

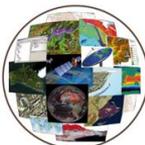
Análisis de imágenes procedentes de vehículos aéreos no tripulados (UAV) para la obtención de aplicaciones en el seguimiento de la biodiversidad

MASTER EN TELEDETECCIÓ Y SIG

Trabajo final. 2015

Autores: Joan-Cristian Padró Garcia y Joan Torres Batlló

Directores: Lluís Brotons y Magda Pla



Introducción. Qué, quién, cómo y por qué.

Qué se hace

Seguimiento de la regeneración post-incendio



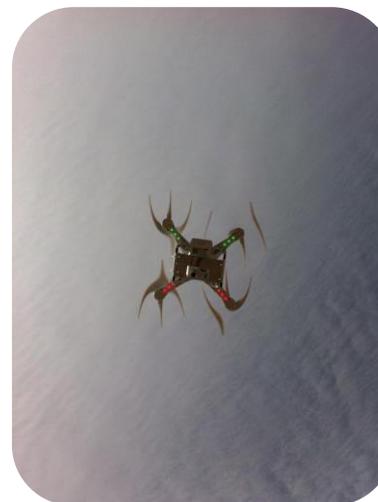
Quién lo hace

CTFC + CREAM
Padró + Torres



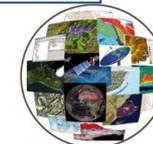
Cómo se hace

Mediante UAV de bajo coste (RGB)

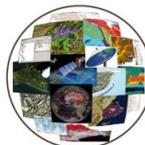
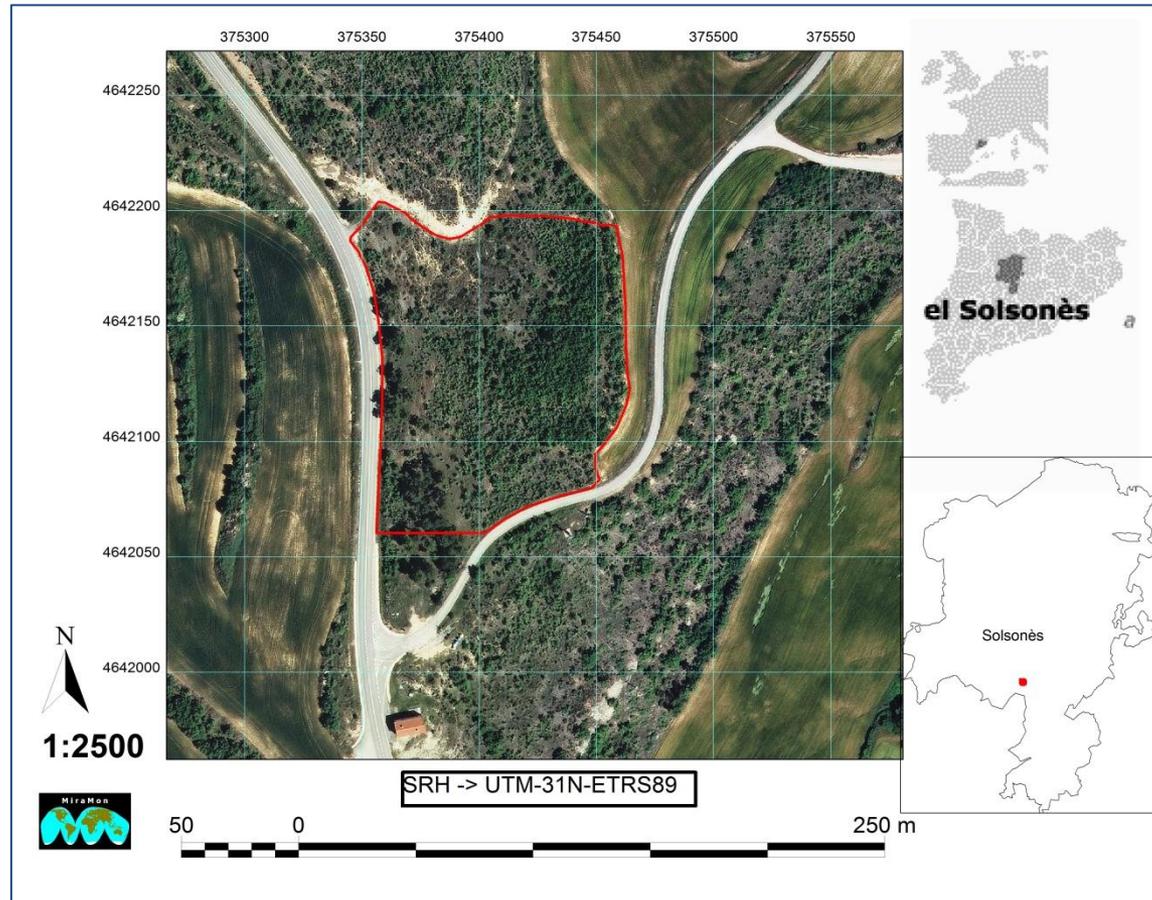


Para qué

Para evaluar cambios en las cubiertas del suelo



Àmbito de estudio



Material



Especificaciones de la plataforma

Modelo	Phantom vision 2+
Máx. Velocidad(m/s)	10
Autonomía (min)	25

Especificaciones del sensor

Modelo	DJI FC 200
Longitud focal (mm)	5
Columnas y filas CCD	4384 x 3288
Dimensiones CCD (mm)	9 x 6.75
FOV (º)	85
Resolución radiométrica	8x3=24bits (255 DN)
Resolución espectral	RGB



Metodología: Protocolo de trabajo

Planificación de los vuelos



Adquisición de las imágenes



Procesamiento de las imágenes



Generación de ortofotos



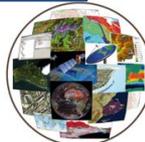
Co-registro entre vuelos y cartografía oficial



