

## *Mediciones en MATCH-AT*

---

*26 de Junio de 2012*

## Introducción

Match-AT es un software de aerotriangulación con un alto grado de automatización. Todos los trabajos de estructuración del bloque, formación de pasadas, generación de puntos de paso con grandes densidades, se solucionan de forma desatendida. El único proceso que requiere interacción por parte del usuario es la medición de los puntos de control.

Hoy en día, la utilización masiva de observaciones GNSS/INS mediante equipos aerotransportados, ha permitido reducir notablemente el número de puntos de fotocontrol necesarios para ajustar un bloque, e incluso en determinadas circunstancias permiten hasta prescindir totalmente de ellos, la georeferenciación directa.

Un impacto similar tienen en cuanto a las necesidades de puntos de paso. El hecho de que haya zonas con baja o nula densidad de puntos, -por ejemplo zonas de agua o zonas de selva densa- ya no es tan importante como antes.

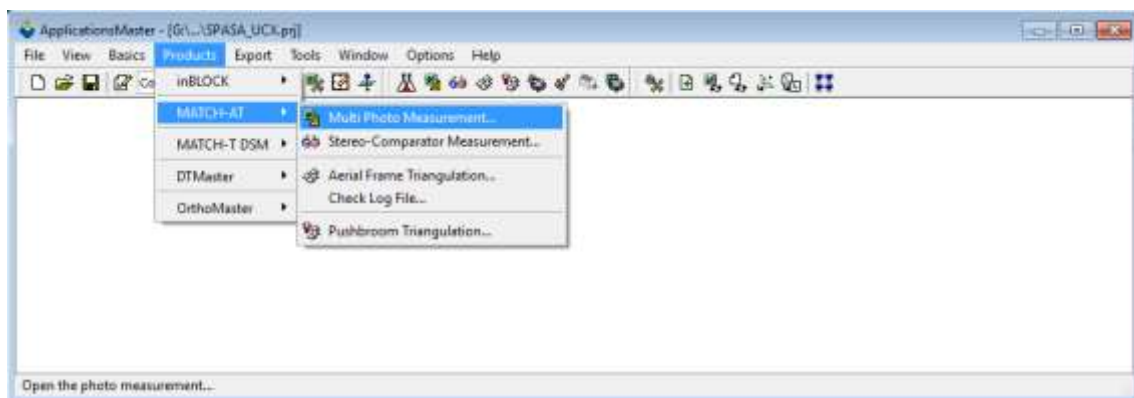
En vuelos realizados sin ayuda de sistemas GNSS/INS, la ausencia de puntos de paso, o una mala distribución o un número de los mismos, puede generar -y de hecho, casi seguro que generan- paralajes en esas zonas. Por el contrario, en los vuelos con GNSS/INS, las observaciones INS “compensan” la falta de puntos de paso, y en prácticamente el 100% de los casos NO es necesario densificar manualmente.

En resumen, las mediciones manuales necesarias, utilizando las últimas tecnologías fotogramétricas, son escasas y se refieren sobretudo a los puntos de control o puntos de chequeo en el terreno.

No obstante, Match-AT proporciona herramientas que permiten realizar las mediciones manuales de una forma precisa.

### 1. Mediciones en Match-AT

Existen dos tipos de mediciones (Measurement) dentro del software, tal y como aparece en la siguiente captura de pantalla:

