



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

2011-2012

Influencia del GSD en la orientación de un bloque fotogramétrico



Autoras:

Priscila García Flores

Edurne Ortiz de Elguea San Miguel

Tutora:

Amaia Mesanza Moraza

2 de Julio de 2012

ÍNDICE

1. Objetivos del proyecto	4
2. Conocimientos teóricos	5
2.1. Definición de la Fotogrametría	5
2.2. Evolución de la Fotogrametría	5
2.3. Método General de la Fotogrametría	6
2.4. Métodos de Orientación	9
2.4.1. Apoyo Continuo	9
2.4.2. Aerotriangulación	12
2.4.2.1. Fase de preparación	13
2.4.2.2. Fase instrumental	13
2.4.2.3. Fase de cálculo	14
2.4.3. Orientación Directa	15
2.5. Métodos para la adquisición de datos	16
2.5.1. La radiación	16
2.5.2. Sistema GPS	16
3. Desarrollo del proyecto	18
3.1. Fase de preparación	18
3.1.1. Datos de partida	18
3.1.2. Planificación del trabajo	21
3.1.3. Toma de los puntos de apoyo	25
3.1.4. Cálculo de las coordenadas	28

3.2. Fase instrumental y de medida	30
3.2.1. Material utilizado para la orientación	30
3.2.2. Orientaciones del bloque	32
ORIENTACIÓN MEDIANTE APOYO CONTINUO	36
ORIENTACIÓN MEDIANTE AEROTRIANGULACIÓN	43
ORIENTACIÓN DIRECTA	47
3.3. Fase de cálculo	50
AJUSTE POR AEROTRIANGULACIÓN	52
AJUSTE ISO	56
4. Restitución	58
5. Conclusiones	61
5.1. Estudio temporal de los métodos empleados	61
5.2. Análisis de los resultados	62
6. Bibliografía	70
7. Listado de figuras	72
8. Listado de tablas	75
ANEXO I: Imágenes del vuelo	76
ANEXO II: Certificado de Calibración	97
ANEXO III: Archivo con los datos GPS-INS	111
ANEXO IV: Reseñas RURT	114
ANEXO V: Cálculo de los Puntos de Apoyo	123
ANEXO VI: Listado de Puntos de Apoyo	126
ANEXO VII: Reseñas de los Puntos de Apoyo	128
ANEXO VIII: Resultados finales de las orientaciones	142
ANEXO IX: Ficheros creados en las orientaciones	144
ANEXO X: Plano de restituciones	171
ANEXO XI: Plano de restituciones con la ortofoto	173

En estas páginas se muestra el Proyecto Fin de Carrera de Ingeniería Técnica en Topografía realizado por Priscila García y Edurne Ortiz de Elguea en el curso 2011/2012. Se desarrolla en el segundo cuatrimestre del tercer curso, con un total de 4,5 créditos. En esta última fase de nuestro aprendizaje hemos tenido como tutora a la profesora Amaia Mesanza Moraza, de la sección de Topografía de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Vitoria-Gasteiz.

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto es la comparación de los resultados analíticos y gráficos de la orientación de un bloque fotogramétrico, obtenida a partir de dos vuelos con GSD de distinto valor; 7cm y 25cm. Para ello partimos del Proyecto Fin de Carrera de Gloria Calzada Viniegra del año 2011 realizado con un GSD de 25cm.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de este proyecto es la comparación con un vuelo de distintas características, en este proyecto se realizará el mismo trabajo que en el tomado como referencia, consistiendo en la orientación de un bloque mediante distintos métodos y determinación del mejor de los métodos en función de varios factores.

Los distintos métodos de ajuste que se emplearán son los siguientes:

1. Método de ajuste por Apoyo Continuo.
2. Método de Aerotriangulación
3. Método de Orientación Directa
4. Método ISO o Ajuste Combinado

Los factores que vamos a comparar son:

- El tiempo invertido en la realización de cada uno de los métodos.
- La precisión obtenida de los métodos comentados anteriormente.
- La dificultad de cada método.
- La restitución de cada método de ajuste con la ortofoto.

2. CONOCIMIENTOS TEÓRICOS

2.1. DEFINICIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA:

Podemos encontrar distintas definiciones para definir la fotogrametría. Por una parte se puede definir según la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección como *“El arte, ciencia y tecnología de obtener información fidedigna de los objetos físicos y del medio ambiente mediante procesos de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas y de modelos de energía radiante electromagnética y otros fenómenos”*. Este concepto deriva de los vocablos “photos” que significa luz, gramma” que significa escrito y “metron” que significa medida (ASPRS, 2004).

Por otra parte podemos decir que según Bonneval es *“La técnica cuyo objetivo es definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquier a partir de medidas sobre una o varias fotografías”*¹.

2.2. EVOLUCIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA:

En la actualidad, para poder trabajar en fotogrametría se usan imágenes digitales. Sin embargo, el comienzo de la ciencia no fue así, ya que la tecnología no estaba lo suficientemente desarrollada para poder trabajar con este tipo de imágenes. A continuación explicaremos las distintas etapas que ha habido hasta llegar al proceso actual.

La fotogrametría empezó a ser utilizada como técnica de medición a mediados del siglo XIX. Alrededor de 1840, el geodesta Aragón demostró el uso de las fotografías en la producción de mapas topográficos. Y sobre 1850 gracias a Aimé Laussedat, se realizó el primer experimento real para producir mapas topográficos utilizando técnicas fotogramétricas.

En 1909, en su etapa analógica, E. Von Orel ingenió el primer restituidor, el estereoautógrafo, que permite digitalizar tridimensionalmente fotografías terrestres. A partir de entonces, en 1915, Passer patentó el estéreo proyector, instrumento que utilizaba anaglifos y que dio paso posteriormente al restituidor “Multiplex”, que permitía obtener medidas fotogramétricas. Entre 1923 y 1930 se extendió el principio del estereoautógrafo para producir mapas a partir de fotografías aéreas. Así mismo se generalizó el empleo de película de rollo continuo, y empezaron a utilizarse emulsiones que permitían tomar fotografías desde grandes alturas.

¹ UC. Área de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría

A partir de 1930 aparecen numerosas soluciones analíticas a la resección, orientación, intersección, rectificación y aerotriangulación. En esta época el desarrollo de los ordenadores, permitió la aparición de la fotogrametría analítica y supuso una ayuda en el campo de la fotogrametría. De forma que hacia 1957, U.V. Helava inventó el restituidor analítico, que ofrecían ventajas extraordinarias frente a los analógicos.

Gracias a los desarrollos tecnológicos se empezó a trabajar con imágenes digitales y automatizar al máximo las tareas que requieren de operadores experimentados. Un factor fundamental en la historia de la fotogrametría ha sido la incorporación del GPS. Con esto podíamos determinar con precisión la trayectoria del avión y las coordenadas del centro de proyección de la cámara o sensor, de esta forma el trabajo de apoyo en campo se reduce al mínimo. Otro sistema que se integra junto al GPS es el sistema de navegación inercial INS, que supone un avance en la Geodesia y Fotogrametría, ya que permite realizar una determinación precisa de los parámetros de orientación externa por métodos directos.

La situación actual en el mundo fotogramétrico se caracteriza por una serie de tendencias como pueden ser el uso de cámaras digitales aerotransportadas, el uso de cámaras multiespectrales, o la combinación de procedimientos fotogramétricos digitales y láser. Así como también podemos destacar la integración de datos SIG o CAD².

2.3. MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGRAMETRIA

El Método General de la Fotogrametría (MGF) consiste en la obtención de los datos tridimensionales de un modelo fotogramétrico, partiendo de información bidimensional de dos fotografías correlativas.

Para llevar a cabo este método, serán necesarias dos fotografías tomadas desde dos puntos de vista diferentes. De esta manera se reconstruye la forma de cada uno de los haces y su ubicación en el espacio respecto a un sistema de referencia en concreto, y así, es capaz de ofrecernos coordenadas de cada uno de los puntos objeto. Para conseguir todo esto, se utilizará el principio de visión estereoscópica que permite identificar los rayos homólogos de cada haz.

La orientación de un bloque fotogramétrico requiere seguir un proceso que consiste en dos pasos. La primera parte es indispensable, es la realización de la orientación interna. En esta fase conseguimos el sistema de coordenadas imagen o

² Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital

foto-coordenadas y los puntos de referencia que usaremos serán las marcas fiduciales. Consiste en la determinación del haz perspectivo de cada imagen.

En la segunda parte se realizará la orientación externa, que consiste en conocer la posición del fotograma en el espacio. Este paso puede dividirse en dos fases: la orientación relativa y la absoluta.

- ✚ Orientación relativa: Esta será la primera fase para la orientación externa y para ello usaremos los puntos de Von Guber, y el sistema de coordenadas que conseguiremos será el sistema de coordenadas modelo. En definitiva es la determinación de la posición relativa de un haz respecto a otro, de tal forma que las intersecciones de los puntos homólogos en la fotografía determinen los puntos del objeto.

- ✚ Orientación absoluta: Esta es la última fase a realizar en el Método General de la Fotogrametría donde se realiza la nivelación y escalado del bloque en un sistema de coordenadas terreno. En este caso usaremos los puntos de apoyo y el sistema de coordenadas que obtendremos serán las coordenadas terreno.

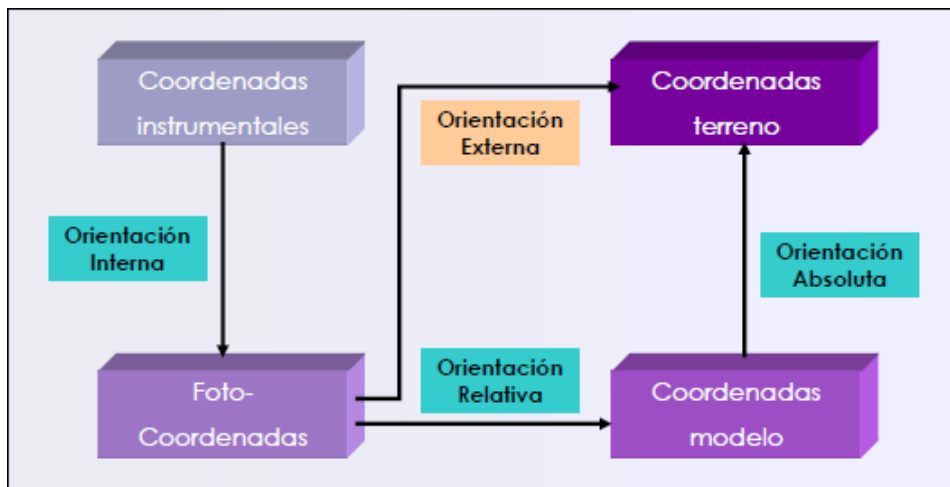


Figura1: Esquema del Método General de la Fotogrametría

Relación del sistema de coordenadas con el método general de la fotogrametría:

SIST. DE COORDENADAS	TIPO	ORIGEN	UNIDADES	RESULTADO DE:	PUNTOS EMPLEADOS
Coordenadas instrumentales	2D	Propio	Propio	Medida	
Foto coordenadas	2D/3D	Fotograma	mm	Orientación interna	Marcas fiduciales
Coordenadas modelo	3D	Fotograma izquierdo	mm	Orientación relativa	Puntos de Von Grüber
Coordenadas terreno	3D	General	m	Orientación absoluta	Puntos de apoyo

Tabla1: Relación del Sistema de Coordenadas con el MGF

2.4. MÉTODOS DE ORIENTACIÓN

La orientación de un bloque fotogramétrico consiste en la obtención de los siete parámetros de transformación cada imagen, siendo las coordenadas de los centros de proyección, los giros y el factor de escala aplicados.

Los métodos de orientación se pueden clasificar en dos grupos: Por un lado los directos, dentro de los cuales está la Orientación Directa, y por otro lado, los indirectos dentro de los que encontramos el Apoyo Continuo, Aerotriangulación (por pasadas, por Modelos Independientes y por Haces) y el ajuste ISO.

2.4.1. APOYO CONTINUO

Esté método de ajuste se realiza modelo a modelo siguiendo el Método General de la Fotogrametría en cada uno de ellos.

ORIENTACION INTERNA

La orientación interna permite establecer la transformación entre el sistema de coordenadas instrumentales y el sistema de foto-coordenadas. Para ello se trabaja independientemente cada fotografía.

Errores que afectan a las medidas:

- ✚ EL PUNTO PRINCIPAL NO COINCIDE CON EL CENTRO FIDUCIAL: este hecho suele ser debido a que el plano de la imagen no es ortogonal al eje óptico de la lente.
- ✚ ERROR POR DISTORSIÓN DE LALENTE: La distorsión de la lente produce una variación de la distancia principal de la lente de una zona a otra del plano imagen, por lo que también se producen cambios en la escala de la imagen fotográfica. Existen dos componentes que se comportan de distinto modo, por una parte la distorsión radial y por otra parte la distorsión tangencial. De estas dos solo se tendrá en cuenta la distorsión radial.
- ✚ REFRACCIÓN ATMOSFÉRICA: debido a que la densidad de la atmósfera y el índice de refracción varían dependiendo de la altitud, los rayos de luz no viajan rectilíneamente a través de la atmósfera, si no curvados. En consecuencia aleja al punto del punto central.

- ✚ CURVATURA TERRESTRE: este error se produce debido a que la Tierra no es plana, en consecuencia se acerca el punto al punto central. Este sucede en fotogrametría aérea.

ORIENTACION RELATIVA

El segundo paso será realizar la orientación relativa, que permite determinar en un par de imágenes fotográficas las orientaciones angulares y posiciones relativas que se dieron en el momento de la toma. Para ello será imprescindible la creación de un modelo estereoscópico.

Este proceso suele llevarse a cabo mediante la medición de coordenadas imagen de un número mínimo de puntos de dos tomas consecutivas y aplicación a cada uno de estos de la condición de coplaneidad o por aplicación de la condición de colinealidad, con lo cual los dos rayos homólogos intersecan en un punto común del espacio $P(X, Y, Z)$.

El mínimo número de puntos de intersección para lograr la formación del modelo es de cinco, distribuidos según Von Grüber, aunque en la práctica se usan un mínimo de 6 puntos.

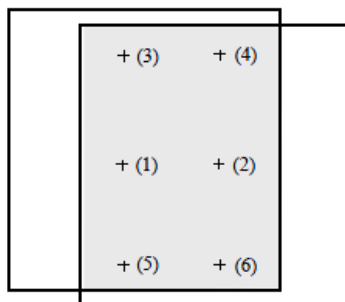


Figura2: Distribución según Von Grüber

A continuación se explican los dos algoritmos con los que se realiza la orientación relativa:

- + **CONDICIÓN DE COPLANEIDAD:** Este método se basa en que los centros de proyección de dos imágenes consecutivas (O_1 y O_2), los puntos imagen homólogos (p' y p'') y ese mismo punto sobre el terreno $P(X, Y, Z)$ han de estar en un mismo plano.

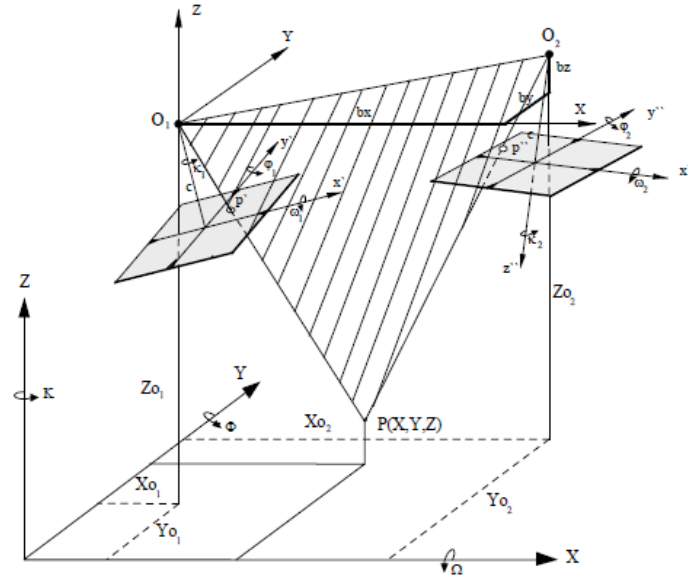


Figura3: Condición de Coplaneidad

- + **CONDICIÓN DE COLINEALIDAD:** Esta condición consiste en la alineación del punto sobre el terreno, el punto en la imagen y el punto de vista o centro de proyección (O). Realizando este proceso en las dos imágenes, la intersección de los rayos homólogos coincide con el punto alineado sobre el terreno.

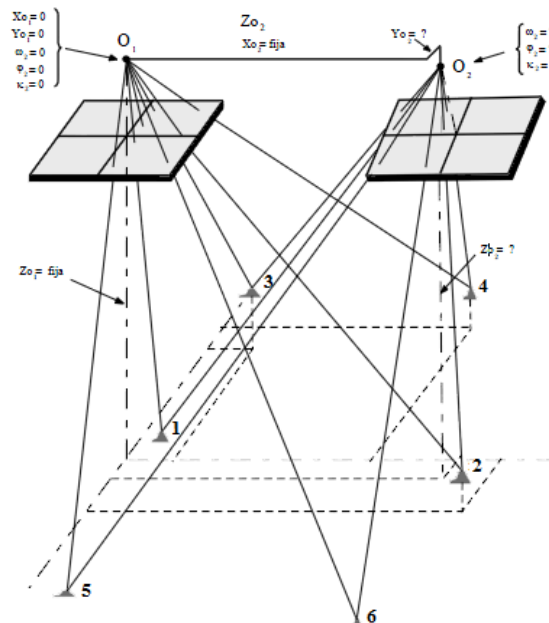


Figura4: Condición de Colinealidad

ORIENTACIÓN ABSOLUTA

Mediante el último paso en la orientación de un modelo, se obtienen las coordenadas terreno de cualquier punto del mismo. Así como también se realiza el escalado y nivelado del modelo.

Para comprender correctamente el proceso seguido en este proyecto, es importante explicar que son los **puntos de apoyo** ya que aparecerán expuestos en diversas ocasiones y se utilizarán en todos los métodos que se van a emplear para la orientación del bloque. Éstos deben estar bien definidos tanto planimétrica como altimétricamente. De ellos se conocen las coordenadas terreno y es conveniente que se ubiquen en una zona llana y sean identificables tanto en las dos fotografías que forman el modelo como en el terreno. Deberán situarse en la zona de recubrimiento estereoscópico y nunca deben señalizarse en el terreno.

Para realizar la orientación absoluta los datos mínimos que se necesitan son las coordenadas (X Y Z) de dos puntos de apoyo y la cota de un tercero en los sistemas de coordenadas modelo (obtenidas en la orientación relativa) y terreno (medidas en campo). Para que el resultado obtenido tenga mayor precisión, normalmente se usan al menos cuatro puntos ubicados en las esquinas del modelo, para así asegurarnos de que está completamente cubierto.

En este proceso es fundamental aplicar un factor de escala (λ), tres rotaciones ($\omega \phi \kappa$) y tres traslaciones ($T_x T_y T_z$) al modelo estereoscópico, para asemejarlo al terreno debido a que los sistemas de coordenadas con los que se trabaja no son paralelos. Estos siete parámetros son las incógnitas que se van a obtener resolviendo una transformación tridimensional de semejanza usualmente llamada Helmert 3D.

2.4.2. AEROTRIANGULACIÓN:

Este proceso consiste en la obtención indirecta de las coordenadas de los puntos del terreno así como su orientación, mediante procesos fotogramétricos. Para ello necesita apoyarse en puntos de apoyo.

Las ventajas que nos proporciona este método frente a otros métodos, se destaca en el trabajo de campo, ya que se disminuye considerablemente la cantidad de puntos de apoyo que se necesitan. Por lo que, el tiempo que se tarda en realizar el trabajo es menor. Así mismo se obtendrá mayor

homogeneidad en el bloque fotogramétrico, por la detección de errores groseros.

El proceso de aerotriangulación consta de tres fases:

2.4.2.1. FASE DE PREPARACIÓN:

Consiste en realizar el planeamiento, planificación y preparación del material necesarios para los posteriores procesos. Para ello es necesario realizar la recopilación del proyecto de vuelo, es decir, las especificaciones sobre las fotografías y el formato de las imágenes, el certificado de calibración de la cámara, las reseñas y croquis de los puntos de apoyo que van a ser utilizados. Por otra parte, hay que seleccionar y obtener los puntos de control tanto planimétricos como altimétricos.

2.4.2.2. FASE INSTRUMENTAL:

Es el proceso de adquisición de datos donde se obtienen las coordenadas de los puntos de interés, que posteriormente serán transformadas a coordenadas terreno. Esta fase depende del método de aerotriangulación que se emplee, en este caso será por modelos independientes. Para ello se medirán puntos de apoyo y puntos de aerotriangulación.

AEROTRIANGULACIÓN POR MODELOS INDEPENDIENTES

En la fase instrumental, se realiza la orientación relativa de cada uno de los modelos objeto de la aerotriangulación y la medición de las coordenadas de los puntos seleccionados (puntos de apoyo, de paso y enlace).

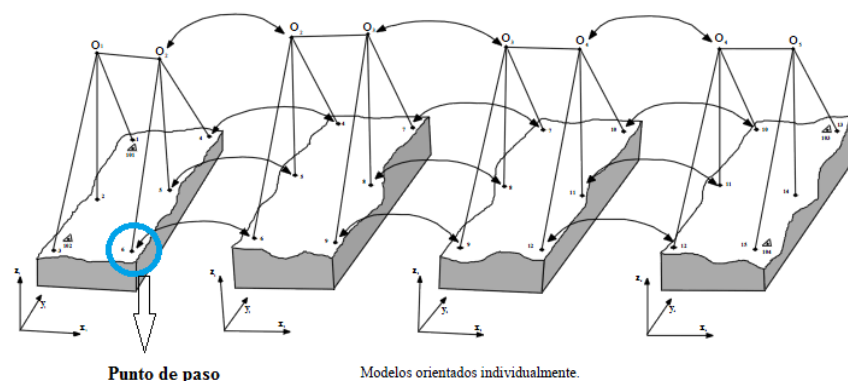


Figura5: Unión de los puntos de Aerotriangulación

Al igual que en cualquier proceso, antes de realizar la **orientación relativa**, es necesario que esté hecha la interna, realizándolas de la manera que se ha explicado anteriormente.

El último paso en este método será realizar la **medición de los puntos** de paso y enlace. Estos puntos son los llamados puntos de control menor o puntos de aerotriangulación. Así mismo también será necesario medir los puntos de apoyo.

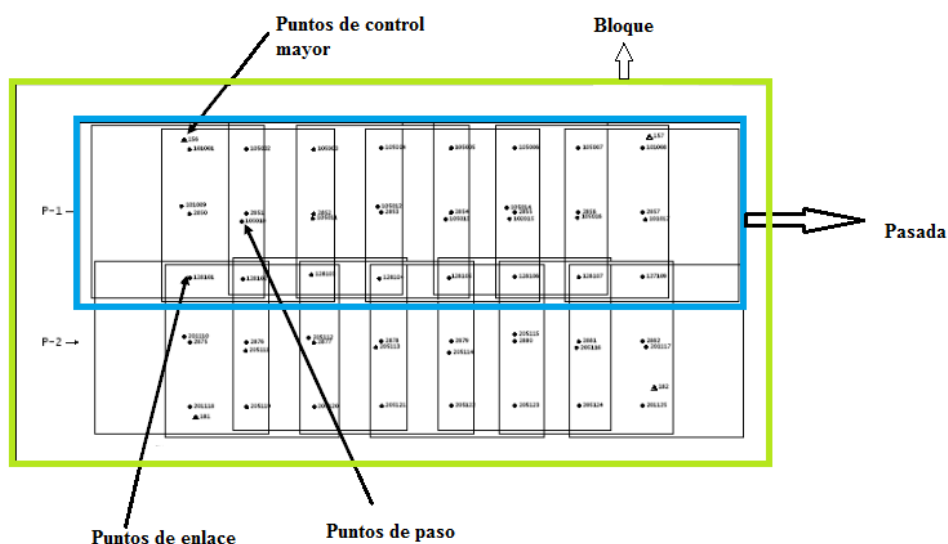


Figura6: Distribución de los puntos de Aerotriangulación.

2.4.2.3. FASE DE CALCULO:

La fase de cálculo consistirá en unir cada uno de los modelos mediante transformaciones tridimensionales sucesivas de coordenadas, de forma que todos los puntos del bloque (de control menor o mayor) estén referidos a un sistema de coordenadas único.

El último paso en el ajuste del bloque para este proyecto, se realiza mediante un ajuste por haces. Éste consiste en que las foto-coordenadas y centro de proyección de una fotografía definen un haz espacial de rayos. Teniendo en cuenta que tras la fase instrumental tenemos los parámetros de Orientación Interna y Externa de cada fotograma, las foto-coordenadas de los puntos de Aerotriangulación y las coordenadas terreno de los puntos de apoyo, se puede deducir que la ecuación que relaciona las foto-coordenadas con las coordenadas terreno es la Colinealidad, cuyo fundamento se ha explicado anteriormente.

2.4.3. ORIENTACIÓN DIRECTA:

Esta técnica surgió debido a las dificultades orográficas que se encontraban los topógrafos al realizar el apoyo en campo, por lo que se podían retrasar los levantamientos fotogramétricos. Para resolver estos problemas, se incorporó un GPS a una cámara fotográfica.

El sistema está compuesto por dos receptores GPS (uno terrestre y otro aerotransportado), una unidad IMU (Unidad de Medida Inercial) que posee tres acelerómetros y tres giróscopos, y por último un sistema de control y un software.

El GPS nos ofrece las coordenadas del centro de proyección ($X_0 Y_0 Z_0$) y el IMU los giros ($\omega \phi \kappa$) que ha sufrido la imagen en el momento de la toma respecto a la superficie terrestre los cuales son los datos para la orientación externa. Para que todas las imágenes queden referidas al mismo sistema de referencia, se requiere una calibración del sistema GPS-INS. Esta calibración consiste en medir las distancias entre los tres elementos, en el que el IMU será el centro del sistema.

Las ventajas que ofrece esta técnica son: la garantía en el proyecto del vuelo, la reducción del apoyo fotográfico, la disposición de los parámetros de la orientación externa, y la garantía en la resolución de los procesos fotogramétricos.

2.5. MÉTODOS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

Para conseguir las coordenadas de los puntos de apoyo, se suelen emplear dos métodos: la radiación y el GPS, ya que son de los más rápidos y sencillos.

2.5.1. LA RADIACIÓN:

La radiación es el método topográfico más sencillo de todos los existentes en el cálculo de las coordenadas. En esta técnica se observan ángulos y distancias. El instrumento principal que se ha de usar es la estación total.

Mediante la radiación, conseguimos las coordenadas de varios puntos, partiendo de un punto con coordenadas conocidas.

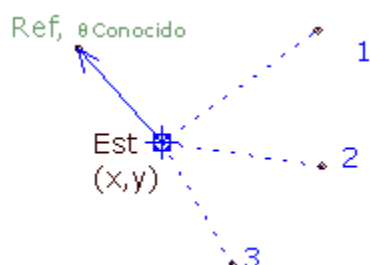


Figura7: Esquema de radiación

2.5.2. SISTEMA GNSS:

El GPS (Global Positioning System o sistema de posicionamiento global) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto. Un GNSS es una constelación de satélites que transmite señales utilizadas para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre la tierra, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que se tarda en emitir y recibir las señales al equipo. De forma que mide la distancia al satélite mediante una triangulación, la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición.

Para la toma de datos, existen dos sistemas de medida según el momento en el que se calculan las coordenadas:

- Tiempo real: Las coordenadas del receptor, móvil o estático, se obtienen en tiempo real, es decir, que obtenemos las coordenadas en el momento de la observación.
- Post proceso: Las coordenadas del receptor, móvil o estático, son obtenidas una vez que hemos finalizado la observación y se calculan las posiciones en gabinete. Este posicionamiento se suele utilizar para posicionamiento estático o relativo con medida de fase. En caso de que el posicionamiento sea estático relativo con medida de fase, se obtienen soluciones más precisas que en tiempo real.

✚ MÉTODO RTK (Real Time Kinematic):

El RTK o Real Time Kinematic, es una forma de medida diferencial, que nos ofrece resultados de las medidas una vez procesadas las observaciones. Usualmente se aplica este método a posicionamientos cinemáticos, aunque también permite posicionamientos estáticos.

Para el uso de este método, será necesario un receptor fijo y uno móvil. El receptor fijo o la base se sitúa en modo estático en un punto de coordenadas conocidas, mientras que el móvil, al que usualmente llamamos "ROVER", es el receptor en movimiento del cual se determinarán las coordenadas en tiempo real.

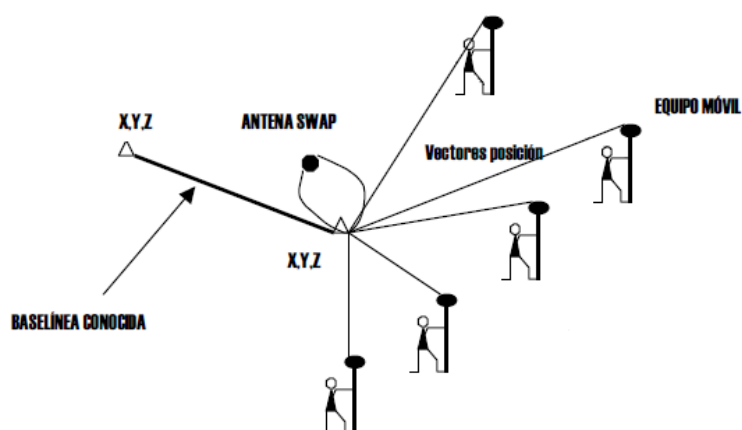


Figura8: Croquis del método RTK

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este apartado se va a exponer el trabajo realizado para el desarrollo del proyecto. En este caso se han seguido una serie de fases en las que se ha dividido, en función del tipo de trabajo que se realiza en cada una de ellas. Las etapas con las que cuenta son las siguientes: la fase de preparación, la fase instrumental y de medida, y la fase de cálculo.

3.1. FASE DE PREPARACIÓN:

En esta fase se va a analizar la información de partida con la que contamos y se va a planificar el trabajo para obtener todos los datos necesarios con el fin de hacer el ajuste mediante los distintos métodos requeridos.

3.1.1. DATOS DE PARTIDA

Los datos de los que disponemos para llevar a cabo el trabajo son los siguientes:

Fotografías en formato TIFF:

Se dispone de un bloque 20 fotografías en formato TIFF realizadas en Septiembre de 2008 por la Empresa Azimut, S.A con la cámara Vexcel UltraCam XP y un GSD de 7cm. El bloque se encuentra ubicado en la localidad de Vitoria Gasteiz, desde el casco Histórico de la ciudad hasta el sur. Estas 20 imágenes están distribuidas en cuatro pasadas, desde la número 158, hasta la 161.

Ver ANEXO I, Imágenes del vuelo

El GSD, (Ground Sample Distance), indica el tamaño del pixel en unidades terreno.

Tagged Image File Format (TIFF), es una extensión de imagen que permite almacenar datos y características acerca de las imágenes que disponemos, como se puede ver en la siguiente imagen:

```

h50_112_fot_158-4552 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
UltraCam-Lv103
-----
CAM_ID: UCX-SX-1-80810093 [2]
RECORD_GUID: 394E5AFC-5F02-4706-BD00-271BDA742DF5
IMG_GUID: 40805F61-6340-4B7F-A27A-46A2D1813C6C
FILE_GUID: C33CA6BD-48D1-4DD3-A2EB-3A7410B788D7
IMG_NO: 4552
CAPTURE_TIME: 2008-09-17 13:48:01.921
CAPTURE_TIME_UTC: 2008-09-17 13:48:01.921
IMG_TYPE: High resolution multi channel RGBI
ROTATION: 270 [degree]
SOFTWARE: 515745758
LICENSE_ID: OPC v3.2.0
PIXEL_SIZE_WIDTH: 7.200 [micron]
PIXEL_SIZE_HEIGHT: 7.200 [micron]
--- Inner Orientation ---
PRINCIPAL_DISTANCE: 100.500 [mm]
PRINCIPAL_POINT_X: -0.216 [mm]
PRINCIPAL_POINT_Y: 0.000 [mm]
SENSOR_AREA_WIDTH: 67.824 [mm]
SENSOR_AREA_HEIGHT: 103.896 [mm]
-----
--- Exposure Annotation Data ---
MID_EXPOSURE_CORRECTION: 0.001 [s]
FMS_EXPOSURE_NUMBER: 4552
FMS_PROJECT: Spain2008
FMS_AREA: País Vasco X7
FMS_LINE_NUMBER: 158
FMS_SEGMENT_NUMBER: 1
FMS_WAY_POINT_NUMBER: 4552
GPS_DATE: 080917
GPS_TIME: 133855
GPS_LATITUDE: N42.835129
GPS_LONGITUDE: W002.680359
GPS_ALTITUDE: 1528.000 [m]
GPS_POSITION_SOLUTION: GPS
GPS_TRACK_OVER_GROUND: 90 [degree]
-----

```

Figura9: Datos de imagen ".tiff"

Certificado de calibración de la cámara UltraCam X, UCX-SX:

El certificado de calibración nos muestra las características de la cámara. En él aparecen: la cámara fotográfica que se ha utilizado para el vuelo, la fecha y el método que se ha usado. Así mismo, como podemos observar en la siguiente tabla, este documento nos ofrece el tamaño de la imagen, el tamaño del pixel, la distancia focal, y las coordenadas del PPA respecto al Centro Fiducial.

Ver ANEXO II, Certificado de Calibración

Panchromatic Camera

Large Format Panchromatic Output Image

Image Format	long track	67.824mm	9420pixel
	cross track	103.896mm	14430pixel
Image Extent		(-34.28, -52.22)mm	(34.28, 52.22)mm
Pixel Size		7.200 μ m*7.200 μ m	
Focal Length	ck	100.500mm	\pm 0.002mm
Principal Point	X_ppa	0.000 mm	\pm 0.002mm
(Level 2)	Y_ppa	0.216 mm	\pm 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

Tabla2: Características de la cámara

Archivo Access con los datos GPS-INS procesados:

En este archivo podemos encontrar los datos del vuelo (zona del País Vasco, cámara utilizada, si se ha utilizado GPS/INS, fecha en que se ha realizado el vuelo...) y de las imágenes (la pasada, la fotografía, las coordenadas del centro de proyección, así como los datos INS).

Ver ANEXO III, Archivo con los datos GPS-INS

Reseñas topográficas de la RURT de Vitoria- Gasteiz:

La RURT (Red Urbana de Referencias Topográficas) está constituida por una serie de vértices topográficos distribuidos por la ciudad. Cada uno de estos puntos tiene unas coordenadas determinadas en un Sistema de Referencia. Las reseñas nos proporcionarán los datos necesarios para realizar el apoyo en campo.

Ver ANEXO IV, Reseñas RURT

Proyecto de referencia de año 2011:

Este proyecto nos ofrece los datos necesarios del vuelo de 25cm para poder realizar el estudio comparativo mediante distintos métodos de ajuste entre vuelos con distinto GSD.

3.1.2. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Para realizar una planificación correcta es necesario seguir una serie de pasos de forma que la realización del trabajo sea lo más ordenada y rápida posible. De esta manera, se evitará cualquier incidencia a la hora de realizarlo. Las pautas a seguir son:

Cálculo de los errores máximos:

Es imprescindible saber cual es el error máximo que se puede cometer al orientar los modelos, tanto en la orientación relativa como en la absoluta. Por ello, uno de los pasos previos a la toma de los puntos es la realización del cálculo de los errores máximos.

