38	0.37	0.89	0.76
YT1X0004.JPG	63	0.31	0.38	0.63	1.10
YT1X0005.JPG	66	0.27	0.40	0.62	1.23
YT1X0006.JPG	145	0.16	0.14	0.81	0.38
YT1X0007.JPG	128	0.31	0.25	1.20	0.75
YT1X0008.JPG	124	0.22	0.28	0.60	0.85
YT1X0009.JPG	128	0.21	0.35	0.64	1.14
YT1X0010.JPG	124	0.29	0.34	0.90	0.98
total	990	0.32	0.32	2.32	2.32