

ARTEMISat: TELEDETECCIÓN ESPACIAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL PARQUE NACIONAL DEL TEIDE

VI Seminario: Protocolos de seguimiento a largo plazo en la Red de Parques Nacionales: aplicación de la teledetección al seguimiento del estado de conservación de los sistemas naturales

Javier Marcello



Consuelo Gonzalo



28 Septiembre 2016



- Proyecto ARTEMISat
- Evolución de la cobertura de nieve en el P. N. del Teide
- Evolución de la cobertura vegetal en el P. N. del Teide
- Cartografía de especies vegetales de en el P. N. del Teide
- Plataforma web de anotación

Análisis de Recursos Terrestre y Marinos mediante el procesado de Imágenes de Satélites de alta resolución (ARTeMISat)



Objetivos:

- **Investigación:** Desarrollo de técnicas avanzadas de procesado de imágenes usando satélites de alta resolución para la conservación de zonas naturales marinos-costeras y terrestres.
- **Aplicación:** Generación de productos de alta y media resolución que permitan estudios sobre el estado de conservación en cada zona.

Investigadores: ULPGC, UPM, UPC, US-UK, UC-Chile

Colaboradores: Parque Nacional del Teide, INTA, Cabildo GC, IOCAG, IEO, etc.

Duración: 2014 - 2016

Zonas de estudio

Parque Nacional del
Teide



Corralejo

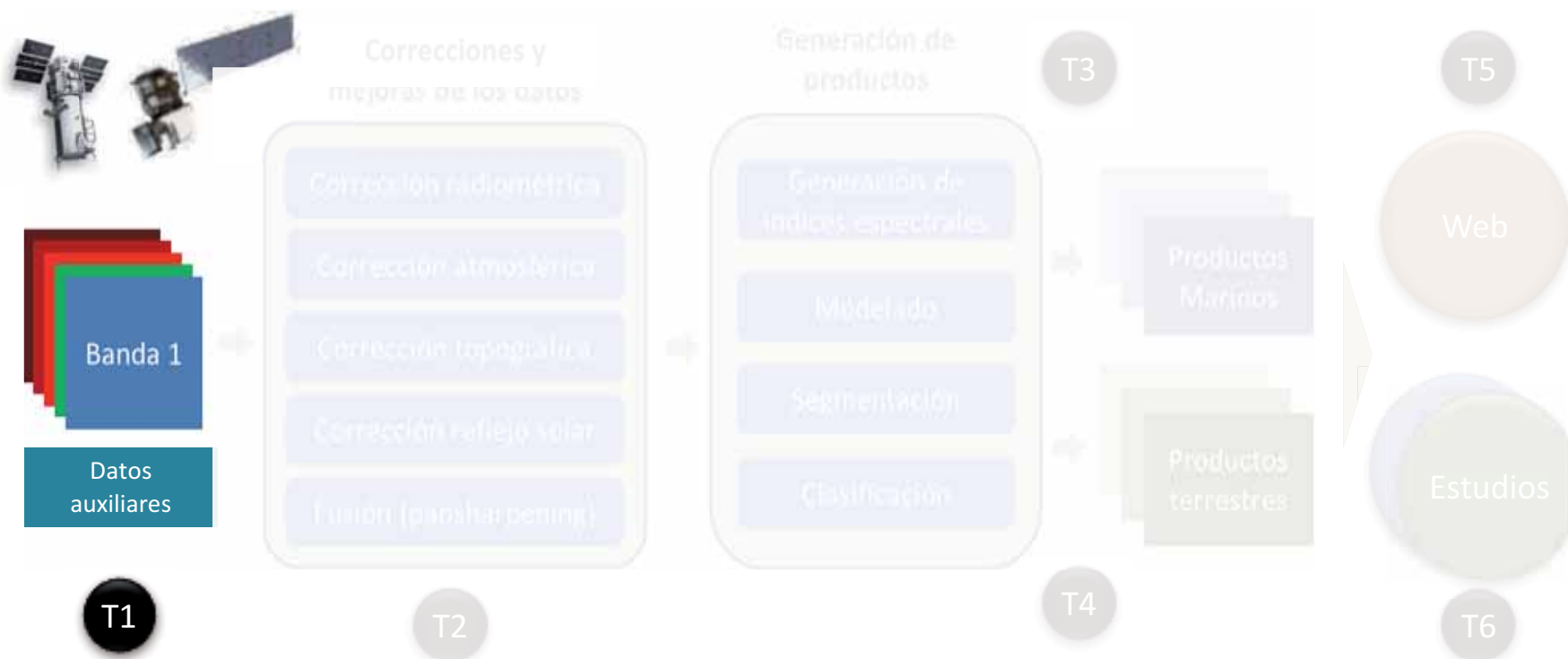


Maspalomas





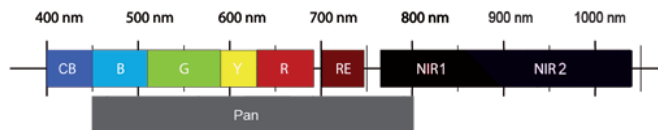
Tareas



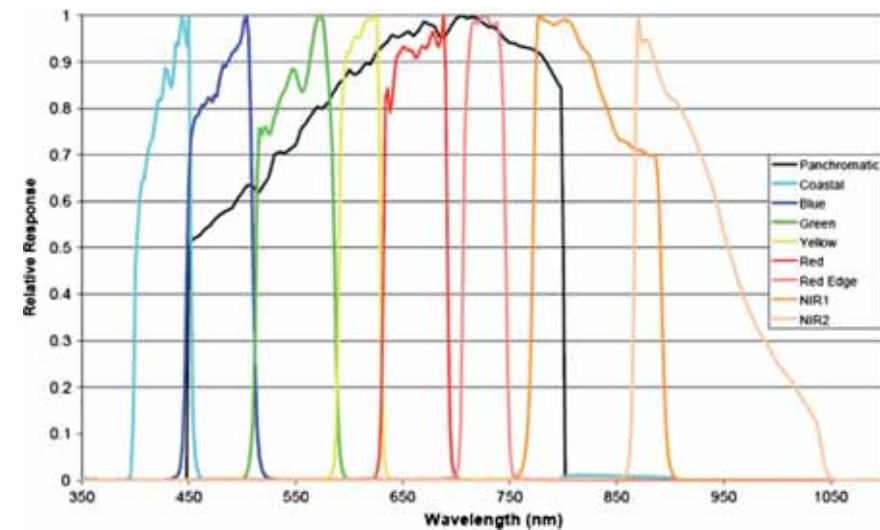


Satélites ópticos de alta resolución

WORLDVIEW-2



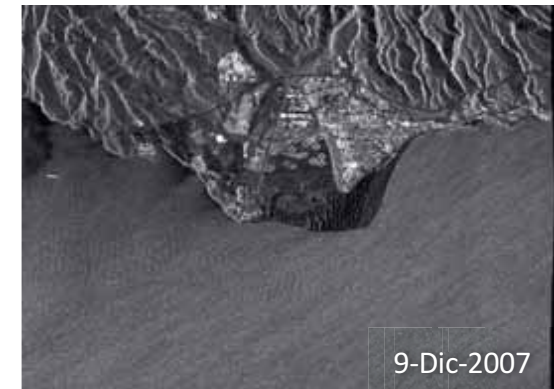
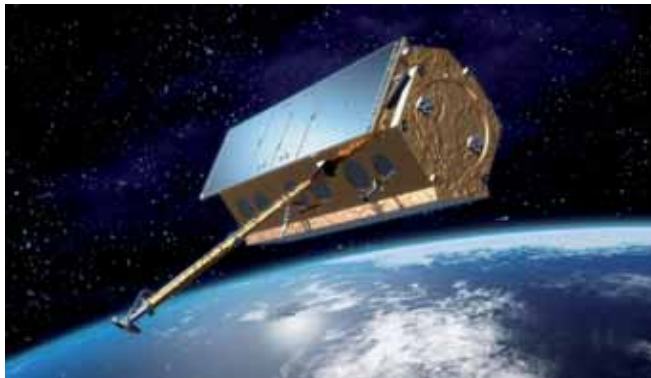
- 8 bandas multispectrales y 1 Pan
- Resolución espacial: 0.5 m Pan, 2 m MS
- Resolución temporal: 1 – 4 días
- Ancho de exploración: 16,4 km
- Período orbital: 100 minutos
- Nuevas aplicaciones costeras de alta resolución





Satélites radar de alta resolución

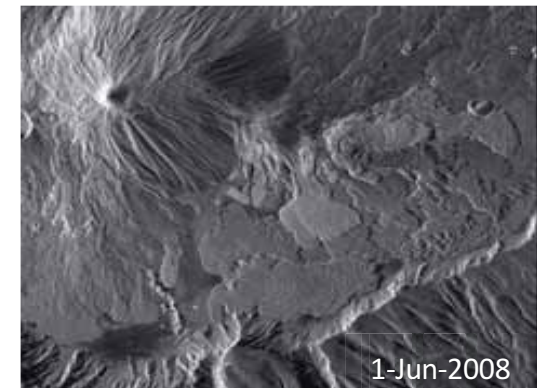
TERRASAR-X



TerraSAR-X Image Products can be acquired in five main image modes with flexible resolutions (0.25m / 1m / 3m / 18.5m / 40m) and scene sizes. Thanks to different polarimetric combinations and processing levels the delivered imagery can be tailored specifically to meet the requirements of the application.