Para saber cuáles son los errores permitidos en la orientación es necesario saber la relación existente entre el GSD y la escala de restitución que corresponde a cada uno de ellos:

Tamaño del píxel (cm)	Escala de restitución
50	1/10000
25	1/5000
10	1/1000
7	1/500

Tabla3: Correspondencia entre GSD y escala

Por lo tanto la escala de restitución que corresponde al GSD que estamos utilizando es de 1/500. A partir de esta escala se calcularán los errores máximos que se pueden cometer en la fase instrumental. Éstos se exponen a continuación:

Error máximo en la orientación relativa: Este error viene determinado por la mitad del tamaño del píxel. Dado que en nuestro caso éste es de 7,2 μ , el error máximo es de 3,6 μ .

Error máximo en la orientación absoluta: Este error se determina teniendo en cuenta la escala de restitución. Como ya se ha comentado anteriormente, con un GSD de 7cm la escala de restitución que le corresponde es 1/500. Así mismo la equidistancia correspondiente a esta escala es de 0,5 m. Por lo tanto los errores de planimetría y de altimetría permitidos son:

Error en planimetría $\rightarrow 500 \cdot 0.2 = \underline{0.10m}$

Error en altimetría $\rightarrow 0.5/4 = \underline{0.125m}$

Número y distribución de los PA:

Teniendo en cuenta que el trabajo que vamos a realizar consiste en la orientación de un bloque por aerotriangulación y mediante apoyo continuo, primero hay que saber cuál es la mejor distribución de los puntos de apoyo para la aerotriangulación.

Estos puntos se han distribuido por el perímetro del bloque, por razones de precisión, por que favorecen a la orientación absoluta, y para que sirvan de apoyo al mayor número de fotogramas posible. Según Ackermann esta distribución es la óptima porque la presencia de puntos en el interior no mejora la precisión planimétrica, como se puede ver en la siguiente imagen. No es necesario usar más puntos en el perímetro del bloque debido a que en cada pasada solo hay 4 modelos y teóricamente, en escalas grandes, es necesario poner un punto de apoyo cada 5-6 modelos.

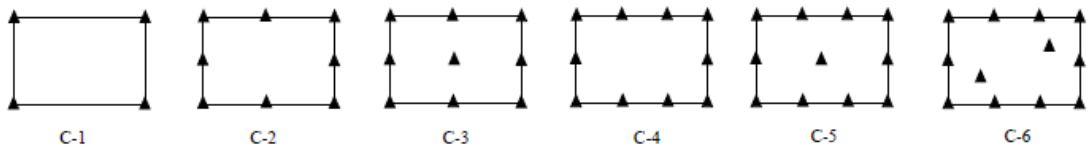


Figura10: Distribución de PA para planimetría según Ackermann

Gráficamente se observa cómo la precisión planimetría para los ejemplos C2 y C3 es la misma. Y sucede lo mismo con los ejemplos C4, C5 y C6. Con lo que se demuestra que los puntos en el interior del bloque no aumentan la precisión de éste.

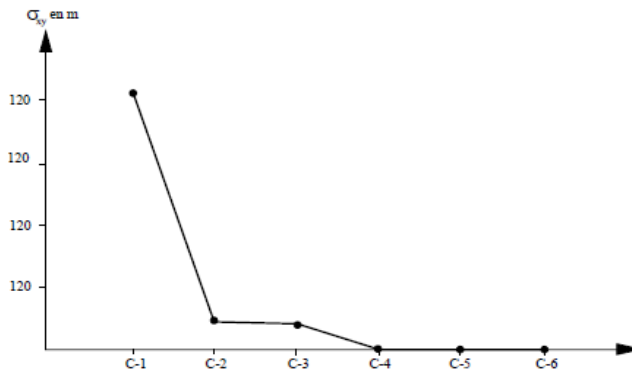


Figura11: Grafico de las precisiones de la distribución de PA para planimetría según Ackermann

Según Ackermann la distribución ideal para una buena precisión altimétrica en el bloque es la siguiente:

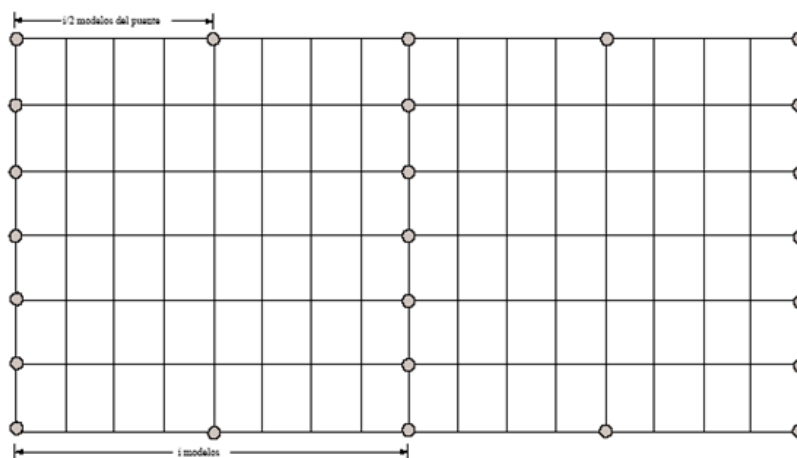


Figura12: Distribución ideal de los PA para altimetría según Ackermann

Por lo tanto, teniendo en cuenta tanto la planimetría como la altimetría la distribución por la que hemos optado es la siguiente:

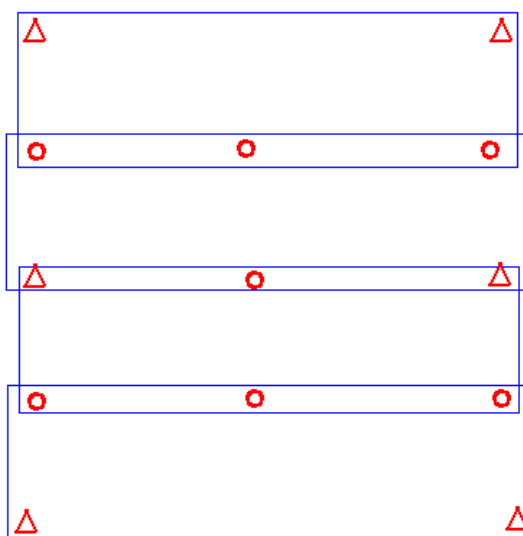


Figura13: Distribución de los Puntos de Apoyo del bloque

En nuestro caso, ya que para calcular la Z también teníamos que conseguir las coordenadas X e Y, hemos tratado los 13 puntos como puntos de control X Y Z.

En segundo lugar, se han distribuido los puntos para el segundo método, de apoyo continuo. Para la distribución de estos puntos sobre cada modelo, hemos decidido poner 5 puntos, ya que así queda cubierto todo el modelo. De este modo, el número total de puntos de apoyo es de 20. Los puntos de apoyo necesarios para la aerotriangulación se han aprovechado para este otro método.

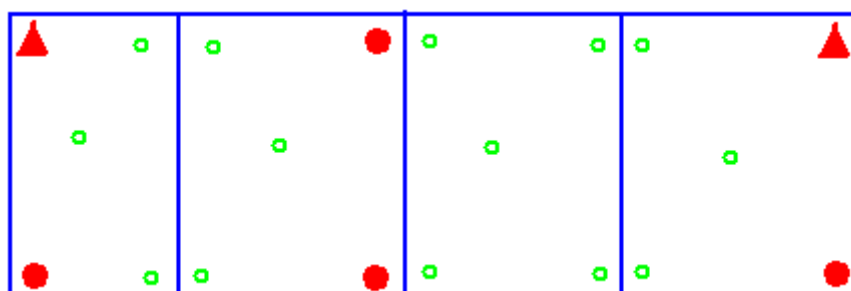


Figura14: Distribución de los Puntos de Apoyo en la pasada

El total de puntos necesarios para los dos métodos es de 27.

Una vez determinada la cantidad y la distribución de los puntos de apoyo necesarios para realizar este proyecto, hay que señalar en las fotografías la zona en la que se ubica cada punto con pintura grasa.

Metodología para el apoyo en campo:

Dadas las características de la zona en la que se encuentra el bloque, la mejor opción para reducir tiempo a la hora de tomar los puntos de apoyo es el uso del GPS, por lo que la mayor parte de éstos se han tomado mediante dicha técnica. Sin embargo, en la zona norte del bloque, no es posible este método ya que la señal de la base no es buena, por lo que se ha decidido realizar una radiación desde los puntos de la RURT de Vitoria-Gasteiz.

Sistema de referencia usado:

Para la realización de este proyecto se ha optado por el sistema de referencia ETRS89 y el sistema de coordenadas UTM. Debido a que el sistema GPS ofrece la altitud elipsoidal, será necesario calcular la ortométrica teniendo en cuenta el valor de la ondulación del geoide.

La diferencia entre altura elipsoidal (h) y altura ortométrica (H), es lo que llamamos **ondulación del geoide** (N), que nos muestra las desviaciones del geoide con respecto al elipsoide de referencia. Por tanto, la ecuación que une los tres tipos de altura es la siguiente:

$$h = H + N$$

3.1.3. TOMA DE LOS PUNTOS DE APOYO

Antes de empezar a realizar nuestro trabajo de campo, es necesario seleccionar los puntos de la RURT que vamos a necesitar para la toma de datos mediante topografía clásica.

Material utilizado para la toma de los puntos:

- ✓ Receptor y Base GPS Topcon Hiper Pro.
- ✓ Jalon de altura fija de 2m de Topcon
- ✓ Libreta de mano
- ✓ Estación total Topcon 3005
- ✓ Jalón de altura variable
- ✓ Prisma de reflexión
- ✓ Trípode de madera
- ✓ Flexómetro
- ✓ Estereoscopio de bolsillo
- ✓ Par estereoscópico
- ✓ Chalecos reflectantes
- ✓ Pintura grasa
- ✓ Alfiler
- ✓ Papel y lápiz
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Reseñas de la RURT

Proceso de adquisición de datos:

Como ya hemos comentado anteriormente, se han usado dos metodologías diferentes para el apoyo en campo.

La primera parte es la toma de datos **mediante GPS**. El método que se utiliza para tomar los datos es RTK que nos permite realizar el trabajo de manera rápida y obtener las coordenadas en tiempo real.

Antes de realizar la toma de datos, seleccionamos la base fija a la que estará conectada el ROVER, así como los parámetros y unidades de medida que serán necesarios. En este caso, nos vamos a conectar a la red del Gobierno Vasco mediante la base que tiene situada en la Facultad de Farmacia y el elipsoide con el que va a calcular las coordenadas es el GRS80. Así mismo también le asignamos el sistema de referencia en el que queremos que nos dé las coordenadas, que es el ETRS89.

La toma de estos puntos es importante para la orientación del bloque, por lo que necesitamos que sean muy precisos. Por ello, a la hora de realizar la toma, es necesario que todas las ambigüedades estén resueltas, lo cual indica que la precisión es de 3cm. Si esto no es así, no es conveniente tomar las coordenadas puesto que la precisión de éstas no es la suficiente para nuestro trabajo.

Comenzamos a hacer la toma por los puntos ubicados al sur de nuestro bloque, situados en Aretxabaleta (AT1) y cerca de la zona de Mendizabala (AT2). En esta pasada no se ha realizado la toma de ningún punto de apoyo más, por lo que se procede a dar apoyo a la siguiente pasada.

Esta segunda pasada se extiende desde donde empieza la parte edificada hasta las vías del tren. Esta zona es la que se va a orientar mediante apoyo continuo, por lo que existen puntos denominados PA, como puntos de apoyo; y otros AT, que nos servirán también para la aerotriangulación. Hemos podido conseguir las coordenadas de los 20 puntos con GPS excepto AT7 y PA9 debido a los problemas derivados del multipath. Para estos dos puntos se ha inicializado una base en el punto 2189 de la RURT, situado en la estación de RENFE. El proceso de inicialización de una base consiste en el estacionamiento de un receptor GPS sobre un punto de coordenadas conocidas (2189) indicando cuáles son sus coordenadas, de manera que éste actúe como base fija. De esta forma se empleará el método RTK igual que en los puntos anteriores.

Hemos podido tomar estos dos puntos con éste método gracias a que el punto PA9 es visible desde el punto de la RURT 2189 y a que los edificios situados entre el AT7 y la base no son muy altos. Por lo tanto podemos decir que la mayor parte del trabajo ha sido rápida ya que la mayoría de los puntos, concretamente 22, se han tomado con GPS.

En aquellas zonas donde no llegaba con facilidad la señal de radio del GPS se decidió emplear técnicas de topografía clásica ya que están más alejados de la base de farmacia y con más edificios entre medio. Por esta razón es menos probable que llegue la señal al receptor móvil.

La segunda parte es la toma de datos **mediante radiación**. Para medir los puntos de apoyo que faltan, nos hemos estacionado en varios puntos de la RURT de Vitoria. En los puntos en los que ha sido posible, hemos orientado a varios puntos, de forma que el cálculo de la desorientación es más preciso.

En el momento de preparar las reseñas de los puntos de la RURT para realizar el cálculo de las coordenadas de los puntos de apoyo, se nos ha presentado el problema de que el punto 1100 no está registrado en ninguna base de datos del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, por lo que ha sido imposible obtener las coordenadas de este punto. Debido a este problema fue necesario calcular las coordenadas de esta base también mediante técnicas topográficas.

Al analizar la distribución definitiva de los puntos de apoyo, nos hemos dado cuenta que la ubicación del punto AT2 no es correcta, ya que está en una zona rústica y no hay ningún punto que cumpla las características que debe tener un punto de apoyo. Este punto, que vamos a usar para la aerotriangulación, está situado en la esquina inferior izquierda del bloque, por lo que afecta a la precisión del mismo. Para solucionarlo, hemos vuelto a campo y hemos medido otro punto más al norte, de forma que aunque una esquina del bloque no queda recubierta, la mayor parte de éste sí.

En el momento en el que realizamos esta segunda salida, ya teníamos empezado el trabajo de gabinete y nos habíamos dado cuenta de que había otros dos puntos que no estaban bien medidos, PA2 Y PA7. Estos puntos están situados en la pasada que vamos a utilizar para realizar el ajuste por apoyo continuo. Este error es debido a que la realidad y lo que aparece en las fotografías es muy similar pero no exactamente igual por reformas que se han hecho en la calzada. Por ejemplo, el punto PA2, situado en el interior de una rotonda, aparentemente es el mismo punto que en las fotografías, sin embargo, ésta ha sido reformada por las obras realizadas en esa zona, por lo que el punto queda desplazado varios metros y el error que se produce no entra dentro de la tolerancia permitida.

En las imágenes que aparecen a continuación se puede ver la pequeña diferencia que hay en la forma interna de la rotonda entre la imagen del vuelo y la imagen actual.



Figura15: Diferencia entre la imagen y el aspecto actual del punto PA2

De este modo, ya tenemos todos los datos necesarios para poder calcular las coordenadas tridimensionales de los puntos de apoyo en el sistema de referencia ETRS89.

Al mismo tiempo que hemos ido tomando los puntos, hemos tenido que realizar tres pasos necesarios. El pinchazo y el marcado en la imagen y el croquis necesario para la reseña.

3.1.4. CALCULO DE LAS COORDENADAS

Para obtener las coordenadas de los puntos de apoyo requeridos, es necesario realizar dos cálculos diferentes, ya que la toma de datos se ha hecho de dos formas distintas.

Por un lado, se ha calculado la cota ortométrica de los puntos obtenidos mediante el método GPS, debido a que éste calcula la cota elipsoidal. Para ello es necesario realizar una corrección de la coordenada Z denominada ondulación del geoide(N). Este cálculo se ha efectuado mediante un programa de cambio de Datum.

SOFTWARE PARA EL CAMBIO DE DATUM:

Este programa facilitado por el Gobierno Vasco, el cual se puede descargar gratuitamente mediante su página web, permite realizar un cambio de coordenadas. En nuestro caso, solo lo hemos necesitado para cambiar la

coordenada Z, de forma que obtenemos la cota ortométrica de los puntos de apoyo correspondientes.

De esta manera, el programa corrige la ondulación del geoide, explicada anteriormente, con un valor aproximado de 50.647. En este caso éste es positivo debido a que el geoide está por debajo del elipsoide en la zona del globo terráqueo en la que nos encontramos.

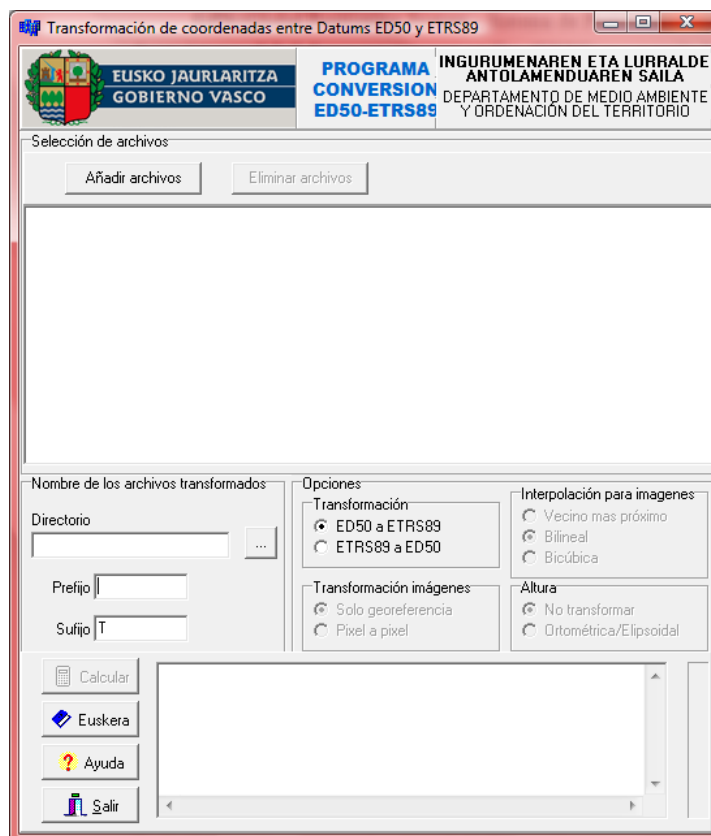


Figura16: Software de cambio de Datum

Por otro lado, las coordenadas obtenidas mediante Estación Total, se han calculado gracias al desarrollo de una tabla Excel (Ver ANEXO VII, Cálculo de los Puntos de Apoyo), en la que se han obtenido las desorientaciones, los acimutes, los desniveles y las distancias UTM (ya que éstas nos afectan en la precisión del bloque), para así poder calcular las coordenadas (X,Y,Z) de los puntos de apoyo, por el método de radiación.

Ver ANEXO VI, Listado de Puntos de Apoyo

3.2. FASE INSTRUMENTAL Y DE MEDIDA:

A continuación se expondrá el trabajo realizado para la orientación del bloque. Para cumplir los objetivos del proyecto, este procedimiento se hace de distintas formas: mediante el Método General de la Fotogrametría, mediante Aerotriangulación y mediante Orientación Directa. Para realizar esta fase, se han tenido en cuenta los datos iniciales comentados en la fase anterior.

3.2.1. MATERIAL UTILIZADO PARA LA ORIENTACIÓN

El material necesario para poder llevar a cabo el trabajo en esta fase es una Estación Fotogramétrica Digital y un Software, que en nuestro caso será Digi3D 2007.

ESTACIÓN FOTOGRAMETRICA DIGITAL:

El sistema que hemos utilizado para realizar la medición y el ajuste del bloque está compuesto por una pantalla de visión estereoscópica, una CPU, dispositivos para la medición de coordenadas (X, Y, Z) y gafas polarizadas.

La pantalla para la visión estereoscópica está compuesta por dos monitores dispuestos de forma perpendicular. Este sistema se denomina MIMO (Sistema de múltiples entradas y múltiples salidas). Entre éstos, se sitúa un cristal con una inclinación de 45° que actúa de manera distinta para cada monitor. Con el superior hace la función de espejo y con el inferior de lente transparente, de forma que las imágenes se fusionan con una polarización distinta. Esto es debido a que en cada monitor aparece una imagen distinta, en uno la derecha y en el otro la izquierda.

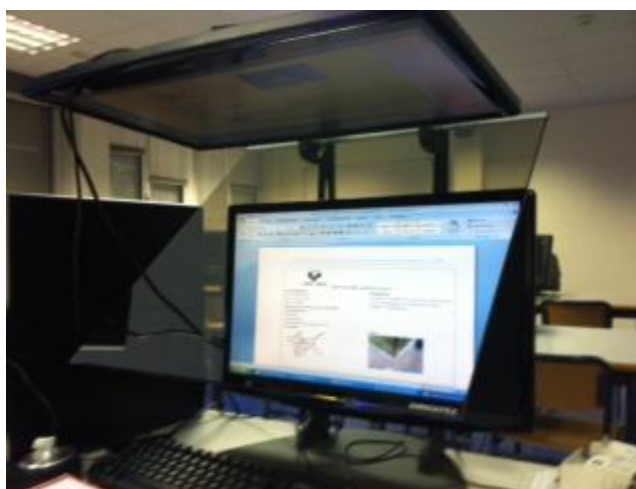


Figura17: Pantalla de visión estereoscópica

Dadas las características de nuestra EFD, la visión estereoscópica se fundamenta en la separación radiométrica de las imágenes para lo que es necesario el uso de otro dispositivo polarizado, unas gafas polarizadas pasivas. Gracias a estos dos dispositivos cada ojo ve su imagen correspondiente, es decir, con el derecho vemos la imagen derecha y con el izquierdo la imagen izquierda, de forma que en nuestro cerebro se crea la visión estereoscópica.



Figura18: Gafas polarizadas

El sistema de captura se basa en dos dispositivos externos, uno el ratón que se usa para la planimetría y otro auxiliar que solo se usa para la coordenada Z.



Figura19: Sistemas de captura

SOFTWARE Digi3D:

El software Digi 3D, es el programa que nos permite hacer la orientación del bloque fotogramétrico. Para ello, es capaz de trabajar con imágenes de gran tamaño, como por ejemplo “. TIFF”.

Mediante este programa también podemos hacer la restitución del bloque, para obtener la correspondiente cartografía.

3.2.2. ORIENTACIONES DEL BLOQUE

El primer paso que se debe realizar antes de comenzar a hacer cualquier orientación, independientemente del método elegido, es la carga de imágenes. En este momento, el programa realiza la orientación interna; proceso que se hace de forma automática.

Antes de realizar cualquier proceso se ha hecho una carpeta en la que se guardarán todos los archivos que cree el programa. Así mismo, dentro de esta carpeta se habrán creado unas subcarpetas, correspondientes a cada uno de los distintos métodos de orientación que se van a desarrollar.

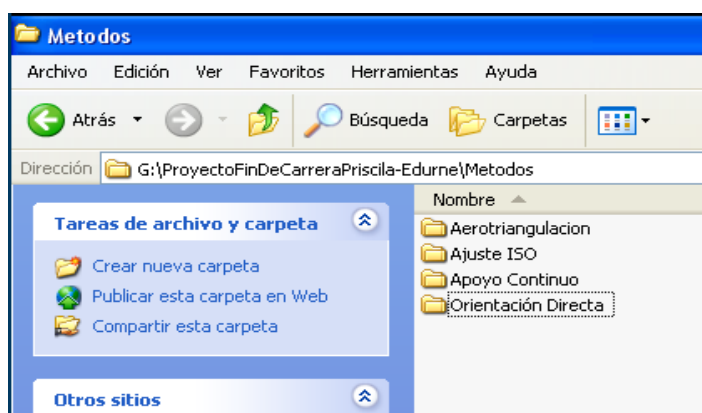


Figura20: Distribución de las carpetas

Además de esta carpeta, existen otras dos carpetas más. Una de ellas contiene las 20 imágenes “.TIFF” con las que vamos a trabajar. Y la otra, todos los ficheros con datos necesarios para el desarrollo de la fase instrumental y de cálculo.



Figura21: Directorio de proyecto

Carga de imágenes:

Una vez abierto Digi 3D, hay que crear un nuevo proyecto, que tendrá como directorio la carpeta del método correspondiente.

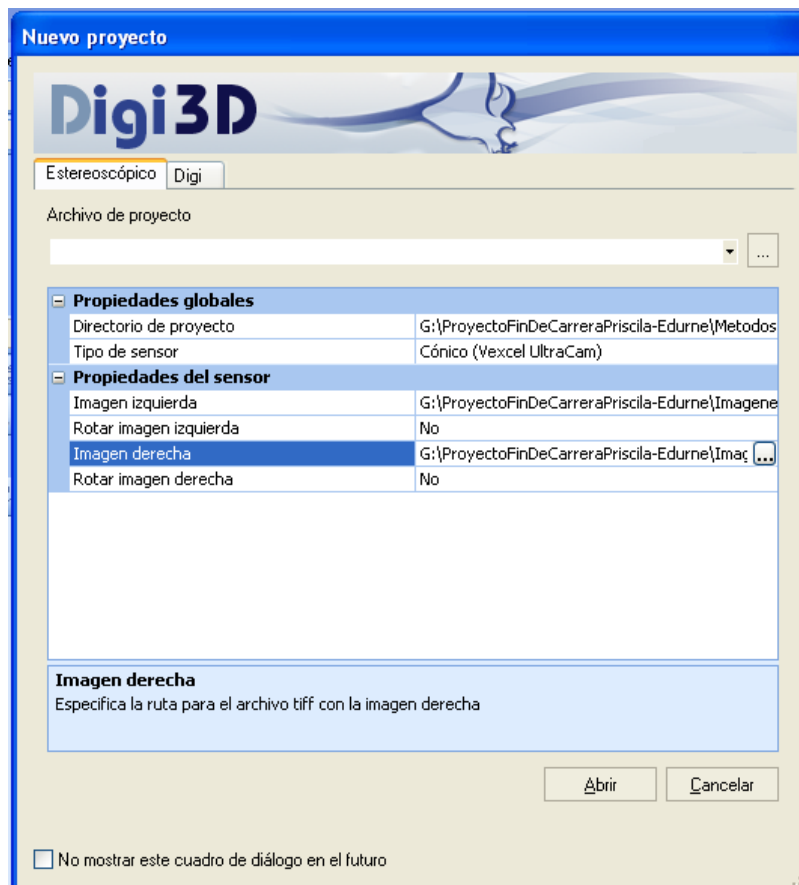


Figura22: Página principal de Digi3D

En esta ventana también se selecciona el tipo de sensor, correspondiente a la cámara con la que se han tomado las fotografías. Como se puede ver en la imagen, hemos elegido Cónico (Vexcel UltraCam), ya que en los datos proporcionados acerca del vuelo, se especifica la cámara que se utiliza. También seleccionaremos las fotografías con las que vamos a trabajar, siguiendo el orden que les corresponde.

Al ejecutar este comando, aparece en la pantalla el siguiente mensaje de advertencia:

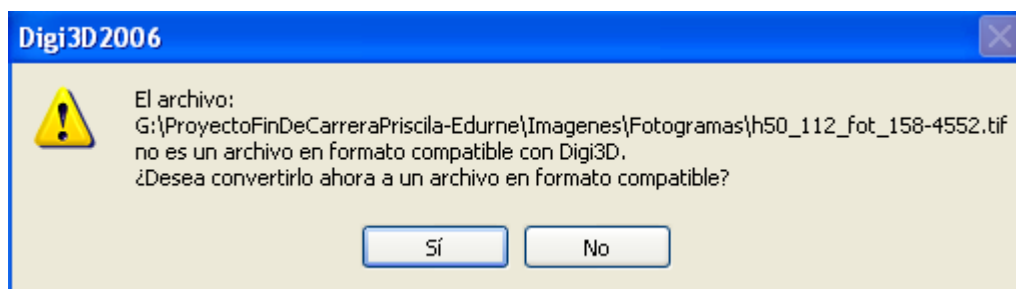


Figura23: Mensaje de error al cargar las imágenes

Esto es debido a que las imágenes con las que trabajamos son tan grandes, que el programa las tiene que “romper” en forma piramidal para que sean más pequeñas. Esto consiste en dividir la imagen de forma que cada una de las divisiones que haga, se la mitad de la anterior. De esta forma Digi 3D crea imágenes más pequeñas con formato estándar (.tif, .jpg...).

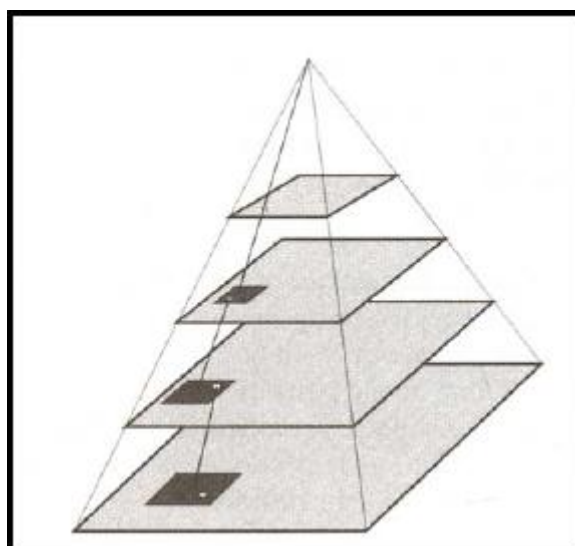


Figura24: Descomposición piramidal de la imagen

Orientación Interna:

El proceso de ***Orientación Interna es común a cualquier método de ajuste.*** Al cargar las imágenes, el programa realiza automáticamente la Orientación Interna de ambas fotografías.

El programa realiza esta orientación debido a que las imágenes con las que trabajamos, de formato “.TIFF”, tienen tres partes: cabecera, IFD (Directorio del archivo de la imagen) y la imagen. La cabecera de la imagen, proporciona los

datos necesarios para que el software pueda realizar la OI Interactiva, que son información acerca de las características de la imagen.

Al realizar la Orientación Interna, se crea un archivo con extensión “.in” con los datos de ésta para cada imagen. En este caso se pueden ver los archivos correspondientes a las imágenes 4552 y 4553.

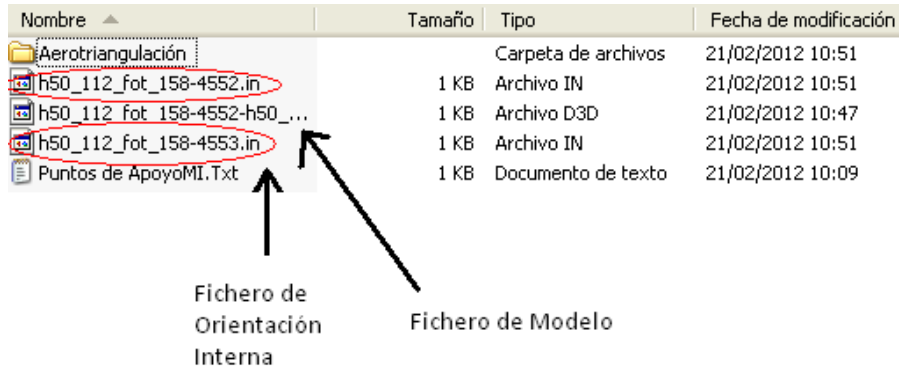


Figura25: Creación de fichero de la Orientación Interna

Estos archivos contienen los siguientes datos:

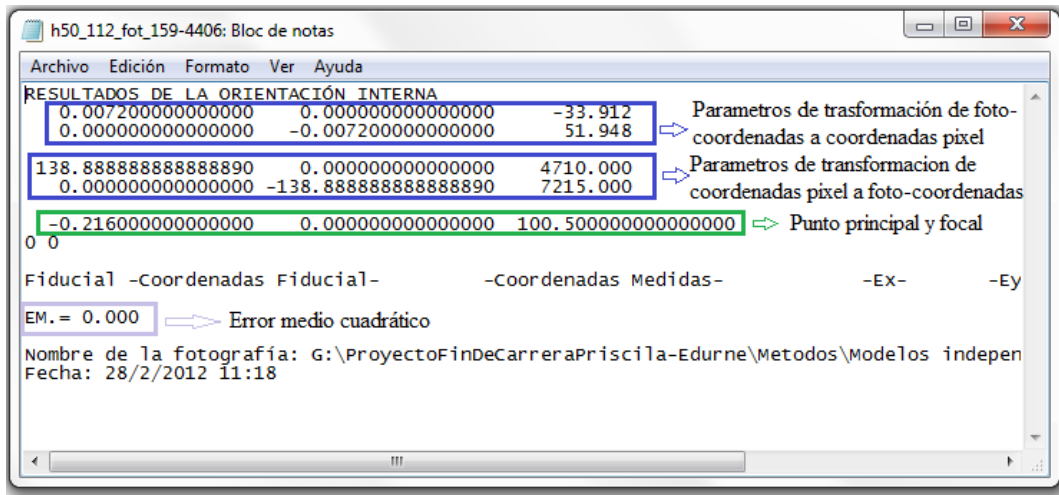


Figura26: Fichero de Orientación Interna

Orientación del bloque según el método de ajuste:

En este punto se van a explicar el procedimiento que hay que seguir en la orientación del bloque, dependiendo del método de ajuste que se va a emplear.

ORIENTACIÓN MEDIANTE APOYO CONTINUO

Este método consiste en orientar de forma independiente los cuatro modelos de una pasada. Concretamente, los fotogramas 4405, 4406, 4407, 4408, 4409 de la pasada 159. Para los cuatro modelos se sigue el mismo procedimiento, una vez cargadas las imágenes y hecha la orientación interna (comentada anteriormente), se hará la orientación relativa y la orientación absoluta.

Para empezar a hacer la orientación relativa, se debe pulsar el botón “R” que da lugar a la realización de este proceso. Este botón se sitúa en la parte superior izquierda de las imágenes. Tras pulsarlo obtendremos la siguiente pantalla:

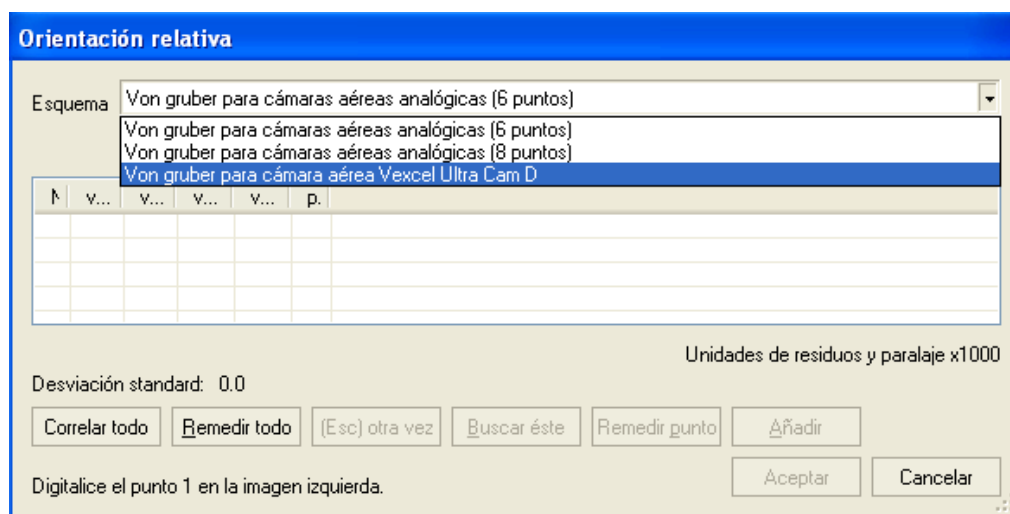


Figura27: Selección de esquema para puntos Von Grüber

Para realizar la Orientación relativa, es necesario medir los puntos de Von Grüber. La distribución y número de estos puntos está determinada en un archivo con coordenadas (XY) de los puntos, en el cual hay distintas opciones. Una vez elegido el esquema deseado el programa se dirige a la zona o región donde quiere medirlos, sin embargo, el operador es quien decide la posición exacta de éstos.