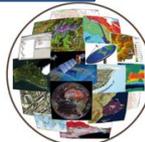
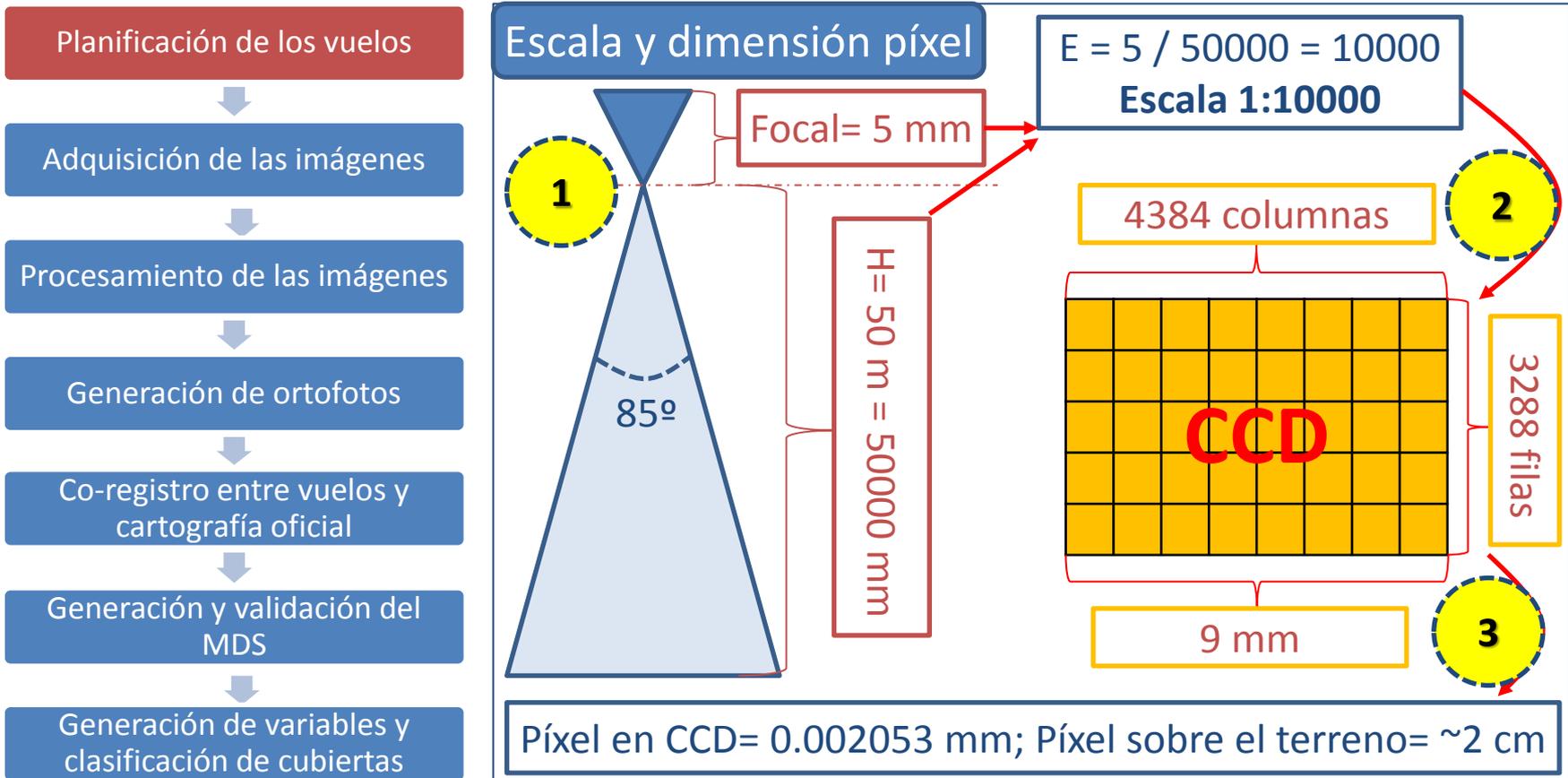
Generación y validación del MDS



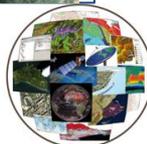
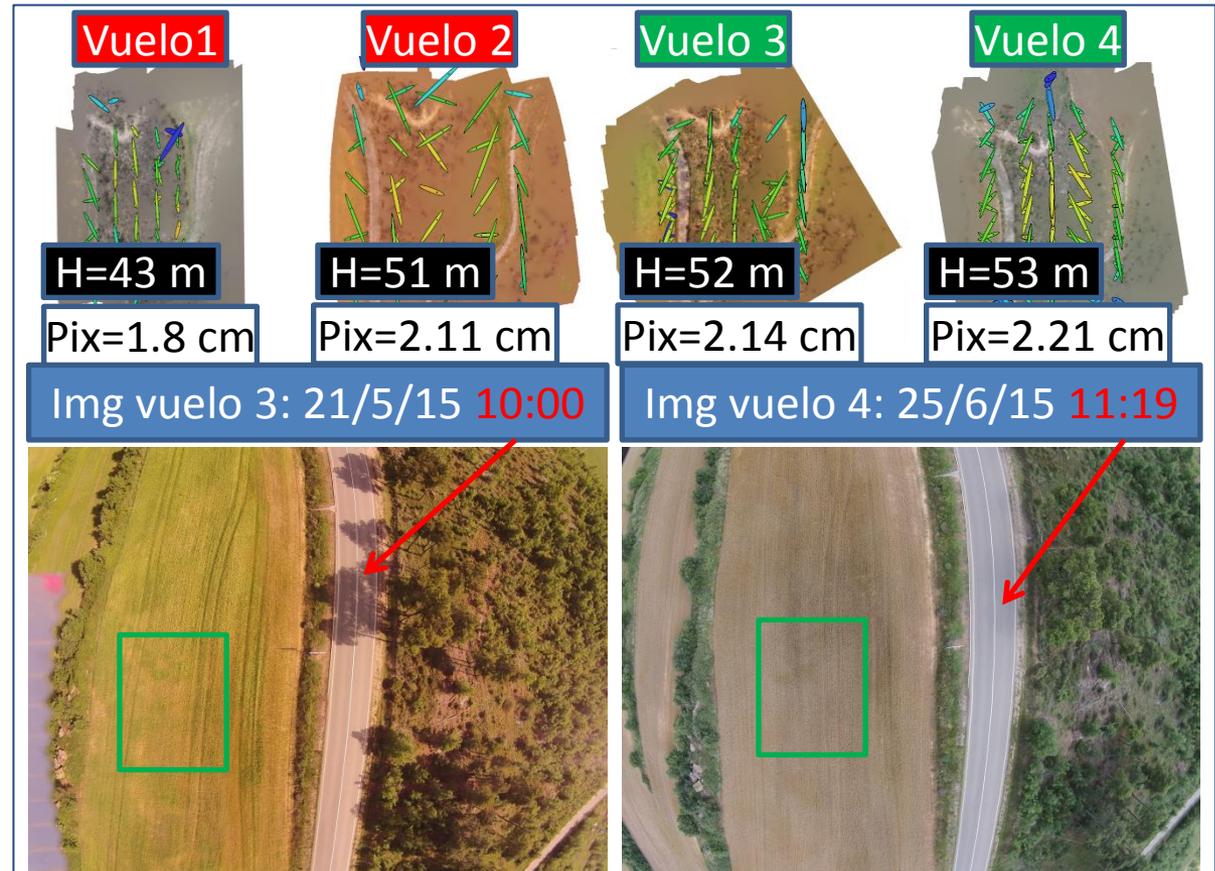
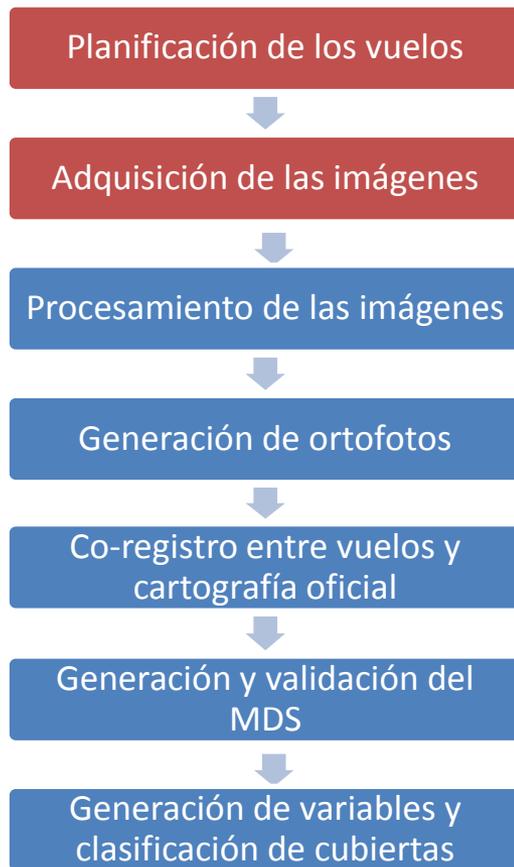
Generación de variables y clasificación de cubiertas