Staring SpotLight	High Resolution SpotLight	StripMap	ScanSAR	Wide ScanSAR

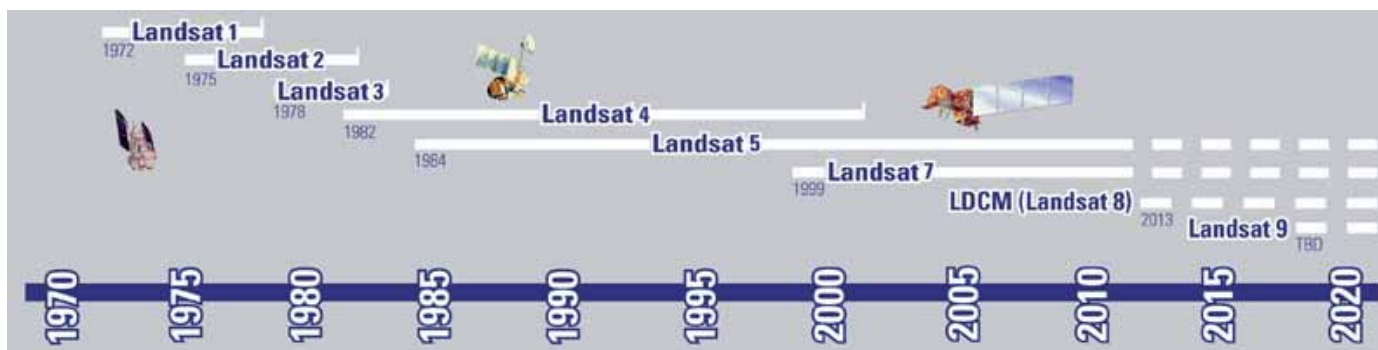
- | | | | | |
|---|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Up to 25cm resolution • Scene size depending on incidence angle, | <ul style="list-style-type: none"> • Up to 1m resolution • Scene size 5 to 10km (width) x 5km (length) | <ul style="list-style-type: none"> • Up to 3m resolution • Scene size 30km (width) x 50km (length*) | <ul style="list-style-type: none"> • Up to 18.5m resolution • Scene size 100km (width) x 150km (length*) | <ul style="list-style-type: none"> • Up to 40m resolution • Scene size up to 270km (width) x 200km (length**) |
|---|--|---|--|---|



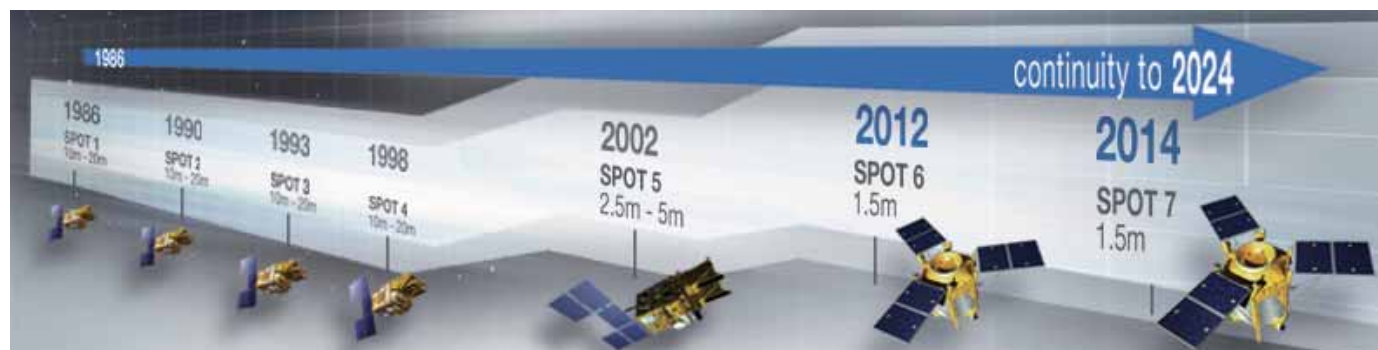


Satélites ópticos de media resolución

LANDSAT 5-7-8



SPOT



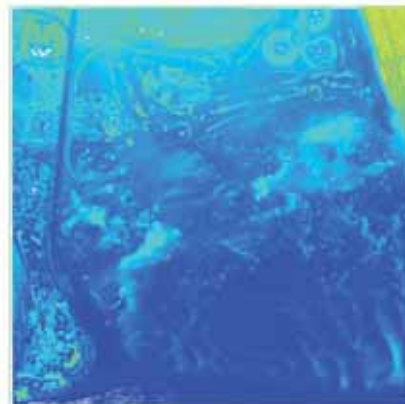
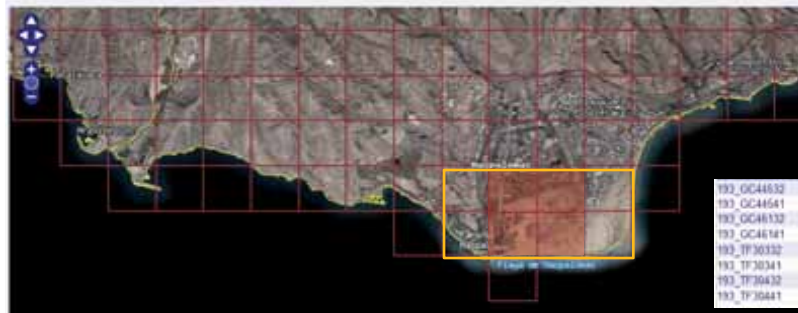
LIDAR

GRAFCAN – Gob. Canarias (2012 y 2014)

IGN – Min. Fomento

LIDAR (2012)

Vuelo LIDAR de Canarias con una densidad media planeada de 1,20 puntos por metro cuadrado y de 0,8 puntos por metro cuadrado en el mar. El vuelo cubre toda la superficie de las islas. Las precisiones medias de los puntos registrados oscilan entorno a 0,06 metros en planimetria y 0,20 metros en altimetria. La información se distribuye en formato LAZ.



LIDAR. Modelo digital de superficies obtenido mediante sensores LIDAR

Densidad media de 0.5 ptos/m², en una distribución de hojas de 2x2 km. Sistema geodésico de referencia ETRS89, en el Archipiélago Canario REGCAN95, compatible con ETRS89. Proyección UTM en el huso correspondiente. Las alturas son elipsoidales y los datos están sin clasificar.

PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_330-3124_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:24	LAZ Laser Point File	44.115 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_330-3126_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:28	LAZ Laser Point File	54.808 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_330-3128_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:27	LAZ Laser Point File	42.546 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_330-3130_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:05	LAZ Laser Point File	44.412 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_330-3132_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:09	LAZ Laser Point File	63.895 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3120_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:40	LAZ Laser Point File	33.966 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3122_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:34	LAZ Laser Point File	48.403 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3124_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:23	LAZ Laser Point File	52.991 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3126_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:36	LAZ Laser Point File	37.296 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3128_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:32	LAZ Laser Point File	23.301 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3130_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:14	LAZ Laser Point File	40.446 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3132_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:31	LAZ Laser Point File	54.779 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_332-3134_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:56	LAZ Laser Point File	45.783 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3120_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:26	LAZ Laser Point File	67.096 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3122_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:29	LAZ Laser Point File	48.031 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3124_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:21	LAZ Laser Point File	32.376 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3126_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:33	LAZ Laser Point File	24.301 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3128_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:34	LAZ Laser Point File	30.745 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3130_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:57	LAZ Laser Point File	49.421 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3132_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:01	LAZ Laser Point File	50.682 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_334-3134_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:30	LAZ Laser Point File	34.679 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3136_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:14	LAZ Laser Point File	41.525 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3120_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:40	LAZ Laser Point File	74.130 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3122_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:27	LAZ Laser Point File	37.763 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3124_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:37	LAZ Laser Point File	35.711 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3126_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:36	LAZ Laser Point File	40.293 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3128_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:21	LAZ Laser Point File	41.043 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3130_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:58	LAZ Laser Point File	31.302 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3132_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:04	LAZ Laser Point File	36.412 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3134_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:56	LAZ Laser Point File	23.616 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_336-3136_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:00	LAZ Laser Point File	39.133 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_338-3120_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:32	LAZ Laser Point File	93.649 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_338-3122_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:17	LAZ Laser Point File	44.064 KB
PNQA_2009_Lote_CAN-Ten_338-3124_ORT-CLA-COL	20/01/2015 19:29	LAZ Laser Point File	27.255 KB

Datos DEM



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Inicio | Acerca de IGN | Servicios del CNIG | Actividades | Herramientas | Publicaciones | Preguntas frecuentes