En este caso el esquema escogido para cámaras Vexcel UltraCam, tiene seis puntos. Sin embargo para que este proceso tenga mayor precisión, hemos decidido añadir manualmente dos puntos, de forma que la distribución y el número total de puntos quedan de la siguiente manera:

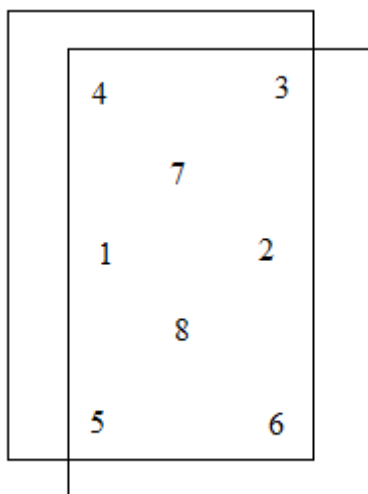


Figura28: Distribución de puntos Von Grüber

Una vez escogida la disposición de los puntos, se procede a su medición. En primer lugar se mide en la imagen izquierda observando únicamente con el ojo izquierdo. A continuación, el programa busca el punto homólogo en la imagen derecha, y el operador mira con los dos ojos el mismo punto, de forma que pueda apreciar el relieve existente en el modelo. Con este proceso se elimina el paralaje de forma que las dos imágenes quedan superpuestas correctamente.

Después de medir el sexto punto, es cuando empieza a aparecer el error que se produce en la Orientación Relativa. Éste viene determinado por la desviación típica. Este error tiene que estar por debajo de la tolerancia permitida (en este proceso es la mitad del pixel, que es de 3.6μ). Sin embargo, que el error se sitúe cercano a cero, no implica que se haya eliminado el paralaje.

A continuación se muestra la pantalla en la que aparece la desviación típica del modelo durante la Orientación Relativa.

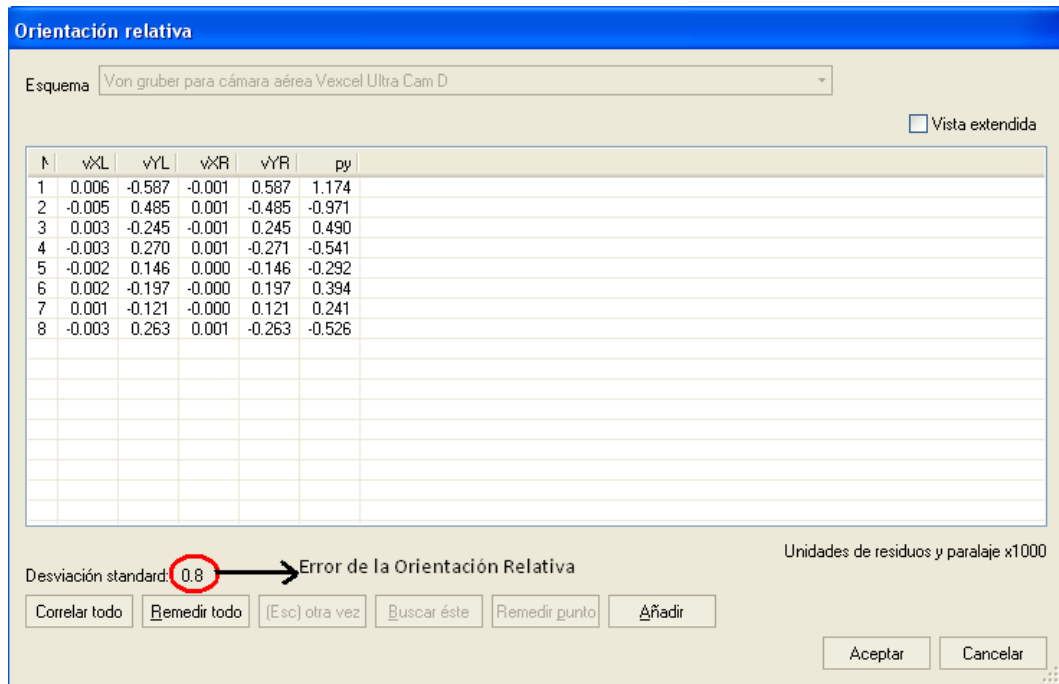


Figura29: Error en la Orientación Relativa

Terminada la orientación relativa, en el directorio de trabajo aparece un nuevo fichero de extensión “.rel”, en el que aparecen los datos que se han obtenido en la Orientación Relativa.

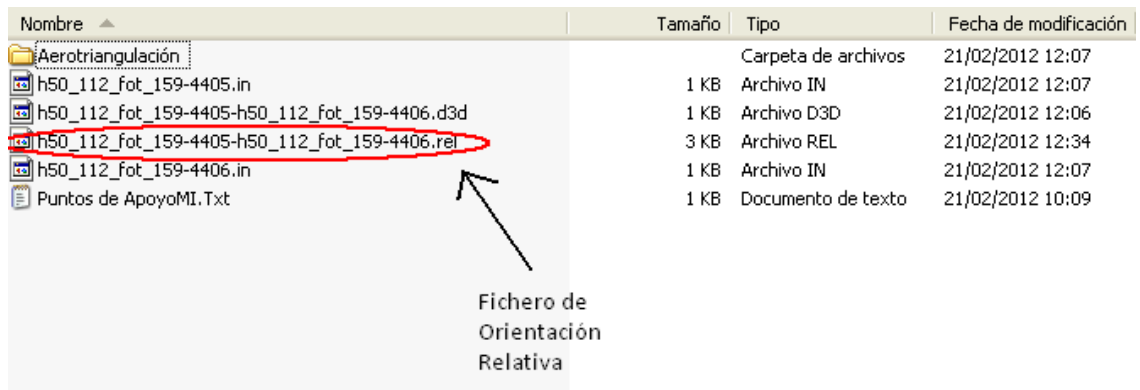


Figura30: Creación de fichero de la Orientación Relativa

Este nuevo fichero contiene los siguientes datos:

h50_112_fot_159-4405-h50_112_fot_159-4406: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

RESULTADOS DE LA ORIENTACIÓN RELATIVA

100.500 100.500
-0.216 0.000 -0.216 0.000 ⇒ Focal y Punto Principal

0.000 0.000 0.000
1.0000000000000000 0.0000000000000000 0.0000000000000000
0.0000000000000000 1.0000000000000000 0.0000000000000000
0.0000000000000000 0.0000000000000000 1.0000000000000000 ⇒ Matriz de Rotación de la foto izquierda

13.659 0.147 0.007
0.999961642670601 0.008741563852075 -0.000546121720310
-0.008740540671185 0.999960091931947 0.001848646052597
0.000562259983156 -0.001843801744364 0.999998142127694 ⇒ Matriz de Rotación de la foto derecha

-6.053 -6.554 -100.514 ⇒ Coordenadas modelo del punto central

N	-xF1zq-	-yF1zq-	-xFder-	-yFder-	-xMod-	-yMod-	-zMod-
1	-6.052	-6.554	-19.711	-6.713	-6.053	-6.554	-100.514
2	20.330	6.552	7.023	6.159	20.697	6.670	-102.315
3	29.794	41.989	16.578	41.483	29.871	42.098	-100.760
4	-1.193	32.275	-14.199	32.047	-1.220	33.015	-102.805
5	-4.813	-45.882	-18.680	-46.083	-4.867	-46.396	-101.627
6	34.007	-38.986	20.249	-39.525	34.444	-39.487	-101.792
7	-0.997	22.010	-14.156	21.793	-1.015	22.413	-102.341
8	5.685	-13.857	-7.815	-14.122	5.781	-14.092	-102.201

Coordenadas modelo de los puntos Von Gruber

N	-vx1zq-	-vv1zq-	-vxder-	-vyder--	-py-
1	0.0	-0.6	-0.0	0.6	1.2
2	-0.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0
3	0.0	-0.2	-0.0	0.2	0.5
4	-0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.5
5	-0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.3
6	0.0	-0.2	-0.0	0.2	0.4
7	0.0	-0.1	-0.0	0.1	0.2
8	-0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.5

Desviación típica de los puntos Von Gruber

Puntos medidos: 8
Puntos rechazados: 0
Desviación típica: 0.8 micras Error cometido en la Orientación Relativa
Numero de iteraciones: 5

Giros de la cámara izquierda:
Omega: 0.0000 qon Phi: 0.0000 qon Kappa: 0.0000 qon Razón de la primera matriz de Rotación

Giros de la cámara derecha:
Omega: 0.1174 qon Phi: 0.0358 qon Kappa: 0.5564 qon Razón de la segunda matriz de Rotación

Nombre del modelo: h50_112_fot_159-4405
Fecha: 28/2/2012 10:31

Figura31: Fichero de la Orientación Relativa

La matriz de rotación de la imagen izquierda es la matriz de unidad debido a que esta imagen permanece fija. Esto es el motivo por el que los giros que se producen en la primera matriz sean cero.

Para finalizar la orientación mediante este método, es necesario realizar la Orientación Absoluta del modelo. Para ello hay que pulsar el botón "Orientación Absoluta". Al hacerlo se muestra la siguiente pantalla:

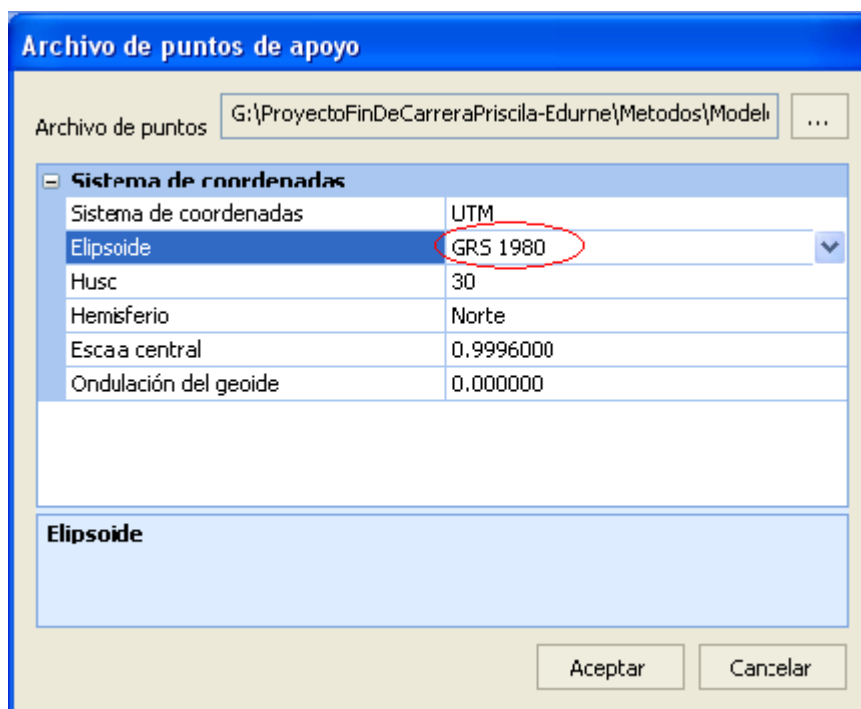


Figura32: Parámetros de la Orientación Absoluta

En esta pantalla se pide el fichero de puntos de apoyo con los que se va a trabajar en el modelo. Este fichero debe tener la siguiente estructura: Nombre del punto, X, Y, Z.

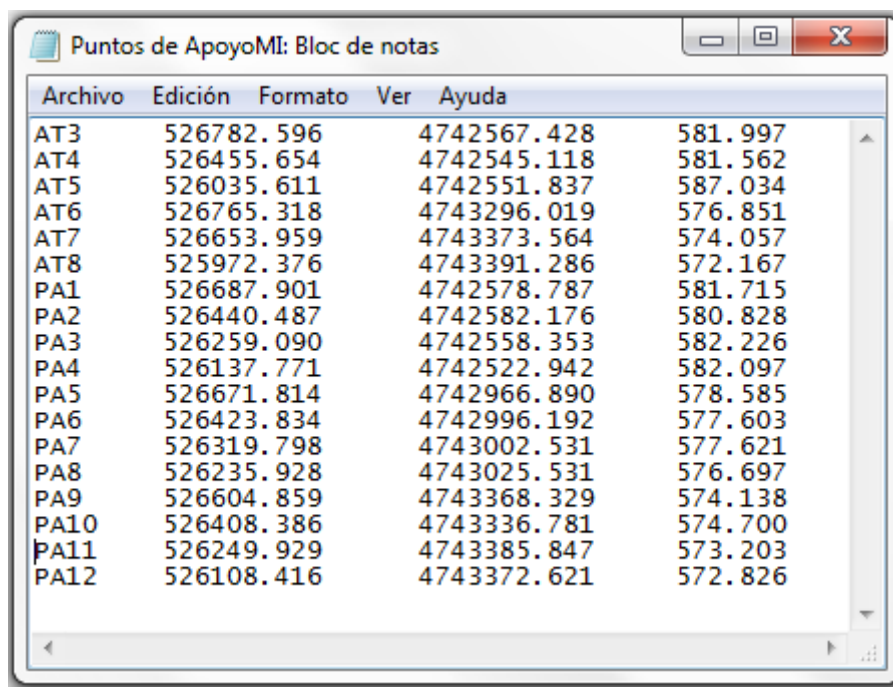


Figura33: Fichero de Puntos de Apoyo

También se pide seleccionar el Sistema de coordenadas con el que se va a trabajar, el elipsoide de referencia para las coordenadas, el huso y el hemisferio en los que está ubicado el modelo y la escala central y la ondulación del geoide que se quiere aplicar.

Después de establecer los parámetros necesarios para la orientación, hay que empezar a medir los puntos de apoyo. Los dos primeros puntos hay que añadirlos manualmente, indicando cuales son los que queremos medir. A partir de aquí el software busca los puntos que se encuentran dentro del modelo y se dirige a la zona aproximada donde se sitúan.

Para medirlos, hay que situarse de manera muy precisa sobre el punto y con el ratón auxiliar realizar un buen posado, para que la orientación sea lo más precisa posible. Al medir el tercer punto, es posible saber si los puntos medidos entran dentro de la tolerancia permitida. En nuestro caso, como ya se ha explicado anteriormente, el error máximo permitido en planimetría es de 10cm mientras que en altimetría es de 12,5cm. Para saber si los errores cometidos son tolerables, durante este proceso se muestra esta ventana:

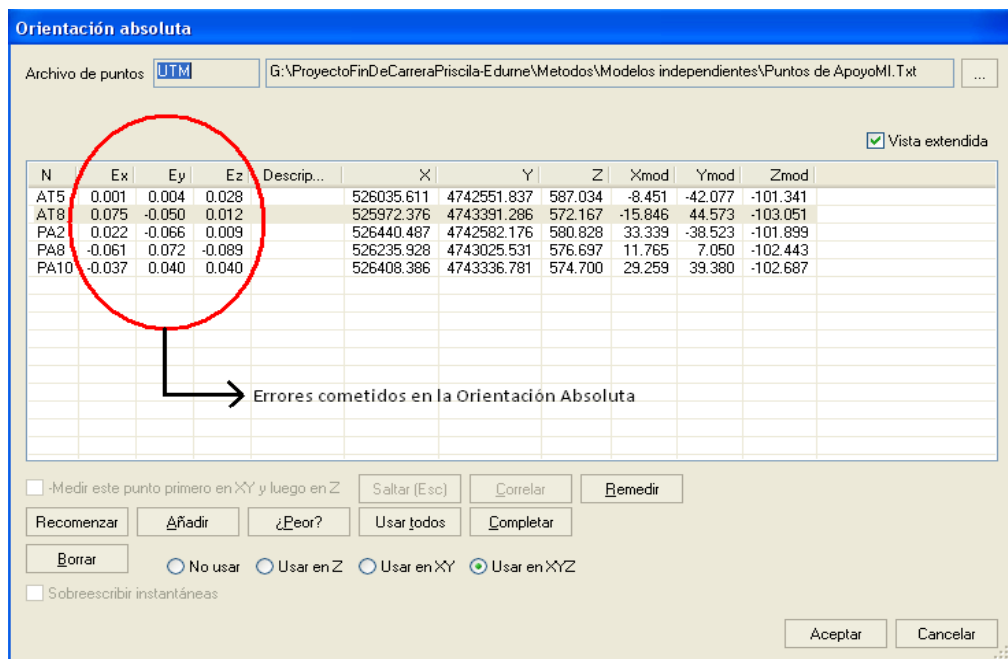


Figura34: Errores de la Orientación Absoluta

Una vez terminada la orientación, en el directorio de trabajo aparece otro fichero nuevo, en este caso de extensión “.abs2”.

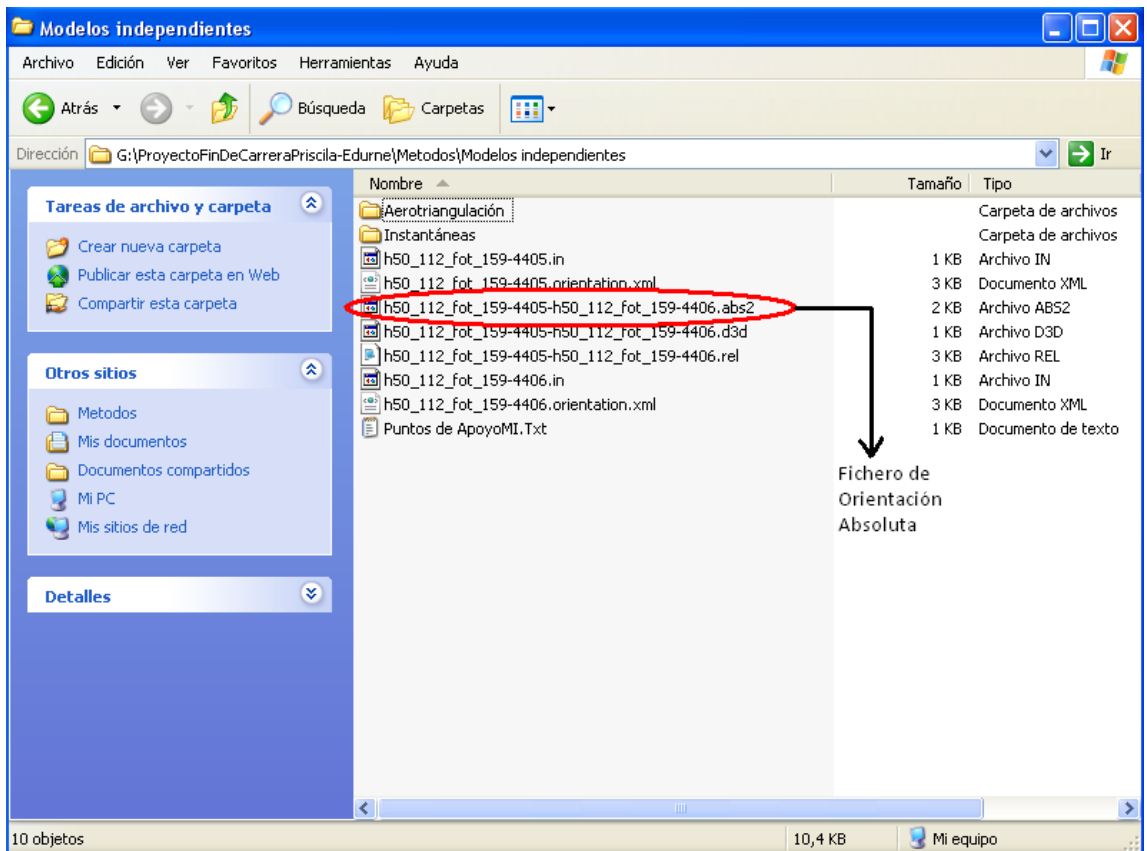


Figura35: Creación de fichero de Orientación Absoluta

Este fichero contiene la siguiente información:

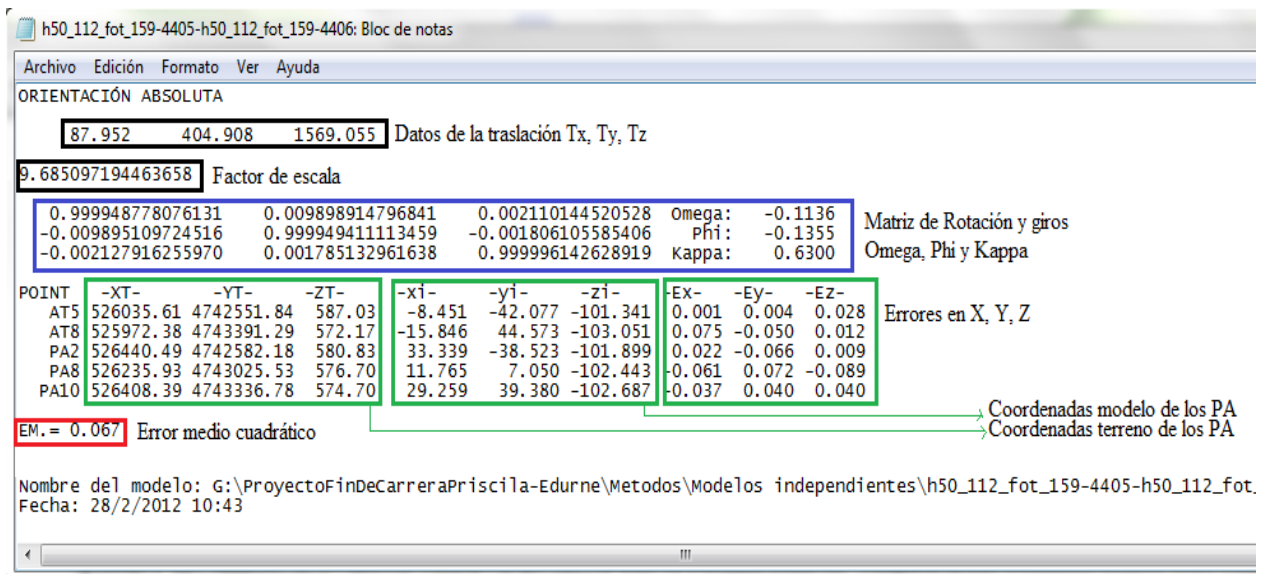


Figura36: Fichero de Orientación Absoluta

ORIENTACIÓN MEDIANTE AEROTRIANGULACIÓN

Este método consiste en realizar la orientación de todo el bloque, en las pasadas 158, 159, 160 y 161. Tanto la orientación interna como la relativa se hacen del mismo modo, tal y como se ha explicado en los puntos anteriores. Sin embargo, en este caso, después de la orientación relativa hay que medir los puntos de aerotriangulación y puntos de apoyo.

Puesto que se ha realizado la orientación relativa, se ha creado el modelo y se ve en tres dimensiones, estos puntos hay que medirlos como si se tratara de puntos de apoyo. Para ello es necesario que estén bien definidos planimétricamente y altimétricamente, por lo que se debe realizar el posado de todos los puntos que se midan en el modelo.

Se tendrá en cuenta, que los puntos de apoyo que aparezcan en el modelo, deberán medirse tantas veces como aparezcan, de forma que si el punto de apoyo aparece 4 modelos habrá que medirlo las 4 veces.

La distribución de los puntos de paso y enlace, deben ocupar gran parte del modelo, para que quede cubierto correctamente. Por ello, su distribución y número es similar a la de los puntos de Von Grüber ya que en este caso, también son seis puntos por modelo.

En la distribución de estos puntos, los tres de la izquierda coinciden con el centro de la imagen izquierda y los tres de la derecha con el de la imagen derecha. Esto deriva en que el nombre de estos puntos sea el nombre de la foto completa que incluirá su ubicación: 0 si está en el centro, 1 si está en la parte superior ó 2 si está en la parte inferior del fotograma.

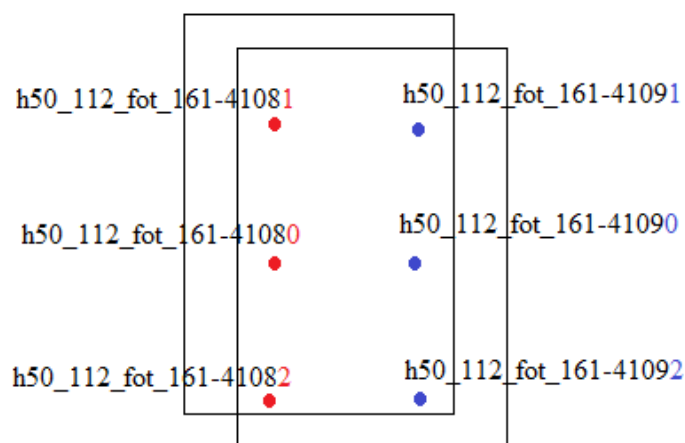


Figura37: Distribución de los Puntos de Paso

Después de medir todos los puntos del primer modelo, se continúa con el segundo. Para la medición de este, es necesario realizar la Orientación Relativa con los puntos de Von Grüber, igual que en el modelo anterior. Una vez creado el modelo, se procede a la medición de los puntos de paso y enlace, así como también tendremos en cuenta los puntos de apoyo. Puesto que con este método, cada modelo está unido al anterior, los tres puntos correspondientes a la imagen izquierda, tienen que ser los mismos que los medidos en la imagen derecha del modelo anterior.

Así mismo para que las pasadas queden unidas y se forme el bloque, a partir de la segunda pasada, en todos los modelos hay que medir además de los puntos explicados hasta ahora, también los dos puntos inferiores del modelo superior.

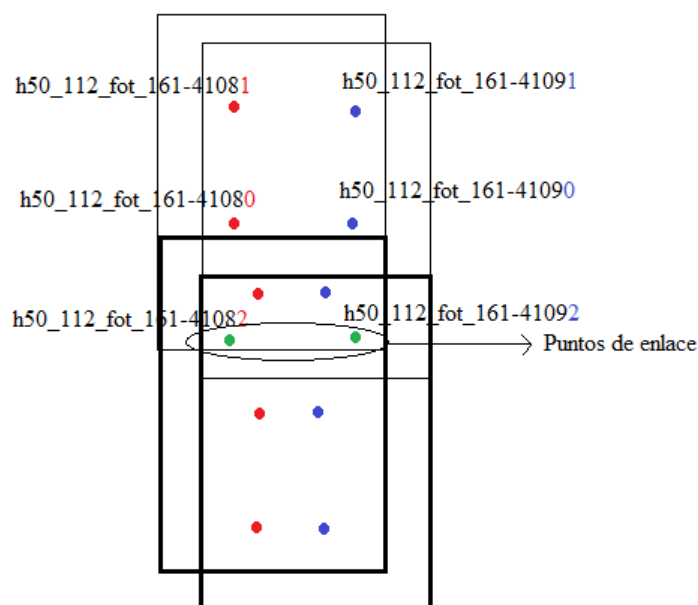


Figura38: Distribución de los puntos de Enlace

Durante la medición de los puntos, el software muestra la siguiente pantalla, indicando los puntos que se han medido:

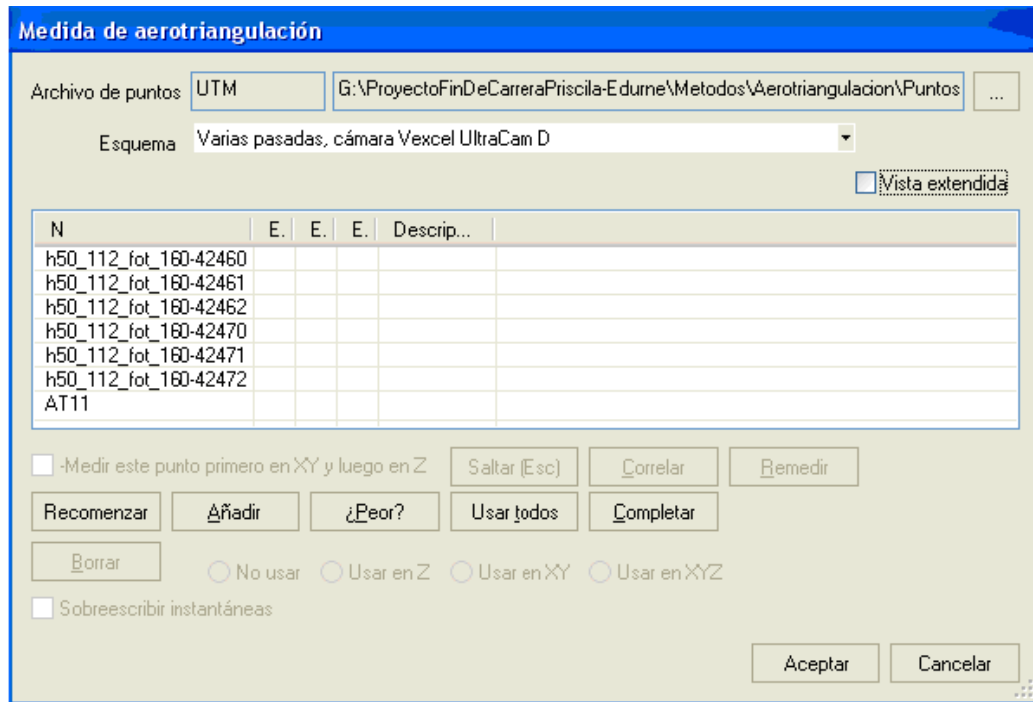


Figura39: Ventana de los puntos de Aerotriangulación medidos

Al finalizar este proceso, en el directorio de trabajo de este método se han creado varios ficheros: “.mod” y “.f”.

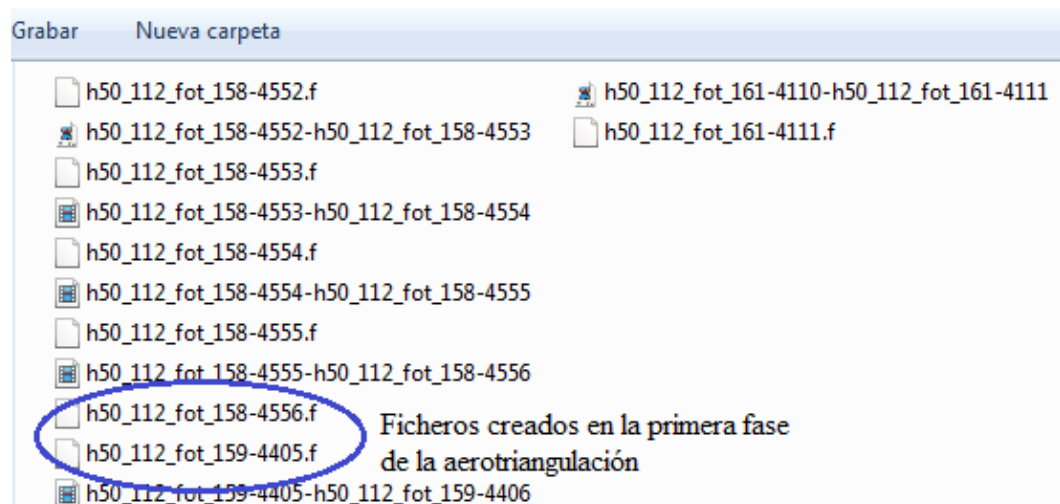


Figura40: Ficheros creados en la Aerotriangulación

En el fichero de extensión “.f” aparece la siguiente información:

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
h50_112_fot_159-4406		100500.0		
h50_112_fot_159-44050		-27956.0	1119.7	0 -1
h50_112_fot_159-44051		-25930.6	42878.2	0 -1
h50_112_fot_159-44052		-18705.1	-46072.2	0 -1
h50_112_fot_159-44060		15408.2	-3065.6	0 4
h50_112_fot_159-44061		10748.3	45124.7	0 4
h50_112_fot_159-44062		9471.7	-36665.3	0 4
AT8		-28310.5	43345.1	0 -1
AT5		-22257.4	-41889.5	0 -1
h50_112_fot_160-42462		-22776.3	-5837.4	0 -1
h50_112_fot_160-42472		6089.7	3575.8	0 4
h50_112_fot_159-44070		14088.6	-2514.6	0 4
h50_112_fot_159-44071		16369.6	40749.2	0 4
h50_112_fot_159-44072		13676.6	-41786.9	0 4
AT4		20703.4	-42333.2	0 3
AT7		30328.5	41748.5	0 3
h50_112_fot_160-42482		14008.4	2399.4	0 4
-99				

Figura41: Fichero de extensión “.f”

En la primera línea del archivo se muestra el nombre de la imagen y la distancia focal. En las siguientes líneas, el primer dato corresponde al nombre del punto de paso o enlace que se ha medido. Y a continuación se muestran las foto-coordenadas (X,Y), que se han medido correspondientes a esa imagen.

Llegados a este punto, se da por finalizada la fase instrumental de este método. Cabe destacar que este proceso es común para la aerotriangulación y el **ajuste ISO** y que la diferencia entre estos dos métodos radica en la fase de cálculo.

ORIENTACIÓN DIRECTA

Antes de realizar cualquier paso es necesario saber si el error que se comete con los métodos GPS/INS entra dentro de la tolerancia máxima permitida. Los errores que se pueden cometer son 10cm para planimetría, y 12,5cm para la altimetría.

Para conocer el error del sistema GPS/INS, se calcula el promedio de los errores cometidos, que se nos proporcionan a partir de un fichero Excel. El resultado de estos cálculos ha sido:

	Planimetria	Altimetria
GPS (m)	0,036	0,044
INS (gon)	0,0030	
INS (m)	0,071	
Componente Cuadrática	0,080	0,044

Tabla4: Errores de GPS/INS

El error cometido en altimetría por el INS no se puede determinar, ya que no se dispone de ningún dato mediante el cual se pueda calcular. Viendo los resultados obtenidos, podemos concluir que estos valores son aceptables para el trabajo que queremos realizar a una escala 1/500.

Teniendo en cuenta que los datos que nos ofrece el fichero Access, son los parámetros de la orientación, los modelos ya están orientados. Por lo que el objetivo es conseguir los ficheros de extensión “.rel” y “.abs2” para poder realizar la **restitución**.

Para ello es necesario crear un fichero de texto con los datos del sistema GPS/INS a partir de la información obtenida del fichero Access proporcionado como dato al inicio del proyecto. Éste fichero debe tener la extensión “.eo” y la siguiente estructura:

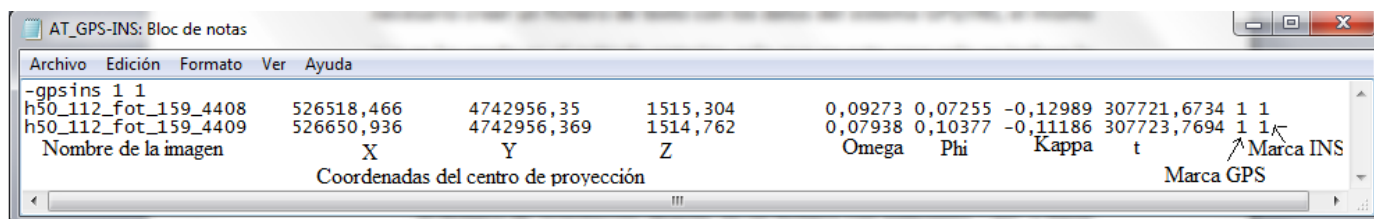


Figura42: Fichero para la Orientación Directa

Este fichero solo contiene los datos de dos imágenes, aunque puede tener los de todo el bloque. En nuestro caso solo vamos a utilizar los datos de este modelo, puesto que es el que mayor precisión nos ha dado al orientarlo por apoyo continuo y por lo tanto, el que vamos a restituir.