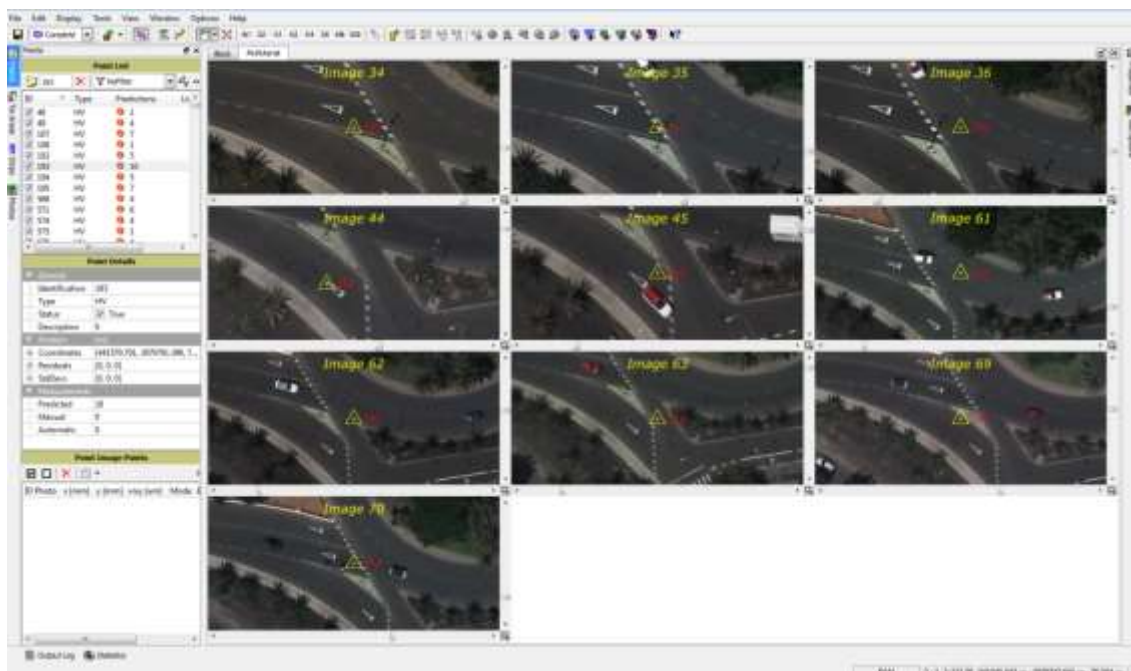


### **1.1 Multi Photo Measurement**

Permite realizar mediciones tanto en estereoscópico como en monoscópico. Sobre múltiples fotos, de forma simultánea, combinando la potencia de la visualización tanto en mono como en estéreo, sacando provecho de la utilización de herramientas y de correlación automatizaciones muy potentes.

La gran potencialidad de esta herramienta es que basta con hacer doble clic en el punto que se quiera medir y automáticamente el software abrirá todas las imágenes y modelos en los que se encuentre.

La siguiente captura de pantalla muestra el punto de control 193 que aparece hasta en 10 imágenes. Al hacer doble clic sobre él, se abren automáticamente las 10 imágenes en la zona donde el software estima que cae el punto lo que además facilita mucho la identificación.