Inicio > Modelo Digital de Elevaciones

Información Sísmica
Datos Geodésicos
Datos Geomagnéticos
Datos Gravimétricos
Vigilancia Volcánica
Cartografía y Bases de Datos Geográficas
Atlas Nacional de España (ANE)
Fotos aéreas e Imágenes de satélite
Coberturas y Usos del suelo
Modelo Digital de Elevaciones
Cartoteca, Biblioteca, Archivo e Instrumentos
Fototeca Digital

Eclipse Solar 2015

Modelo Digital de Elevaciones

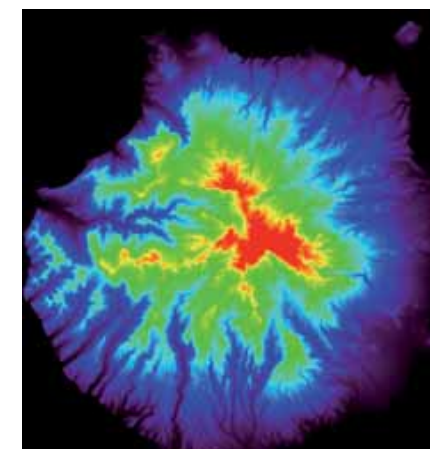
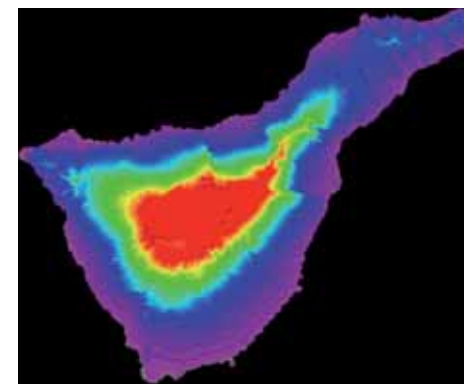
El Modelo Digital de Elevaciones (MDE) es el conjunto de:

- > Modelos Digitales del Terreno (MDT), a nivel del suelo.
- > Modelos Digitales de Superficies, incluye copa de [los](#) árboles, viaductos, puentes, ...etc.

Los Modelos Digitales del Terreno (MDT) se obtienen mediante interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

MDT5

Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m, con la distribución oficial de hojas 1:25.000. Sistema geodésico de referencia ETRS89, en el Archipiélago Canario REGCAN95, compatible con ETRS89. Proyección UTM en el huso correspondiente.



Campaña de medida

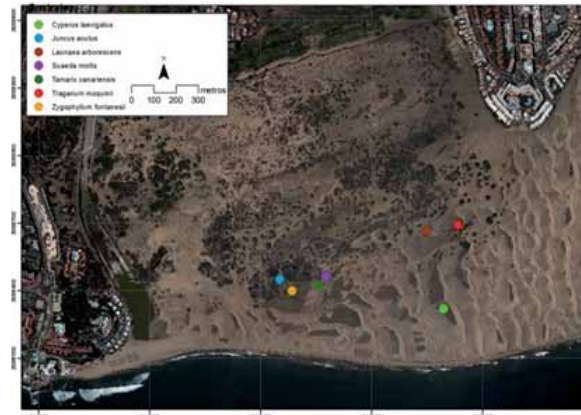
Maspalomas (4 Junio 2015)

- Radiometría campo
- Calidad agua
- Batimetría
- Mapeo fondo marino



Teide (5 Junio 2015)

- Radiometría campo

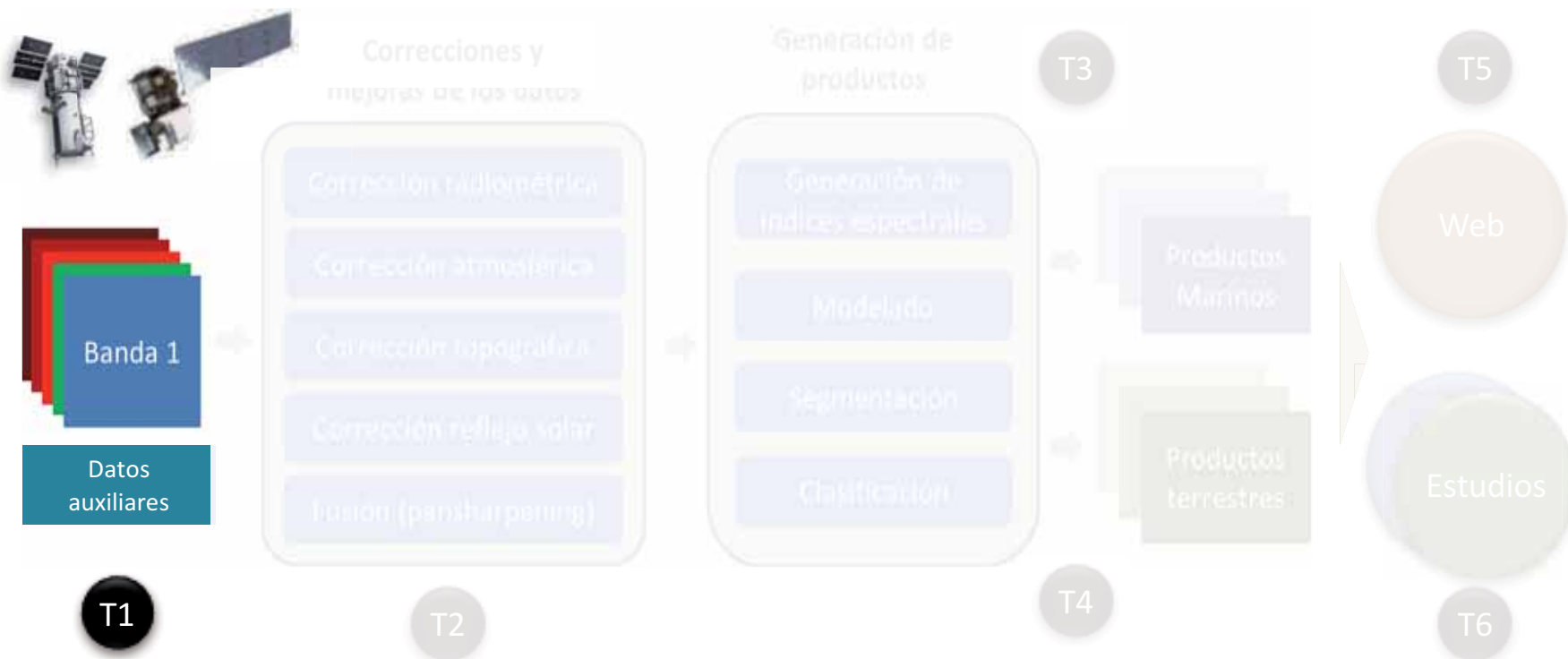


Campaña de medida

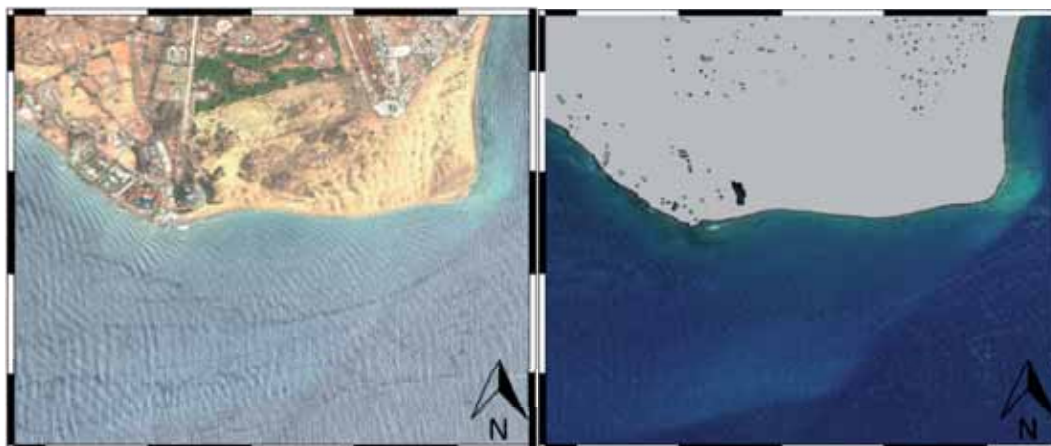
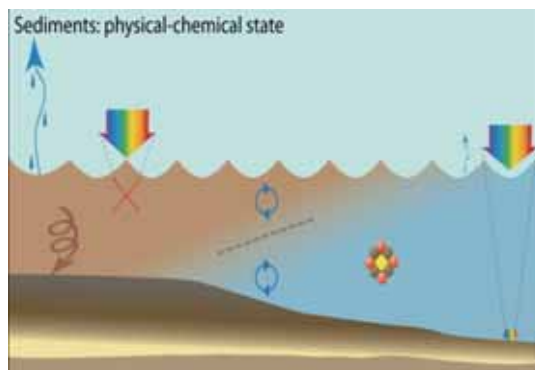
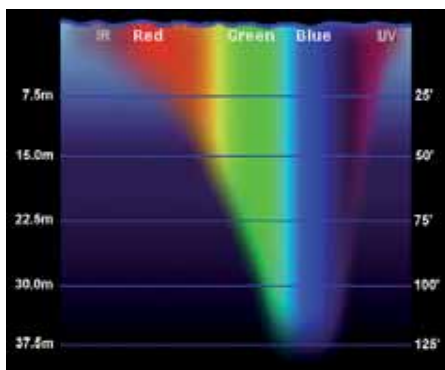