Además de éste, hay que crear otro fichero con los datos de la cámara proporcionados por el Certificado de Calibración. En este caso, la extensión del fichero debe ser “.cam” y seguir el siguiente formato:

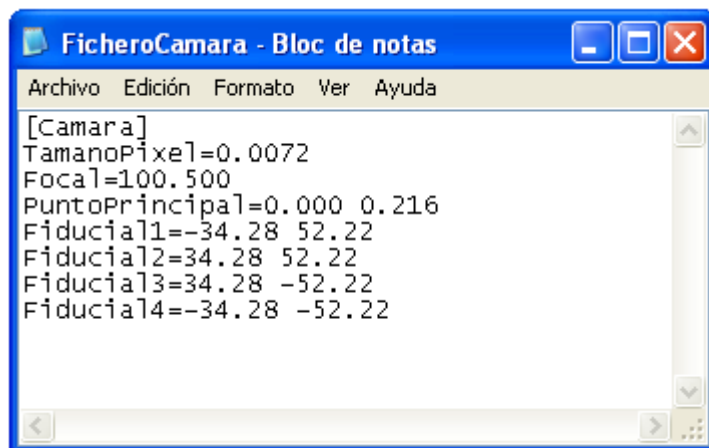


Figura43: Fichero de Cámara

Dentro del programa Digi3D, en lugar de crear un nuevo proyecto como en los casos anteriores, hay que seleccionar la opción de “Importar/Exportar Orientaciones” dentro de la pestaña “Archivo”. Escogida esta opción se muestra la siguiente pantalla:

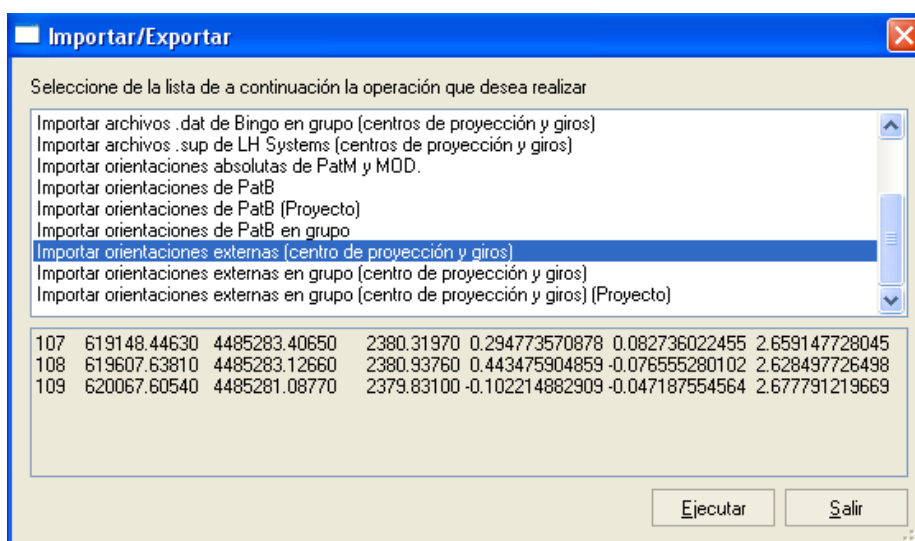


Figura44: Ventana para la Orientación Directa

En esta ventana hay que optar por “Importar orientaciones externas (centro de proyección y giros)”. Como se puede ver, al seleccionar esta opción, la ventana muestra un ejemplo de cómo debe ser el fichero “.eo” que hay que importar.

Al pulsar el comando “Ejecutar” se abre la pantalla que se muestra en la figura 45. En primer lugar hay que indicar el directorio de trabajo en el que se van a crear los ficheros correspondientes al finalizar la orientación. También hay que seleccionar las imágenes izquierda y derecha que forman el modelo que se va a orientar. Éstas tienen que estar ubicadas dentro del directorio de trabajo. A continuación se introducen los ficheros mencionados anteriormente (“.eo” y “.cam”).

Así mismo, es necesario asignar los parámetros correspondientes al sistema de coordenadas. En nuestro caso trabajamos en UTM y el elipsoide empleado es el GRS 1980. También se debe tener en cuenta los parámetros relacionados con la proyección UTM (huso, hemisferio y escala central) y la ondulación del geoide. También se asignará la cota media del terreno en la zona que abarca el bloque, la unidad en la que están expresados los giros y el orden en el que se sitúan en el fichero de orientación externa.

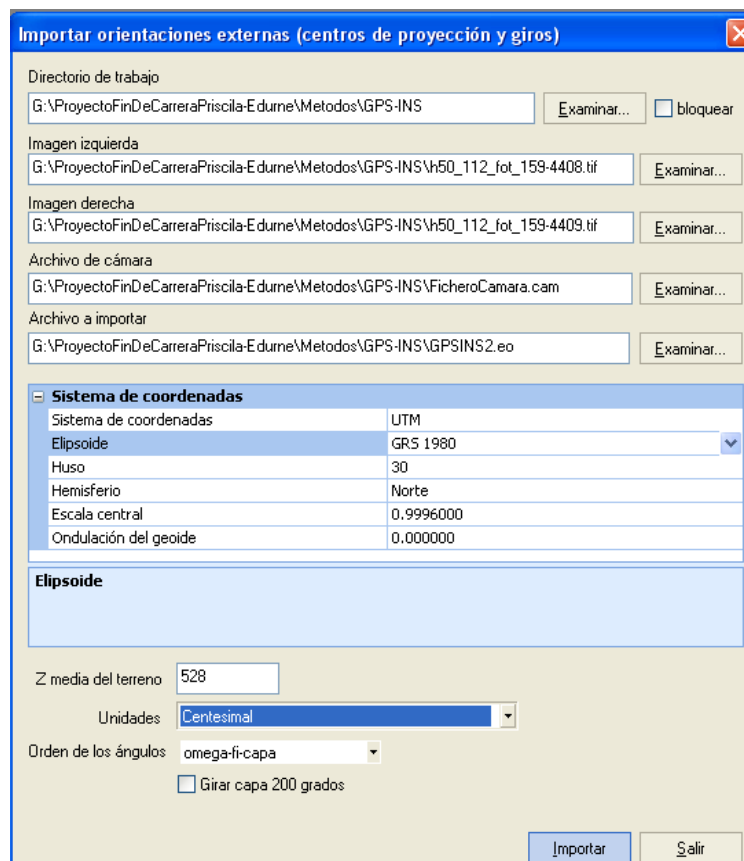


Figura45: Ventana de selección de ficheros de orientación Directa

Una vez introducidos todos los datos correspondientes a nuestro proyecto, hay que pulsar el botón “Importar”, y así en la carpeta correspondiente a este ajuste se crean dos nuevos archivos, uno de la orientación relativa (“.rel”) y otro de la absoluta (“.abs2”) tal y como se ve en la siguiente figura:

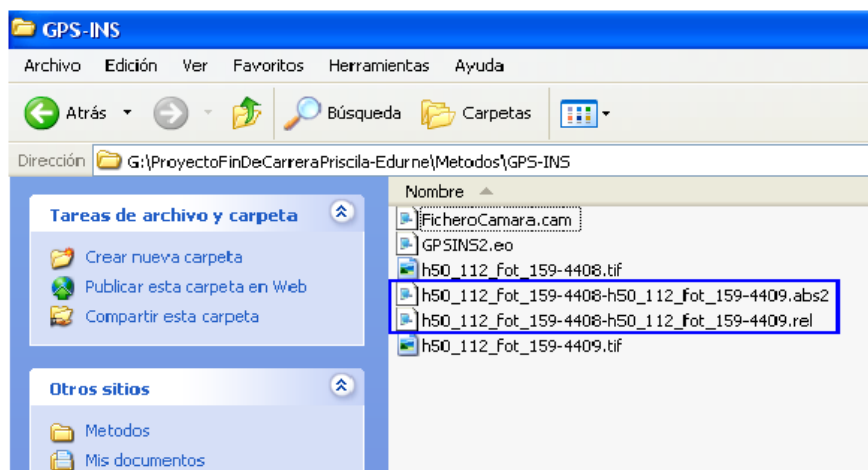


Figura46: Creación de ficheros de la Orientación Directa

3.3. FASE DE CÁLCULO:

Terminada la fase instrumental, falta realizar el ajuste del bloque. Esta última fase del proceso de orientación del bloque consiste en calcular las coordenadas terreno de éste para los métodos de Aerotriangulación e ISO.

Este paso se realiza mediante el software AeroTri, el cual calcula las coordenadas terreno de todo el bloque. Con este programa, se realiza el ajuste del bloque fotogramétrico, es decir, se orienta todo el bloque respecto a los puntos de apoyo. Este proceso se puede desarrollar de dos formas distintas; por una parte manteniendo constantes las coordenadas de los puntos de apoyo que conocemos, o por otra parte cuando el programa opta por hacer una pequeña variación de éstas por deseo del operador, para que el ajuste sea óptimo.

Antes de empezar con el cálculo hay que crear varios ficheros. Por una parte se crea el fichero de puntos de apoyo de todo el bloque, que tendrá prácticamente la misma estructura que el usado en el método de apoyo continuo. Habrá una pequeña variación al comienzo del fichero, que se añade “-pp”, como se muestra en la siguiente imagen:

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
-pp	AT1	526786.724	4742162.279	555.689
AT2	525996.056	4742413.612	534.454	
AT3	526782.596	4742567.428	531.350	
AT4	526455.654	4742545.118	530.915	
AT5	526035.611	4742551.837	536.387	
AT6	526765.318	4743296.019	526.204	
AT7	526553.959	4743373.564	523.410	
AT8	525972.376	4743391.286	521.520	
AT9	526783.041	4743759.339	522.389	
AT10	526567.326	4743766.138	521.231	
AT11	525964.558	4743785.265	518.411	
AT12	526756.713	4744150.274	542.182	
AT13	525965.785	4744232.780	515.381	
PA1	526687.901	4742578.787	531.068	
PA2	526440.487	4742582.176	530.181	
PA3	526259.090	4742558.353	531.579	
PA4	526137.771	4742522.942	531.450	
PA5	526671.814	4742966.890	527.938	
PA6	526423.834	4742996.192	526.956	
PA7	526319.798	4743002.531	526.974	
PA8	526235.928	4743025.531	526.050	
PA9	526604.859	4743368.329	523.491	
PA10	526408.386	4743336.781	524.053	
PA11	526249.929	4743385.847	522.556	
PA12	526108.416	4743372.621	522.179	

Figura47: Fichero de Puntos de Apoyo para la Aerotriangulación

Por otra parte hay que crear un fichero que contiene las foto-coordenadas de los puntos de paso, enlace y apoyo medidos en la fase anterior. Estos datos se obtienen a partir de otros fichero creados por Digi3D, con extensión “.f” que hemos visto anteriormente. Este fichero, llamado “fotocoordenadas.txt”, debe tener una estructura determinada compatible con el programa que se va a utilizar.

Ver ANEXO IX, Ficheros creados en las orientaciones

✚ Cálculo de coordenadas terreno según método de ajuste

AJUSTE POR AEROTRIANGULACIÓN

Una vez creados los ficheros necesarios, se puede empezar a realizar el cálculo. Para ello recurrimos a la pantalla principal que nos muestra el software que es la siguiente:

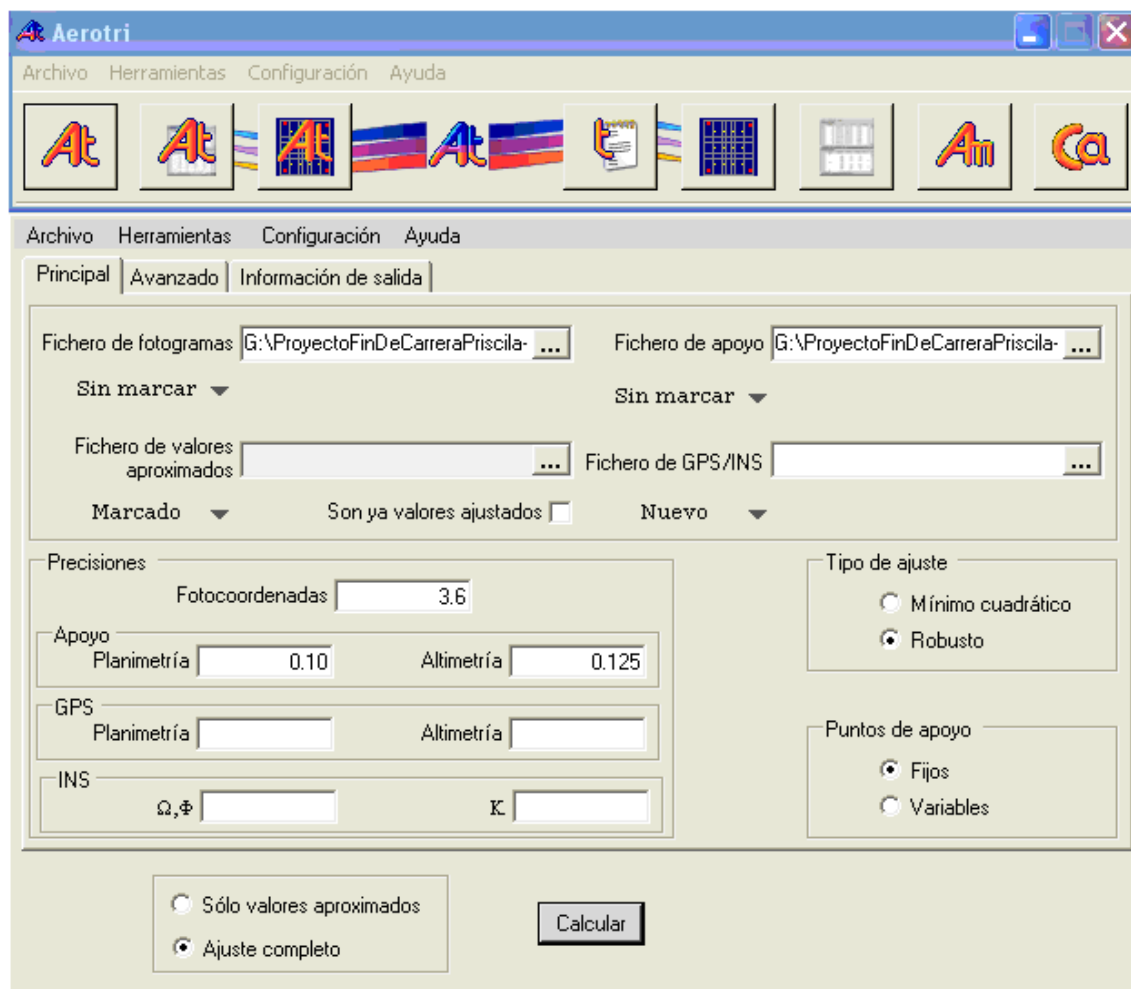


Figura48: Ventana "Principal" de Cálculo de Aerotriangulación

En el apartado del fichero de fotogramas, pondremos el directorio y fichero donde se ubica el fichero que hemos creado, en nuestro caso, "fotocoordenadas.txt". En cambio como fichero de apoyo, pondremos el que contiene todos los puntos de apoyo, que está ubicado en el mismo directorio de trabajo.

Para que se pueda realizar el ajuste completo, es necesario introducir las precisiones permitidas para que el ajuste sea correcto. Como se puede apreciar

en la ventana, la precisión de las foto-coordenadas, es la precisión que utilizamos para realizar la orientación relativa, que es de 3,6 μ .

Así mismo también es necesario indicar las precisiones planimétricas para los puntos de apoyo, que coincidirán con los valores de la orientación absoluta del Método 1. Para la planimetría el error máximo permitido será de 0,10m, sin embargo, para la altimetría es de 0,125m.

Para realizar el ajuste del bloque, se han comparado diversas opciones combinando dos tipos de ajustes (mínimos cuadrados y estimadores robustos), teniendo en cuenta si los puntos de apoyo eran fijos o variables.

El ajuste por mínimos cuadrados consiste en orientar el bloque de forma que se tienen en cuenta todos los errores que se producen dentro de él. Los errores en este caso se reparten por todo bloque de forma uniforme. Por el contrario, el ajuste por estimadores robustos, detecta automáticamente las observaciones groseras y las deshecha.

La diferencia entre Puntos de Apoyo fijos y variables, está en que, cuando se trabaja con puntos de apoyo fijos el programa hace el ajuste con los datos del fichero que hemos introducido. Sin embargo, cuando los puntos de apoyo son variables, hace una pequeña variación de sus coordenadas y los desplaza un poco en caso de que sea necesario.

En la siguiente pantalla, "Ventana avanzado", se determinan el sistema de coordenadas y el elipsoide con el que vamos a trabajar. En nuestro caso, el sistema de coordenadas es el UTM, y el elipsoide el GRS80, equivalente al WGS84.

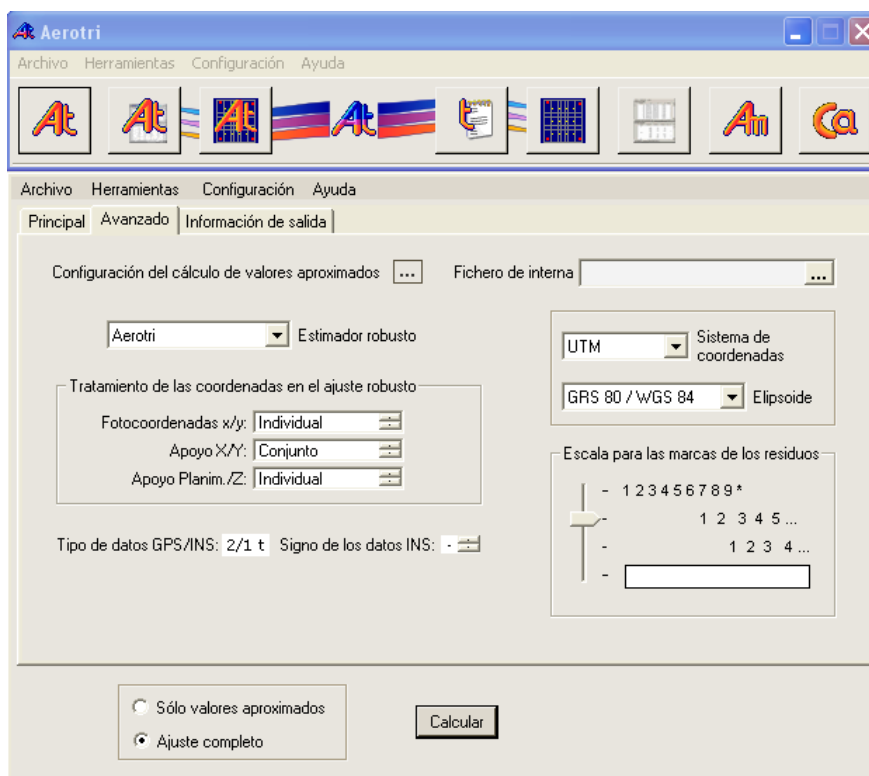


Figura49: Ventana "Avanzado" de Cálculo de Aerotriangulación

Por último, hay que seleccionar la información de salida deseada, de forma que con los archivos obtenidos se pueda realizar la comparación de los resultados.

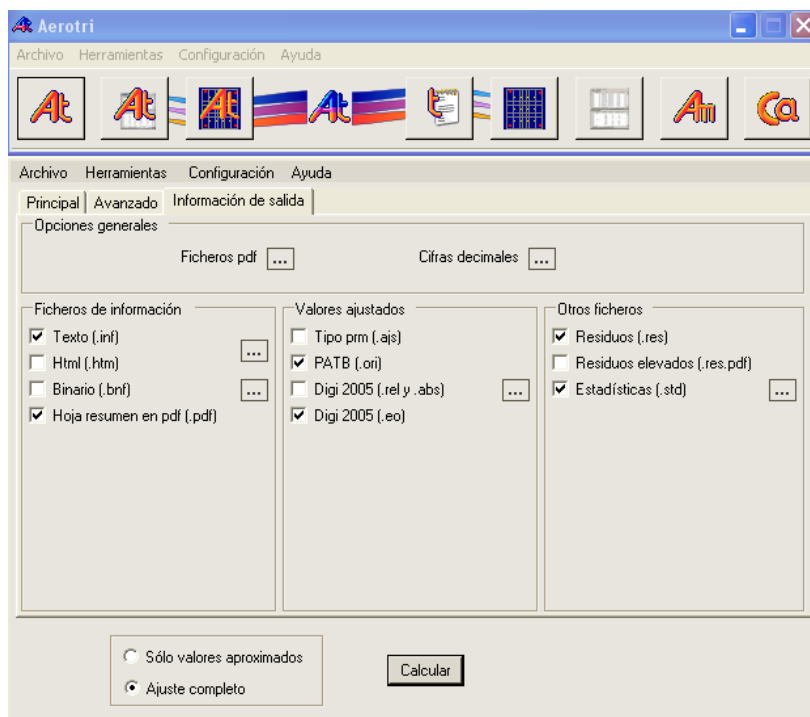


Figura50: Ventana "Información de salida" de Cálculo de Aerotriangulación

Seleccionadas todas las opciones que ofrece el programa, se hace el cálculo pulsando la tecla “Calcular” que aparece en la parte inferior de la ventana, y aparecerán todos los ficheros que hemos seleccionado anteriormente en la carpeta en la que están los ficheros de foto-coordenadas y de puntos de apoyo que hemos introducido al comienzo de esta fase.

Como se puede ver en esta ventana, también se ha escogido el fichero de salida con extensión “.eo”. Este archivo nos proporciona los datos correspondientes a la orientación externa, suficientes para terminar con la orientación del bloque. Éstos datos vienen determinados de la siguiente manera: nombre de la foto, coordenada X, coordenada Y, coordenada Z y los tres giros omega, phi y kappa de los centros de proyección.

Nombre de la foto	X	Y	Z	omega	phi	kappa
h50_112_fot_158-4552	526121.41	4742553.21	1525.66	0.1798	-0.0154	0.1842
h50_112_fot_158-4553	526253.63	4742553.68	1526.82	0.1874	-0.0155	0.2602
h50_112_fot_158-4554	526384.51	4742554.08	1528.72	0.2790	-0.0455	0.1665
h50_112_fot_158-4555	526517.17	4742554.61	1530.91	0.2722	-0.0385	0.2944
h50_112_fot_158-4556	526649.46	4742554.65	1532.82	0.2489	0.0257	-0.0564
h50_112_fot_159-4405	526122.39	4742957.07	1518.50	0.0782	0.0546	-0.5653
h50_112_fot_159-4406	526254.90	4742957.17	1518.39	0.1865	0.1016	-0.0625
h50_112_fot_159-4407	526386.63	4742956.92	1517.75	0.0586	0.1340	-0.0948
h50_112_fot_159-4408	526518.57	4742956.66	1515.76	0.0808	0.0831	-0.1323

Figura51: Fichero “.eo” de la Aerotriangulación

Hasta este punto está realizada la orientación relativa de todos los modelos, y hemos obtenido los parámetros de los centros de proyección de cada una de las imágenes, por lo que solo nos queda obtener el fichero “.abs2” necesario para la restitución. Este procedimiento se realiza a través de Digi3D y se efectúa igual que la Orientación Directa, es decir, siguiendo los mismos pasos. Sin embargo, en este caso, el fichero de extensión “.eo” que se usa, es el creado por Aerotri en el proceso anterior.

Como resultado, se obtiene el fichero “.abs2”, el cual se crea en la carpeta asignada a este método.

AJUSTE ISO

Este método consiste en realizar el ajuste combinando las técnicas de Aerotriangulación y GPS-INS. Para llevar a cabo este procedimiento y puesto que una parte del trabajo es la aerotriangulación, la fase instrumental de este método ya está realizada y únicamente falta realizar el cálculo combinando estas dos técnicas.

En este caso, al ejecutar el programa hay que seleccionar los mismos ficheros y datos, pero **añadiendo el fichero con los de GPS-INS** y las precisiones de los sistemas GPS-INS en la pantalla “principal”. En el resto de ventanas se seleccionan las mismas opciones.

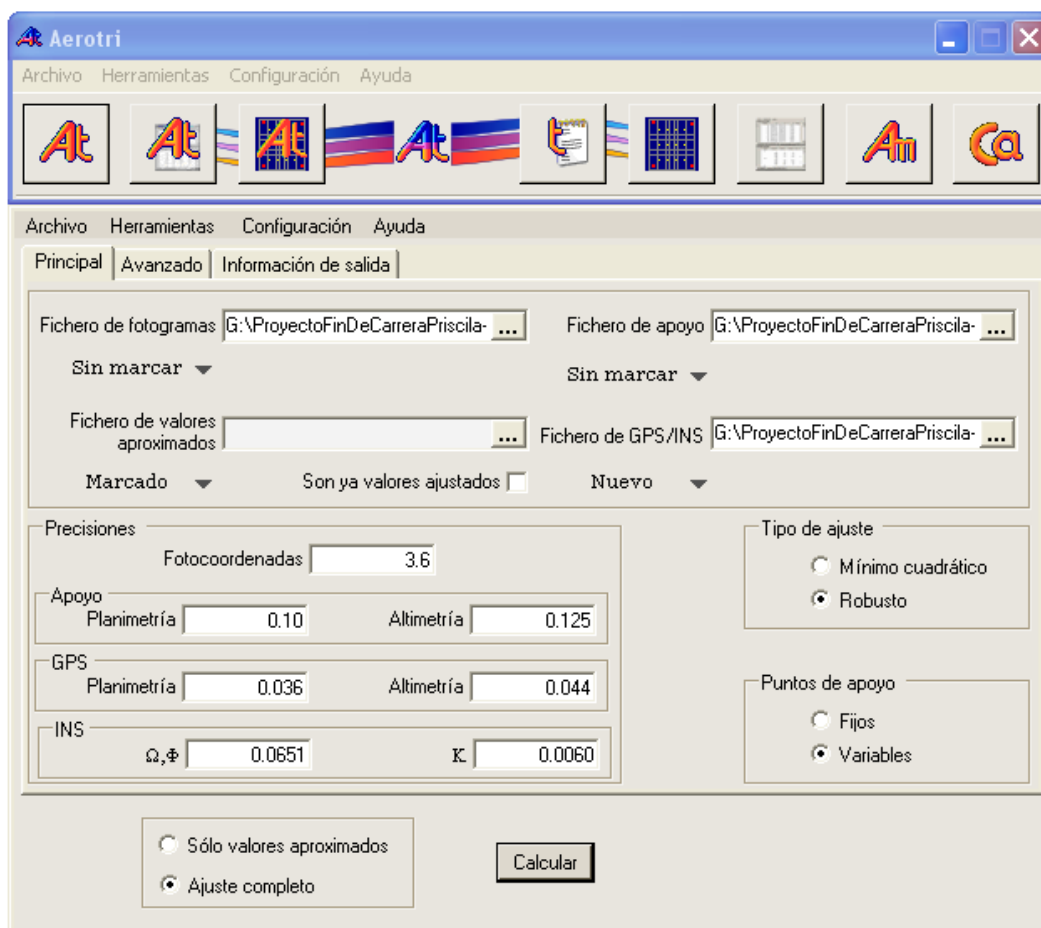


Figura52: Ventana “Principal” de Cálculo ISO

El fichero con los datos GPS-INS se determina a partir de la información obtenida de un fichero Access proporcionado como dato de partida de este proyecto, el cual contiene la información acerca del vuelo. El fichero creado tiene la siguiente estructura:

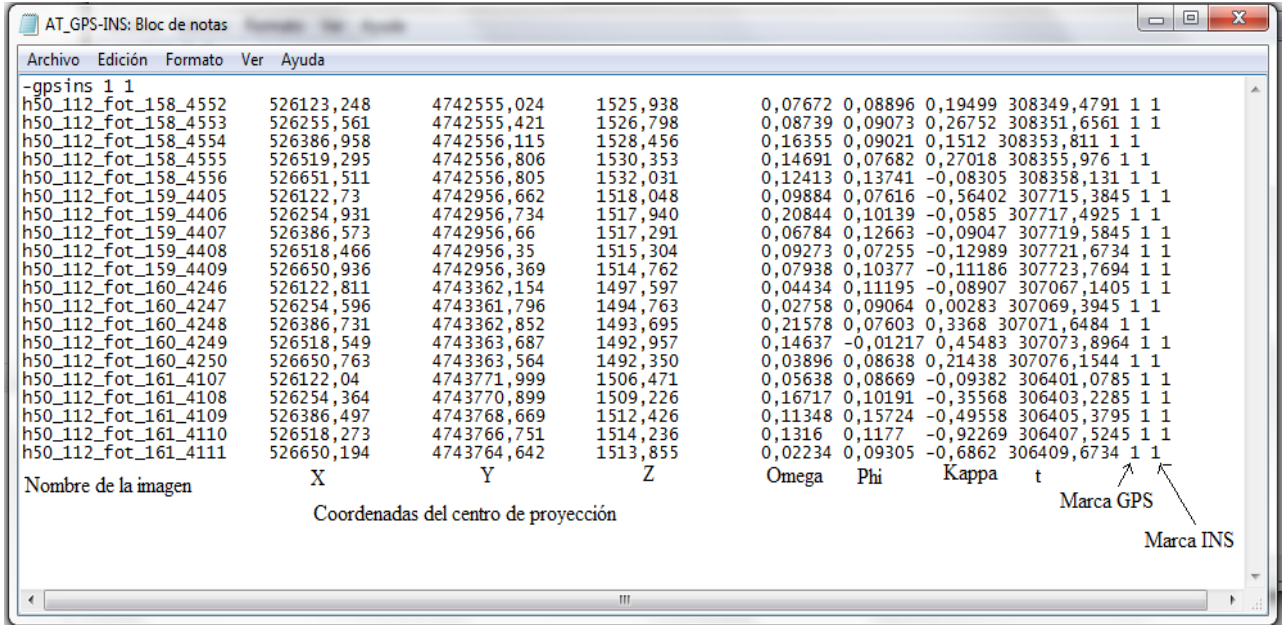


Figura53: Fichero ".eo" para ajuste ISO

Las precisiones que hay que indicarle al software, son las calculadas en el apartado de la orientación directa.

Una vez cumplimentados todos los datos, se procede al ajuste del bloque por éste método de la misma forma que en el caso anterior, es decir, de las cuatro formas posibles.

Al igual que con el método anterior ya está hecha la orientación del bloque, pero necesitamos obtener el fichero ".abs2" para poder realizar la restitución.

4. RESTITUCIÓN

El último paso para poder realizar el estudio comparativo de los distintos métodos de orientación del bloque, es la restitución de una zona con variedad de elementos (edificios, jardines...). Este procedimiento se realiza con los cuatro métodos, para después poder comparar los resultados obtenidos con la ortofoto del año 2011. De este modo, además de realizar un estudio analítico, se realizará un estudio gráfico de los mismos.

El modelo que se ha elegido para restituir es el que se ha formado por las imágenes 159-4408 y 159-4409, puesto que es el que menor error ha tenido al orientarlo por apoyo continuo. Dentro de este modelo, se ha optado por la zona central, debido a que es la que mejores resultados ofrece.

Antes de restituir es necesario analizar los errores obtenidos en las orientaciones y saber si se puede realizar en la escala prevista (1/500). En los resultados se ha podido comprobar que en planimetría todos los errores entran dentro de la tolerancia permitida, mientras que el error que se comete en altimetría en los métodos de Aerotriangulación e ISO, es de 25cm, y por lo tanto no es posible realizar la restitución en la escala 1/500, habiendo que hacerla en 1/1000.

Ver ANEXO VIII, Resultados finales de las orientaciones

Para comenzar a hacer la restitución, en primer lugar hay que abrir las imágenes al igual que se ha hecho anteriormente. A continuación se debe abrir un nuevo proyecto y cumplimentar la pestaña "Digi" indicando la escala, la equidistancia...



Figura54: Ventana de restitución

También es necesario indicar el nombre del archivo que se va a crear con el dibujo y que tendrá la extensión “.dwg”. Para ello hay que pulsar el botón correspondiente al nombre del archivo (“...”) e indicar el directorio donde se quiere crear. Gracias a esta extensión, este documento se podrá ejecutar con programas dirigidos al dibujo asistido.

A partir de este punto se puede empezar a restituir, teniendo en cuenta que es importante realizar un buen posado en cada uno de los elementos a dibujar.

Este software ofrece la opción de ejecutar distintos comandos de dibujo (rectas, curvas...) y distintos colores, para poder diferenciar fácilmente los distintos tipos de elementos que hay en la fotografía. A continuación se muestra una parte del resultado obtenido en la restitución, en la que se puede ver la diferencia entre los distintos elementos.



Figura55: Resultado de Restitución

5. CONCLUSIONES

Este apartado es el más importante del trabajo, debido a que es aquí donde se va a realizar el análisis comparativo de los resultados de los distintos métodos empleados para la orientación de un bloque fotogramétrico de dos vuelos con distinto GSD.

En él se hará un estudio tanto temporal como geométrico (analíticamente y gráficamente) de los métodos. Se analizará si las conclusiones del Proyecto Fin de Carrera de Gloria Calzada, que se ha mencionado en los objetivos, se cumplen en un proyecto de distintas características. Teniendo en cuenta el proyecto que tomamos como referencia y el GSD (25cm) con el que se ha realizado, y las características del nuestro (7cm), se puede pronosticar que los resultados de nuestras orientaciones serán más precisos.

5.1. ESTUDIO TEMPORAL DE LOS MÉTODOS EMPLEADOS

Para contabilizar las horas totales empleadas en la confección de nuestro proyecto, se ha realizado la suma de las horas utilizadas en cada una de las fases. Para ello se han recogido en una tabla donde se ha realizado el cómputo de las horas totales. A continuación se muestra la tabla:

ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS RESULTADOS	
FASE 1: PLANIFICACION Y TRABAJO DE CAMPO	22
FASE 2 y 3: TRABAJO DE GABINETE	38
CONFECCION DE LA MEMORIA	104
TOTAL	164

Tabla 5: Análisis temporal de los resultados

Como se puede ver en la tabla anexa, el proceso que más horas ha durado en el desarrollo del proyecto, ha sido la redacción de la memoria. Uno de los factores importantes a la hora de desarrollarla ha sido el estudio comparativo de los distintos métodos empleados en la orientación del bloque, puesto que es uno de los objetivos más relevantes del proyecto.

El desarrollo de la memoria ha requerido un total de 104 horas, puesto que se ha debido redactar completamente todos los conceptos teóricos necesarios para comprender correctamente el proyecto, así como cada uno de los procesos empleados para su realización.

El segundo proceso que más tiempo ha requerido han sido las fases 2 y 3 referentes al trabajo de gabinete. En este proceso se han realizado las fases instrumental y de cálculo, correspondientes a la orientación del bloque. Aunque ha sido un trabajo dinámico, se han necesitado 38 horas para poder realizarlo correctamente.