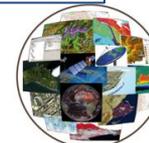
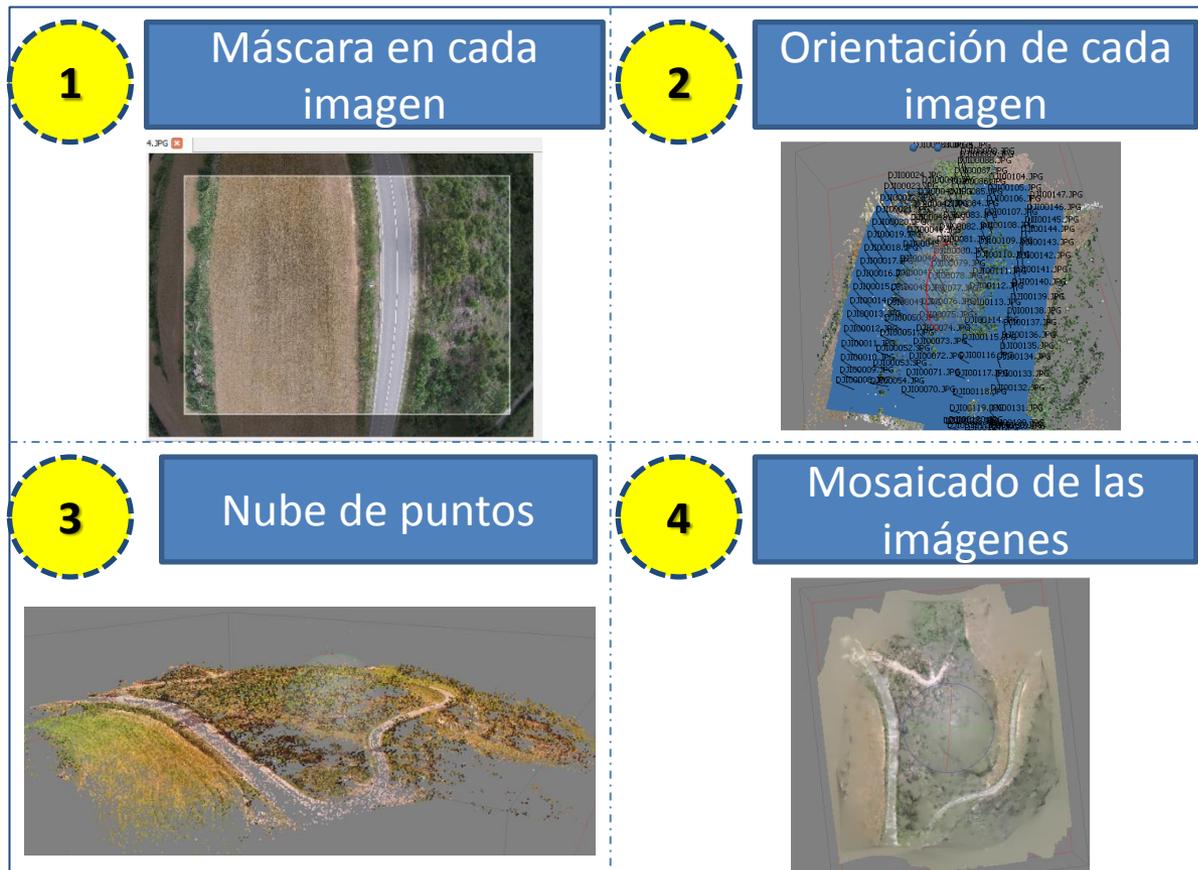
1. Protocolo de trabajo -> Planificación de los vuelos



2. Protocolo de trabajo -> Adquisición de imágenes

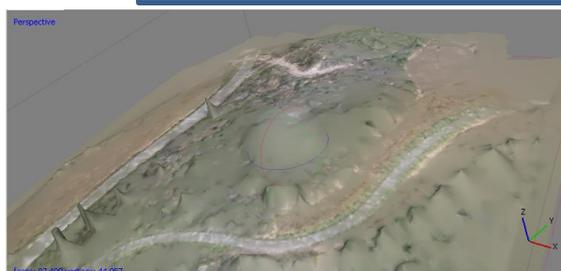


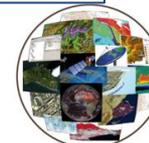
3. Protocolo de trabajo -> Procesamiento de imágenes



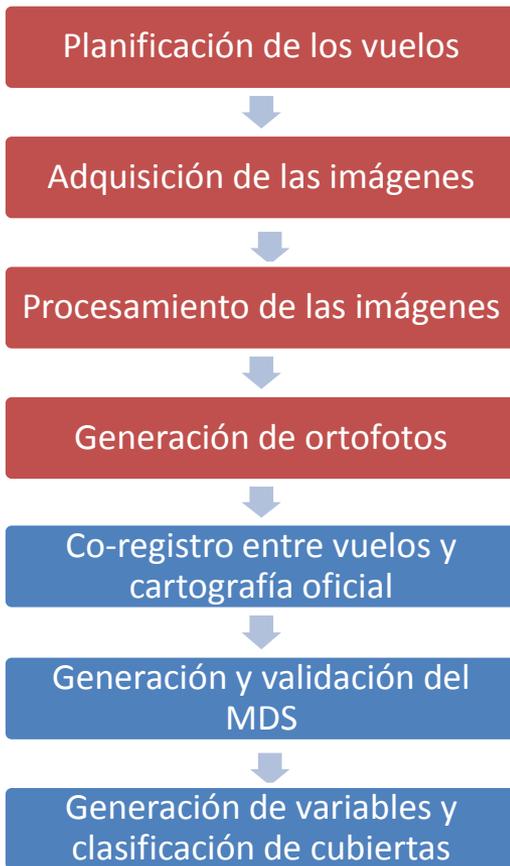
4. Protocolo de trabajo -> Generación de ortofotos



<p>1 Ortofoto con Agisoft</p> 	<p>2 Por defecto el píxel es rectangular</p> 
<p>3 Ortofoto con MM</p>  <p>IMG WGS84 ~2 cm lado</p>	<p>4 Ortofoto con MM</p>  <p>IMG UTM-31N-ETRS89 2.5 cm lado</p>