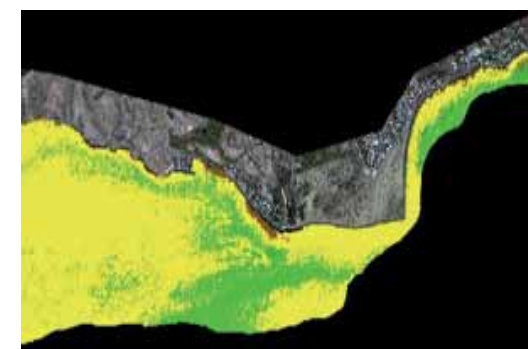
Tareas



Productos Marinos



Clasificación béntica

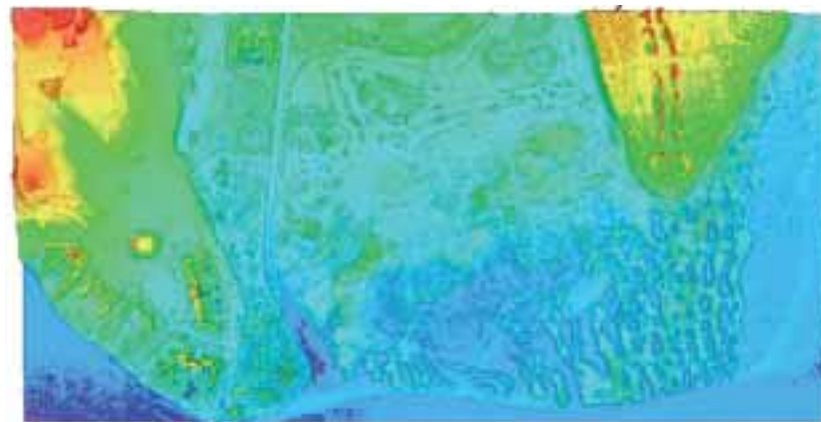


Productos Terrestres

WORLDVIEW-2



LIDAR



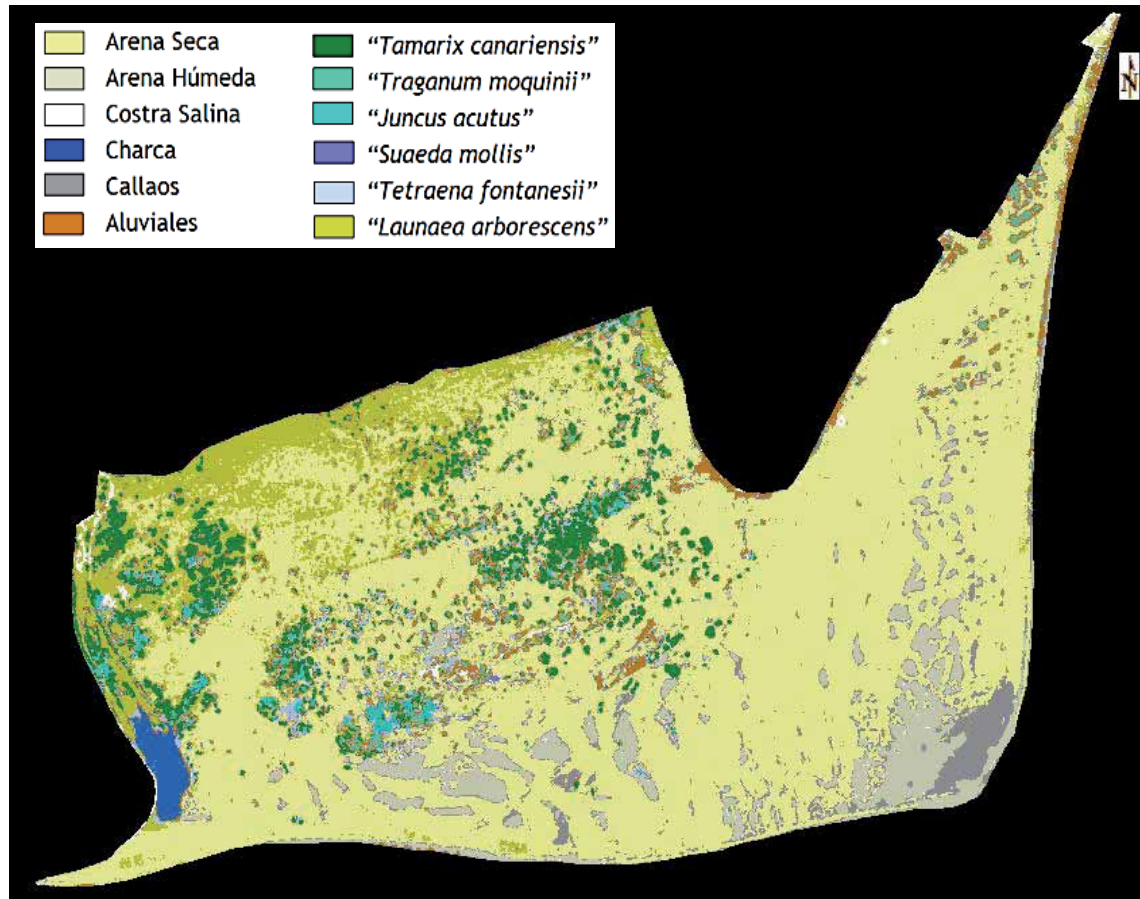
TERRASAR-X



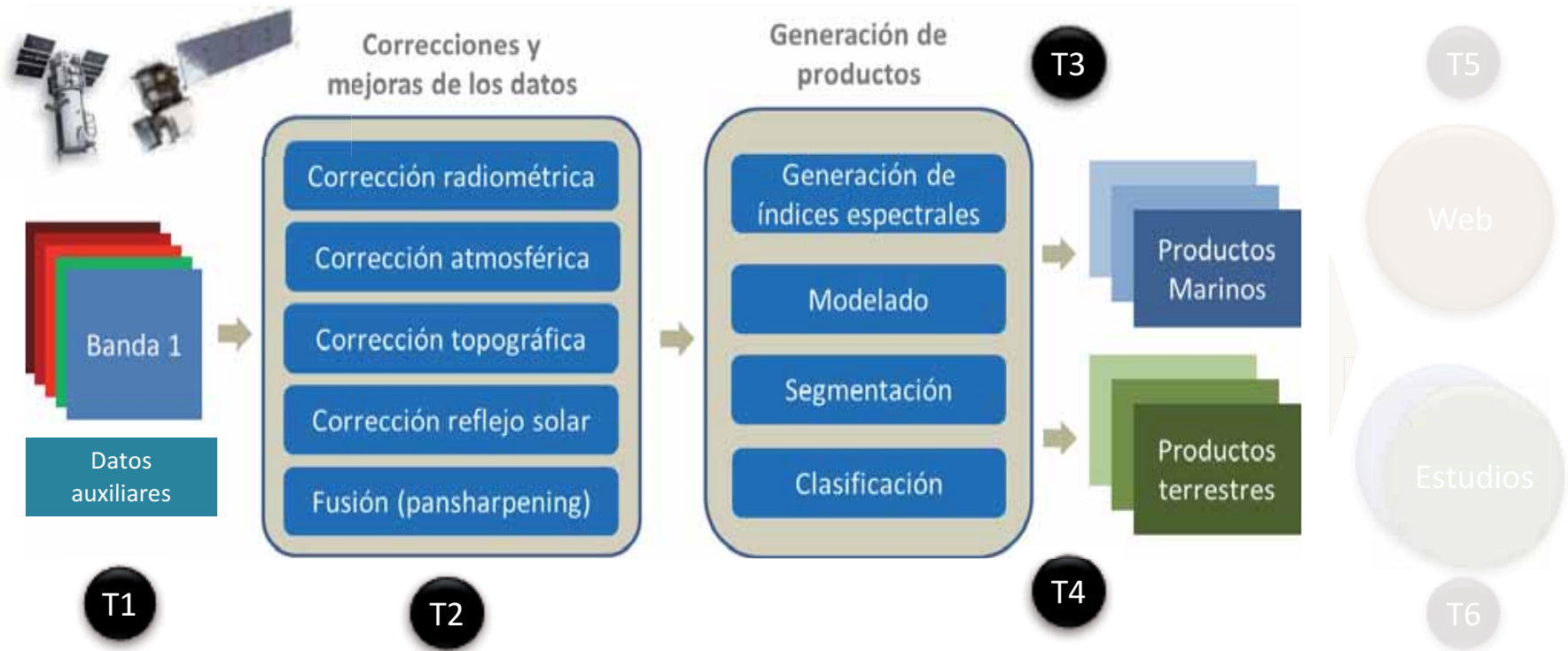
Cartografía de Coberturas Terrestres



Productos Terrestres



Tareas



<http://www.artemisat.es/>



ANÁLISIS DE RECURSOS TERRESTRE Y MARINOS MEDIANTE EL PROCESADO DE IMÁGENES DE SATELITES DE ALTA RESOLUCIÓN

- INICIO
- PROYECTO
- INVESTIGADORES
- PRODUCTOS
- DIFUSIÓN
- FORMACIÓN
- MULTIMEDIA
- CONTACTO



LANDSAT, SPOT Y WORLDVIEW-2

Imágenes de Satélites de Teledetección de media/alta resolución para el análisis y gestión de los recursos naturales.