Por último, la fase para la que menos tiempo hemos necesitado (un total de 22 horas) ha sido la fase de preparación, en la que la mayor parte corresponde al trabajo de campo. Este tiempo hubiera sido menor, si no hubiéramos tenido los problemas comentados anteriormente correspondientes a los puntos de apoyo.

Por lo tanto concluimos el proyecto con un total de 164 horas.

Si analizamos la diferencia entre el estudio temporal del proyecto de Gloria Calzada tomado como referencia y el de éste, podemos observar que tanto en la planificación, en el trabajo de campo y en el de gabinete, no existe una diferencia notable en cuanto a horas se refiere. Por lo que, teniendo en cuenta que ambos proyectos son similares, se puede concluir que la extensión del bloque no influye. Sin embargo, para la redacción de la memoria, en este caso se han invertido más horas, por la complejidad que implica los diferentes puntos de vista de los componentes del grupo.

5.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Es en este último punto del proyecto donde se van a obtener las conclusiones referentes a los cuatro factores mencionados al inicio de esta memoria:

Tiempo invertido en cada método de orientación

En la siguiente tabla se muestra la diferencia de tiempo que requiere cada uno de los métodos contabilizando la orientación y restitución.

MÉTODO	TIEMPO(h)
APOYO CONTINUO	11,15
AEROTRIANGULACION	16,45
ISO	14,30
ORIENTACIÓN DIRECTA	1,4

Tabla6: Tiempo invertido en cada orientación

Como se puede ver, los métodos en los que más tiempo se ha empleado son aquellos en los que hay que orientar los modelos manualmente. En primer lugar se

ha realizado el ajuste por Apoyo Continuo. En este método, como ya se ha comentado con anterioridad, se ha trabajado con una pasada, en la cual se ha orientado cada modelo de manera independiente con 5 Puntos de Apoyo por cada modelo. Todos estos puntos se han medido manualmente, lo que implica más horas de trabajo en esta fase. Por lo que el total de puntos que se han medido en esta pasada han sido de 20 Puntos de Apoyo. Por ello, el trabajo de orientación y restitución han sumado finalmente un total de 11,15 horas de las cuales 9 se han empleado para la orientación de la pasada. Si consideramos que el bloque contiene 4 pasadas, podemos deducir que el empleo de este método para todo el bloque nos hubiese costado un total de 38,15 horas.

Otro de los métodos en los que hay que hacer la medición de puntos de forma manual, es la Aerotriangulación. En éste método, se trabaja con todo el bloque y en él se deben medir tanto puntos de apoyo como puntos de aerotriangulación. Es por esta razón por la que se ha tardado más tiempo en finalizarla. Dentro de las 16,45h que nos ha llevado realizar este método, 13 horas corresponden a la fase instrumental.

La diferencia temporal que existe entre los dos métodos comentados hasta ahora, radica en la falta de hábito al realizar la orientación de los primeros modelos. En esta discrepancia también influye la imposibilidad de corregir los errores cometidos en el segundo método.

Puesto que el ajuste ISO consta de dos partes (AT+ GPS/INS), y la fase instrumental de la Aerotriangulación se ha realizado con anterioridad con un total de 13 horas, no ha sido necesario realizar esta fase de nuevo, sin embargo se tendrá en cuenta a la hora de contabilizar el tiempo empleado en el ajuste ISO. La fase de cálculo de este método no ha llevado mucho tiempo, puesto que tan solo es necesaria la creación de ~~unos~~ ficheros. De esta forma el número total de horas que hemos tardado en realizar este método ha sido de 14,30 horas.

El cupo total de horas empleadas en el ajuste ISO ha sido menor que el de Aerotriangulación, debido a que el tiempo empleado en la restitución ha sido más reducido. Sin embargo, hay que destacar, que el tiempo empleado en la fase de cálculo se ha tardado unos minutos más, pero este tiempo se ha compensado con el proceso de restitución.

El último método de orientación que hemos realizado ha sido el de Orientación Directa. Éste ha sido el más rápido de los métodos empleados ya que para llevar a cabo este método no es necesario realizar la medición de ningún punto, puesto que el software empleado realiza todo el proceso en tan solo unos minutos. Por lo

tanto lo que más trabajo nos ha llevado ha sido realizar la restitución del modelo orientado. Finalmente el número de horas que hemos tardado en realizar este método ha sido de 1 hora y 40 minutos.

Si analizamos los resultados obtenidos en este estudio temporal, los resultados muestran que el método más rápido ha sido la Orientación Directa, ya que en este caso el trabajo que se debe realizar es la creación de unos ficheros. Si lo comparamos con el Proyecto que tomamos como referencia, observamos que para éste, dicho método también es el más rápido, por lo que **en cuanto a tiempo invertido** se refiere, concluimos que **el tamaño del GSD no influye en la orientación de un bloque**.

Precisión de los métodos empleados para la Orientación:

Otro de los factores a comparar, y quizás el más importante, es la precisión que se obtiene al orientar el modelo o el bloque. En la orientación por **apoyo continuo**, se ha obtenido un error medio cuadrático en cada modelo, ya que se han orientado de manera independiente:

MODELO	emc(m)
4405-4406	0,099
4406-4407	0,072
4407-4408	0,060
4408-4409	0,038

Tabla7: Precisión de los modelos orientados por apoyo continuo

El cálculo de la **Aerotriangulación** y del ajuste **ISO** se ha realizado de cuatro modos distintos, por lo que se han obtenido varias precisiones. Los ajustes que se han realizado tanto para la AT como para el ISO, han tenido exactamente los mismos resultados. Las precisiones que hemos obtenido con los 4 tipos de ajustes son las siguientes:

	MMCC		Estimadores Robustos	
	Planimetría	Altimetría	Planimetría	Altimetría
Puntos de Apoyo Fijos	0,41	1,49	0,07	0,25
Puntos de Apoyo variables	0,53	0,84	0,07	0,24

Tabla8: Precisiones en la Aerotriangulación e ISO

Analizando los cuatro resultados obtenidos, se puede ver que, en nuestro caso, el mejor de los métodos ha sido por estimadores robustos ya que los errores en planimetría y altimetría han sido los más bajos. Siendo los dos ajustes muy similares, nos decantamos por el ajuste con Puntos de Apoyo fijos, ya que damos por buenas nuestras coordenadas.

Para poder analizar estos errores, se parte de un gráfico en el que se muestra el error de cada uno de los puntos de aerotriangulación medidos. Dentro de éste se diferencian los Puntos de Apoyo que se identifican con un triángulo rojo, los centros de proyección de cada imagen con un punto amarillo y los puntos de los que se muestran los errores en color lila. Entorno a éstos aparece una elipse verde y una línea granate, las cuales indican el error en cada punto.

Se puede apreciar por lo tanto que los máximos errores se han cometido en el contorno del bloque, siendo mayores en las esquinas de éste. La diferencia en éstos es debida a que los puntos de las esquinas se han medido una única vez, mientras que el resto se ha hecho en varias ocasiones. El error disminuye considerablemente en los puntos del interior ya que se han medido en un mayor número de veces.

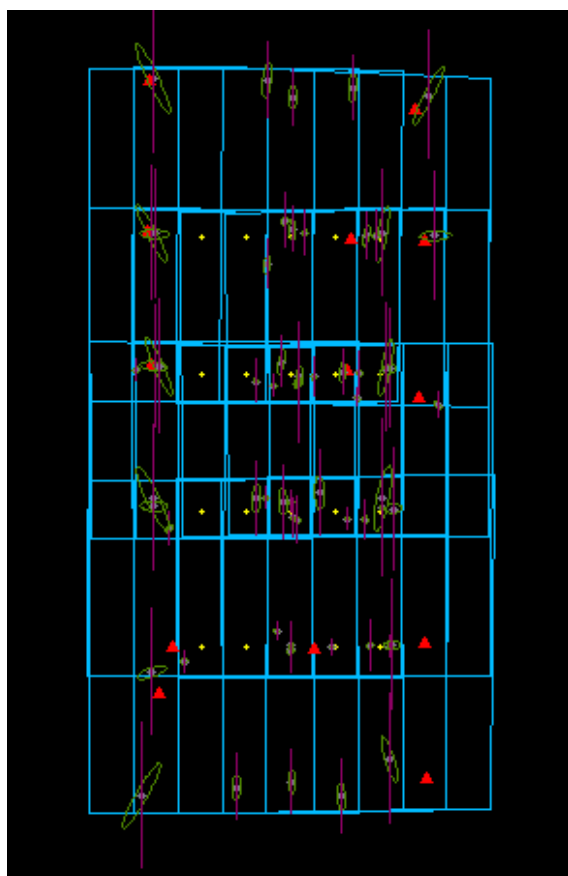


Figura56: Gráfico de errores

Para saber cuál es la precisión de la **Orientación Directa** hay que calcular la componente cuadrática que se ha cometido en la planimetría y la altimetría teniendo en cuenta el error cometido con el sistema inercial y el de GPS.

	Planimetría	Altimetría
Error de GPS	0,036m	0,044m
Error de INS	0,0030gon 0,071m	
Componente cuadrática	0,080m	0,044m

Tabla9: Precisión de GPS/INS

Si observamos los resultados expuestos anteriormente, concluimos que el método más preciso es el de Apoyo Continuo, ya que el promedio de los errores medios cuadráticos de los cuatro modelos está en torno a 6,7 cm. Sin embargo en el estudio realizado en el año 2011 con un GSD de 25cm, el método con el que se obtuvieron los mejores resultados fue el que se realizó mediante un ajuste ISO.

Por lo tanto, podemos decir, que **el tamaño del GSD si que influye en la precisión** del método con el que se oriente el bloque. Viendo estos resultados se puede decir que cuanto menor es el GSD mayor importancia tiene el apoyo en campo y por lo tanto será necesario medir con mayor precisión estos puntos en gabinete.

 **Dificultad de cada método:**

El factor más característico a la hora de evaluar la dificultad entre cada método, es el número de puntos de apoyo que tenga cada uno de los modelos. Por lo que podemos decir, que el método más sencillo es el de la orientación directa, ya que no es necesario medir ningún punto.

Los otros tres métodos, se pueden diferenciar en función del número de puntos que haya que medir tanto en campo como en gabinete. Para realizar el método de orientación por Apoyo Continuo, es necesario realizar mayor apoyo en campo. Sin embargo para los métodos de Aerotriangulación y AT + GPS/INS, es necesario medir más puntos en gabinete que en campo, ya que se miden tanto puntos de apoyo como puntos de aerotriangulación.

✚ **Comparación de cada restitución con la ortofoto:**

Uno de los puntos a destacar para finalizar con el proyecto, es realizar la comparativa de la restitución de cada uno de los métodos con la ortofoto. Para ello se ha descargado la ortofoto del año 2011 proporcionada por el Gobierno Vasco. La escala a la que se ha descargado la fotografía es 1/5000, ya que es la mayor que ofrece.

Para ello se ha insertado la imagen en MDT5, junto con las restituciones que se han realizado previamente, obteniendo el siguiente resultado:

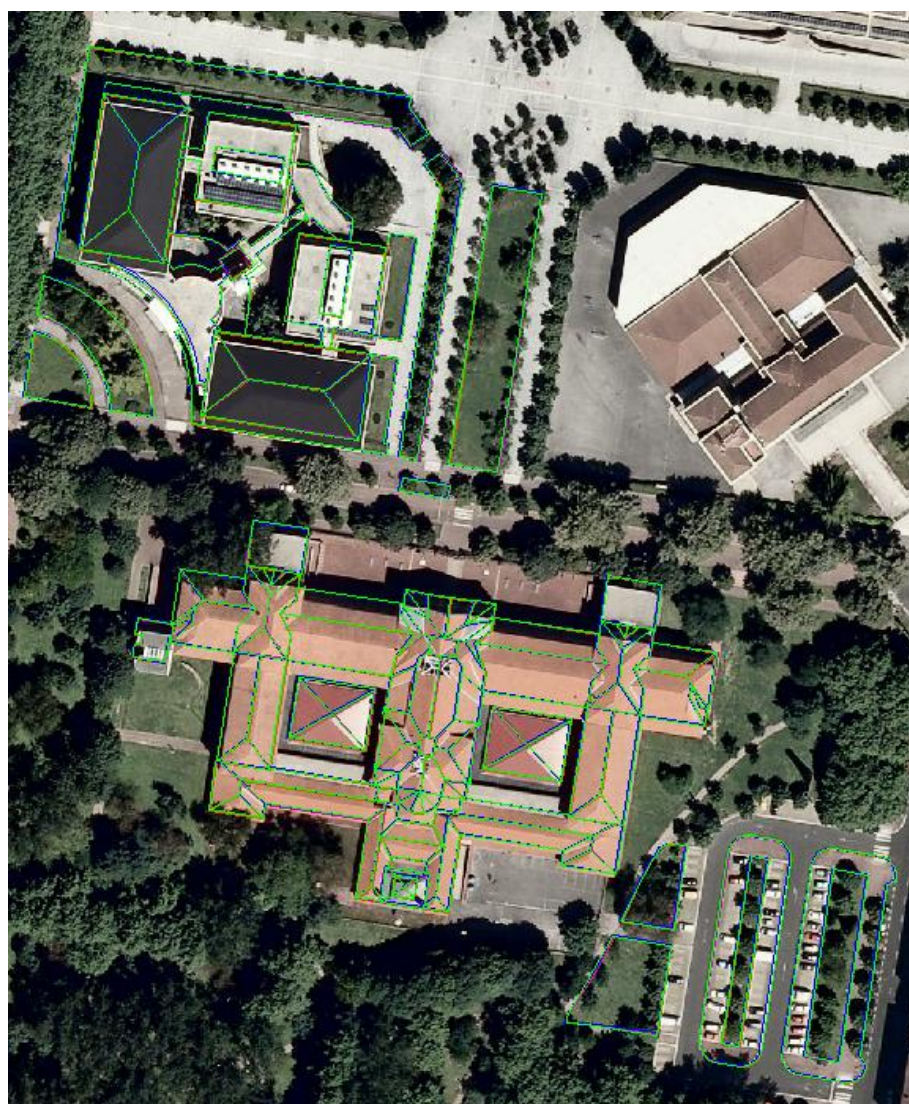


Figura57: Comparación de la ortofoto con las restituciones

Al hacer la comparación de la fotografía con las cuatro restituciones, se ha observado que en todas las zonas ocurre lo mismo, es decir, la restitución realizada por apoyo continuo es la que más se acerca a la realidad. Esto se debe

a que es el método que mayor precisión nos ha ofrecido al hacer la orientación. Para poder analizar este factor, solo se pueden tener en cuenta las zonas restituidas a cota del suelo, ya que la ortofoto no tiene en cuenta la altitud de los elementos puesto que se ha hecho nivel del suelo.

Como se ha visto anteriormente, tanto el método de aerotriangulación como el ISO ofrecen la misma precisión. Este dato se refleja en a la hora de realizar la restitución, concluyendo que la cartografía se asemeja de manera similar a la ortofoto en ambos casos. Por lo que se puede decir, que las precisiones que se obtienen al hacer las restituciones, siguen los valores matemáticos obtenidos al hacer las orientaciones. Es decir, cuanto mayor es la precisión obtenida en el ajuste, más se aproxima la restitución a la ortofoto.

Esta diferencia se puede apreciar en la siguiente imagen y tabla correspondiente:

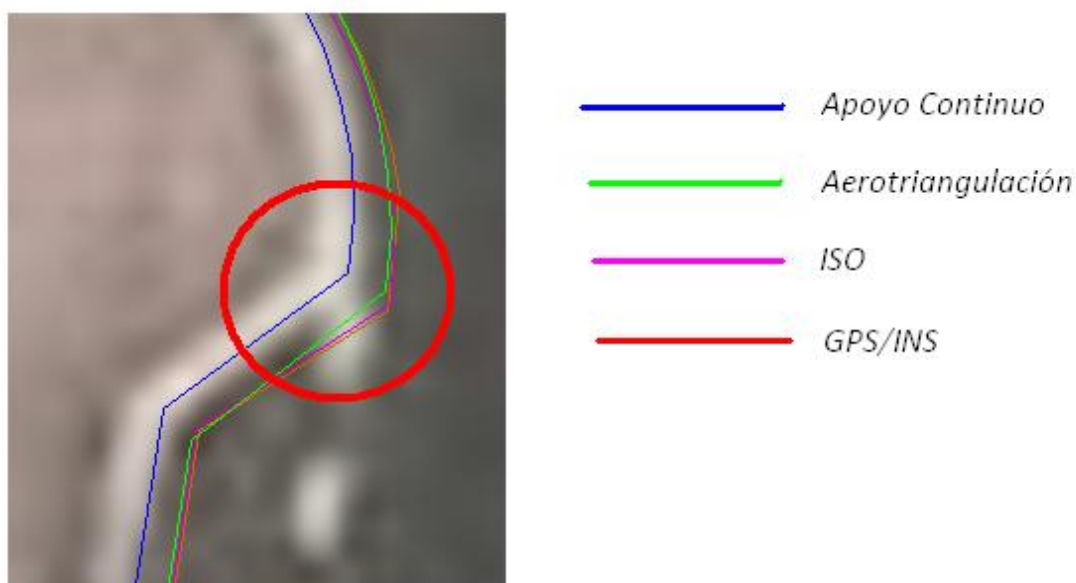


Figura58: Detalle del resultado

MÉTODO	Distancia (m)
Apoyo Continuo	0,36
Aerotriangulación	0,45
ISO	0,43
GPS/INS	0,53

Como se puede observar en los datos anteriores, la máxima diferencia que existe entre el mejor y el peor método es de 17cm, por lo que este error entra dentro de la tolerancia que permite una restitución a escala 1/1000.

Por lo tanto, al igual que ocurre con la precisión, **el tamaño del GSD si que influye en el resultado de la restitución**, debido a que el resultado de éste proyecto no coincide con el realizado en 2011. Sin embargo se cumple que con distintos GSD cuanta mayor precisión se obtenga en el ajuste, mayor aproximación del la restitución a la ortofoto.

 **Conclusiones generales:**

- Según el **tiempo**, NO influye para ningún GSD
- Según la **precisión**, SI influye, el mejor método Apoyo Continuo para 7cm, pero para 25cm ISO
- Según la **dificultad**, NO influye para ningún GSD
- Según la **restitución**, SI influye y el mejor método Apoyo Continuo para 7cm, e ISO para 25cm

Analizando las conclusiones de manera global, podemos valorar los factores de dos formas distintas: objetivamente, según los datos analíticos, y subjetivamente. Según los factores objetivos, es decir, precisión y restitución, el tamaño del GSD si influye en el resultado de la orientación del bloque fotogramétrico, ya que los resultados obtenidos en ambos proyectos difieren notablemente.

Para el estudio realizado con un GSD de 7cm el método que mejor precisión ha ofrecido ha sido el de Apoyo Continuo. Así mismo este resultado se ha producido igualmente en la restitución. De la misma forma que con este proyecto, en el realizado con un GSD de 25cm, tanto en la precisión como en la restitución se obtienen los mejores resultados con el mismo método de ajuste, el ISO.

Analizando los factores subjetivos, es decir, en función de la dificultad y el tiempo, podemos decir que el tamaño del GSD no influye en la orientación ya que, por una parte, la diferencia de dificultad del método GPS/INS con el resto no depende del GSD utilizado. Y por otra, el tiempo invertido en cada método depende de la persona que realiza el trabajo, por ejemplo teniendo en cuenta la experiencia que tenga.

6. BIBLIOGRAFÍA

- “Apuntes y Documentos: Métodos Topográficos”, [en línea]. 06 de Enero de 2006 [10 de Febrero de 2012]. Disponible en la Web: <http://www.cartesia.org/article.php?sid=223>
- Calzada Viniegra G. “ESTUDIO COMPARATIVO DE DISTINTOS MÉTODOS DE AJUSTE DE BLOQUES FOTOGRAFÍAS”, Septiembre 2010.
- Diputación Foral de Álava, “Cartografía del Territorio Histórico de Álava”, [en línea]. [2 de Mayo de 2012]. Disponible en la Web: <http://carto.alava.net/Cartografia/inicio.htm?Vista=TOPOGRAFIAORTO1000&Idioma=0&popup=si>
- Escuela técnica superior de ingenieros en topografía geodesia y cartografía. “Glosario de topografía y cartografía”, [en línea]. [15 de Febrero de 2012]. Disponible en la Web: <http://www.geo.upm.es/ven/resources/glossary.html>
- Farjas M. “Método de Radiación: X, Y, H”, [en línea]. [10 de Febrero de 2012]. Disponible en la Web: http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-ii/Radiacion_Teoria.pdf
- Gobierno Vasco, “Programa de cambio de Datum ED50-ETRS89”, [en línea]. 10 de Mayo de 2010 [20 de Enero de 2012]. Disponible en la Web: http://www.euskadi.net/r332288/es/contenidos/informacion/cambio_datum/es_datum/datum.html
- LERMA, J.L. Aerotriangulación: Cálculo y compensación de un bloque fotogramétrico. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia, 1999. ISBN: 84-7721 – 847 -1.
- LERMA, J.L. Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2002. ISBN: 84- 9705 – 210 – 2.
- Mesanza Moraza A. Apuntes de Fotogrametría II: Universidad del País Vasco.
- Orellana Ramírez R. “Apuntes Fotogrametría Básica” [en línea]. 2006 [27 de Enero de 2012]. Disponible en la Web: http://www.cartografia.cl/download/apuntes_fotogrametria.pdf

- “Ortofotos 2011” cedidas por el Gobierno Vasco
ftp://ftp.geo.euskadi.net/cartografia/Cartografia_Basica/Ortofotos/ORTOS_2011/5000/
- PÉREZ J.A. Apuntes de Fotogrametría II. Mérida: Servicio de publicaciones.
- PÉREZ J.A. Apuntes de Fotogrametría III. Mérida: Servicio de publicaciones.
- “Principios de la Topografía Clásica” [en línea]. [10 de Febrero de 2012].
Disponible en la Web: <http://www.topocat.com/UIB/UIB08-TT02-Principios%20de%20la%20topografia%20clasica.pdf>
- Sánchez Sobrino, J.A., “ Introducción a la fotogrametría”

7. LISTADO DE FIGURAS

- ❖ Figura1: Esquema del Método General de la Fotogrametría. *Apuntes de Fotogrametría I (UPV-EHU), José Manuel Valle Melón*
- ❖ Figura2: Distribución según Von Grüber. *Apuntes de Fotogrametría II (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura3: Condición de Coplaneidad. *Apuntes de Fotogrametría II (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura4: Condición de Colinealidad. *Apuntes de Fotogrametría II (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura5: Unión de los puntos de Aerotriangulación. *Apuntes de Fotogrametría III (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura6: Distribución de los puntos de Aerotriangulación. *Apuntes de Fotogrametría III (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura7: Esquema de radiación. <http://www.cartesia.org/article.php?sid=223>
- ❖ Figura8: Croquis del método RTK. APLICACIONES GPS A LA CONSTRUCCIÓN; Departamento De Expresión Gráfica, Área: Ingeniería Cartográfica Geodésica y Fotogrametría
- ❖ Figura9: Datos de imagen “.tiff”. *Realización propia*
- ❖ Figura10: Distribución de PA para planimetría según Ackermann. *Apuntes de Fotogrametría III (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura11: Grafico de las precisiones de la distribución de PA para planimetría según Ackermann. *Apuntes de Fotogrametría III (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura12: Distribución ideal de los PA para altimetría según Ackermann. *Apuntes de Fotogrametría III (Universidad de Extremadura), Juan Antonio Pérez Álvarez*
- ❖ Figura13: Distribución de los Puntos de Apoyo del bloque. *Realización propia*
- ❖ Figura14: Distribución de los Puntos de Apoyo en la pasada. *Realización propia*
- ❖ Figura15: Diferencia entre la imagen y el aspecto actual del punto PA2. *Realización propia*

- ❖ Figura16: Software de cambio de Datum.
http://www.euskadi.net/r332288/es/contenidos/informacion/cambio_datum/es_datum/datum.html
- ❖ Figura17: Pantalla de visión estereoscópica. *Realización propia*
- ❖ Figura18: Gafas polarizadas. *Realización propia*
- ❖ Figura19: Sistemas de captura. *Realización propia*
- ❖ Figura20: Distribución de las carpetas. *Realización propia*
- ❖ Figura21: Directorio de proyecto. *Realización propia*
- ❖ Figura22: Página principal de Digi3D. *Realización propia*
- ❖ Figura23: Mensaje de error al cargar las imágenes. *Realización propia*
- ❖ Figura24: Descomposición piramidal de la imagen. *Apuntes de Fotogrametría Digital (UPV-EHU), Amaia Mesanza*
- ❖ Figura25: Creación de fichero de la Orientación Interna. *Realización propia*
- ❖ Figura26: Fichero de Orientación Interna. *Realización propia*
- ❖ Figura27: Selección de esquema para puntos Von Grüber. *Realización propia*
- ❖ Figura28: Distribución de puntos Von Grüber. *Realización propia*
- ❖ Figura29: Error en la Orientación Relativa. *Realización propia*
- ❖ Figura30: Creación de fichero de la Orientación Relativa. *Realización propia*
- ❖ Figura31: Fichero de la Orientación Relativa. *Realización propia*
- ❖ Figura32: Parámetros de la Orientación Absoluta. *Realización propia*
- ❖ Figura33: Fichero de Puntos de Apoyo. *Realización propia*
- ❖ Figura34: Errores de la Orientación Absoluta. *Realización propia*
- ❖ Figura35: Creación de fichero de Orientación Absoluta. *Realización propia*
- ❖ Figura36: Fichero de Orientación Absoluta. *Realización propia*
- ❖ Figura37: Distribución de los Puntos de Paso. *Realización propia*
- ❖ Figura38: Distribución de los puntos de Enlace. *Realización propia*
- ❖ Figura39: Ventana de los puntos de Aerotriangulación medidos. *Realización propia*
- ❖ Figura40: Ficheros creados en la Aerotriangulación. *Realización propia*

- ❖ Figura41: Fichero de extensión “.f”. *Realización propia*
- ❖ Figura42: Fichero para la Orientación Directa. *Realización propia*
- ❖ Figura43: Fichero de Cámara. *Realización propia*
- ❖ Figura44: Ventana para la Orientación Directa. *Realización propia*
- ❖ Figura45: Ventana de selección de ficheros de orientación Directa. *Realización propia*
- ❖ Figura46: Creación de ficheros de la Orientación Directa. *Realización propia*
- ❖ Figura47: Fichero de Puntos de Apoyo para la Aerotriangulación. *Realización propia*
- ❖ Figura48: Ventana “Principal” de Cálculo de Aerotriangulación. *Realización propia*
- ❖ Figura49: Ventana “Avanzado” de Cálculo de Aerotriangulación. *Realización propia*
- ❖ Figura50: Ventana “Información de salida” de Cálculo de Aerotriangulación. *Realización propia*
- ❖ Figura51: Fichero “.eo” de la Aerotriangulación. *Realización propia*
- ❖ Figura52: Ventana “Principal” de Cálculo ISO. *Realización propia*
- ❖ Figura53: Fichero “.eo” para ajuste ISO. *Realización propia*
- ❖ Figura54: Ventana de restitución. *Realización propia*
- ❖ Figura55: Resultado de Restitución. *Realización propia*
- ❖ Figura56: Gráfico de errores. *Realización propia*
- ❖ Figura57: Comparación de la ortofoto con las restituciones. *Realización propia*
- ❖ Figura58: Detalle del resultado. *Realización propia*

8. LISTADO DE TABLAS

- ❖ Tabla1: Relación del Sistema de Coordenadas con el MGF. *Apuntes de Fotogrametría II(UPV-EHU), Amaia Mesanza*
- ❖ Tabla2: Características de la cámara. *Certificado de calibración Vexcel UltraCam X, S/N UCX-SX-1-80810093*
- ❖ Tabla3: Correspondencia entre GSD y escala. *Realización propia*
- ❖ Tabla4: Errores de GPS/INS. *Realización propia*
- ❖ Tabla 5: Análisis temporal de los resultados. *Realización propia*
- ❖ Tabla6: Tiempo invertido en cada orientación. *Realización propia*
- ❖ Tabla7: Precisión de los modelos orientados por apoyo continuo. *Realización propia*
- ❖ Tabla8: Precisiones en la Aerotriangulación e ISO. *Realización propia*
- ❖ Tabla9: Precisión de GPS/INS. *Realización propia*

ANEXO I: Imágenes del **vuelo**

ANEXO II: Certificado de **Calibración**

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Calibration Report



Camera:	UltraCam X, S/N UCX-SX-1-80810093
Manufacturer:	Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company A-8010 Graz, Austria
Date of Calibration:	Feb-21-2007
Date of Report:	Mar-15-2007
Camera Revision:	2.0
Revision of Report:	2.0

(1 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Calibration Report

Geometric Calibration



Camera:	UltraCam X, S/N UCX-SX-1-80810093
Manufacturer:	Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company A-8010 Graz, Austria
Panchromatic Camera:	ck = 100.500mm
Multispectral Camera:	ck = 100.500mm
Date of Calibration:	Feb-21-2007
Date of Report:	Mar-15-2007
Camera Revision:	2.0
Revision of Report:	2.0

(2 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Panchromatic Camera

Large Format Panchromatic Output Image

Image Format	long track	67.824mm	9420pixel
	cross track	103.896mm	14430pixel
Image Extent		(-34.28, -52.22)mm	(34.28, 52.22)mm
Pixel Size		7.200µm*7.200µm	
Focal Length	ck	100.500mm	± 0.002mm
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.216 mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

Multispectral Camera

Medium Format Multispectral Output Image (Upscaled to panchromatic image format)

Image Format	long track	67.824mm	3140pixel
	cross track	103.896mm	4810pixel
Image Extent		(-34.28, -52.22)mm	(34.28, 52.22)mm
Pixel Size		21.600µm*21.600µm	
Focal Length	ck	100.500mm	
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.216 mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

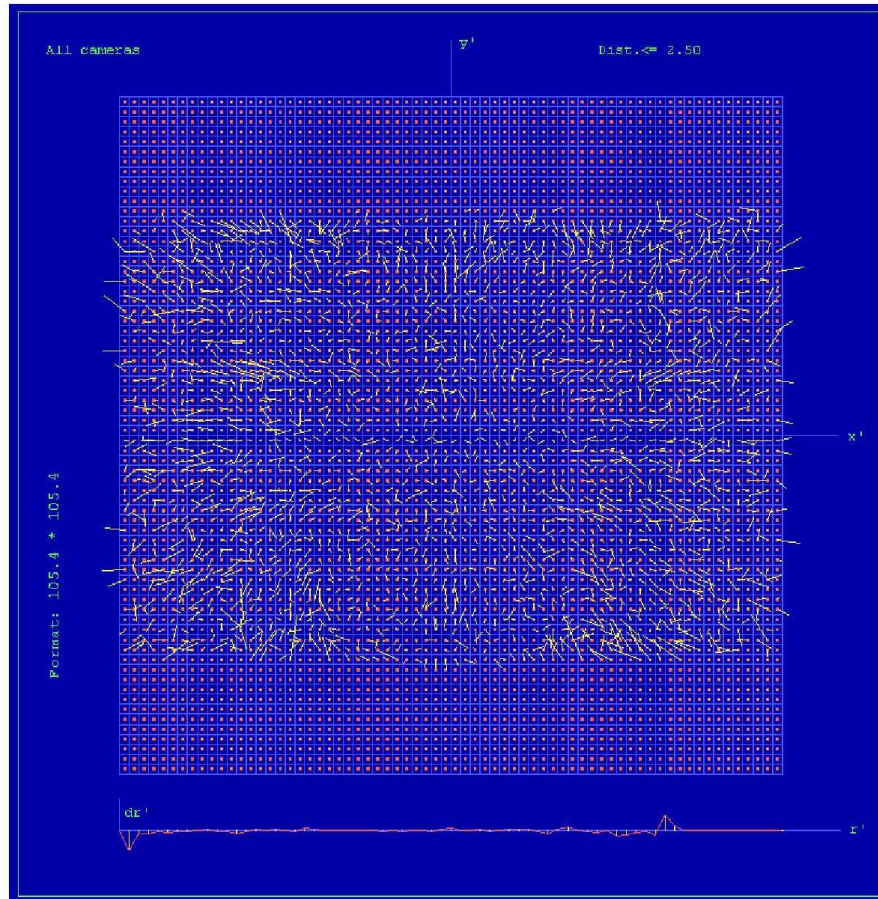
(3 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Full Pan Image, Residual Error Diagram



Residual Error (RMS): **0.80 μm**

(4 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com



UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Explanations:

1) Calibration Method:

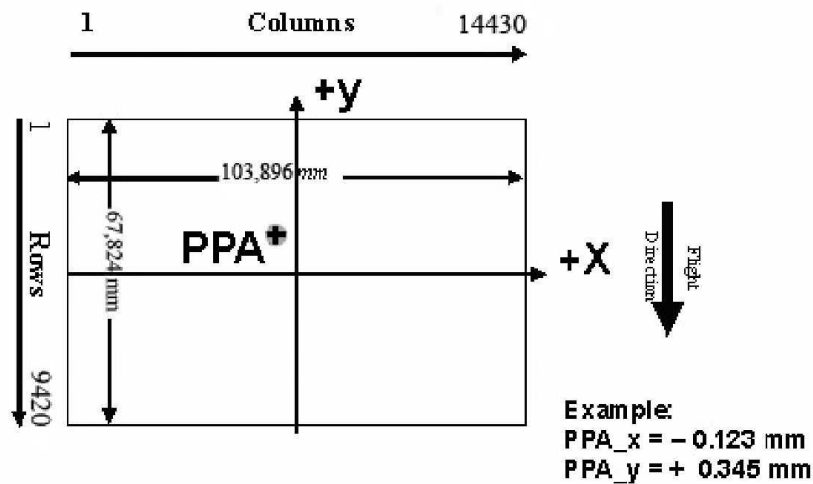
The geometric calibration is based on a set of 84 images of a defined geometry target with 240 GCPs.

Number of point measurements for the panchromatic camera : 13966
 Number of point measurements for the multispectral camera : 54560

Determination of the image parameters by Least Squares Adjustment.
 Software used for the adjustment: BINGO (GIP Eng. Aalen, Germany)

2) Level 2 Image Coordinate System: PAN 14430 pixel by 9420 pixel
 MS 4810 pixel by 3140 pixel

Lvl2, Camera prop. Orientation



The image coordinate system of the Level 2 images is shown in the above figure. The level 2 image consists of 11500 columns and 7500 rows, which leads to a total image format of 103.5 * 67.5 mm. The coordinate of the principal point in the level 2 image is given on page 3 of this report. The above figure shows the position of an example principal point at the coordinate (-0.123 / 0.345).