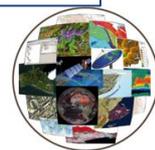


4. Protocolo de trabajo -> Generación de ortofotos

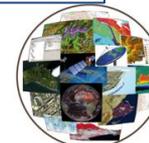
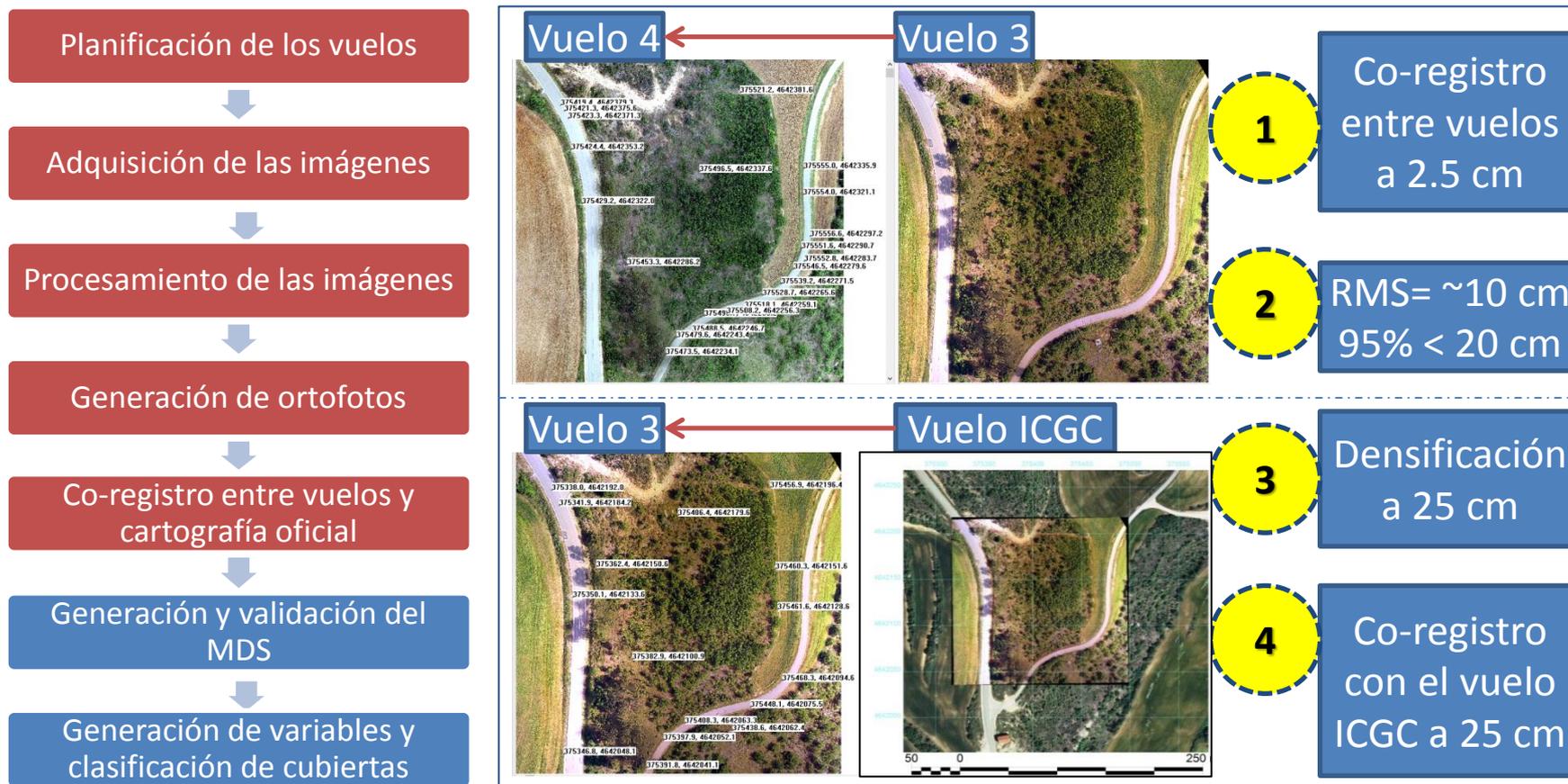


Efectos no deseados en la interpolación **bicúbica**

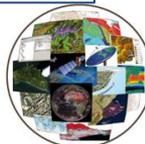
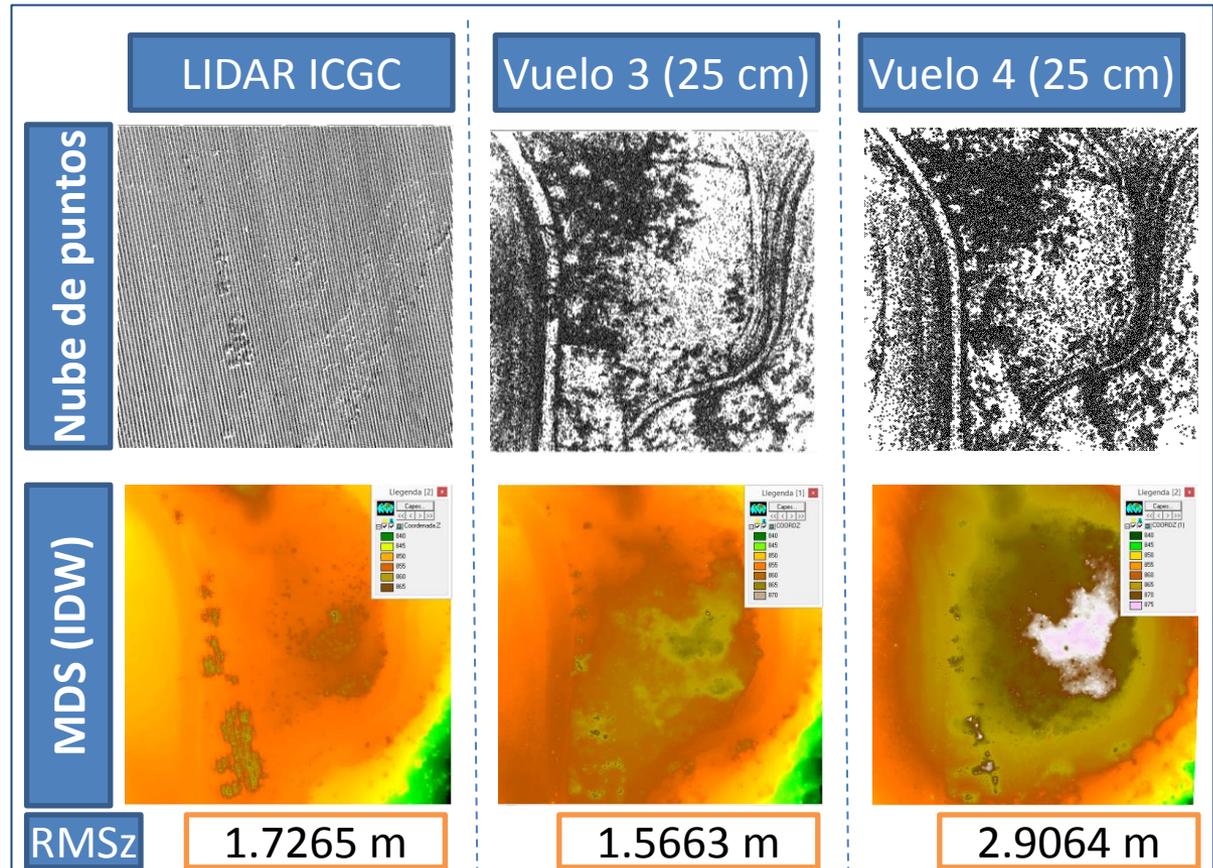
Conservación de valores en interpolación por **vecino más cercano**