Hábitat dunar halófilo, de gran singularidad cuyo entorno se encuentra fuertemente antropizado, lo cual supone una seria amenaza para su supervivencia.

[Leer más >](#)



Ocupa la zona más alta de la isla de Tenerife, declarado en 1954 como Parque Nacional, es el mayor y más antiguo de los parques de Canarias y el tercero más antiguo de España.

[Leer más >](#)



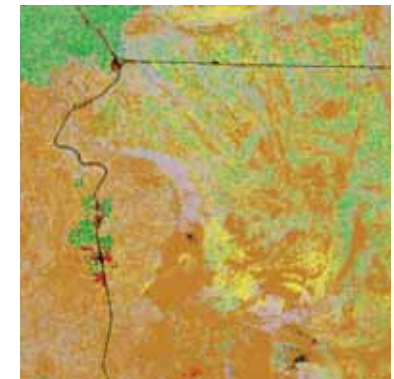
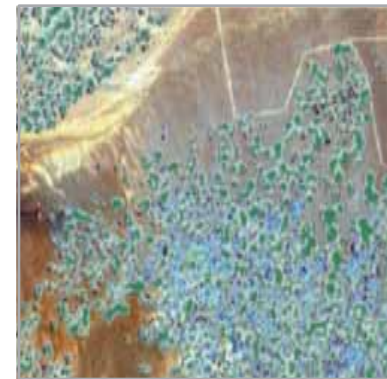
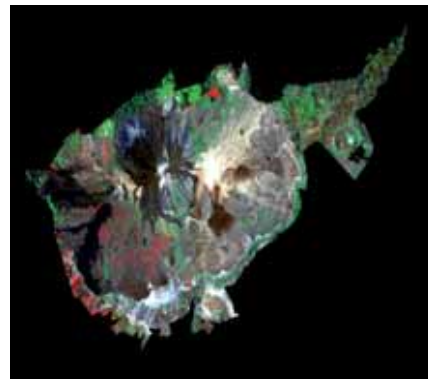
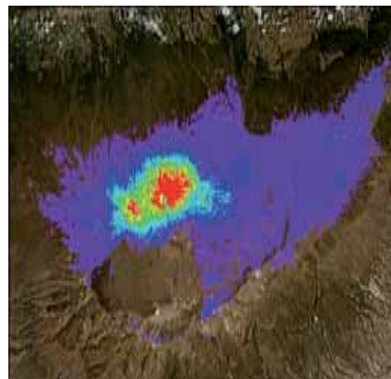
Pequeño islote situado en la isla de Fuerteventura. Alberga más de 130 especies vegetales. Sus fondos marinos son área de reserva submarina y contienen una gran riqueza ecológica.

[Leer más >](#)



Productos de teledetección para el Parque Nacional Teide

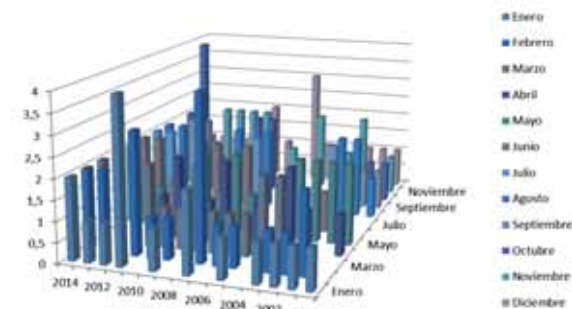
- Evolución de la cobertura de nieve (15 años, Landsat – 30m)
- Evolución de la cobertura vegetal (30 años, Landsat – 30m)
- Evolución de la cobertura vegetal zonas piloto (47 años, WV2 – 0.5 m)
- Cartografía de especies vegetales (año 2011, WV2 – 0.5m)





Análisis cuantitativo con datos Landsat

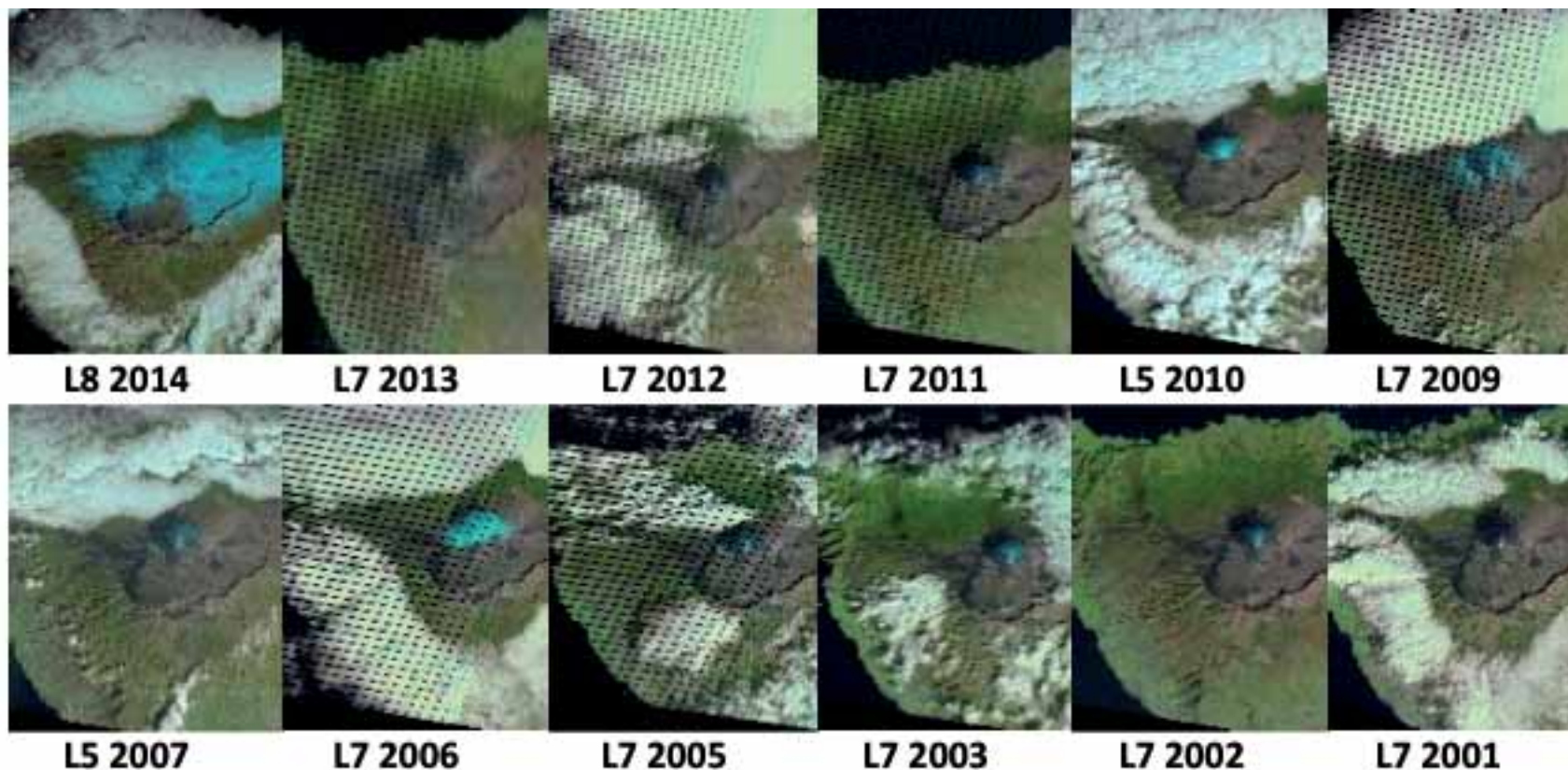
- Imágenes Landsat (30 m) disponibles donde la zona del Teide está despejada.
- Análisis final: 15 años de imágenes (2000-2014)



	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1984	Total
Enero	2	1	1	4		1		2		1		1	1	1	1			16
Febrero	2	2	1	3	1	1		4	1	1		1	1	2				20
Marzo	2	1		2	1	1	2	1	1	1	2	2						16
Abril	2			1	2		1	2		1		2	1		1			13
Mayo	2	1	1			2	1	2	1			2	2	2	2			18
Junio	2	2	1		2	2		2					1				1	13
Julio	2	2				1		2					2			1		10
Agosto	2	2	1			2		2					2	2	1			14
Septiembre	1	2	2	1		1							1	1	1			10
Octubre	2	4	1		1	2	2						1	1	1			15
Noviembre	1	1	2	2	2	2		1		2		1	2		1			17
Diciembre	1	1	1	1	1	2	1		3	1	1		1	1	1			16
Total	21	19	11	14	10	17	7	18	6	7	3	9	15	10	9	1	1	