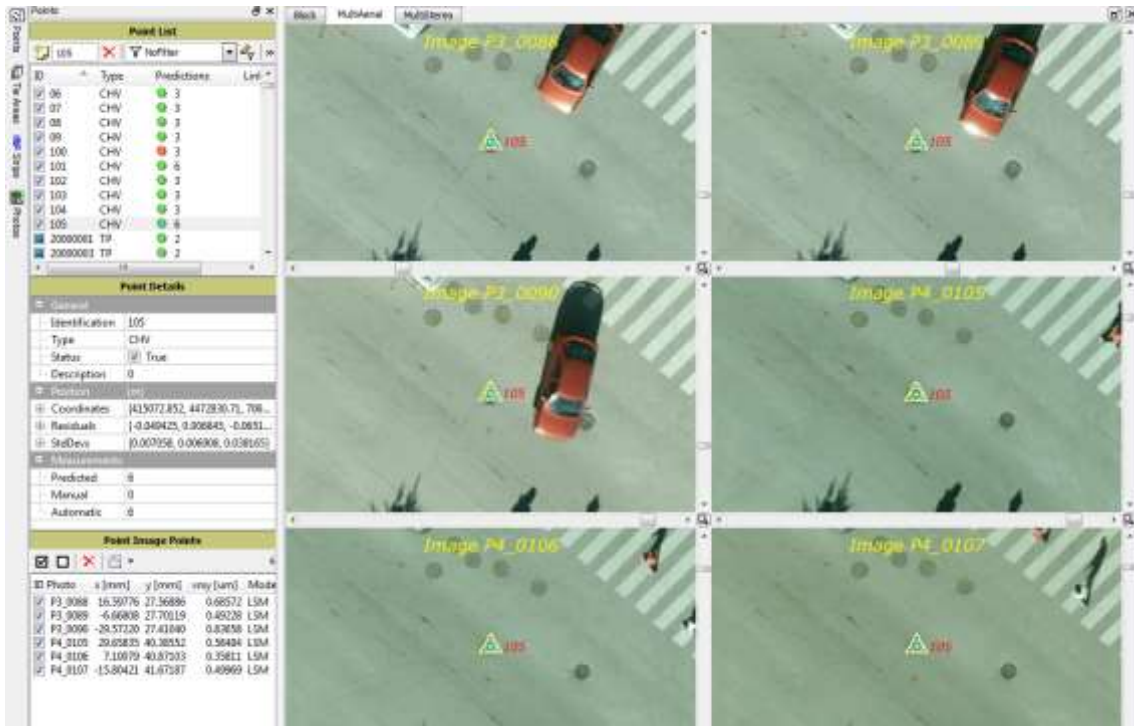


No solo permite realizar la medición con vistas en monoscópico, también es posible realizar la medición con vista en estereoscópico.

Las mediciones que se realizan ya sean en monoscópico o en estereoscópico, previenen la integridad del bloque NO permitiendo eliminar el paralaje en Y.

Es decir si existe paralaje Y en las imágenes el software NO permite eliminarlo dentro de esta herramienta de medición.

La siguiente captura de pantalla muestra el punto 105 que aparece en 6 imágenes que son las mostradas en la pestaña “MultiAerial”.



En la pestaña “MultiStereo” aparecerían también de forma automática los 5 modelos en los que el mismo punto aparece, permitiendo de esta manera realizar la medición en estereoscópico ya sea con el sistema anáglifos (como aparece a continuación) o con cualquiera de los sistemas estereoscópico actuales (sistema Nvidia, Planar, gafas activas o pasivas, etc).



Este método, se diferencia de la anterior en que SI permite eliminar paralajes Y remanentes en el bloque. Es decir, puede abrir un determinado modelo, dejar una imagen fija e ir moviendo la otra imagen hasta que se haya eliminado el paralaje y entonces medir un punto. Dejando fija una imagen y moviendo la siguiente, vamos transfiriendo dichos puntos a las fotos sucesivas.

Al contrario que en el caso anterior, es una medición manual mucho más lenta y pesada, que es necesario realizar modelo a modelo.

La forma de proceder es seleccionar el punto que se quiere medir y automáticamente el software nos indica en qué imágenes el punto no aparece (“Outside Image”) y en qué imágenes sí aparece.

Posteriormente, el operador deberá ir seleccionando uno a uno todos aquellos modelos en los que hay que medir dicho punto.



Entonces, debe eliminar el paralaje manualmente, mediante translaciones de una foto sobre otra fija, y una vez el modelo esté libre de paralaje se medirá el punto. Posteriormente se repetirá la operación en cada uno de los modelos pero teniendo la precaución de no mover las imágenes en las que ya se haya efectuado la medición.

Así por ejemplo, en la captura de pantalla anterior, el modelo abierto es el P4\_0100-P4\_0101. Una vez completado este modelo será necesario abrir el modelo P4\_0101-P4\_0102 y habrá que tener la precaución de NO mover la imagen P4\_0101 ya que las fotocoordenadas de esa imagen fueron ya medidas.

El procedimiento es el equivalente a la operación con un estereocomparador análogo.

Este método de medición era muy útil en los tiempos en los que las aerotriangulaciones eran modelo a modelo, y los bloques no de gran tamaño.

El método de ajuste mas eficiente es hoy en día, el ajuste por haces (bundle adjustment) en el que se miden los puntos en todas las imágenes y modelos en que aparezca al mismo tiempo.

*Las coordenadas de un determinado punto será la intersección de tantos rayos como imágenes en las que aparezca el punto, aumentando la precisión proporcionalmente al número de intersecciones disponibles de cada punto.*

En el caso de la medición modelo a modelo las coordenadas del punto está determinada solamente por la intersección de dos únicos rayos.

## **2. Propuesta de procedimiento a seguir por los operadores**

Cuando se requiere realizar la fiscalización de una Aerotriangulación, Match-AT dispone de herramientas muy potentes que permiten detectar posibles errores.

El documento *MATCH-AT .Comprobación del resultado de la AT.pdf* explica en detalle que opciones gráficas y numéricas existen dentro del software.

En todo caso, lo más rápido y efectivo es medir una serie de puntos de chequeo distribuidos por todo el bloque y compararlos con sus coordenadas correctas.