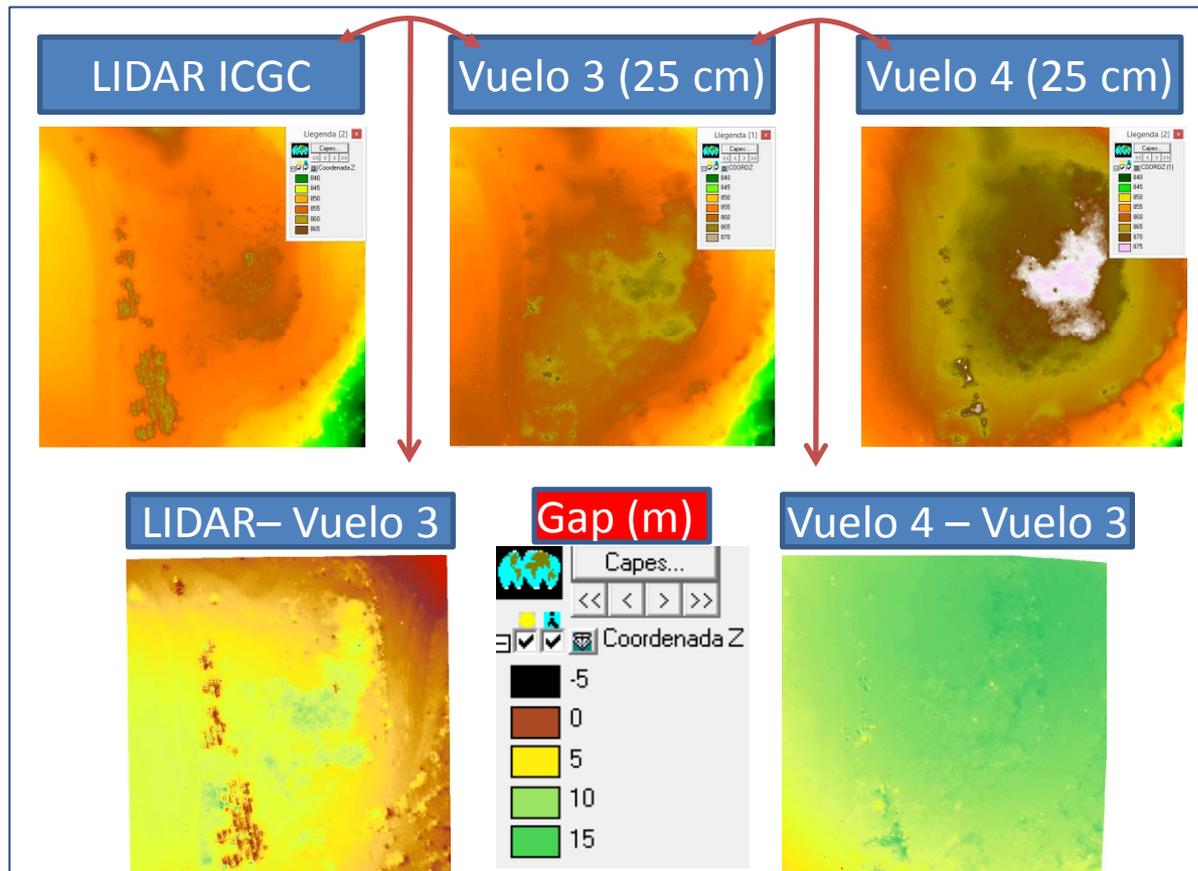
5. Protocolo de trabajo -> Co-registro



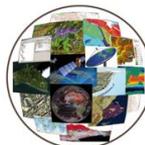
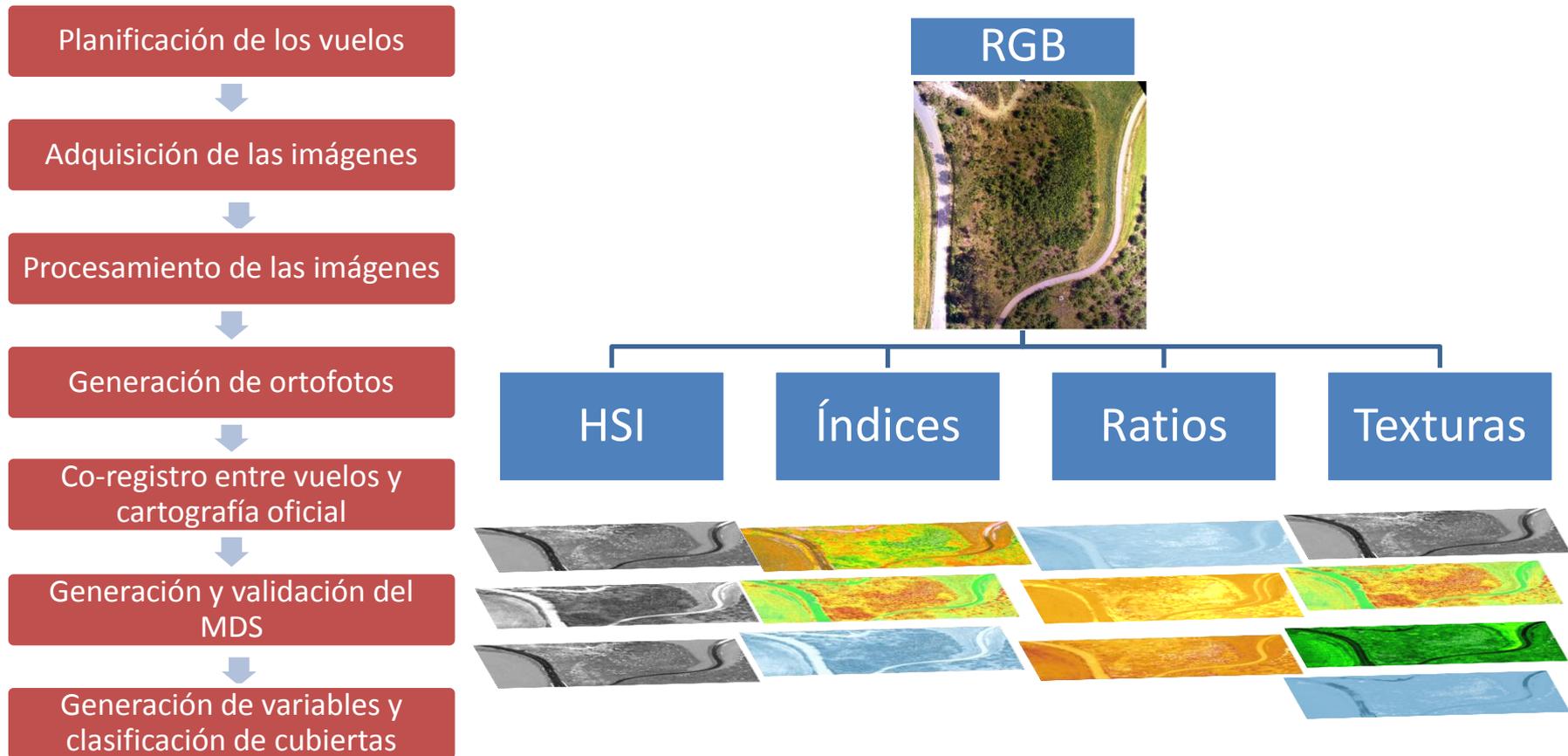
6. Protocolo de trabajo -> Generación y validación MDS