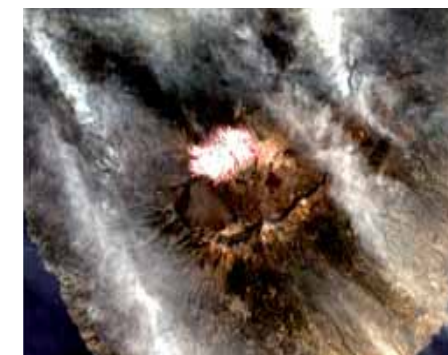
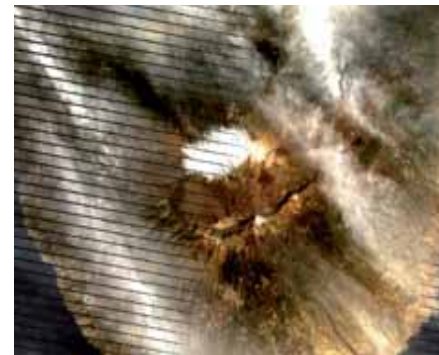
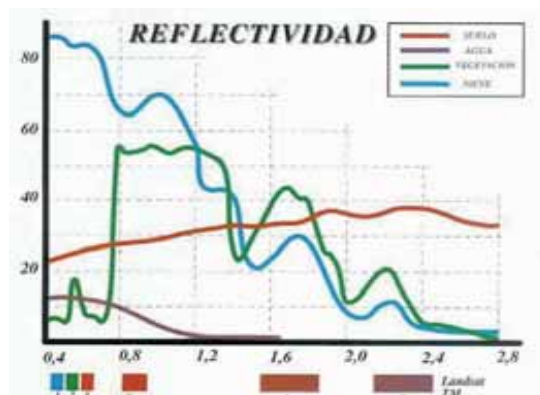
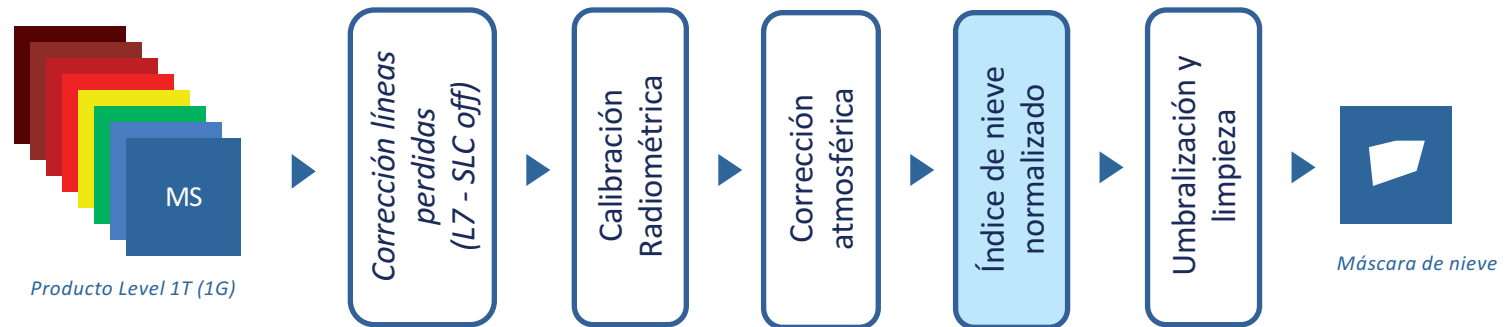
Análisis cuantitativo con datos Landsat

Landsat: Febrero 2001- 2014



Análisis cuantitativo con datos Landsat

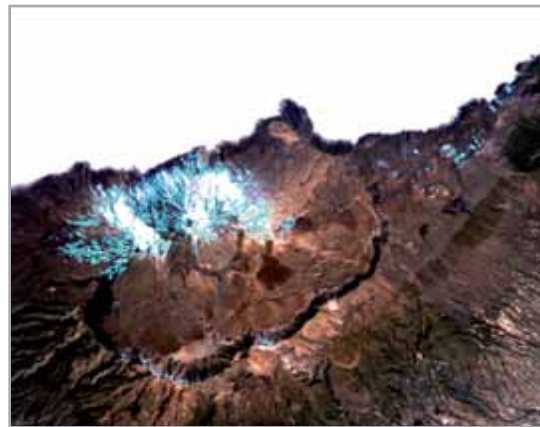
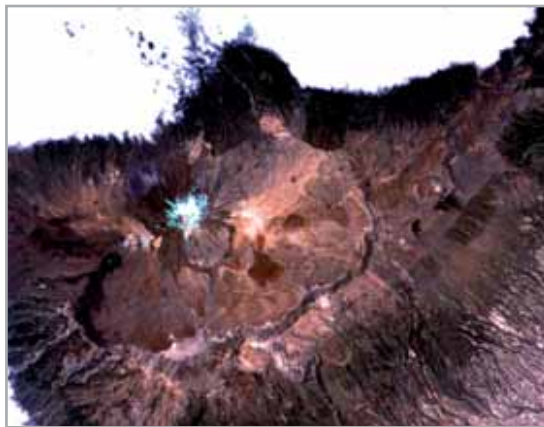
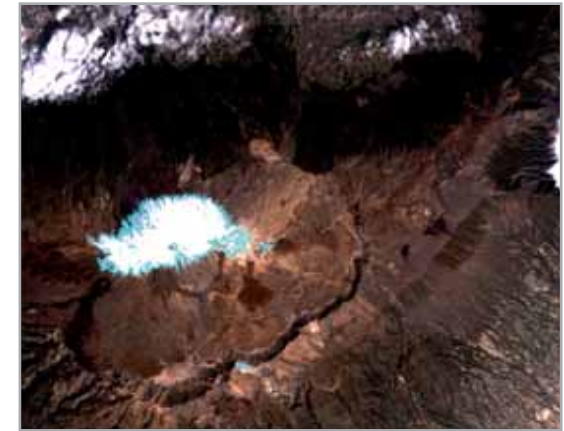
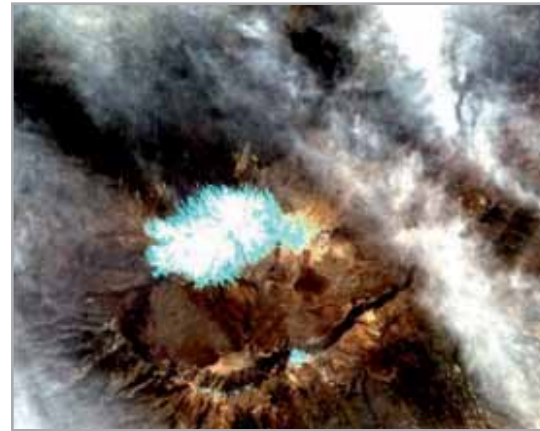
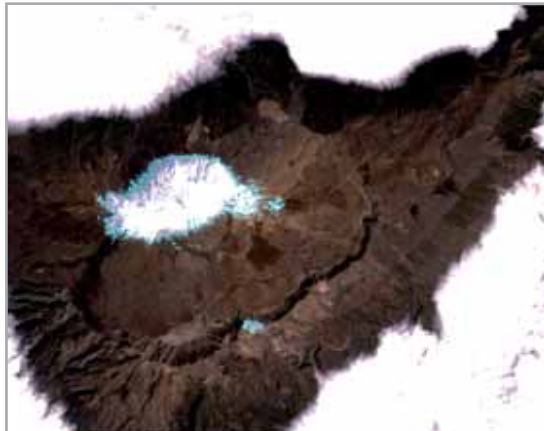
Protocolo de procesamiento de Nieve – Landsat



$$NDSI = \frac{TM2 - TM5}{TM2 + TM5}$$

Análisis cuantitativo con datos Landsat

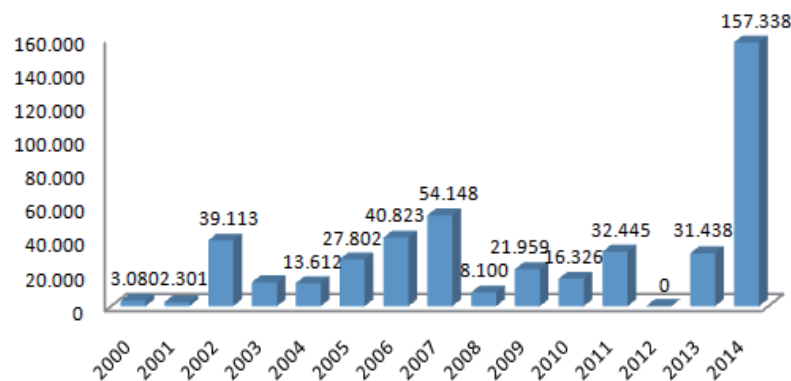
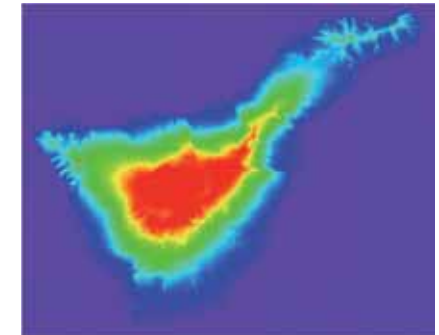
Protocolo de procesado Nieve – Landsat