En este sentido, Match-AT dispone de la herramienta “*Compute Ray interesections for control points in potential stereo models*” que de una forma muy rápida compara las coordenadas medidas en cada uno de los pares estereoscópicos en los que aparece un punto de fotocontrol determinado, con las coordenadas disponibles medidas en campo.

El flujo de trabajo sería:

- Creación del proyecto en *Applications Masters*. Para realizar el control de calidad será necesario disponer al menos de las orientaciones externas ajustadas y la definición de la cámara. EL software de INPHO es muy compatible con otros formatos por lo que no tiene dificultad generar el proyecto y cargar aquellos puntos que van a utilizarse como puntos de chequeo.
- Medición de los puntos de chequeo. Con la herramienta “*Multiphoto Measurement*” mencionada en el apartado anterior, se irán midiendo todos los puntos requeridos, ya sea en estéreo o en mono.

- Seleccionar la opción “*Compute Ray interesections for control points in potential stereo models*” dentro de las opciones de cálculo de Match-AT . El resultado será un fichero de texto fácilmente legible en cualquier editor de texto como el que aparece a continuación:

point	photo	photo	dx	dy	dxy	dz	b/h
04	HV						
	P3_0092	P3_0093	0.019	-0.199	0.199	-0.470	4.3 !!!
	P3_0092	P3_0094	0.042	-0.118	0.125	-0.327	2.3
	P3_0093	P3_0094	-0.002	-0.040	0.040	-0.169	4.7 !!!
	P4_0101	P4_0102	0.043	0.043	0.060	-0.363	4.7 !!!
	P4_0101	P4_0103	-0.028	-0.058	0.064	-0.086	2.4
	P4_0102	P4_0103	0.017	-0.052	0.055	0.184	4.7 !!!
-----							
	I: RMS all models		0.029	0.102	0.106	0.297	
-----							
05	HV						
	P3_0090	P3_0091	-0.030	0.103	0.107	0.145	4.2 !!!
	P3_0090	P3_0092	-0.028	0.096	0.100	0.151	2.2
	P3_0091	P3_0092	-0.029	0.097	0.101	0.157	4.6 !!!
	P4_0103	P4_0104	-0.023	-0.058	0.062	0.360	4.9 !!!
	P4_0103	P4_0105	0.052	0.114	0.125	-0.094	2.4
	P4_0104	P4_0105	-0.057	0.247	0.254	-0.517	4.6 !!!
-----							
	I: RMS all models		0.039	0.133	0.139	0.281	
-----							
101	HV						
	P3_0092	P3_0093	-0.011	-0.193	0.194	-0.319	4.2 !!!
	P3_0092	P3_0094	0.061	-0.122	0.137	0.148	2.2
	P3_0093	P3_0094	-0.091	-0.052	0.105	0.662	4.6 !!!
	P4_0101	P4_0102	0.070	0.050	0.085	-0.531	4.6 !!!
	P4_0101	P4_0103	-0.099	-0.197	0.220	0.079	2.3
	P4_0102	P4_0103	-0.005	-0.451	0.451	0.689	4.6 !!!
-----							
	I: RMS all models		0.067	0.224	0.233	0.470	
-----							

En el listado anterior se muestran tres puntos de chequeo (4,5 y 101) que han sido medidos en cada uno de los modelos en los que aparecen.

En este caso los tres puntos han sido medidos en 6 modelos por lo que tenemos las diferencias de cada punto en todos y cada uno de los modelos en los que aparece,

Por ejemplo el punto 4, en el modelo P3\_0092 - P3\_0093 tiene un error en X de 0.019 m, en Y de -0.199 m, y en Z de -0.470 m. El valor de 0.199 se corresponde a la componente cuadrática de los errores en X y en Y, mientras que 4,3 es la relación base/altura (b/h en el fichero)

Al final de ese punto, obtenemos los valores medios en todos los modelos en metros:

I: RMS all models    0.029   0.102   0.106   0.297

Esta misma información se repite para los otros dos puntos.

La medición de los puntos debe hacerse con la opción de “MultiPhotoMeasurement” ya que esta no permite modificar el paralaje.

En el caso que se utilice la opción “Stereo Comparator Measurement” estaríamos moviendo las imágenes y por tanto modificando las orientaciones que es precisamente lo que se quiere controlar en la fiscalización.