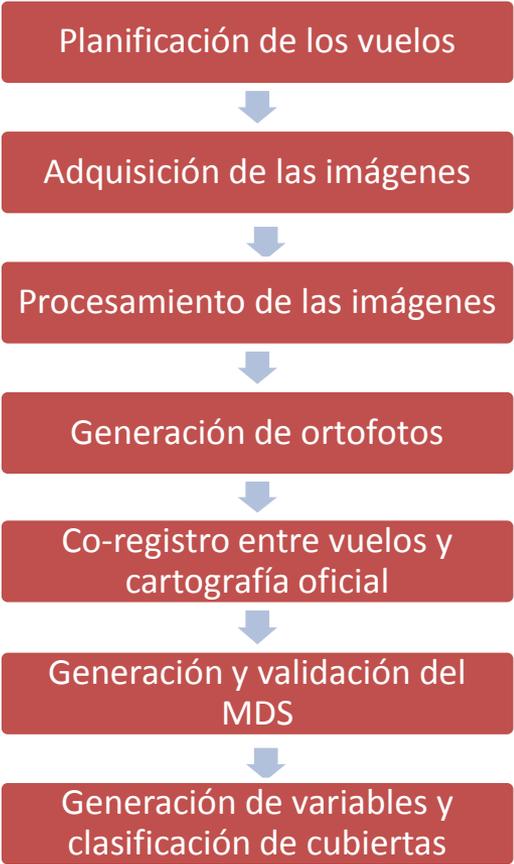
6. Protocolo de trabajo -> Comparación de MDS



7. Protocolo de trabajo -> Generación de variables



7. Protocolo de trabajo -> Generación de variables



INDICES INSPIRADOS EN NDVI

Indice de verde:
 $GNDVI = (G - R) / (G + R)$

Indice de azul:
 $BNDVI = (B - R) / (B + R)$

Indice azul-verde:
 $B - GNDVI(G - B) / (G + B)$

RATIOS RESPECTO EL TOTAL

Ratio de rojo:
 $RATIO\ R = R / (R + G + B)$

Ratio de verde:
 $RATIO\ G = G / (R + G + B)$

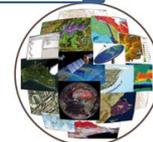
Ratio de azul:
 $RATIO\ B = B / (R + G + B)$

TONO + SATURACIÓN + INTENSIDAD

Transformación de color RGB al espacio de color HSI

ANÁLISIS DE VECINDAD/TEXTURAS

Desviación típica
 Mediana
 Variabilidad



7. Protocolo de trabajo -> Selección de variables



1 Acopio de variables

RGB = 3
 Indices = 3
 Ratios = 3
 HSI = 3
Texturas = 12
 TOTAL = 24

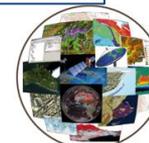
2 Cálculo de la covarianza entre variables

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

3 Cálculo de la Matriz de correlaciones

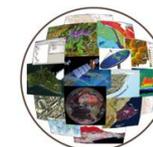
4 Selección de las 7 variables menos correlacionadas + RGB (10 variables en TOTAL)

RGB	Indices	Ratios	HSI	Texturas
R			Tono	
G		Ratio-G		G-Desvest
B	BNDVI	Ratio-B	Intensidad	B-Variabilidad

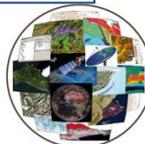
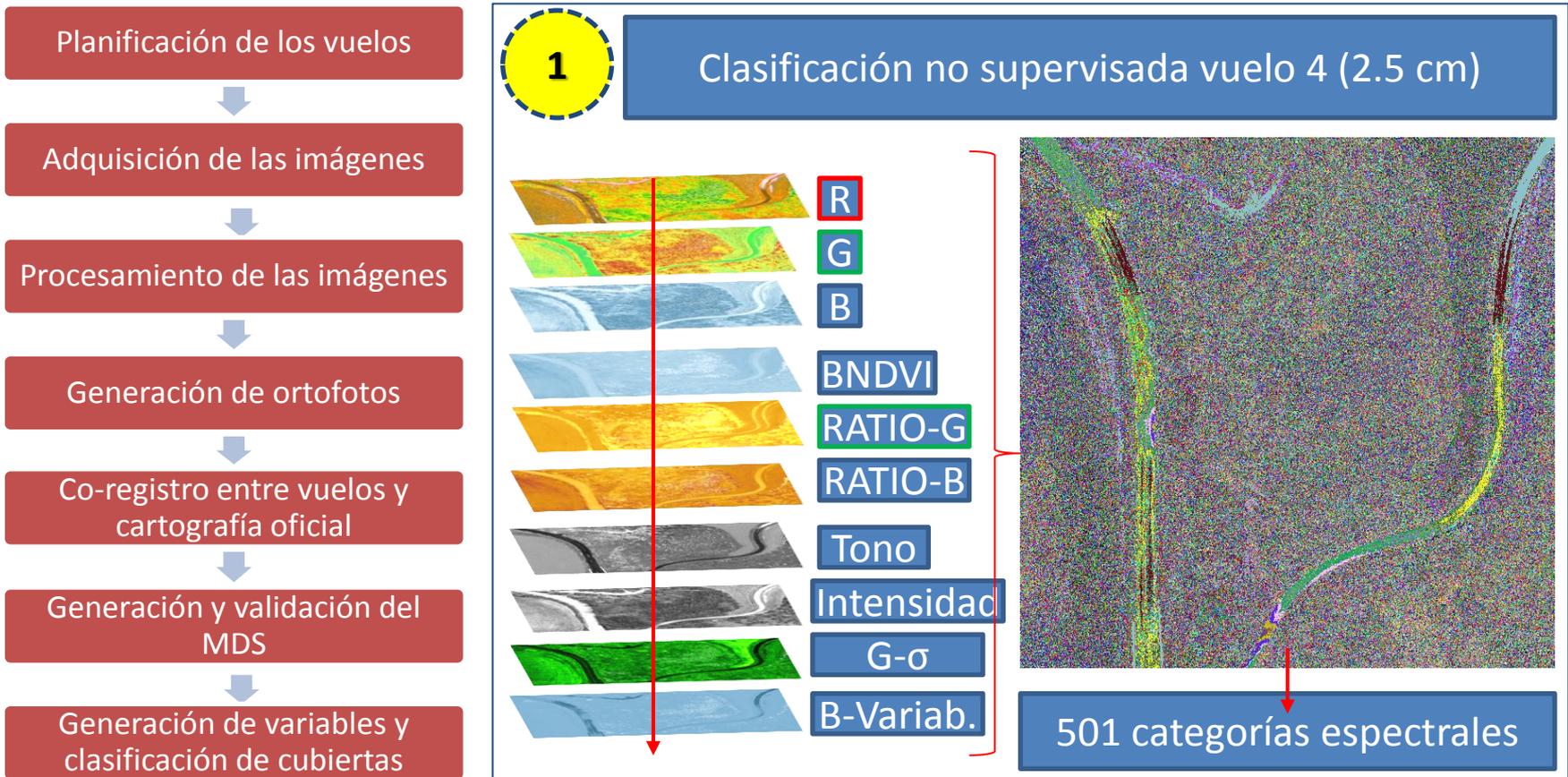