Análisis cuantitativo con datos Landsat

- **Estimación de píxeles y superficie cubierta con nieve**

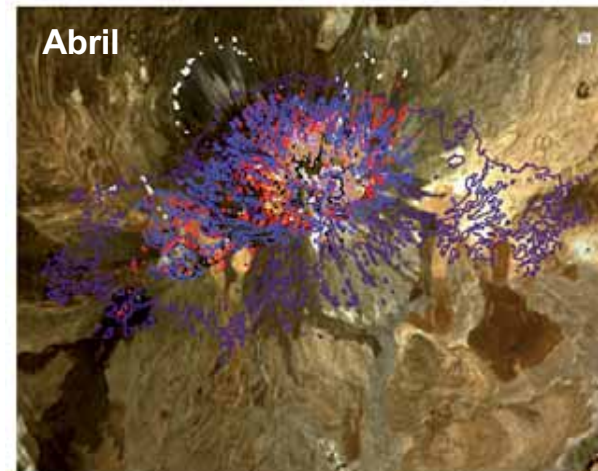
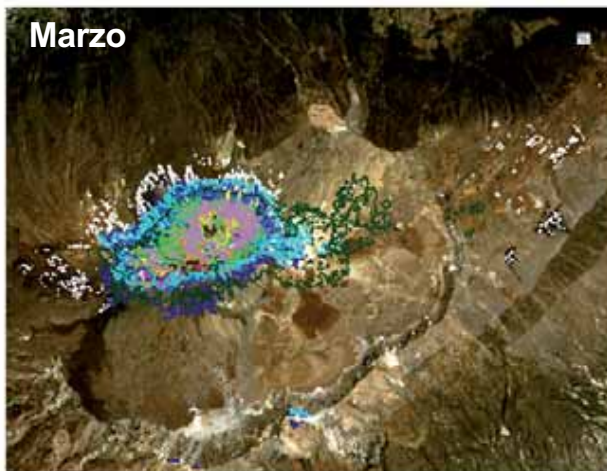
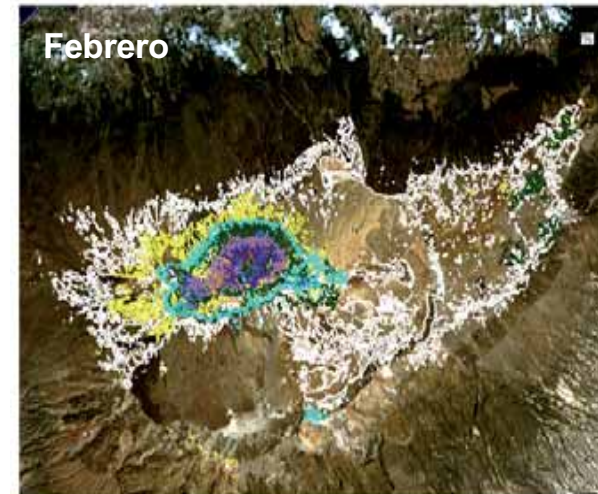
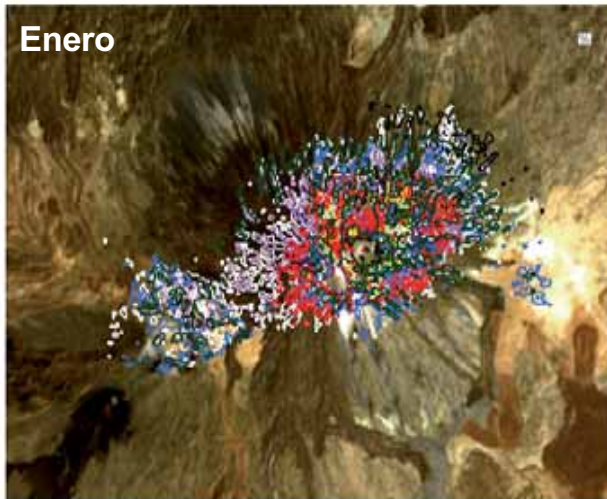
- Cada pixel comprende 30x30 m sobre superficie plana.
- Estimar la superficie de nieve en una zona tan abrupta requiere de un Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDT).



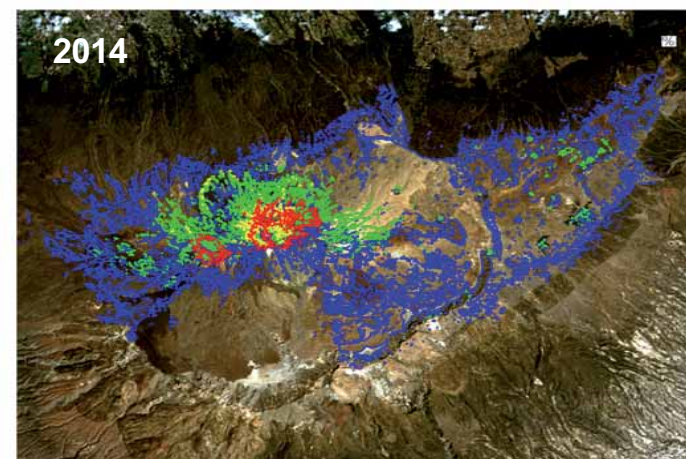
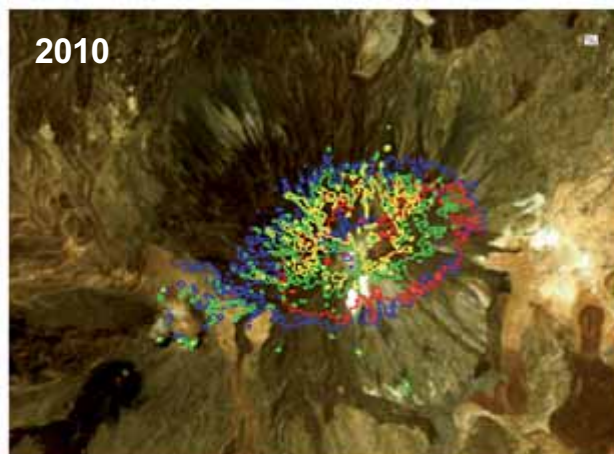
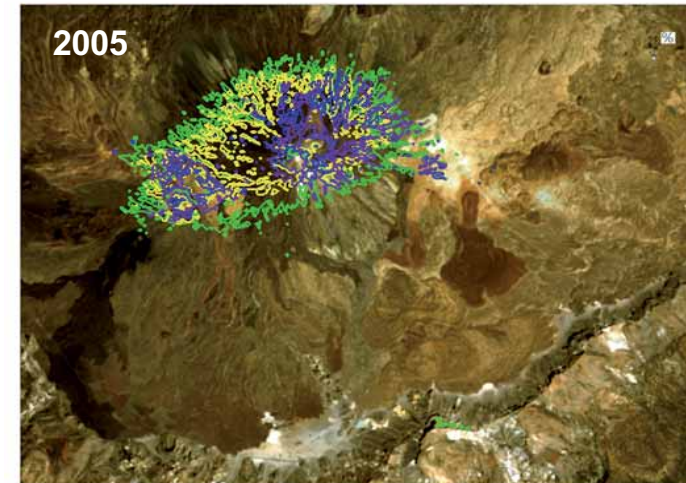
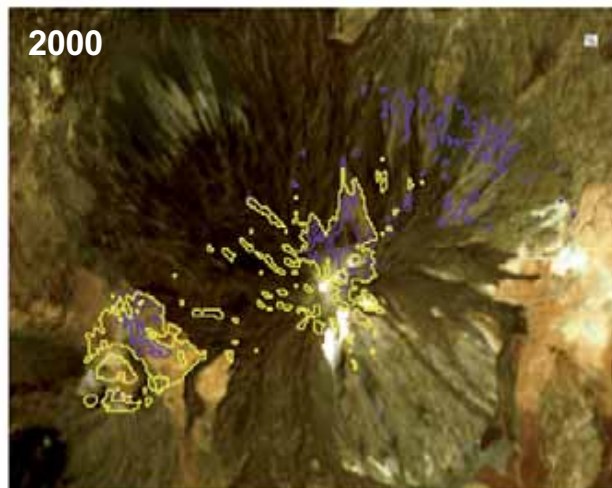
Sensor	Fecha	Nº píxeles con nieve	Superficie con nieve en km ²
Landsat 8	05-Diciembre-2014	4.000	3,92
	03-Noviembre-2014	0	0
	27-Mayo-2014	0	0
	11-Mayo-2014	0	0
	25-Abril-2014	1.816	1,80
	09-Abril-2014	982	0,98
	24-Marzo-2014	4.186	4,24
	08-Marzo-2014	12.128	12,16
	20-Febrero-2014	132.575	124,28
	04-Febrero-2014	2.690	2,67
	19-Enero-2014	2.994	2,96
	03-Enero-2014	6.819	6,76
	18-Diciembre-2013	24.676	24,37
24-Mayo-2013	0	0	