El documento *MATCH-AT .Flujo de trabajo y parametrización.pdf* describe en detalle los pasos que hay que seguir para realizar la Aerotriangulación con Match-AT.

También pueden consultarse el manual o incluso el tutorial en español, por lo que no merece la pena detenerse en el flujo de trabajo a seguir.

Con la tecnología disponible, es decir, cámaras digitales con cada vez mayor resolución y, sobre todo, la utilización de observaciones GNSS/INS, puede decirse que la aerotriangulación es prácticamente automática y que solamente es necesaria la intervención de un operador a la hora de medir los puntos de control si fuera necesario.

Match-AT dispone de algoritmos muy potentes para generar puntos de paso automáticos que cubren todas las zonas y conectan de forma muy robusta todas las imágenes por lo que una vez generados no existen paralajes que haya que eliminar.

Pueden quedar, no obstante, algunas áreas dentro del bloque en las que sea imposible generar puntos de paso y por tanto queden menos conectadas. Nos referimos a zonas de agua o incluso zonas de selva muy densa en las que los algoritmos de correlación son incapaces de extraer ningún punto.

Sin embargo, puede ocurrir que de manera manual sea también imposible extraer puntos como por ejemplo en las zonas de agua, o que, aunque sí sea posible, la precisión con la que podemos extraerlos sea muy baja. Por ejemplo, en zonas de bosque o selva densa, en donde no es visible el suelo, solo es posible dar puntos en las copas de los árboles que además de tener una mala identificación, pueden estar en movimiento.

En esos casos, al disponerse de observaciones inerciales, permiten compensar la falta de conexiones entre puntos que puedan existir en determinadas zonas, por lo que es mejor dejar esas zonas sin puntos que medir puntos manuales con baja precisión que puedan afectar al resultado final.

En resumen, en bloques en los que se disponga de observaciones GNSS/INS como son la mayoría de los que el IGM dispone, se recomienda no medir manualmente puntos de paso ya que estos pueden contribuir a estropear el resultado. Las únicas medidas manuales que hay que hacer son las de los puntos de control y chequeo.

En realidad, puede decirse que la generación de puntos de paso, Tie Points, NO ES NECESARIA si se dispone de observaciones GNSS/INS de precisión. Lo que SI SE RECOMIENDA vivamente es realizar un ajuste LIBRE de haces, generando puntos, y



permitiendo detectar y corregir posibles errores, imposible de hacerlo solamente con observaciones GNS/INS no redundantes.

### **3. Conclusiones**

- Aprovechar las últimas tecnologías disponibles, sobretodo en lo que se refiere al uso de GNSS/INS que nos permitirá:
  - Disminuir e incluso prescindir de puntos de control
  - No realizar densificaciones de puntos de paso manuales, casi prescindir de ellos.
- Es muy importante conocer las observaciones GNSS/INS:
  - Como se ha calculado
  - Que correcciones hay que aplicar a las observaciones GNSS
  - Si el INS ha sido corregido de la desalineación de la antena (Boresight Missalignment)
  -
- Si el Boresight Missalignment no ha sido corregido, las observaciones INS no serán suficientemente precisas y puede resultar en que existan paralajes en zonas donde por su naturaleza no existan puntos de paso (zonas de agua o de selva densa). En esos casos, se recomienda elegir una zona del proyecto adecuada en donde las imágenes presenten una textura suficiente, y calcular dicho boresight missalignment para aplicarlo al resto del bloque y una vez aplicado realizar la AT.
- Tomando las precauciones señaladas, en prácticamente el 100% de los casos la combinación de observaciones GNSS/INS y Match-AT, con el potente algoritmo de generación de puntos de paso que incluye, eliminará todos los paralajes y por lo que no será necesario, incluso no es recomendable, utilizar el modo de medición de “Stereo Comparator Measurement”.
- Si por el motivo que sea, existen todavía paralajes residuales que hay que eliminar, Match-AT dispone de las herramientas para poder hacerlo.
- Hay que evitar la medición de puntos de paso manuales en zonas complicadas de medir (por ejemplo copas de árboles) ya que dichos puntos pueden redundar en errores en el resultado final al no ser estas mediciones de mucha precisión.