7. Protocolo de trabajo -> Selección de variables

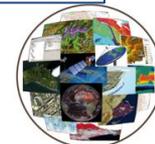
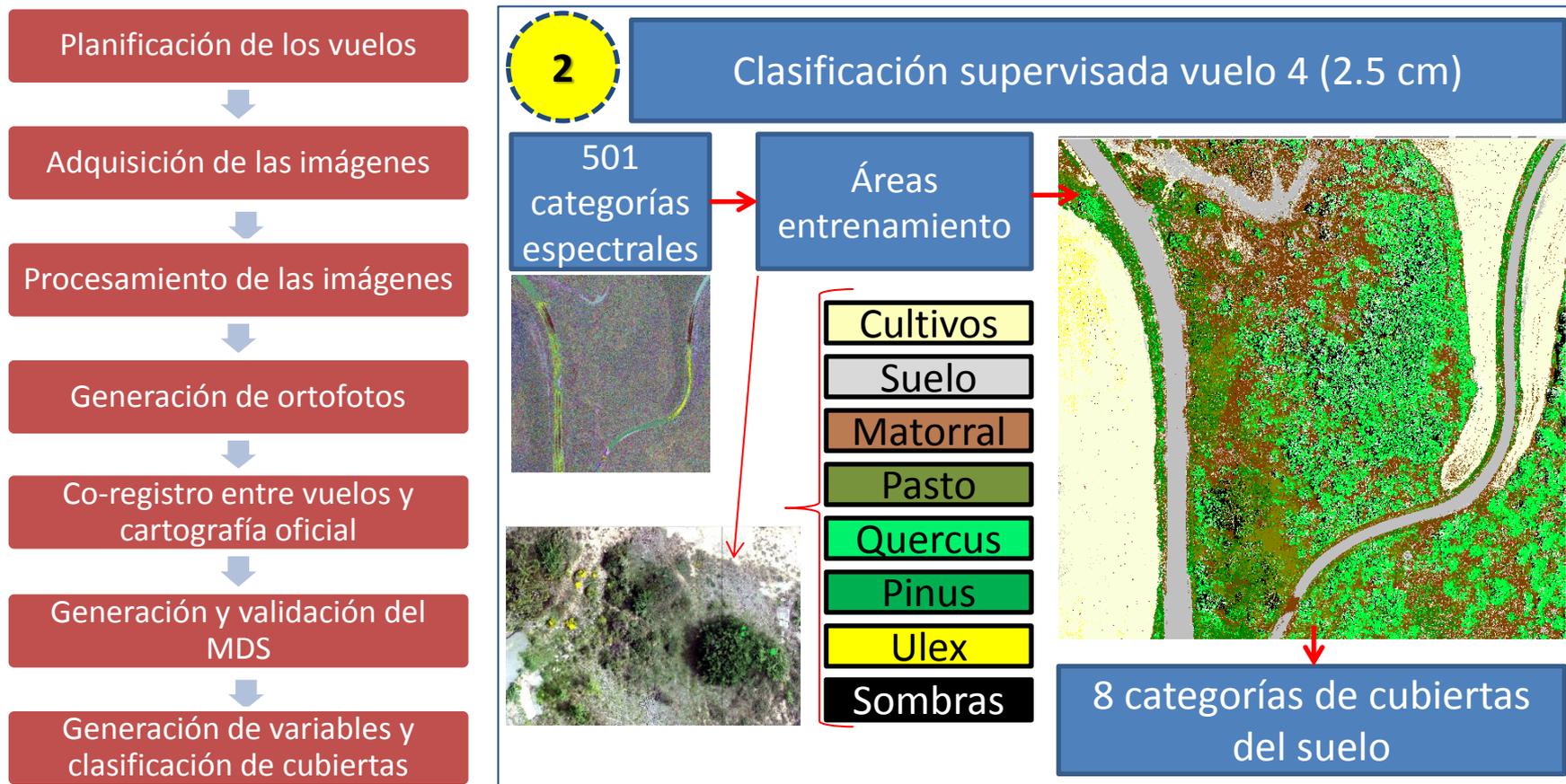
T-MODE COR. MATRIX	INTENSITAT	TO	BNDVI	RATIO_B	RATIO_G	VOL4_85F_25C_B	VOL4_85F_25C_G	VOL4_85F_25C_R	G_DESV	RATIO_B_VARIABILITAT
INTENSITAT	1.000.000	-0.084751	-0.18958	0.026572	-0.372723	0.979889	0.982351	0.979822	-0.271039	-0.486494
TO	-0.084751	1.000.000	-0.462646	-0.224182	-0.343825	-0.157819	-0.137094	0.041000	0.238094	0.003272
BNDVI	-0.18958	-0.462646	1.000.000	0.846513	0.355214	0.007393	-0.129488	-0.224683	-0.233062	0.398949
RATIO_B	0.026572	-0.224182	0.846513	1.000.000	0.094542	0.139047	-0.045725	-0.014792	-0.324168	0.445875
RATIO_G	-0.372723	-0.343825	0.355214	0.094542	1.000.000	-0.400398	-0.268263	-0.424812	0.033943	0.630212
VOL4_85F_25CM_B	0.979889	-0.157819	0.007393	0.139047	-0.400398	1.000.000	0.946702	0.936769	-0.330168	-0.502269
VOL4_85F_25CM_G	0.982351	-0.137094	-0.129488	-0.045725	-0.268263	0.946702	1.000.000	0.944503	-0.234422	-0.466547
VOL4_85F_25CM_R	0.979822	0.041000	-0.224683	-0.014792	-0.424812	0.936769	0.944503	1.000.000	-0.233448	-0.462775
G_DESV	-0.271039	0.238094	-0.233062	-0.324168	0.033943	-0.330168	-0.234422	-0.233448	1.000.000	0.134617
RATIO_B_VARIABILITAT	-0.486494	0.003272	0.398949	0.445875	0.630212	-0.502269	-0.466547	-0.462775	0.134617	1.000.000