(5 of 13)

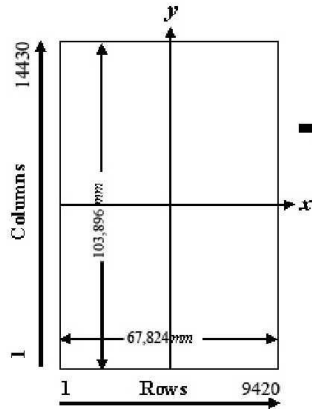
Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
 Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

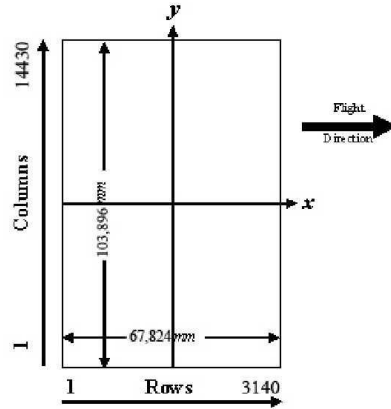
UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

3) Level 3 Image Coordinate System:
(after rotation of 270° CW)

PAN 14430 pixel by 9420 pixel
MS 4810 pixel by 3140 pixel



Panchromatic Image Format



Multispectral Image Format

=====
4) Position of Principal Point in Level 3 Image

The position of the principal point in the level 3 image depends on the "rotation" setting used in the OPC during the pan-sharpening step. The exact position relative to the image center is given in the table below as a function of the rotation setting used in the OPC. The coordinates are specified for clockwise (CW) rotation in steps of 90 degrees, according to the principal point coordinate given on page 3 for high- and low resolution images.

Image Format	Clockwise Rotation (Degree)	PPA	
		X	Y
Level 2	-	0.000	0.216
Level 3	0	0.000	0.216
Level 3	90	0.216	0.000
Level 3	180	0.000	-0.216
Level 3	270	-0.216	0.000

(6 of 13)

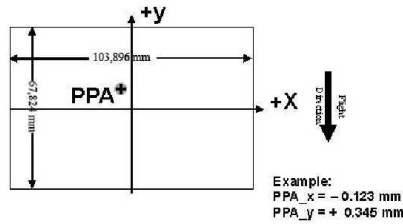
Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

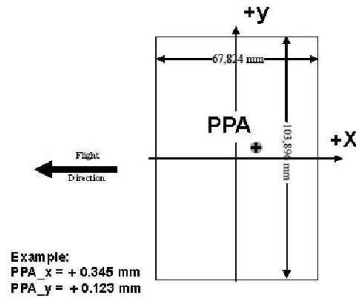
UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

The coordinates in the figure below are only example values to illustrate the effect of image rotation on the principal point position, and do **not** correspond to the camera described in this report.

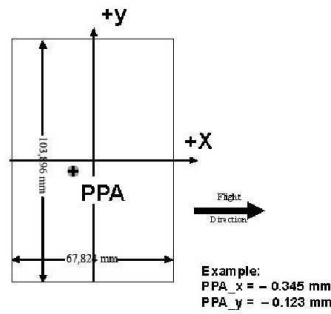
Lvl3, Rotation 0 deg clockwise



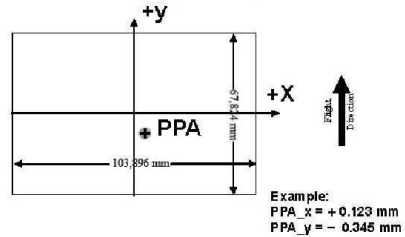
Lvl3, Rotation 90 deg clockwise



Lvl3, Rotation 270 deg clockwise



Lvl3, Rotation 180 deg clockwise



(7 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

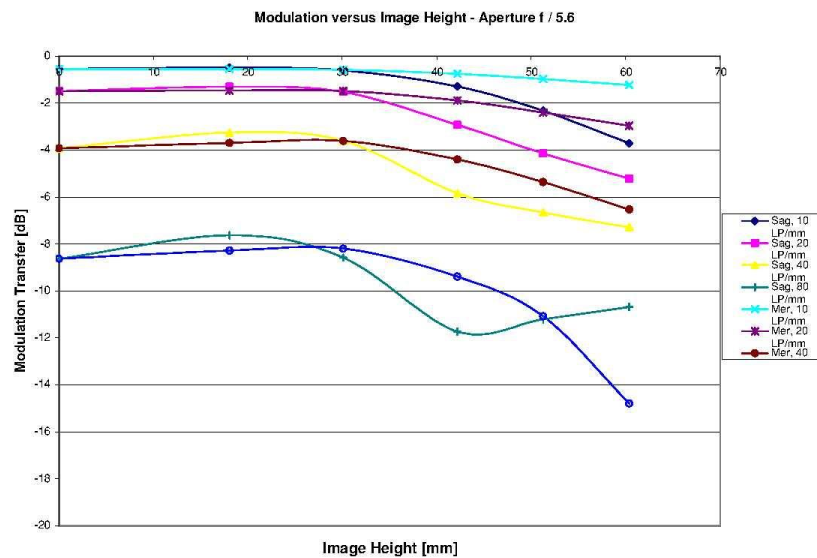
UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Lens Resolving Power

The following curves show the development of the modulation transfer function across different image heights of the panchromatic cones.

The curves are given for the meridional (tangential) and sagittal (radial) component of signals at frequencies of 10, 20, 40 and 80 line pairs per millimeter.

As the MTF is a function of the specific aperture size used, one set of curves is given for each aperture size.

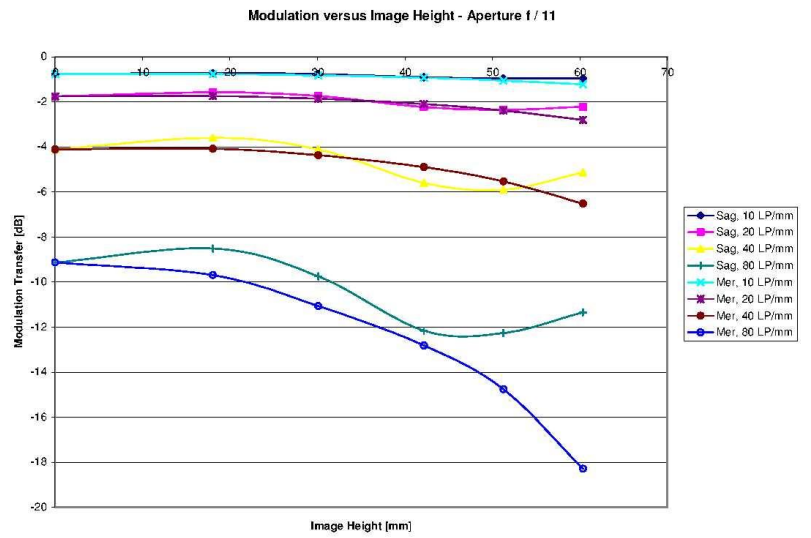
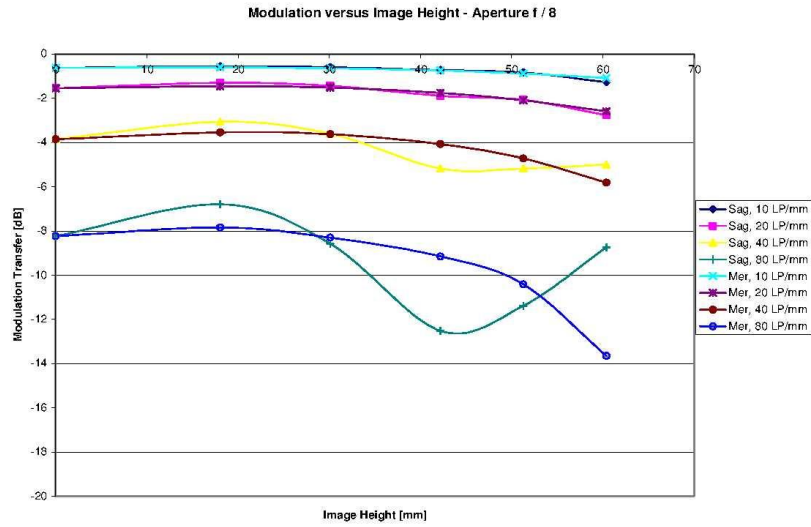


(8 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
 Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

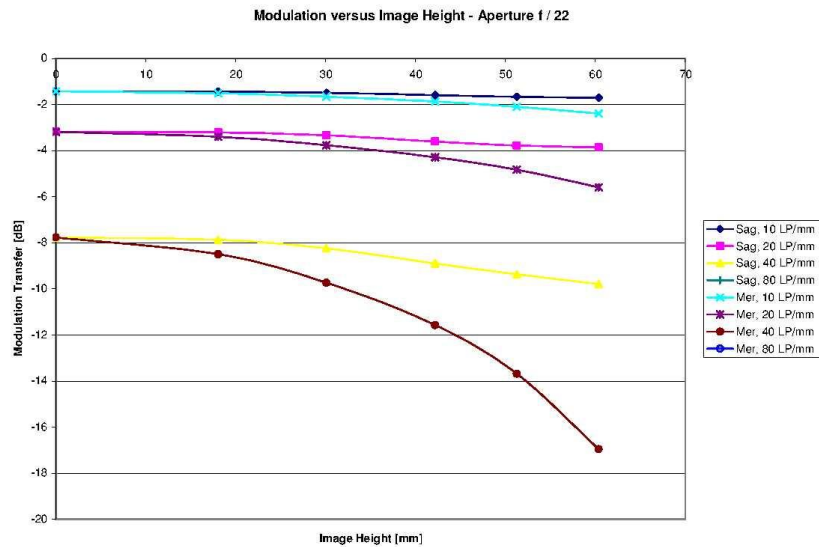
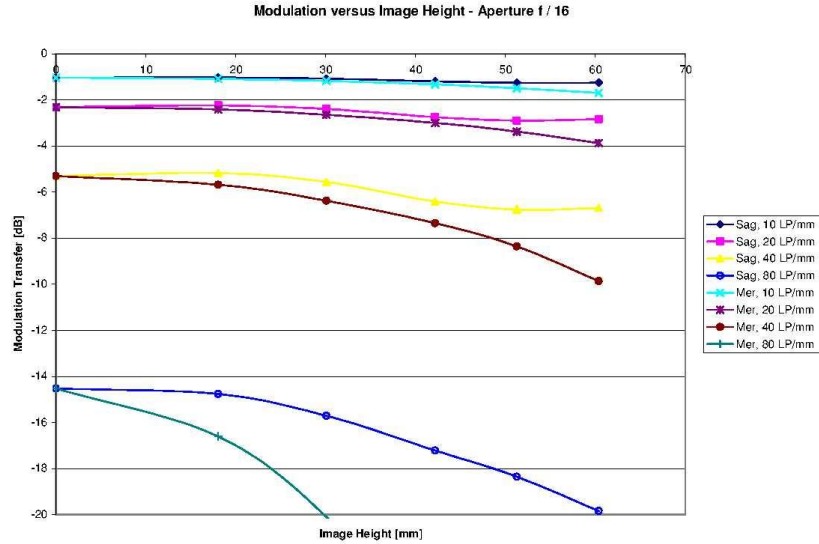


(9 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
 Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com



UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093



(10 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
 Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Calibration Report

Radiometric Calibration



Camera:	UltraCam X, S/N UCX-SX-1-80810093
Manufacturer:	Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company A-8010 Graz, Austria
Panchromatic Camera:	Apertures: f/5.6, f/8, f/11, f/16, f/22 (All Pan)
Multispectral Camera:	Apertures: f/4, f/5.6, f/8, f/11, f/16 (Red, Green, NIR) f/2.8, f/4, f/5.6, f/8, f/11 (Blue)
Date of Calibration:	Feb-21-2007
Date of Report:	Mar-15-2007
Camera Revision:	2.0
Revision of Report:	2.0

(11 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Explanations:

Calibration Method:

The radiometric calibration is based on a series of 60 flat field images for each aperture size and sensor. The flat field is illuminated by eight normal light lamps with known spectral illumination curves.

These images are used to calculate the specific sensitivity of each pixel to compensate local as well as global variations in sensitivity. Sensitivity tables are calculated for each sensor and aperture setting, and applied during post processing from level 0 to level 1.

Outlier Pixels that do not have a linear behavior as described in the CCD specifications are marked as defective during the calibration procedure. These pixels are not used or only partially used during post processing and the information is restored by interpolation between the neighborhood pixels surrounding the defective pixels.

Certain pixels that are named Qmax pixels due to the fact that they can only store and transfer charge up to a certain maximum amount are detected in an additional calibration step. These pixels are treated differently during post processing, since their behavior can affect not only single pixel values but whole columns.

(12 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

Microsoft

UltraCamX, Serial Number UCX-SX-1-80810093

Calibration Report

Summary



Camera: UltraCam X, S/N UCX-SX-1-80810093
Manufacturer: Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
A-8010 Graz, Austria
Date of Calibration: Feb-21-2007
Date of Report: Mar-15-2007
Camera Revision: 2.0
Revision of Report: 2.0

The following calibrations have been performed for the above mentioned digital aerial mapping camera:

- Geometric Calibration
- Verification of Lens Quality and Sensor Adjustment
- Radiometric Calibration
- Calibration of Defective Pixel Elements
- Shutter Calibration
- Sensor and Electronics Calibration

This equipment is operating fully within specification as defined by Vexcel Imaging GmbH.


Dr. Michael Gruber
Chief Scientist, Photogrammetry
Vexcel Imaging GmbH


DI (FH) Michael Kröpf
Senior Calibration Engineer
Vexcel Imaging GmbH

(13 of 13)

Vexcel Imaging GmbH, a Microsoft Company
Münzgrabenstraße 11, A-8010 GRAZ, www.vexcel.com

ANEXO III: Archivo con los
datos GPS-INS

T	ID	ESTE_ETRS89	NORTE_ETRS89	H_ORTO	OMEGA	PHI	KAPPA	Sigma_X	Sigma_Y	Sigma_H	Sigma_ Omega	Sigma_ Phi	Sigma_ Kappa
308349,479	158_4552	526123,248	4742555,024	1525,94	0,07672	0,08896	0,19499	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0061
308351,656	158_4553	526255,561	4742555,421	1526,8	0,08739	0,09073	0,26752	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0061
308353,811	158_4554	526386,958	4742556,115	1528,46	0,16355	0,09021	0,1512	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,006
308355,976	158_4555	526519,295	4742556,806	1530,35	0,14691	0,07682	0,27018	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,006
308358,131	158_4556	526651,511	4742556,805	1532,03	0,12413	0,13741	-0,08305	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,006

T	ID	ESTE_ETRS89	NORTE_ETRS89	H_ORTO	OMEGA	PHI	KAPPA	Sigma_X	Sigma_Y	Sigma_H	Sigma_ Omega	Sigma_ Phi	Sigma_ Kappa
307715,385	159_4405	526122,73	4742956,662	1518,05	0,09884	0,07616	-0,56402	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0059
307717,493	159_4406	526254,931	4742956,734	1517,94	0,20844	0,10139	-0,0585	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0059
307719,585	159_4407	526386,573	4742956,66	1517,29	0,06784	0,12663	-0,09047	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0059
307721,673	159_4408	526518,466	4742956,35	1515,3	0,09273	0,07255	-0,12989	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0059
307723,769	159_4409	526650,936	4742956,369	1514,76	0,07938	0,10377	-0,11186	0,028	0,023	0,041	0,0022	0,0022	0,0058

T	ID	ESTE_ETRS89	NORTE_ETRS89	H_ORTO	OMEGA	PHI	KAPPA	Sigma_X	Sigma_Y	Sigma_H	Sigma_ Omega	Sigma_ Phi	Sigma_ Kappa
307067,141	160_4246	526122,811	4743362,154	1497,6	0,04434	0,11195	-0,08907	0,026	0,022	0,041	0,0022	0,0021	0,0059
307069,395	160_4247	526254,596	4743361,796	1494,76	0,02758	0,09064	0,00283	0,026	0,022	0,041	0,0022	0,0021	0,0058
307071,648	160_4248	526386,731	4743362,852	1493,7	0,21578	0,07603	0,3368	0,026	0,022	0,041	0,0022	0,0021	0,0058
307073,896	160_4249	526518,549	4743363,687	1492,96	0,14637	-0,0122	0,45483	0,026	0,022	0,041	0,0022	0,0021	0,0058
307076,154	160_4250	526650,763	4743363,564	1492,35	0,03896	0,08638	0,21438	0,026	0,022	0,041	0,0021	0,0021	0,0058

T	ID	ESTE_ETRS89	NORTE_ETRS89	H_ORTO	OMEGA	PHI	KAPPA	Sigma_X	Sigma_Y	Sigma_H	Sigma_ Omega	Sigma_ Phi	Sigma_ Kappa
306401,079	161_4107	526122,04	4743771,999	1506,47	0,05638	0,08669	-0,09382	0,028	0,022	0,044	0,0021	0,0021	0,006
306403,229	161_4108	526254,364	4743770,899	1509,23	0,16717	0,10191	-0,35568	0,029	0,022	0,044	0,0021	0,0022	0,006
306405,38	161_4109	526386,497	4743768,669	1512,43	0,11348	0,15724	-0,49558	0,029	0,022	0,044	0,0021	0,0022	0,006
306407,525	161_4110	526518,273	4743766,751	1514,24	0,1316	0,1177	-0,92269	0,029	0,022	0,044	0,0021	0,0021	0,006
306409,673	161_4111	526650,194	4743764,642	1513,86	0,02234	0,09305	-0,6862	0,029	0,022	0,044	0,0021	0,0021	0,0059

ANEXO IV: Reseñas RURT



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2189

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526599.744
Y= 4743270.728
Z= 527.494

Fecha: Junio 2009
Hoja 1:5.000: 2207-61
Anamorfosis: 0.9996087

Visuales con: 2029

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa situado en la estación de RENFE

X= 526002.877

Y= 4743896.363

Z= 517.493

Fecha: Diciembre 2010

Hoja 1:5.000: 2207-61

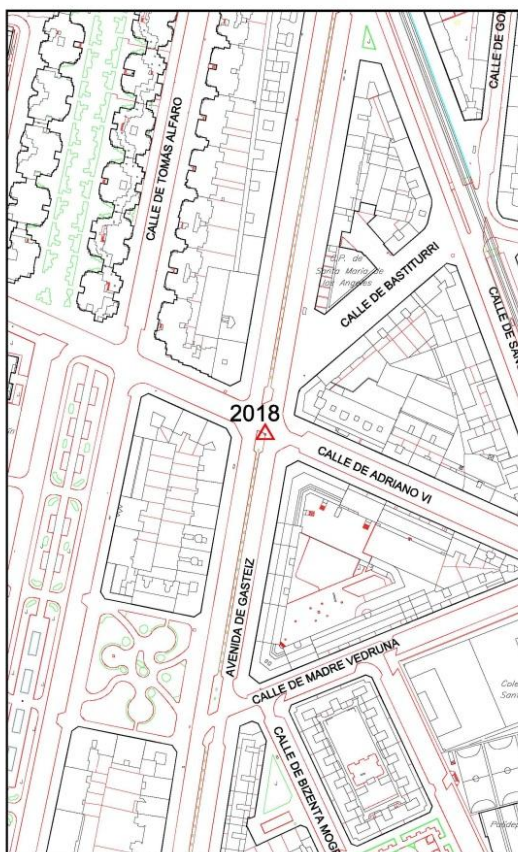
Anamorfosis: 0.99960832

Visuales con: 2693-2103-2104

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:

Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en el bordillo de la mediana del cruce de la Calle Adriano VI con Avda. Gasteiz.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2693

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 525958.011

Y= 4743575.960

Z= 520.214

Fecha: Diciembre 2010

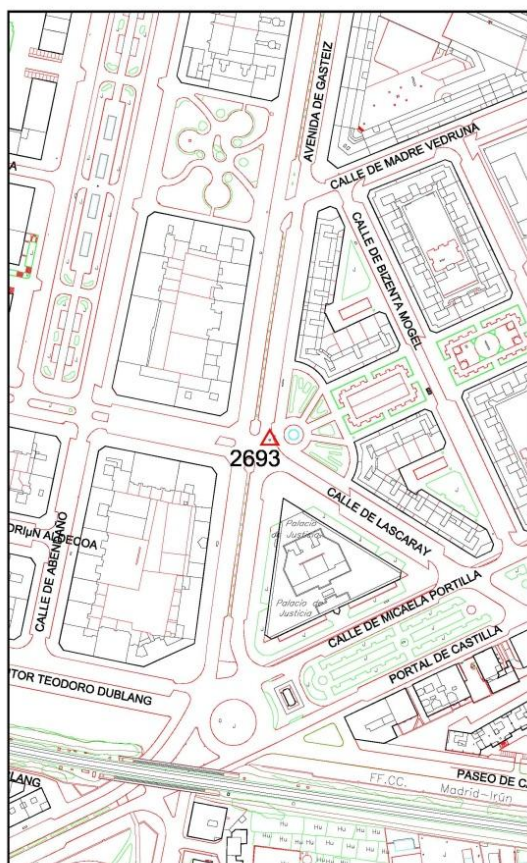
Hoja 1:5.000: 2207-61

Anamorfosis: 0.99960829

Visuales con: 2018

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en el bordillo de la acera del cruce de Avda. Gasteiz con Calle Lazcaray.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2698

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526765.927

Y= 4744082.2

Z= 543.296

Fecha: Junio 2011

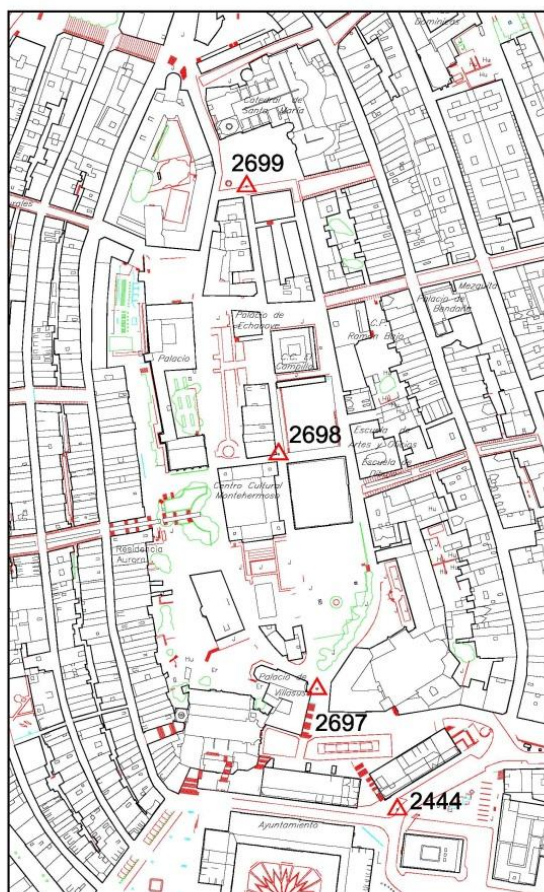
Hoja 1:5.000: 112-61

Anamorfosis: 0.99960881

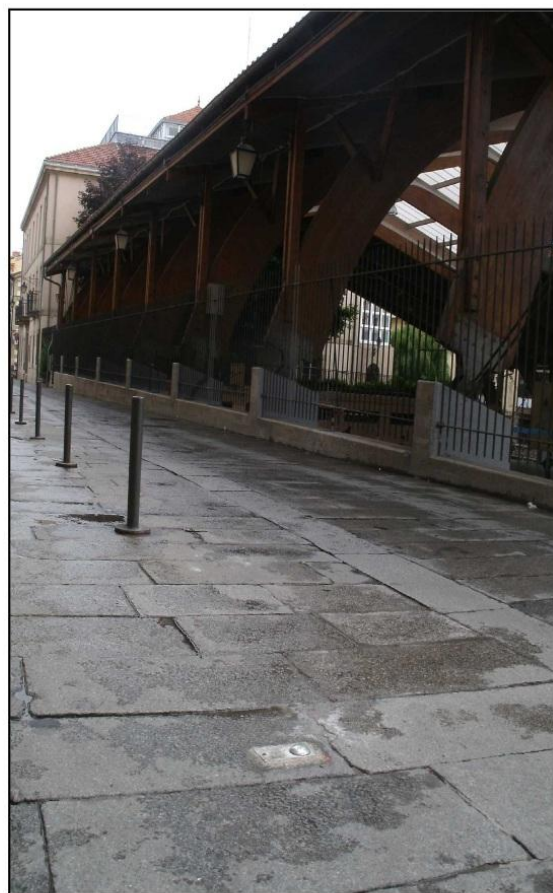
Visuales con: 2697-2699

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en la acera de la calle Santa María a la altura del cruce con la calle de Arrieta.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2699

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526747.164

Y= 4744240.831

Z= 540.114

Fecha: Junio 2011

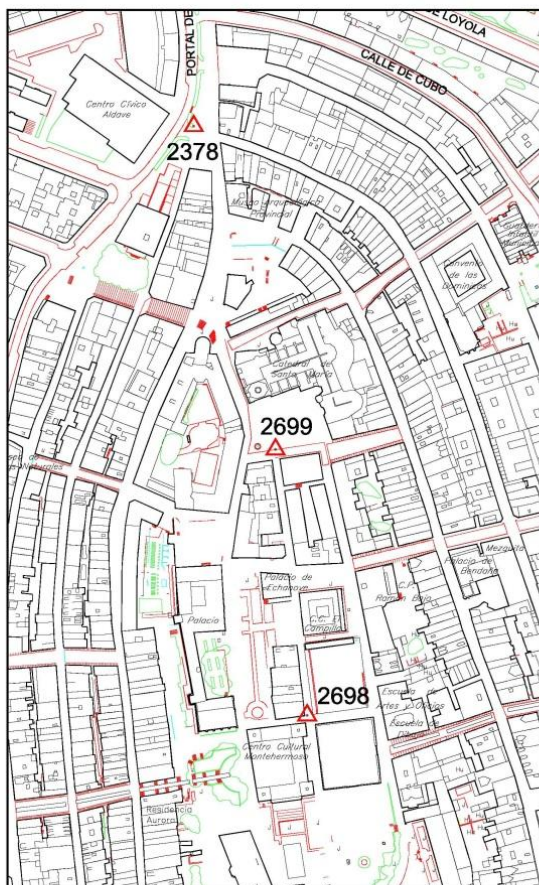
Hoja 1:5.000: 112-61

Anamorfosis: 0.9996088

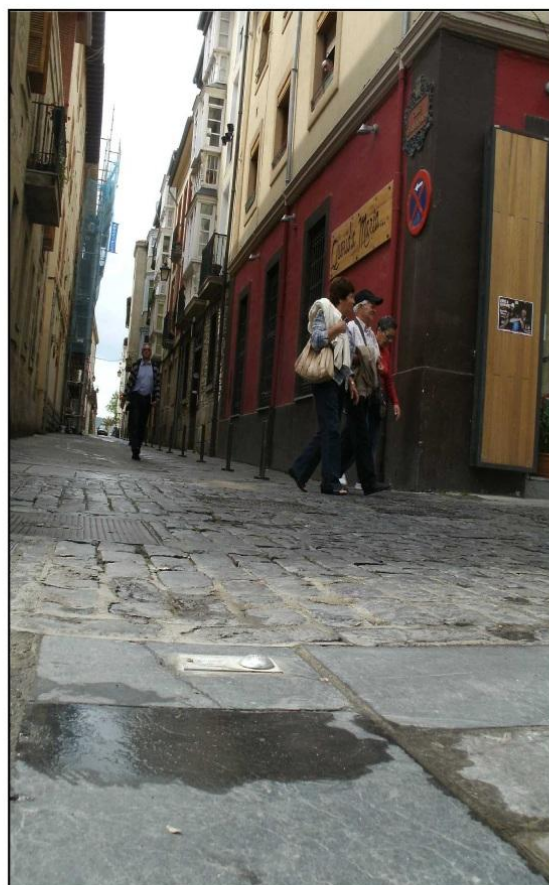
Visuales con: 2698

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en la calle Cantón de San Marcos a la altura del cruce con la calle Santa María.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2707

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526654.606

Y= 4743784.561

Z= 522.092

Fecha: Junio 2011

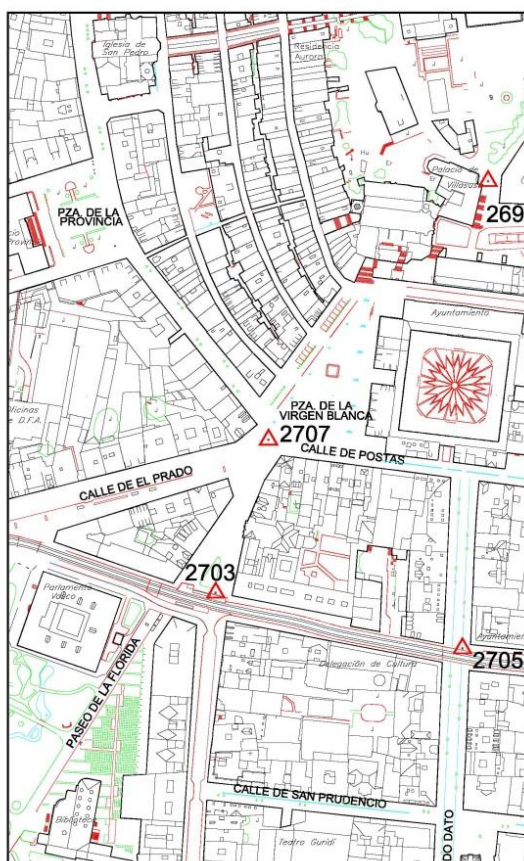
Hoja 1:5.000: 112-61

Anamorfosis: 0.99960874

Visuales con: 2706-2708-2703

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en la confluencia de las calles Diputación, El Prado y Postas.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2708

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526485.338

Y= 4743719.021

Z= 521.116

Fecha: Junio 2011

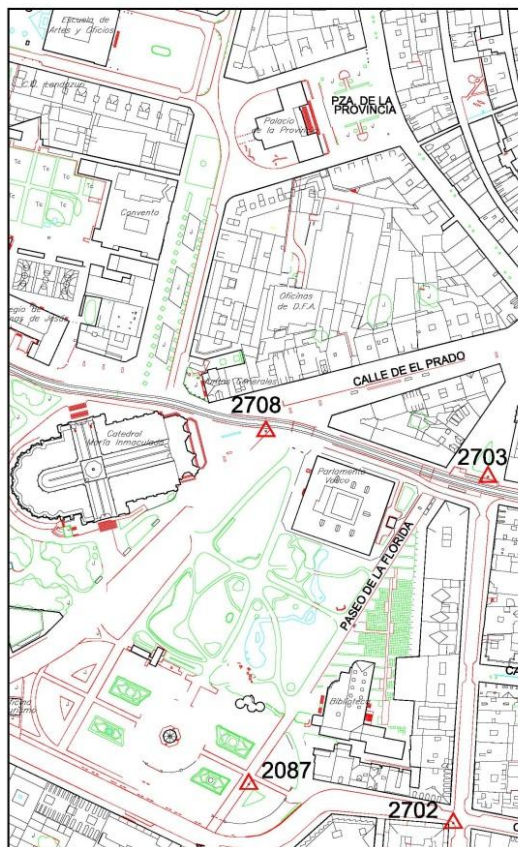
Hoja 1:5.000: 112-61

Anamorfosis: 0.99960863

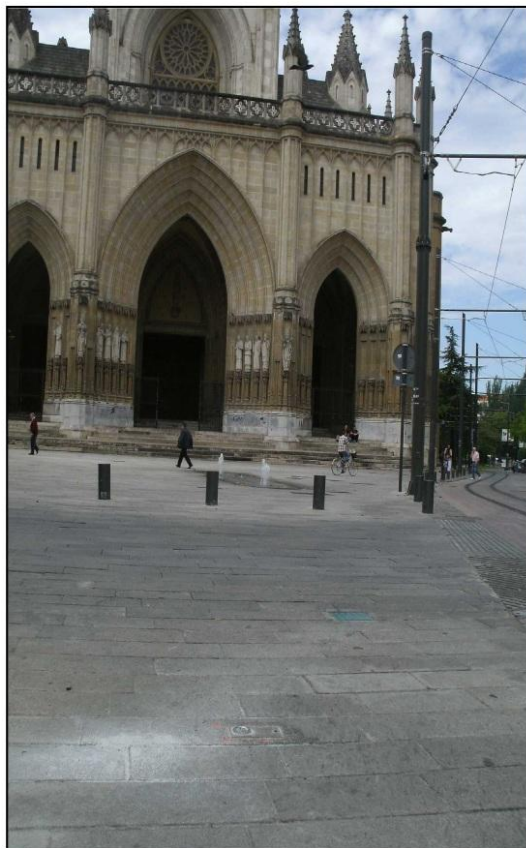
Visuales con: 2703-2707

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en la confluencia de las calles Monseñor Cadena y Eleta, Prado y Becerro de Bengoa, frente a la Catedral Nueva.



RESEÑA DE VERTICE R.U.R.T.

2697

Vitoria-Gasteiz



UNIDAD DE TOPOGRAFÍA
Y
CARTOGRAFÍA

X= 526788.551

Y= 4743943.317

Z= 543.415

Fecha: Junio 2011

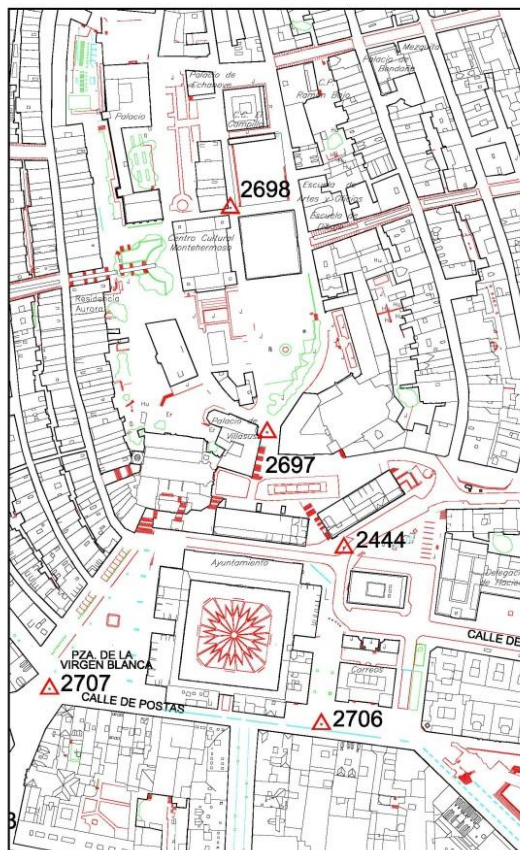
Hoja 1:5.000: 112-61

Anamorfosis: 0.99960883

Visuales con: 2698-OLARIZU

Coordenadas U.T.M. -ETRS89.

Croquis de situación:



Fotografía:



RESEÑA: Clavo semiesférico con placa colocado en la acera de la plaza de Villasuso a la altura de las escaleras que suben de la Plaza del Machete.