7. Protocolo de trabajo -> Clasificación mixta (I)



7. Protocolo de trabajo -> Clasificación mixta (II)



Resultados

CO-REGISTRO

RMS < 10 cm -> 95% de los píxeles con un error inferior a 20 cm

Error demasiado grande para co-registrar imágenes a máxima resolución (2.5 cm)

Modelos Digitales de Superficie (MDS)

Cualitativamente reproducen el relieve correctamente

Cuantitativamente la media de los errores demasiado elevada (RMSz > 1 m)

CLASIFICACIONES A 2.5 cm

Permiten cuantificar la superficie foliar total ocupada por cada especie

1

Confusión entre cubiertas inferior al 30%

2

Acierto global del 95% (Indice Kappa = 0.9)

3



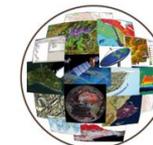
Resultados

CLASIFICACIONES A 2.5 cm

1 Cuantificar la superficie foliar total de cada especie

2 Acierto global del 95% (Indice Kappa = 0.9)

Tipo de cubierta	Superficie (m ²)	Número de aciertos (Total píxeles)	41824 (43663)
Cultivos	7299.3	Acierto global (C/A)	95.80%
Suelo denudado	3165.6	Acierto global ponderado a partir de la superficie de la capa a evaluar	96.60%
Matorral	5103.0	Acierto global ponderado a partir de la superficie de las áreas de verdad terreno	98.00%
Pasto	3085.6	Kappa	0.9
Quercus	4850.7		
Pinus	2537.9		
Ulex	361.5		
Sombras	2055.6		



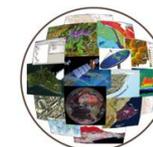
Resultados

CLASIFICACIONES A 2.5 cm

3

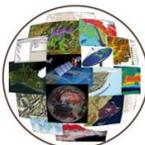
Confusión entre especies inferior al 30%

	Cultivos	Suelo denud.	Matorral	Pasto	Quercus	Pinus	Ulex	Sombras	Total	Error comisión	Exact. usuario
ND	7	0	40	0	0	3	1	0	51		
Cultivos	8210	31	42	0	1	1	5	0	8290	1	99
Suelo denudado	3	25530	476	0	0	0	0	0	26009	1.8	98.2
Matorral	6	6	2586	7	1	8	16	0	2630	1.7	98.3
Pasto	0	0	116	1667	0	170	6	0	1959	14.9	85.1
Quercus	0	0	0	3	1707	258	6	0	1974	13.5	86.5
Pinus	0	0	199	67	203	1151	0	7	1627	29.3	70.7
Ulex	0	0	25	0	36	31	339	0	431	21.3	78.7
Sombras	2	0	10	0	38	4	4	634	692	8.4	91.6
Total	8228	25567	3494	1744	1986	1626	377	641	43663		
Error omisión	0.2	0.1	26	4.4	14	29.2	10.1	1.1			
Exactitud productor	99.8	99.9	74	95.6	86	70.8	89.9	98.9			



Conclusiones

1. Los resultados dependen íntegramente de la planificación de los vuelos.
2. Uno de los factores que han faltado ha sido la disponibilidad de un GPS diferencial.
3. En referencia a los MDS el margen de mejora es muy grande.
4. Es recomendable una resolución de 25 cm para el análisis multitemporal (co-registro) que además permite trabajar con cartografía oficial.
5. La clasificación a máxima resolución (2.5 cm) es posible y permite diferenciar con poco error especies arbóreas.
6. **En conclusión**, el artículo confirma que se pueden obtener productos útiles para la obtención de aplicaciones en el seguimiento de la biodiversidad a partir de las imágenes procedentes de UAV.



Créditos

Agradecimientos

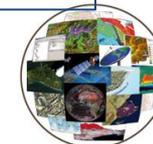
- Agradecer al Sr. Fernando Luis Sánchez la oportunidad hacer esta presentación.
- Agradecer principalmente a los tutores de este trabajo: Magda Pla y el Dr. Lluís Brotons
- También a los profesores del CREAM que han estado siempre a nuestra disposición: Dr. Xavier Pons, Dra. Alaitz Zabala, Dra. Cristina Domingo y Cristina Cea.
- Muy especialmente queremos agradecer el apoyo incondicional del Sr. Òscar Gonzalez.
- Agradecer los consejos que nos dio el Sr. Jordi Santacana (CATUAV) en la fase inicial del proyecto, y el Sr. Efrén Muñoz en las dudas aparecidas con el uso del programa Agisoft. Como no, agradecer el apoyo de nuestras familias en los momentos de bloqueo. Gracias a todos.

Bibliografía básica

- **DANDOIS, J.; ELLIS, E. (2013).** "High spatial resolution three-dimensional mapping of vegetation spectral Dynamics using computer vision". *Remote Sensing Environment*, 136, 259-276.
- **DJI (2015).** "Phantom 2 Vision Plus User Manual v1.8 en V2".
- **FENG, Q.; JIANTAO, L., GONG, J. (2015).** "UAV Remote sensing for urban vegetation mapping using random forest and texture analysis". *Remote Sensing*, 7, 1074-1094.
- **HARALICK, R.; SHANMUGAM, K.; DINSTEIN, I. (1974).** "Textural features for image classification". *IEEE*, 6 (3), 610-621.
- **LALIBERTE, A.; RANGO, A. (2011).** "Image processing and classification procedures for analysis of sub-decimeter imagery acquired with an UAV over arid rangelands". *GIScience & Remote Sensing*, 48 (1), 4-12.
- **MANLY, B.F.J. (1986).** *Multivariate statistical methods*. London: Chapman and Hall.
- **NINYEROLA, M.; PONS, X.; ROURE, J.M. (2000).** "A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques". *International Journal of Climatology*, 20, 1823-1841.
- **PONS, X., ARCALÍS, A. (2012).** "Diccionari terminològic de Teledetecció". Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

CARTOGRAFIA OFICIAL UTILIZADA:

- **INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA.** Full 273-100 de la Ortofoto de Catalunya 1:2500 (OF-25C) v3.3, vuelo realizado en junio de 2014 i disponible en la web del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (www.icgc.cat).
- **INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA.** Full 374-642 de la capa de puntos LIDAR disponible en la web del ICGC (www.icgc.cat).



Muchas gracias por vuestra atención

Para más información:

Joan-Cristian Padró Gracia (JoanCristian.Padro@uab.cat)

Joan Torres Batlló (mdtb2302@hotmail.com)