ANEXO V: Cálculo de los **Puntos de Apoyo**

Datos de la estación

Estación	P Visado	LH	LV	Dg	m	i
2018	2693	118,4344	99,3832		1,800	1,395
2018	2693	318,4338	300,6122		1,800	1,395
2018	AT11	130,7214	99,2838	117,575	1,800	1,395
1100	2018	42,0072	99,7736		1,800	1,385
1100	2018	242,0076	300,7190		1,800	1,385
1100	AT13	136,5346	99,6176	92,944	2,000	1,385
2707	2708	362,9418	100,5294		1,500	1,430
2707	2708	162,9424	299,4890		1,500	1,430
2707	AT9	198,8052	99,6758	130,942	1,800	1,430
2707	AT10	373,2166	100,3504	89,240	1,800	1,430
2698	2697	113,9364	100,0966		1,800	1,432
2698	2697	313,9368	299,9030		1,800	1,432
2698	AT12	315,6492	100,6908	68,726	1,800	1,432
2698	2699	316,7166	101,5540		1,800	1,432
2698	2699	116,7172	298,4116		1,800	1,432
2018	2693	211,4504	99,4930		1,800	1,439
2018	2693	11,4500	300,4036		1,800	1,439
2018	1100	13,2376	100,1936	333,664	2,480	1,439

Desorientación en cada estación

Punto	Desorientación (gon)
2018	90,4229
2707	313,5399
2698-2697	75,7832
2698-2699	75,7879
2698 (media)	75,7856
2018	397,4068
1100	168,6370

Cálculo de coordenadas

Estación	P Visado	LH media	LV media	Dr UTM	t	Acimut	X	Y	Z
2018	2693	118,4341	99,3855						
2018	2693								
2018	AT11			117,521	1,323	221,1443	525964,558	4743785,265	518,411
1100	2018	42,0074	99,5273						
1100	2018								
1100	AT13			92,905	0,558	305,1716	525965,785	4744232,780	515,381
2707	2708	362,9421	100,5202						
2707	2708								
2707	AT9			130,888	0,667	112,3451	526783,041	4743759,339	522,389
2707	AT10			89,203	-0,491	286,7565	526567,326	4743766,138	521,231
2698	2697	113,9366	100,0968						
2698	2697								
2698	AT12			68,694	-0,746	391,4348	526756,713	4744150,274	542,182
2698	2699	316,7169	101,5712						
2698	2699								
2018	2693	211,4502	99,5447						
2018	2693								
2018	1100			333,529	-1,015	10,6444	526058,384	4744225,241	515,437

ANEXO VI: Listado de
Puntos de Apoyo

PUNTO	X	Y	Z
AT2	525996,056	4742413,612	534,454
AT3	526782,596	4742567,428	531,350
AT4	526455,654	4742545,118	530,915
AT5	526035,611	4742551,837	536,387
AT6	526765,318	4743296,019	526,204
AT7	526553,959	4743373,564	523,410
AT8	525972,376	4743391,286	521,520
AT9	526783,041	4743759,339	522,389
AT10	526567,326	4743766,138	521,231
AT11	525964,558	4743785,265	518,411
AT12	526756,713	4744150,274	542,182
AT13	525965,785	4744232,780	515,381
PA1	526687,901	4742578,787	531,068
PA2	526440,487	4742582,176	530,181
PA3	526259,090	4742558,353	531,579
PA4	526137,771	4742522,942	531,450
PA5	526671,814	4742966,890	527,938
PA6	526423,834	4742996,192	526,956
PA7	526319,798	4743002,531	526,974
PA8	526235,928	4743025,531	526,050
PA9	526604,859	4743368,329	523,491
PA10	526408,386	4743336,781	524,053
PA11	526249,929	4743385,847	522,556
PA12	526108,416	4743372,621	522,179

ANEXO VII: Reseñas de los
Puntos de Apoyo



PUNTO DE APOYO: PA 1

Coordenadas:

X = 526687.901

Y = 4742578.787

Z = 531.068 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

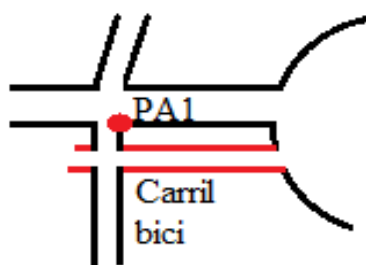
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4407

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de jardín en la intersección de dos paseos de peatones. Separación entre césped y baldosa gris.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 2

Coordenadas:

X = 526440.487

Y = 4742582.176

Z = 530.181 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

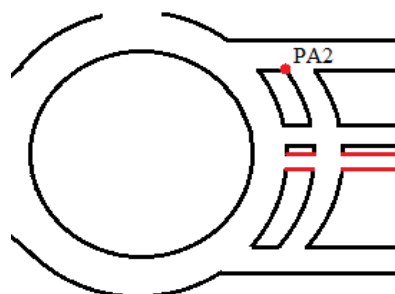
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4408

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de jardín, a cota suelo.

Foto:





PUNTO DE APOYO: PA 3

Coordenadas:

X = 526259.090

Y = 4742558.353

Z = 531.579 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

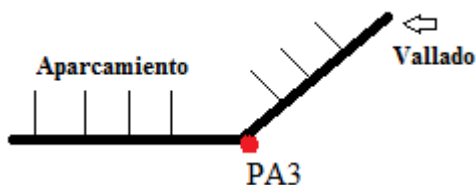
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4407

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Bordillo en esquina de jardín, cota alta en hormigón.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 4

Coordenadas:

X = 526137.771

Y = 4742522.942

Z = 531.450 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

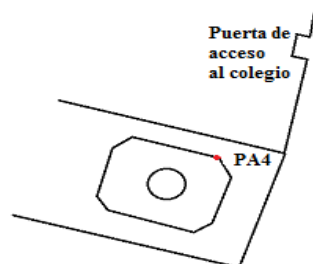
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4406

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de jardín, a cota suelo. Patio interior del colegio

Foto:





PUNTO DE APOYO: PA 5

Coordenadas:

X = 526671.814

Y = 4742966.890

Z = 527.938 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

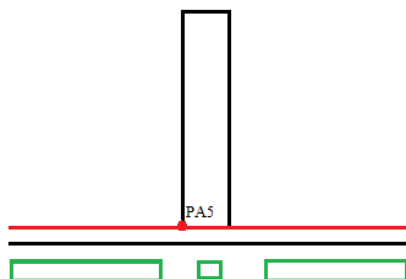
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4408

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



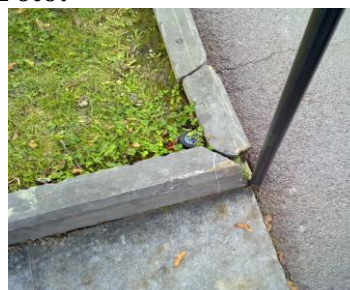
Definición:

Esquina de jardín en la intersección de un paseo de peatones y el carril bici.

Separación entre suelo y baldosa gris.

Cota suelo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 6

Coordenadas:

X = 526423.834

Y = 4742996.192

Z = 526.956 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

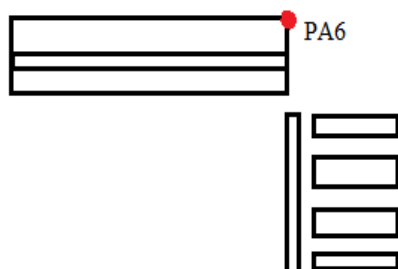
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4407

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Bordillo de bici-carril, cota suelo

Foto:





PUNTO DE APOYO: PA 7

Coordenadas:

X = 526319.798

Y = 4743002.531

Z = 526.974 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

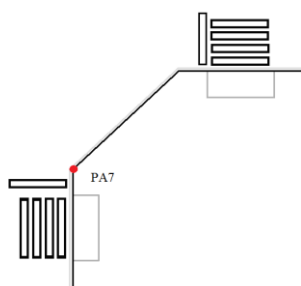
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4406

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de bordillo exterior de paso de cebra. Cota suelo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 8

Coordenadas:

X = 526235.928

Y = 4743025.531

Z = 526.050 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

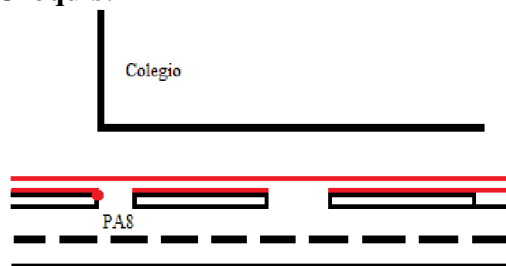
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4405

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de hormigón que separa carril bici y carretera. Cota suelo.

Foto:





PUNTO DE APOYO: PA 9

Coordenadas:

X = 526604.859

Y = 4743368.329

Z = 523.491 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

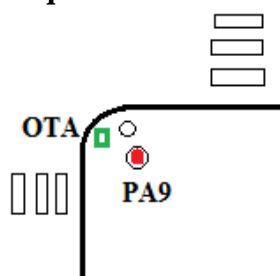
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4407

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Punto central de una arqueta entre la intersección de dos calles.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 10

Coordenadas:

X = 526408.386

Y = 4743336.781

Z = 524.053 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

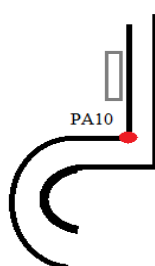
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4405

-Dirección de la pasada: →

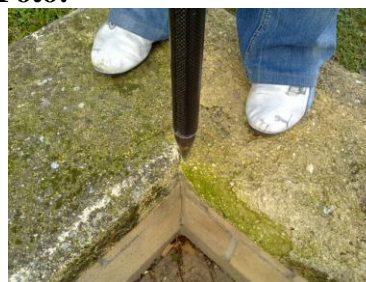
Croquis:



Definición:

Esquina de jardín en una plaza. Esquina exterior. Cota alta, a nivel de hormigón.

Foto:





PUNTO DE APOYO: PA 11

Coordenadas:

X = 526249.929

Y = 4743385.847

Z = 522.556 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

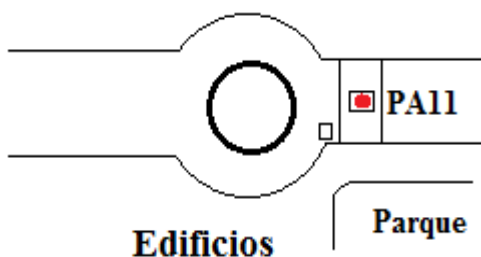
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4407

-Dirección de la pasada: →

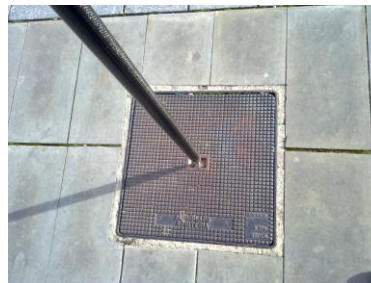
Croquis:



Definición:

Punto central de una arqueta cuadrada cercano a una rotonda, en un paseo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: PA 12

Coordenadas:

X = 526108.416

Y = 4743372.621

Z = 522.179 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

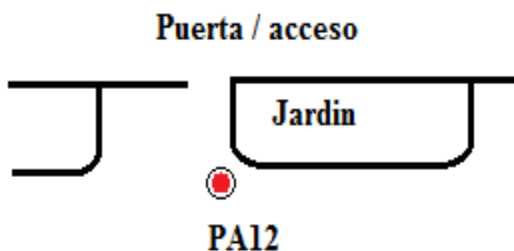
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4406

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Punto central de una arqueta redonda en un paseo. Entre las vías del tren y unos pisos.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT1

Coordenadas:

X = 526786.724

Y = 4742162.279

Z = 555.689 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

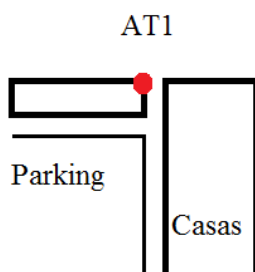
Pinchado en:

-Pasada: 158

-Fotograma: 4555

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de bordillo alto, a cota suelo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT2

Coordenadas:

X = 525996.056

Y = 4742413.612

Z = 534.454 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

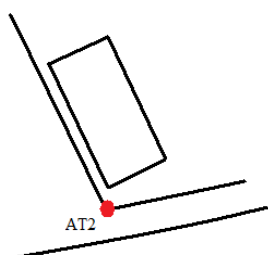
Pinchado en:

-Pasada: 158

-Fotograma: 4552

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de muro alto. Cota suelo.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 3

Coordenadas:

X = 526782.596

Y = 4742567.428

Z = 531.350 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4408

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de jardín en la intersección de dos paseos de peatones. Separación entre suelo y baldosa gris. Cota suelo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT4

Coordenadas:

X = 526455.654

Y = 4742545.118

Z = 530.915 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

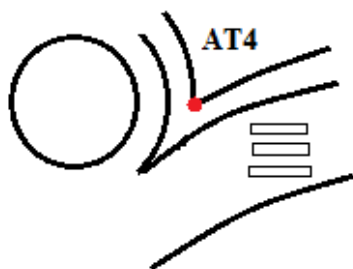
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4406

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de bordillo cercano a una rotonda y un paso de cebra.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 5

Coordenadas:

X = 526035.611

Y = 4742551.837

Z = 536.387 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

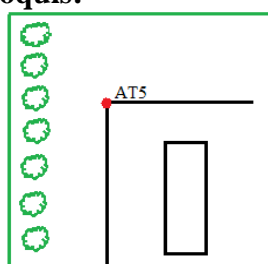
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4405

-Dirección de la pasada: →

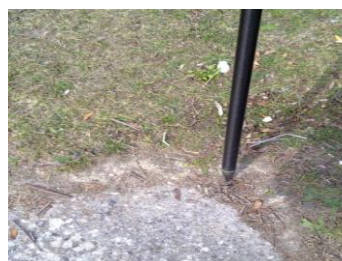
Croquis:



Definición:

Esquina de parque. Separación entre hormigón y césped.

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT 6

Coordenadas:

X = 526765.318

Y = 4743296.019

Z = 526.204 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4408

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de acera en un parking. Cota suelo

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 7

Coordenadas:

X = 526653.959

Y = 4743373.564

Z = 523.410 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4406

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina inferior de la arqueta entre el parque y el aparcamiento

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT 8

Coordenadas:

X = 525972.376

Y = 4743391.286

Z = 521.520 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

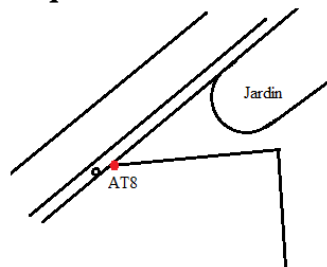
Pinchado en:

-Pasada: 159

-Fotograma: 4405

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de baldosas marrones, junto a un bolardo. Separación entre baldosas marrones y negras.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 9

Coordenadas:

X = 526783.041

Y = 4743759.339

Z = 522.389 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

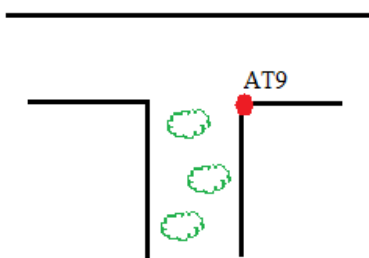
Pinchado en:

-Pasada: 160

-Fotograma: 4249

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de edificio en la intersección de dos calles. Cota suelo.

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT 10

Coordenadas:

X = 526567.326

Y = 4743766.1338

Z = 521.231 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

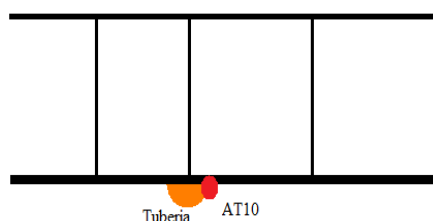
Pinchado en:

-Pasada: 160

-Fotograma: 4247

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Tubería que desciende desde el punto más alto del edificio verticalmente. Cota suelo.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 11

Coordenadas:

X = 525964.558

Y = 4743785.265

Z = 518.411 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

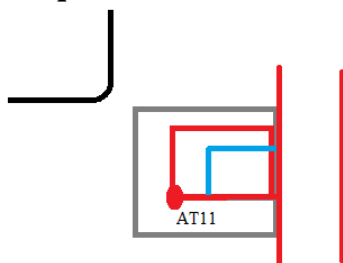
Pinchado en:

-Pasada: 160

-Fotograma: 4246

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Intersección de baldosa roja y negra.

Foto:



PUNTO DE APOYO: AT 12

Coordenadas:

X = 526756.713

Y = 4744150.274

Z = 542.182 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

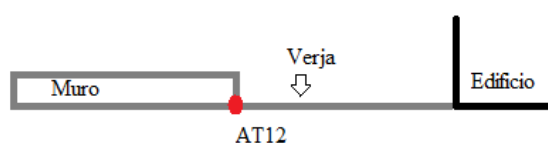
Pinchado en:

-Pasada: 161

-Fotograma: 4110

-Dirección de la pasada:

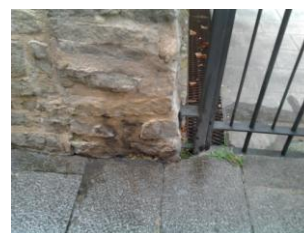
Croquis:



Definición:

Esquina de muro que separa jardín y calle. Cota suelo.

Foto:





PUNTO DE APOYO: AT 13

Coordenadas:

X = 525965.785

Y = 4744232.780

Z = 515.381 (Cota ortométrica)

Sistema de referencia: ETRS89

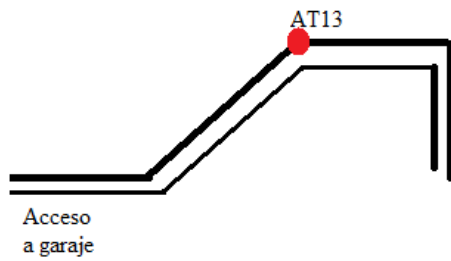
Pinchado en:

-Pasada: 161

-Fotograma: 4107

-Dirección de la pasada: →

Croquis:



Definición:

Esquina de la acera cercano a un acceso a un garaje. Cota acera.

Foto:



ANEXO VIII: Resultados
 finales de las orientaciones

- Resultado de la orientación obtenida en el método de Apoyo Continuo

MODELO	emc(m)
4405-4406	0,099
4406-4407	0,072
4407-4408	0,060
4408-4409	0,038

El error medio cuadrático que se produce con este método, se sitúa entre **4-10cm.**

- Resultado de la orientación obtenida en los métodos de Aerotriangulación e ISO.

	MMCC		Estimadores Robustos	
	Planimetría	Altimetría	Planimetría	Altimetría
Puntos de Apoyo Fijos	0,41	1,49	0,07	0,25
Puntos de Apoyo variables	0,53	0,84	0,07	0,24

- Resultado de la orientación obtenida en el método de Orientación Directa

	Planimetría	Altimetría
Error de GPS	0,036m	0,044m
Error de INS	0,0030gon	
	0,071m	
Componente cuadrática	0,080m	0,044m

ANEXO IX: Ficheros creados
en las orientaciones

FICHERO CREADO EN LA ORIENTACIÓN INTERNA

RESULTADOS DE LA ORIENTACIÓN INTERNA

0.007200000000000 0.000000000000000 -33.912
0.000000000000000 -0.007200000000000 51.948

138.888888888888890 0.000000000000000 4710.000
0.000000000000000 -138.888888888888890 7215.000

-0.216000000000000 0.000000000000000 100.500000000000000
0 0

Fiducial -Coordenadas Fiducial- -Coordenadas Medidas- -Ex- -Ey-

EM.= 0.000

Nombre de la fotografía: G:\ProyectoFinDeCarreraPriscila-Edurne\Metodos\Modelos independientes\h50_112_fot_159-4405.in

Fecha: 28/2/2012 10:23

FICHERO CREADO EN LA ORIENTACIÓN RELATIVA

RESULTADOS DE LA ORIENTACIÓN RELATIVA

100.500 100.500
 -0.216 0.000 -0.216 0.000

0.000 0.000 0.000
 1.0000000000000000 0.0000000000000000 0.0000000000000000
 0.0000000000000000 1.0000000000000000 0.0000000000000000
 0.0000000000000000 0.0000000000000000 1.0000000000000000

13.416 0.033 -0.039
 0.999999727733257 0.000294164126554 -0.000676757622109
 -0.000294319997255 0.999999930184534 -0.000230231768095
 0.000676689848934 0.000230430888713 0.999999744496194

-18.943 4.523 -100.028

N	-xFizq-	-yFizq-	-xFder-	-yFder-	-xMod-	-yMod-	-zMod-
1	-19.032	4.544	-32.448	4.545	-18.943	4.523	-100.028
2	30.243	-1.141	16.808	-1.156	30.030	-1.133	-99.792
3	29.891	48.143	16.334	48.158	29.380	47.320	-98.783
4	-17.085	48.455	-30.413	48.469	-17.104	48.509	-100.611
5	-11.855	-43.168	-25.348	-43.176	-11.742	-42.757	-99.542
6	27.942	-49.072	14.434	-49.105	27.631	-48.526	-99.381
7	4.735	24.193	-8.721	24.194	4.696	23.993	-99.670
8	0.891	-18.833	-12.565	-18.844	0.884	-18.695	-99.763

N	-vXizq-	-vVizq-	-vXder-	-vYder--	-py- (micras)
1	0.0	-0.2	-0.0	0.2	0.4
2	0.0	-0.2	-0.0	0.2	0.4
3	0.0	-0.1	-0.0	0.1	0.2
4	0.0	-0.1	-0.0	0.1	0.2
5	-0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.1
6	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.1
7	-0.0	0.6	0.0	-0.6	-1.1
8	0.0	-0.1	-0.0	0.1	0.2

Puntos medidos: 8
Puntos rechazados: 0
Desviación típica: 0.5 micras
Número de iteraciones: 4

Giros de la cámara izquierda:
Omega: 0.0000 gon Phi: 0.0000 gon Kappa: 0.0000 gon

Giros de la cámara derecha:
Omega: -0.0147 gon Phi: 0.0431 gon Kappa: 0.0187 gon

Nombre del modelo: h50_112_fot_159-4408
Fecha: 28/2/2012 12:43

FICHERO CREADO EN LA ORIENTACIÓN ABSOLUTA

ORIENTACIÓN ABSOLUTA

-246.411 -339.888 1515.676

9.882283024582193

0.999995794080256	0.002246467215510	0.001834450012433	Omega: -0.1111
-0.002243259300785	0.999995954567565	-0.001748895712653	Phi: -0.1170
-0.001838371428171	0.001744773209885	0.999996788073311	Kappa: 0.1428

2 526765.318	4743296.019	0.000	6378137	0.006694380
0.9996000	500000.000	0.000	-3.0000	"GRS 1980" 30 1

POINT	-XT-	-YT-	-ZT-	-xi-	-yi-	-zi-	-Ex-	-Ey-	-Ez-
AT6	526765.32	4743296.02	526.20	25.042	34.274	-100.143	-0.005	0.008	0.030
PA10	526408.39	4743336.78	524.05	-11.103	38.318	-100.432	0.003	0.019	-0.001
AT3	526782.60	4742567.43	531.35	26.952	-39.481	-99.492	0.032	-0.010	0.008
PA5	526671.81	4742966.89	527.94	15.653	0.939	-99.919	-0.033	-0.057	-0.054
PA2	526440.49	4742582.18	530.18	-7.683	-38.071	-99.678	0.004	0.040	0.017

EM.= 0.038

Nombre del modelo: G:\ProyectoFinDeCarreraPriscila-Edurne\Metodos\Modelos independientes\h50_112_fot_159-4408-h50_112_fot_159-4409.abs2

Fecha: 5/3/2012 12:08

FICHERO DE FOTO-COORDENADAS CREADO EN LA AEROTRIANGULACION

h50_112_fot_159-4408	100500.0			
h50_112_fot_159-44070	-12750.4	-2325.3	0	-1
h50_112_fot_159-44071	-10959.3	41067.8	0	-1
h50_112_fot_159-44072	-13211.5	-41654.6	0	-1
h50_112_fot_159-44080	9390.2	-2805.9	0	4
h50_112_fot_159-44081	2202.3	42356.4	0	4
h50_112_fot_159-44082	-1075.4	-41402.4	0	4
AT4	-6179.6	-42192.3	0	3
AT7	3631.4	42087.0	0	3
h50_112_fot_160-42482	-13027.5	2599.8	0	-1
h50_112_fot_160-42492	3805.7	-2590.9	0	4
h50_112_fot_159-44090	17793.7	576.5	0	4
h50_112_fot_159-44091	15185.1	43012.6	0	4
h50_112_fot_159-44092	16848.5	-41034.7	0	4
AT3	27227.1	-39881.5	0	3
AT6	25134.1	34391.9	0	3
h50_112_fot_160-42502	14235.1	718.4	0	4
-99				

FICHERO CREADO EN EL CÁLCULO DE LA AEROTRIANGULACIÓN

Autor: U.VITORIA

FICHERO DE INFORMACIÓN DEL AJUSTE

Fichero de fotogramas: G:\ProyectoFinDeCarreraPriscila-
Edurne\Metodos\Aerotriangulacion\CACULO\Caso 2-fijos_robusto\fotocoordenadas.ftm
Fichero de valores aproximados: G:\ProyectoFinDeCarreraPriscila-
Edurne\Metodos\Aerotriangulacion\CACULO\Caso 2-fijos_robusto\fotocoordenadas.prm
Fichero del apoyo: G:\ProyectoFinDeCarreraPriscila-
Edurne\Metodos\Aerotriangulacion\CACULO\Caso 2-fijos_robusto\Puntos de ApoyoAT.Txt

Tipo de ajuste:

Estimador: Aerotri

Apoyo Variable: No
No hay observaciones GPS
No hay observaciones INS
Tratamiento de las coordenadas en el ajuste robusto
Fotocoordenadas, x,y: Individual

Precisión de las fotocoordenadas: 3.6

Unidades de los giros: Grados sexagesimales

Sistema de coordenadas: UTM

Elipsoide: WGS 84 / GRS 80
a= 6378137.00
e^2= 0.006694380

Escala central (k0)= 0.999600
Desplazamiento X= 500000.00
Desplazamiento Y= 0.00

Fotogramas calculados..... 20
Puntos calculados..... 74


```

h50_112_fot_158-4553
h50_112_fot_158-45520  0.0016  0.64  . . !
h50_112_fot_158-45521 -9.6E-04  0.45  . . !
h50_112_fot_158-45522  0.0023  0.40  . . !
h50_112_fot_158-45530  -0.15  -0.39  . .
h50_112_fot_158-45531  -1.8  -1.9  . .
h50_112_fot_158-45532   7.7  -0.30  . .
  AT2   0.55   1.7 XYZ . .
  AT4  -0.98  -2.6 XYZ . .
  AT5  -2.0   0.85 XYZ . .
h50_112_fot_159-44052  -1.5  0.095  . .
h50_112_fot_159-44062   1.2  -0.42  . .
h50_112_fot_158-45540   0.44  -0.11  . .
h50_112_fot_158-45541   0.015  0.85  . .
h50_112_fot_158-45542   0.041  0.21  . .
h50_112_fot_159-44072   8.6  -0.066  . .

h50_112_fot_158-4554
h50_112_fot_158-45530  0.077  -0.58  . .
h50_112_fot_158-45531   0.83  0.77  . .
h50_112_fot_158-45532  -1.0  1.1  . .
h50_112_fot_158-45540  -0.91  -0.33  . .
h50_112_fot_158-45541  -0.033  -0.78  . .
h50_112_fot_158-45542  -0.083  -1.1  . .
  AT4  -3.2  -5.3 XYZ . .
h50_112_fot_159-44062   1.6  0.78  . .
h50_112_fot_159-44072   0.31  -0.30  . .
h50_112_fot_158-45550  -0.88  2.1  . .
h50_112_fot_158-45551  -0.62  0.38  . .
h50_112_fot_158-45552   1.1  0.52  . .
h50_112_fot_159-44082   2.1  -0.013  . .

h50_112_fot_158-4555
h50_112_fot_158-45540   0.44  0.45  . .
h50_112_fot_158-45541   0.019  -0.068  . .
h50_112_fot_158-45542   0.045  0.85  . .
h50_112_fot_158-45550   1.9  -1.2  . .
h50_112_fot_158-45551   1.3  -0.58  . .
h50_112_fot_158-45552  -2.9  -0.20  . .
  AT4  -0.52  -5.7 XYZ . .
h50_112_fot_159-44072  -6.2  0.49  . .
h50_112_fot_159-44082   1.6  -1.3  . .
h50_112_fot_158-45560  2.1E-04  0.052  . . !
h50_112_fot_158-45561 -0.0020  1.0  . . !
h50_112_fot_158-45562  5.4E-05  0.0060  . . !
  AT1   2.2  0.54 XYZ . .

```

```

    AT3  -4.1  2.8 XYZ . .
h50_112_fot_159-44092  0.073  0.12  . .

h50_112_fot_158-4556
h50_112_fot_158-45550  -0.89  -0.68  . .
h50_112_fot_158-45551  -0.63  0.18  . .
h50_112_fot_158-45552  1.1  -0.30  . .
h50_112_fot_158-45560  7.6E-05  -0.051  . . !
h50_112_fot_158-45561  0.0076  -1.0  . . !
h50_112_fot_158-45562  -2.1E-05  -0.0060  . . !
    AT1  -4.0  -0.12 XYZ . .
    AT3  3.1  1.7 XYZ . .
h50_112_fot_159-44082  -0.79  0.32  . .
h50_112_fot_159-44092  1.5  0.054  . .

h50_112_fot_159-4405
h50_112_fot_159-44050  0.0022  -0.21  . . !
h50_112_fot_159-44051  -0.0028  0.27  . . !
h50_112_fot_159-44052  14  1.3  7 .
h50_112_fot_159-44060  0.86  -0.19  . .
h50_112_fot_159-44061  0.21  0.19  . .
h50_112_fot_159-44062  -23  0.37  * .
    AT8  1.5  -0.24 XYZ . .
    AT5  0.50  -1.9 XYZ . .
h50_112_fot_160-42462  -8.1  -0.18  . .
h50_112_fot_160-42472  -1.8  0.45  . .

h50_112_fot_159-4406
h50_112_fot_159-44050  -2.0E-04  0.21  . . !
h50_112_fot_159-44051  1.7E-04  -0.27  . . !
h50_112_fot_159-44052  27  -0.83  * .
h50_112_fot_159-44060  -1.9  0.50  . .
h50_112_fot_159-44061  -0.43  -0.0088  . .
h50_112_fot_159-44062  -14  -0.30  7 .
    AT8  0.060  -0.87 XYZ . .
    AT5  7.1  -3.5 XYZ . .
h50_112_fot_160-42462  0.46  0.076  . .
h50_112_fot_160-42472  1.0  1.1  . .
h50_112_fot_159-44070  0.34  0.77  . .
h50_112_fot_159-44071  0.84  -0.0030  . .
h50_112_fot_159-44072  -2.9  0.54  . .
    AT4  -2.4  -0.24 XYZ . .
    AT7  0.30  0.76 XYZ . .
h50_112_fot_160-42482  1.8  0.76  . .

h50_112_fot_159-4407

```

```

h50_112_fot_159-44060  0.87  -0.30  .  .
h50_112_fot_159-44061  0.21  -0.18  .  .
h50_112_fot_159-44062  0.26  -1.4   .  .
h50_112_fot_159-44070 -0.69 -0.084 .  .
h50_112_fot_159-44071 -1.8  -0.18  .  .
h50_112_fot_159-44072  0.047 -0.21  .  .
  AT4  -3.3  -0.34 XYZ .  .
  AT7   0.58   1.3 XYZ .  .
h50_112_fot_160-42472  4.9  -0.24  .  .
h50_112_fot_160-42482  4.6  -0.17  .  .
h50_112_fot_159-44080  0.039  0.91  .  .
h50_112_fot_159-44081 -0.37 -0.41  .  .
h50_112_fot_159-44082 -0.36  0.68  .  .
h50_112_fot_160-42492 -1.5  0.71  .  .

h50_112_fot_159-4408
h50_112_fot_159-44070  0.34  -0.68  .  .
h50_112_fot_159-44071  0.83  0.18  .  .
h50_112_fot_159-44072  3.9  -0.43  .  .
h50_112_fot_159-44080 -0.081 -0.085 .  .
h50_112_fot_159-44081  0.76  0.023 .  .
h50_112_fot_159-44082 -1.9  0.026 .  .
  AT4  -3.9  -0.81 XYZ .  .
  AT7   0.79  -1.6 XYZ .  .
h50_112_fot_160-42482 -2.0  -0.96  .  .
h50_112_fot_160-42492 -0.41 -0.39  .  .
h50_112_fot_159-44090 -0.0016  0.51  .  . !
h50_112_fot_159-44091  2.9E-04 -0.23  .  . !
h50_112_fot_159-44092 -0.61  0.67  .  .
  AT3   3.6   9.0 XYZ .  1
  AT6   0.70   1.8 XYZ .  .
h50_112_fot_160-42502 -0.92  0.28  .  .

h50_112_fot_159-4409
h50_112_fot_159-44080  0.041  -0.81  .  .
h50_112_fot_159-44081 -0.37  0.38  .  .
h50_112_fot_159-44082 -0.50  0.20  .  .
h50_112_fot_159-44090  0.0013  -0.51  .  . !
h50_112_fot_159-44091 -1.7E-04  0.23  .  . !
h50_112_fot_159-44092 -0.83  -0.85  .  .
  AT3   2.7   6.6 XYZ .  .
  AT6  -0.80   1.9 XYZ .  .
  AT7   3.0  -1.2 XYZ .  .
  AT4  -1.3  -0.17 XYZ .  .
h50_112_fot_160-42492  2.1  -0.76  .  .
h50_112_fot_160-42502 -4.6  -0.55  .  .

```

h50_112_fot_160-4246
h50_112_fot_160-42460 0.0011 0.90 . . !
h50_112_fot_160-42461 -0.0057 -0.61 . . !
h50_112_fot_160-42462 3.7 0.22 . .
h50_112_fot_160-42470 -0.11 -0.097 . .
h50_112_fot_160-42471 0.97 -1.6 . .
h50_112_fot_160-42472 -1.1 -1.8 . .
AT11 -4.5 0.28 XYZ . .
h50_112_fot_161-41072 0.31 1.6 . .
h50_112_fot_161-41082 -0.020 -0.20 . .
AT8 19 1.2 XYZ * .

h50_112_fot_160-4247
h50_112_fot_160-42460 -0.0025 -0.90 . . !
h50_112_fot_160-42461 0.0067 0.61 . . !
h50_112_fot_160-42462 -0.74 -0.13 . .
h50_112_fot_160-42470 0.23 0.34 . .
h50_112_fot_160-42471 -2.1 0.73 . .
h50_112_fot_160-42472 0.63 -0.095 . .
AT11 -19 1.7 XYZ * .
h50_112_fot_161-41072 3.8 -0.93 . .
h50_112_fot_161-41082 -3.5 0.25 . .
h50_112_fot_160-42480 -0.31 0.54 . .
h50_112_fot_160-42481 -0.98 -1.6 . .
h50_112_fot_160-42482 -3.8 -0.075 . .
AT10 0.92 -1.3 XYZ . .
h50_112_fot_161-41092 3.8 0.38 . .
AT8 18 -1.0 XYZ * .
AT7 3.1 1.5 XYZ . .

h50_112_fot_160-4248
h50_112_fot_160-42470 -0.11 -0.24 . .
h50_112_fot_160-42471 0.97 0.73 . .
h50_112_fot_160-42472 -1.2 0.53 . .
h50_112_fot_160-42480 0.62 -0.85 . .
h50_112_fot_160-42481 2.2 -0.78 . .
h50_112_fot_160-42482 0.072 -0.15 . .
AT10 0.37 -0.014 XYZ . .
h50_112_fot_161-41082 170 -0.58 * .
h50_112_fot_161-41092 -1.9 -0.71 . .
AT7 -1.0 -0.69 XYZ . .
h50_112_fot_160-42490 1.0 0.98 . .
h50_112_fot_160-42491 -1.1 1.4 . .
h50_112_fot_160-42492 6.9 0.28 . .
h59_112_fot_161-41092 8.8E-04 -0.99 . . !
h50_112_fot_161-41102 -3.0 1.2 . .

```

h50_112_fot_160-4249
h50_112_fot_160-42480 -0.30  0.28  .  .
h50_112_fot_160-42481 -0.98  4.2  .  .
h50_112_fot_160-42482  34  0.59  *  .
h50_112_fot_160-42490 -2.2 -0.44  .  .
h50_112_fot_160-42491  3.4 -1.2  .  .
h50_112_fot_160-42492  0.070  0.25  .  .
  AT10 -1.6 -1.1 XYZ .  .
  AT7  1.3 -1.4 XYZ .  .
h59_112_fot_161-41092  0.0017  0.99  .  . !
h50_112_fot_161-41102 -3.5 -0.024  .  .
h50_112_fot_160-42500 -0.0041 -0.49  .  . !
h50_112_fot_160-42501 -0.010 -0.97  .  . !
h50_112_fot_160-42502  1.8  0.0081  .  .
  AT9  16  30 XYZ *  *
  AT6  1.2  3.3 XYZ .  .
h50_112_fot_161-41112  0.50 -1.1  .  .

h50_112_fot_160-4250
h50_112_fot_160-42490  1.00 -0.50  .  .
h50_112_fot_160-42491 -1.1 -0.12  .  .
h50_112_fot_160-42492 -4.6 -0.11  .  .
h50_112_fot_160-42500  0.0022  0.49  .  . !
h50_112_fot_160-42501  0.0064  0.97  .  . !
h50_112_fot_160-42502  1.6  0.22  .  .
  AT9  8.8  33 XYZ .  *
  AT7  0.72 -2.2 XYZ .  .
  AT6  2.7  4.6 XYZ .  .
  AT10 -0.073 -1.3 XYZ .  .
h50_112_fot_161-41102 -1.7 -0.72  .  .
h50_112_fot_161-41112 -2.4  0.69  .  .

h50_112_fot_161-4107
h50_112_fot_161-41070 -0.0025 -0.38  .  . !
h50_112_fot_161-41071 -0.0021  0.68  .  . !
h50_112_fot_161-41072 -2.8  0.27  .  .
h50_112_fot_161-41080 -1.2 -1.1  .  .
h50_112_fot_161-41081 -1.1 -0.34  .  .
h50_112_fot_161-41082  1.8 -0.90  .  .
  AT13 -17  0.89 XYZ *  .
  AT11  2.2 -0.83 XYZ .  .
  AT8  12  1.8 XYZ 4  .

h50_112_fot_161-4108
h50_112_fot_161-41070  0.0011  0.38  .  . !
h50_112_fot_161-41071  0.0046 -0.68  .  . !

```



```

h50_112_fot_161-41072  -0.43  -0.90  .  .
h50_112_fot_161-41080   5.0   1.6   .  .
h50_112_fot_161-41081   4.0  -0.92  .  .
h50_112_fot_161-41082   0.49   1.0   .  .
  AT13  -5.3  -0.43 XYZ .  .
h50_112_fot_161-41090   0.057  1.7   .  .
h50_112_fot_161-41091  -0.72  0.0024 .  .
h50_112_fot_161-41092  -1.2   0.52  .  .
  AT11  -0.17 -0.54 XYZ .  .
  AT8   13   0.65 XYZ 6  .
  AT7  -0.99 -4.2  XYZ .  .

h50_112_fot_161-4109
h50_112_fot_161-41080  -1.2  -0.46  .  .
h50_112_fot_161-41081  -1.2   1.3   .  .
h50_112_fot_161-41082 -191   0.43  *  .
h50_112_fot_161-41090  -19  -0.23  *  .
h50_112_fot_161-41091   1.5  -2.0   .  .
h50_112_fot_161-41092   0.73 -0.22  .  .
h50_112_fot_161-41100   0.022  0.81  .  .
h50_112_fot_161-41101   0.67  -27   .  *
h50_112_fot_161-41102   1.7  -2.0   .  .
  AT7  -3.0   2.5  XYZ .  .

h50_112_fot_161-4110
h50_112_fot_161-41090   0.048  -1.4   .  .
h50_112_fot_161-41091  -0.74   2.0   .  .
h50_112_fot_161-41092  -56   23   *  *
h50_112_fot_161-41100  -0.038 -0.44  .  .
h50_112_fot_161-41101  -1.4  -1.0   .  .
h50_112_fot_161-41102   2.9   0.59  .  .
h50_112_fot_161-41110 -3.1E-04  0.30  .  . !
h50_112_fot_161-41111 -2.1E-04 -0.25  .  . !
h50_112_fot_161-41112   0.67   0.017 .  .
  AT12   0.70  -1.6  XYZ .  .
  AT7   -2.8   6.1  XYZ .  .
  AT9    2.5   1.9  XYZ .  .
  AT6   -1.5  -3.4  XYZ .  .

h50_112_fot_161-4111
h50_112_fot_161-41100   0.021  -0.35  .  .
h50_112_fot_161-41101   0.70   1.0   .  .
h50_112_fot_161-41102   3.9   0.87  .  .
h50_112_fot_161-41110 -0.0011 -0.30  .  . !
h50_112_fot_161-41111  0.0014  0.25  .  . !
h50_112_fot_161-41112   0.86   0.38  .  .

```

```

AT12  -0.30  -1.0 XYZ . .
AT9   -10    1.3 XYZ 2 .
AT6   -6.8   -3.1 XYZ . .
    
```

Desviaciones típicas a posteriori (entre paréntesis respecto a la precisión a priori)

Fotocoordenadas: 3.4 (0.96)

Proporción de residuos que superan cada nivel, en %

```

Nivel:  1  2  3  4  5  6  7  8  9  *
Fotocoord.: 4.5 4.3 4.1 4.1 3.9 3.9 3.5 3.1 3.1 3.1
    
```

Residuos medios en cada zona del fotograma

```

          x    y
          zona 0: -2.5  0.4
|-----|-----|-----| zona 1:  0.3 -0.4
|  0  |  1  |  2  | zona 2:  1.1  1.5
|-----|-----|-----| zona 3:  1.8  0.1
|  3  |  4  |  5  | zona 4:  3.2 -0.6
|-----|-----|-----| zona 5:  0.0  0.6
|  6  |  7  |  8  | zona 6:  5.7 -0.1
|-----|-----|-----| zona 7: -8.8  0.9
          zona 8: -1.1  0.3
    
```

*****----- PARÁMETROS AJUSTADOS -----*****

```

          X      Y      Z      W      PHI      K
-ccpp
h50_112_fot_158-4552  526121.41  4742553.21  1525.66  -0.1798  0.0154  -
0.1842
h50_112_fot_158-4553  526253.63  4742553.68  1526.82  -0.1874  0.0155  -
0.2602
h50_112_fot_158-4554  526384.51  4742554.08  1528.72  -0.2790  0.0455  -
0.1665
h50_112_fot_158-4555  526517.17  4742554.61  1530.91  -0.2722  0.0385  -
0.2944
    
```

h50_112_fot_158-4556	526649.46	4742554.65	1532.82	-0.2489	-0.0257	
0.0564						
h50_112_fot_159-4405	526122.39	4742957.07	1518.50	-0.0782	-0.0546	
0.5653						
h50_112_fot_159-4406	526254.90	4742957.17	1518.39	-0.1865	-0.1016	
0.0625						
h50_112_fot_159-4407	526386.63	4742956.92	1517.75	-0.0586	-0.1340	
0.0948						
h50_112_fot_159-4408	526518.57	4742956.66	1515.76	-0.0808	-0.0831	
0.1323						
h50_112_fot_159-4409	526651.17	4742956.74	1515.17	-0.0641	-0.1243	
0.1139						
h50_112_fot_160-4246	526122.41	4743362.26	1497.90	-0.0446	-0.0898	
0.0981						
h50_112_fot_160-4247	526254.25	4743361.97	1495.11	-0.0206	-0.0730	
0.0078						
h50_112_fot_160-4248	526386.68	4743362.75	1494.06	-0.2224	-0.0772	-
0.3259						
h50_112_fot_160-4249	526518.42	4743363.57	1493.32	-0.1535	0.0150	-
0.4530						
h50_112_fot_160-4250	526651.12	4743363.47	1492.59	-0.0462	-0.1145	-
0.2060						
h50_112_fot_161-4107	526121.39	4743772.14	1506.89	-0.0523	-0.0459	
0.0968						
h50_112_fot_161-4108	526253.84	4743771.02	1509.69	-0.1619	-0.0749	
0.3523						
h50_112_fot_161-4109	526385.08	4743768.63	1512.85	-0.1189	-0.0824	
0.4893						
h50_112_fot_161-4110	526519.48	4743767.40	1514.69	-0.0994	-0.1941	
0.9215						
h50_112_fot_161-4111	526651.17	4743765.36	1514.11	0.0134	-0.1574	
0.6842						
-pp						
AT1	526786.72	4742162.28	555.69	XYZ		
AT10	526567.33	4743766.14	521.23	XYZ		
AT11	525964.56	4743785.26	518.41	XYZ		
AT12	526756.71	4744150.27	542.18	XYZ		
AT13	525965.79	4744232.78	515.38	XYZ		
AT2	525996.06	4742413.61	534.45	XYZ		
AT3	526782.60	4742567.43	531.35	XYZ		
AT4	526455.65	4742545.12	530.91	XYZ		
AT5	526035.61	4742551.84	536.39	XYZ		
AT6	526765.32	4743296.02	526.20	XYZ		
AT7	526553.96	4743373.56	523.41	XYZ		
AT8	525972.38	4743391.29	521.52	XYZ		

AT9	526783.04	4743759.34	522.39	XYZ	
h50_112_fot_158-45520	525975.66	4742478.06	544.09	!	
h50_112_fot_158-45521	525978.15	4742993.66	543.17	!	
h50_112_fot_158-45522	525943.72	4742110.84	535.97	!	
h50_112_fot_158-45530	526385.96	4742539.58	530.70		
h50_112_fot_158-45531	526284.66	4742992.55	538.06		
h50_112_fot_158-45532	526225.75	4742137.32	534.80		
h50_112_fot_158-45540	526388.09	4742559.39	530.19		
h50_112_fot_158-45541	526363.03	4742982.22	538.67		
h50_112_fot_158-45542	526389.48	4742152.90	533.76		
h50_112_fot_158-45550	526620.06	4742557.61	531.28		
h50_112_fot_158-45551	526471.45	4743010.01	540.94		
h50_112_fot_158-45552	526536.02	4742109.21	537.49		
h50_112_fot_158-45560	526685.73	4742558.70	531.60	!	
h50_112_fot_158-45561	526658.62	4742994.89	527.82	!	
h50_112_fot_158-45562	526679.34	4742219.22	553.98	!	
h50_112_fot_159-44050	525981.04	4742971.55	540.12	!	
h50_112_fot_159-44051	525996.05	4743386.56	521.62	!	
h50_112_fot_159-44052	526069.79	4742509.47	532.81		
h50_112_fot_159-44060	526404.72	4742930.06	528.59		
h50_112_fot_159-44061	526358.25	4743399.42	541.05		
h50_112_fot_159-44062	526345.59	4742600.40	530.17		
h50_112_fot_159-44070	526391.83	4742935.49	528.13		
h50_112_fot_159-44071	526412.22	4743354.99	545.18		
h50_112_fot_159-44072	526386.83	4742550.34	530.53		
h50_112_fot_159-44080	526607.47	4742930.81	547.94		
h50_112_fot_159-44081	526539.46	4743368.57	541.65		
h50_112_fot_159-44082	526505.66	4742552.63	530.58		
h50_112_fot_159-44090	526691.94	4742963.32	527.84	!	
h50_112_fot_159-44091	526667.97	4743382.20	523.85	!	
h50_112_fot_159-44092	526681.07	4742556.17	531.15		
h50_112_fot_160-42460	525982.88	4743386.25	520.99	!	
h50_112_fot_160-42461	525976.29	4743779.70	517.84	!	
h50_112_fot_160-42462	526028.42	4742903.06	526.83		
h50_112_fot_160-42470	526283.44	4743341.19	522.99		
h50_112_fot_160-42471	526316.39	4743689.04	518.96		
h50_112_fot_160-42472	526313.24	4742995.60	527.00		
h50_112_fot_160-42480	526455.15	4743354.15	534.58		
h50_112_fot_160-42481	526391.86	4743791.63	541.22		
h50_112_fot_160-42482	526390.13	4742983.68	535.36		
h50_112_fot_160-42490	526590.36	4743365.55	541.00		
h50_112_fot_160-42491	526610.56	4743773.06	521.40		
h50_112_fot_160-42492	526554.49	4742932.49	527.09		
h50_112_fot_160-42500	526678.71	4743377.75	523.67	!	
h50_112_fot_160-42501	526657.70	4743779.77	521.82	!	
h50_112_fot_160-42502	526657.00	4742964.79	527.75		

h50_112_fot_161-41070	525984.02	4743778.65	519.28	!
h50_112_fot_161-41071	525979.50	4744238.89	516.43	!
h50_112_fot_161-41072	525928.58	4743375.00	521.24	
h50_112_fot_161-41080	526370.38	4743817.32	519.78	
h50_112_fot_161-41081	526316.12	4744234.07	516.67	
h50_112_fot_161-41082	526337.34	4743329.18	523.69	
h50_112_fot_161-41090	526428.58	4743781.54	521.46	
h50_112_fot_161-41091	526392.13	4744183.37	516.66	
h50_112_fot_161-41092	526408.37	4743336.83	523.97	
h50_112_fot_161-41100	526639.41	4743772.38	521.88	
h50_112_fot_161-41101	526569.18	4744211.94	520.81	
h50_112_fot_161-41102	526584.81	4743293.18	540.68	
h50_112_fot_161-41110	526814.39	4743773.38	521.98	!
h50_112_fot_161-41111	526795.04	4744190.14	554.74	!
h50_112_fot_161-41112	526822.00	4743270.47	526.26	
h59_112_fot_161-41092	526408.43	4743336.74	523.81	!

*****----- PRECISIONES -----*****

Precisión de los parámetros de orientación de los cc.pp. (desv. típica)

	X	Y	Z	W	PHI	K		
h50_112_fot_158-4552	0.32	0.27	0.06	0.0154	0.0176	0.0029		
h50_112_fot_158-4553	0.32	0.26	0.05	0.0147	0.0179	0.0024		
h50_112_fot_158-4554	0.32	0.25	0.05	0.0143	0.0179	0.0029		
h50_112_fot_158-4555	0.29	0.25	0.06	0.0143	0.0163	0.0025		
h50_112_fot_158-4556	0.41	0.27	0.07	0.0155	0.0231	0.0037		
h50_112_fot_159-4405	0.17	0.14	0.03	0.0069	0.0096	0.0017		
h50_112_fot_159-4406	0.09	0.10	0.02	0.0050	0.0051	0.0012		
h50_112_fot_159-4407	0.31	0.12	0.03	0.0063	0.0178	0.0016		
h50_112_fot_159-4408	0.17	0.12	0.02	0.0059	0.0099	0.0013		
h50_112_fot_159-4409	0.22	0.13	0.03	0.0064	0.0126	0.0015		
h50_112_fot_160-4246	0.23	0.12	0.04	0.0068	0.0130	0.0020		
h50_112_fot_160-4247	0.10	0.10	0.04	0.0055	0.0058	0.0014		
h50_112_fot_160-4248	0.24	0.11	0.04	0.0064	0.0142	0.0016		
h50_112_fot_160-4249	0.22	0.12	0.04	0.0067	0.0128	0.0018		
h50_112_fot_160-4250	0.49	0.13	0.05	0.0071	0.0287	0.0020		
h50_112_fot_161-4107	0.19	0.11	0.03	0.0058	0.0105	0.0025		
h50_112_fot_161-4108	0.13	0.09	0.03	0.0049	0.0071	0.0016		
h50_112_fot_161-4109	0.36	0.15	0.04	0.0076	0.0205	0.0023		
h50_112_fot_161-4110	0.22	0.12	0.05	0.0060	0.0126	0.0017		
h50_112_fot_161-4111	0.30	0.13	0.04	0.0067	0.0173	0.0019		

Precisión de los puntos (desviación típica)

	X	Y	planimetría	Z	
h50_112_fot_158-45520	0.09	0.04	0.09	0.38	!
h50_112_fot_158-45521	0.10	0.19	0.21	0.44	!
h50_112_fot_158-45522	0.11	0.20	0.22	0.44	!
h50_112_fot_158-45530	0.02	0.02	0.02	0.14	
h50_112_fot_158-45531	0.03	0.09	0.09	0.22	
h50_112_fot_158-45532	0.02	0.08	0.08	0.20	
h50_112_fot_158-45540	0.02	0.02	0.02	0.14	
h50_112_fot_158-45541	0.03	0.08	0.08	0.22	
h50_112_fot_158-45542	0.02	0.07	0.07	0.19	
h50_112_fot_158-45550	0.02	0.02	0.02	0.16	
h50_112_fot_158-45551	0.03	0.10	0.10	0.26	
h50_112_fot_158-45552	0.02	0.09	0.09	0.22	
h50_112_fot_158-45560	0.05	0.03	0.05	0.39	!
h50_112_fot_158-45561	0.05	0.19	0.20	0.47	!
h50_112_fot_158-45562	0.05	0.14	0.14	0.39	!
h50_112_fot_159-44050	0.08	0.03	0.08	0.37	!
h50_112_fot_159-44051	0.08	0.17	0.19	0.40	!
h50_112_fot_159-44052	0.02	0.02	0.02	0.07	
h50_112_fot_159-44060	0.02	0.02	0.02	0.14	
h50_112_fot_159-44061	0.02	0.08	0.08	0.16	
h50_112_fot_159-44062	0.02	0.01	0.02	0.06	
h50_112_fot_159-44070	0.01	0.02	0.02	0.12	
h50_112_fot_159-44071	0.02	0.06	0.06	0.14	
h50_112_fot_159-44072	0.01	0.02	0.02	0.05	
h50_112_fot_159-44080	0.02	0.02	0.02	0.12	
h50_112_fot_159-44081	0.02	0.06	0.06	0.14	
h50_112_fot_159-44082	0.01	0.02	0.02	0.05	
h50_112_fot_159-44090	0.05	0.03	0.05	0.37	!
h50_112_fot_159-44091	0.04	0.17	0.17	0.39	!
h50_112_fot_159-44092	0.02	0.02	0.02	0.07	
h50_112_fot_160-42460	0.08	0.03	0.08	0.37	!
h50_112_fot_160-42461	0.09	0.17	0.19	0.40	!
h50_112_fot_160-42462	0.02	0.03	0.03	0.10	
h50_112_fot_160-42470	0.02	0.02	0.02	0.13	
h50_112_fot_160-42471	0.02	0.05	0.05	0.15	
h50_112_fot_160-42472	0.01	0.02	0.02	0.07	
h50_112_fot_160-42480	0.02	0.02	0.02	0.12	
h50_112_fot_160-42481	0.02	0.07	0.07	0.14	
h50_112_fot_160-42482	0.01	0.02	0.02	0.06	
h50_112_fot_160-42490	0.02	0.02	0.02	0.13	
h50_112_fot_160-42491	0.02	0.06	0.06	0.14	
h50_112_fot_160-42492	0.01	0.02	0.02	0.07	

h50_112_fot_160-42500	0.04	0.03	0.04	0.35	!
h50_112_fot_160-42501	0.04	0.16	0.17	0.38	!
h50_112_fot_160-42502	0.02	0.02	0.02	0.08	
h50_112_fot_161-41070	0.09	0.03	0.09	0.39	!
h50_112_fot_161-41071	0.10	0.21	0.23	0.44	!
h50_112_fot_161-41072	0.03	0.02	0.03	0.07	
h50_112_fot_161-41080	0.03	0.02	0.03	0.17	
h50_112_fot_161-41081	0.03	0.11	0.11	0.23	
h50_112_fot_161-41082	0.02	0.02	0.02	0.07	
h50_112_fot_161-41090	0.02	0.02	0.02	0.13	
h50_112_fot_161-41091	0.02	0.08	0.08	0.17	
h50_112_fot_161-41092	0.02	0.02	0.02	0.07	
h50_112_fot_161-41100	0.02	0.02	0.02	0.16	
h50_112_fot_161-41101	0.02	0.09	0.09	0.19	
h50_112_fot_161-41102	0.01	0.02	0.02	0.06	
h50_112_fot_161-41110	0.09	0.03	0.09	0.38	!
h50_112_fot_161-41111	0.09	0.17	0.19	0.38	!
h50_112_fot_161-41112	0.02	0.02	0.03	0.08	
h59_112_fot_161-41092	0.03	0.03	0.03	0.36	!

Precisiones medias

Puntos no de apoyo observados en...

2 fotogramas	3 fotogramas	>3 fotogramas
Planimetría: 0.11	Planimetría: 0.05	Planimetría: 0.02
Altimetría: 0.39	Altimetría: 0.17	Altimetría: 0.07

media: Planimetría: 0.07
 Altimetría: 0.25

FICHERO DE FOTO-COORDENADAS CREADO PARA LA AEROTRIANGULACION

-ff h50_112_fot_158-4552	100500.0	
h50_112_fot_158-45520	-14986.4	-7967.2
h50_112_fot_158-45521	-14523.8	44746.0
h50_112_fot_158-45522	-18251.0	-45265.0
h50_112_fot_158-45530	26701.5	-1779.6
h50_112_fot_158-45531	16711.0	44293.9
h50_112_fot_158-45532	10439.4	-42605.8
AT2	-12808.0	-14442.8
AT4	33752.4	-1241.3
AT5	-8749.8	-427.0
h50_112_fot_159-44052	-5271.6	-4728.0
h50_112_fot_159-44062	22630.3	4376.3
-ff h50_112_fot_158-4553	100500.0	
h50_112_fot_158-45520	-28512.9	-7940.2
h50_112_fot_158-45521	-27944.0	44710.1
h50_112_fot_158-45522	-31729.6	-45193.6
h50_112_fot_158-45530	13322.7	-1812.4
h50_112_fot_158-45531	3326.3	44221.4
h50_112_fot_158-45532	-3057.1	-42575.1
AT2	-26204.8	-14411.6
AT4	20364.7	-1283.5
AT5	-22161.6	-416.5
h50_112_fot_159-44052	-18647.1	-4717.1
h50_112_fot_159-44062	9267.7	4342.0
h50_112_fot_158-45540	13538.9	185.8
h50_112_fot_158-45541	11284.7	43161.8
h50_112_fot_158-45542	13559.2	-41023.2
h50_112_fot_159-44072	13404.3	-727.1
-ff h50_112_fot_158-4554	100500.0	
h50_112_fot_158-45530	60.3	-1949.5
h50_112_fot_158-45531	-10066.7	43949.8
h50_112_fot_158-45532	-16297.9	-42696.0
h50_112_fot_158-45540	282.1	45.4
h50_112_fot_158-45541	-2132.5	42909.1
h50_112_fot_158-45542	303.7	-41111.6
AT4	7088.3	-1407.5
h50_112_fot_159-44062	-3987.5	4185.2
h50_112_fot_159-44072	151.3	-866.0
h50_112_fot_158-45550	23661.1	-203.9
h50_112_fot_158-45551	8883.4	45787.7
h50_112_fot_158-45552	15187.2	-45754.6

h50_112_fot_159-44082	12118.9	-670.1
-ff h50_112_fot_158-4555	100500.0	
h50_112_fot_158-45540	-13037.9	69.3
h50_112_fot_158-45541	-15437.6	42850.1
h50_112_fot_158-45542	-13180.4	-41000.1
h50_112_fot_158-45550	10278.2	-227.5
h50_112_fot_158-45551	-4467.7	45700.6
h50_112_fot_158-45552	1613.0	-45663.9
AT4	-6260.5	-1394.5
h50_112_fot_159-44072	-13167.7	-839.9
h50_112_fot_159-44082	-1230.1	-669.0
h50_112_fot_158-45560	16889.8	-152.9
h50_112_fot_158-45561	14303.3	43485.5
h50_112_fot_158-45562	16468.0	-35135.1
AT1	27558.7	-41141.1
AT3	26633.7	671.8
h50_112_fot_159-44092	16411.9	-405.6
-ff h50_112_fot_158-4556	100500.0	
h50_112_fot_158-45550	-2905.0	-141.6
h50_112_fot_158-45551	-18006.6	45610.3
h50_112_fot_158-45552	-11392.1	-45532.2
h50_112_fot_158-45560	3687.8	-26.1
h50_112_fot_158-45561	916.6	43527.1
h50_112_fot_158-45562	3153.2	-34942.0
AT1	14239.6	-40871.7
AT3	13408.2	857.7
h50_112_fot_159-44082	-14379.6	-653.6
h50_112_fot_159-44092	3216.6	-281.3
-ff h50_112_fot_159-4405	100500.0	
h50_112_fot_159-44050	-14441.5	1208.7
h50_112_fot_159-44051	-13062.7	43023.9
h50_112_fot_159-44052	-4834.6	-45871.9
h50_112_fot_159-44060	28807.7	-2597.0
h50_112_fot_159-44061	23899.7	45586.1
h50_112_fot_159-44062	23200.7	-36221.8
AT8	-15453.2	43471.5
AT5	-8381.9	-41727.1
h50_112_fot_160-42462	-9367.7	-5705.6
h50_112_fot_160-42472	19415.6	3961.7
-ff h50_112_fot_159-4406	100500.0	
h50_112_fot_159-44050	-27956.0	1119.7
h50_112_fot_159-44051	-25930.6	42878.2

h50_112_fot_159-44052	-18705.1	-46072.2
h50_112_fot_159-44060	15408.2	-3065.6
h50_112_fot_159-44061	10748.3	45124.7
h50_112_fot_159-44062	9471.7	-36665.3
AT8	-28310.5	43345.1
AT5	-22257.4	-41889.5
h50_112_fot_160-42462	-22776.3	-5837.4
h50_112_fot_160-42472	6089.7	3575.8
h50_112_fot_159-44070	14088.6	-2514.6
h50_112_fot_159-44071	16369.6	40749.2
h50_112_fot_159-44072	13676.6	-41786.9
AT4	20703.4	-42333.2
AT7	30328.5	41748.5
h50_112_fot_160-42482	14008.4	2399.4
-ff h50_112_fot_159-4407	100500.0	
h50_112_fot_159-44060	2077.7	-2828.8
h50_112_fot_159-44061	-2760.4	45422.8
h50_112_fot_159-44062	-3884.3	-36414.9
h50_112_fot_159-44070	767.9	-2278.3
h50_112_fot_159-44071	2813.6	41041.8
h50_112_fot_159-44072	324.5	-41528.6
AT4	7344.9	-42072.5
AT7	17084.5	42053.6
h50_112_fot_160-42472	-7223.1	3810.5
h50_112_fot_160-42482	584.8	2637.8
h50_112_fot_159-44080	23149.3	-2773.4
h50_112_fot_159-44081	15907.5	42325.0
h50_112_fot_159-44082	12435.7	-41289.6
h50_112_fot_160-42492	17285.4	-2555.1
-ff h50_112_fot_159-4408	100500.0	
h50_112_fot_159-44070	-12750.4	-2325.3
h50_112_fot_159-44071	-10959.3	41067.8
h50_112_fot_159-44072	-13211.5	-41654.6
h50_112_fot_159-44080	9390.2	-2805.9
h50_112_fot_159-44081	2202.3	42356.4
h50_112_fot_159-44082	-1075.4	-41402.4
AT4	-6179.6	-42192.3
AT7	3631.4	42087.0
h50_112_fot_160-42482	-13027.5	2599.8
h50_112_fot_160-42492	3805.7	-2590.9
h50_112_fot_159-44090	17793.7	576.5
h50_112_fot_159-44091	15185.1	43012.6
h50_112_fot_159-44092	16848.5	-41034.7
AT3	27227.1	-39881.5

AT6	25134.1	34391.9	
h50_112_fot_160-42502		14235.1	718.4
-ff h50_112_fot_159-4409		100500.0	
h50_112_fot_159-44080		-4318.6	-2815.4
h50_112_fot_159-44081		-11394.9	42368.2
h50_112_fot_159-44082		-14561.0	-41414.9
h50_112_fot_159-44090		4369.1	566.6
h50_112_fot_159-44091		1836.2	43025.0
h50_112_fot_159-44092		3356.9	-41056.7
AT3	13736.3	-39908.8	
AT6	11754.2	34398.4	
AT7	-9717.4	42099.0	
AT4	-19670.4	-42202.1	
h50_112_fot_160-42492		-9615.1	-2598.0
h50_112_fot_160-42502		814.6	709.5
-ff h50_112_fot_160-4246		100500.0	
h50_112_fot_160-42460		-14203.8	2365.7
h50_112_fot_160-42461		-14897.9	42699.5
h50_112_fot_160-42462		-9498.4	-47650.3
h50_112_fot_160-42470		16774.0	-2223.0
h50_112_fot_160-42471		20023.6	33522.8
h50_112_fot_160-42472		19997.5	-38036.1
AT11	-16106.4	43290.9	
h50_112_fot_161-41072		-19793.8	1198.2
h50_112_fot_161-41082		22354.0	-3454.5
AT8	-15312.6	2883.1	
-ff h50_112_fot_160-4247		100500.0	
h50_112_fot_160-42460		-27872.4	2466.1
h50_112_fot_160-42461		-28461.0	42915.3
h50_112_fot_160-42462		-23311.8	-47685.9
h50_112_fot_160-42470		3147.3	-2186.1
h50_112_fot_160-42471		6525.6	33651.4
h50_112_fot_160-42472		6259.8	-38094.5
AT11	-29665.2	43510.5	
h50_112_fot_161-41072		-33485.8	1305.0
h50_112_fot_161-41082		8732.8	-3429.6
h50_112_fot_160-42480		21164.2	-852.9
h50_112_fot_160-42481		14628.5	45257.4
h50_112_fot_160-42482		14377.3	-39678.0
AT10	32452.5	41707.4	
h50_112_fot_161-41092		16084.4	-2638.3
AT8	-28990.5	2987.1	
AT7	31149.2	1166.4	

```

-ff h50_112_fot_160-4248    100500.0
h50_112_fot_160-42470    -10568.7    -2562.8
h50_112_fot_160-42471    -6914.9     33247.1
h50_112_fot_160-42472    -7729.8    -38574.0
h50_112_fot_160-42480     7303.6    -1332.6
h50_112_fot_160-42481     933.8     44784.7
h50_112_fot_160-42482     269.3    -40210.6
    AT10    19014.5    41137.9
h50_112_fot_161-41082    -5170.4    -3840.0
h50_112_fot_161-41092     2367.7    -3090.5
    AT7    17471.6     631.1
h50_112_fot_160-42490     21627.9    -219.5
h50_112_fot_160-42491     23486.9    41834.1
h50_112_fot_160-42492     17354.6   -45317.9
h59_112_fot_161-41092     2371.4    -3099.5
h50_112_fot_161-41102     21001.8   -7852.9

```

```

-ff h50_112_fot_160-4249    100500.0
h50_112_fot_160-42480    -6671.6    -1204.9
h50_112_fot_160-42481   -13019.8    44983.5
h50_112_fot_160-42482   -13857.1   -40078.7
h50_112_fot_160-42490     7570.5    -120.1
h50_112_fot_160-42491     9822.8    41968.9
h50_112_fot_160-42492     3374.1   -45209.7
    AT10     5354.3    41283.0
    AT7     3662.0     739.0
h59_112_fot_161-41092   -11459.2   -2963.3
h50_112_fot_161-41102     6924.5   -7755.2
h50_112_fot_160-42500     16602.4    1069.8
h50_112_fot_160-42501     14709.0    42641.1
h50_112_fot_160-42502     14086.0  -41952.1
    AT9     27648.9    40420.4
    AT6     25585.8   -7499.2
h50_112_fot_161-41112     31462.6  -10198.8

```

```

-ff h50_112_fot_160-4250    100500.0
h50_112_fot_160-42490    -6218.3     161.4
h50_112_fot_160-42491   -3843.3    42319.9
h50_112_fot_160-42492  -10020.3  -44934.3
h50_112_fot_160-42500     3069.6    1389.2
h50_112_fot_160-42501     1037.4    43018.7
h50_112_fot_160-42502     662.5   -41644.7
    AT9     14010.3    40859.1
    AT7     -9874.0     1003.8
    AT6     12058.1   -7149.0
    AT10    -8318.5    41610.2

```

h50_112_fot_161-41102	-6827.5	-7479.7
h50_112_fot_161-41112	17956.3	-9827.1
-ff h50_112_fot_161-4107	100500.0	
h50_112_fot_161-41070	-13904.4	548.2
h50_112_fot_161-41071	-14395.6	47239.4
h50_112_fot_161-41072	-19521.2	-40645.4
h50_112_fot_161-41080	25440.9	4555.4
h50_112_fot_161-41081	19769.9	46833.7
h50_112_fot_161-41082	22251.9	-45378.4
AT13	-15751.9	46567.3
AT11	-15874.4	1217.2
AT8	-15074.3	-38990.2
-ff h50_112_fot_161-4108	100500.0	
h50_112_fot_161-41070	-27252.8	322.6
h50_112_fot_161-41071	-27880.9	46827.8
h50_112_fot_161-41072	-32726.9	-40796.7
h50_112_fot_161-41080	11937.6	4490.9
h50_112_fot_161-41081	6139.7	46583.3
h50_112_fot_161-41082	8936.6	-45349.4
AT13	-29226.5	46152.6
h50_112_fot_161-41090	17909.3	895.2
h50_112_fot_161-41091	13865.8	41512.1
h50_112_fot_161-41092	16192.4	-44539.4
AT11	-29204.7	981.2
AT8	-28300.6	-39125.2
AT7	31026.3	-40671.4
-ff h50_112_fot_161-4109	100500.0	
h50_112_fot_161-41080	-1382.4	4710.3
h50_112_fot_161-41081	-7206.2	46658.8
h50_112_fot_161-41082	-4138.1	-44954.3
h50_112_fot_161-41090	4565.9	1140.9
h50_112_fot_161-41091	498.2	41624.4
h50_112_fot_161-41092	2890.7	-44130.5
h50_112_fot_161-41100	25956.8	393.4
h50_112_fot_161-41101	18407.8	44879.3
h50_112_fot_161-41102	21248.6	-49264.3
AT7	17671.7	-40251.0
-ff h50_112_fot_161-4110	100500.0	
h50_112_fot_161-41090	-8877.7	1116.1
h50_112_fot_161-41091	-13143.0	41476.5
h50_112_fot_161-41092	-10177.3	-44081.7
h50_112_fot_161-41100	12484.7	531.6

h50_112_fot_161-41101	4645.6	44852.8
h50_112_fot_161-41102	7879.0	-49060.5
h50_112_fot_161-41110	30229.9	918.1
h50_112_fot_161-41111	28496.0	44577.3
h50_112_fot_161-41112	31985.2	-50312.3
AT12	24233.5	39812.9
AT7	4488.5	-40093.1
AT9	27080.9	-558.3
AT6	26161.7	-47784.3

-ff h50_112_fot_161-4111	100500.0	
h50_112_fot_161-41100	-923.6	723.9
h50_112_fot_161-41101	-8562.5	45122.8
h50_112_fot_161-41102	-5997.0	-48809.7
h50_112_fot_161-41110	16814.6	1037.7
h50_112_fot_161-41111	14829.4	44744.7
h50_112_fot_161-41112	18269.6	-50151.6
AT12	10722.8	39990.2
AT9	13667.8	-425.8
AT6	12472.8	-47606.1

ANEXO X: Plano de
restituciones

ANEXO XI: Plano de
restituciones con la ortofoto