Superficie Total PNT: 189.9 km²

Análisis cuantitativo con datos Landsat

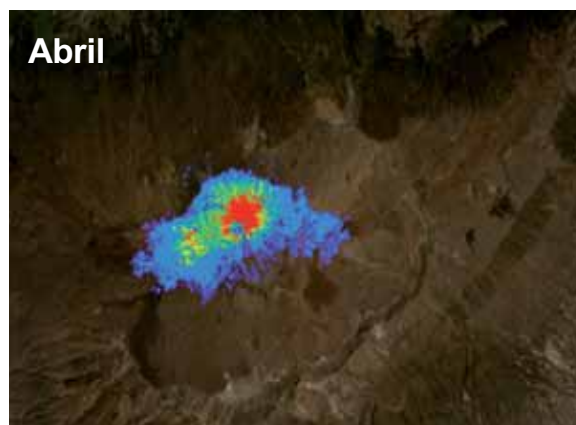
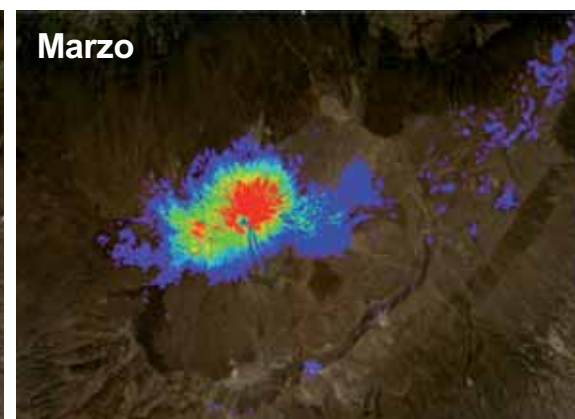
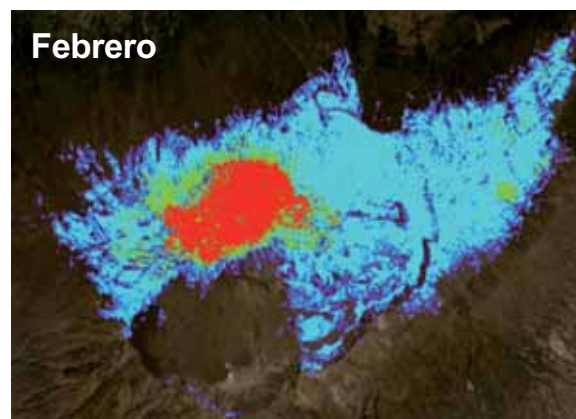
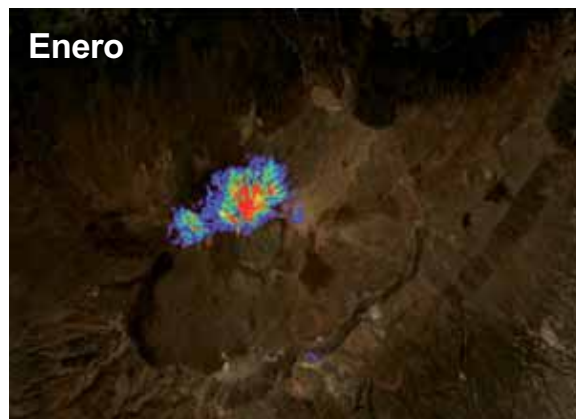


Análisis cuantitativo con datos Landsat



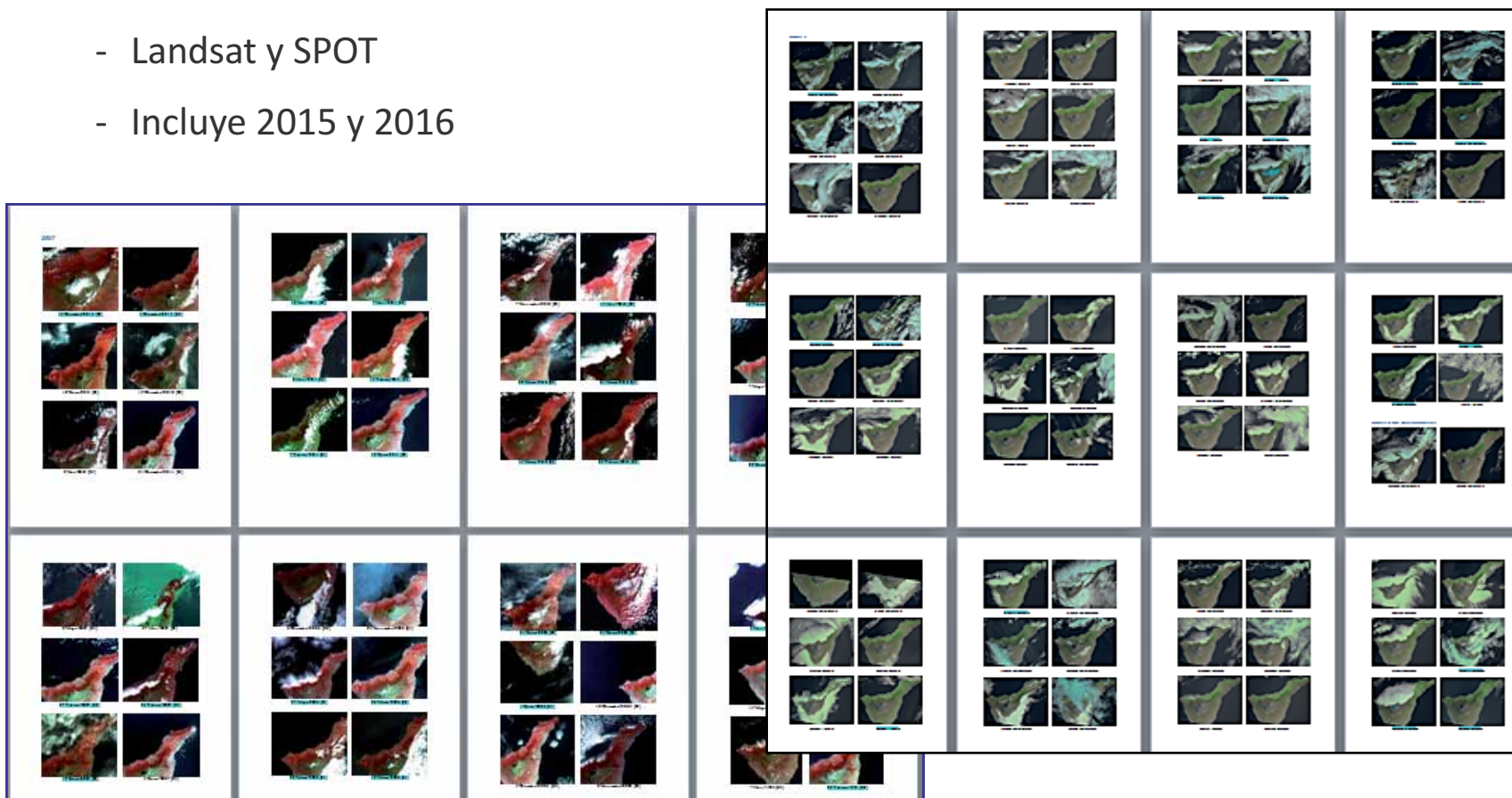
Análisis cuantitativo con datos Landsat

Mapas mensuales de persistencia espacial de nieve (2000-2014)



Análisis visual con datos Landsat y SPOT



- Análisis visual de la cobertura nival de las imágenes (242 Landsat + 64 SPOT)
 - Landsat y SPOT
 - Incluye 2015 y 2016



Análisis visual con datos Landsat y SPOT

- Análisis visual de la cobertura nival de las imágenes (242 Landsat + 64 SPOT)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1984												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												

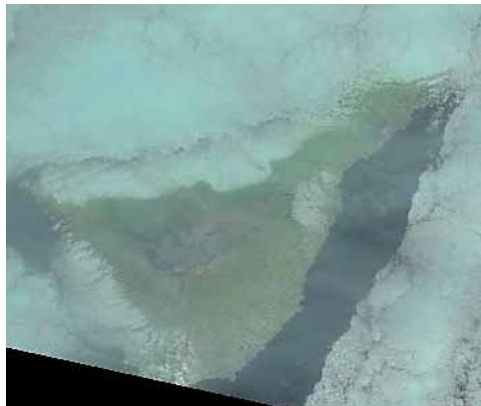
Mucha  Media  Poca  No hay nieve 



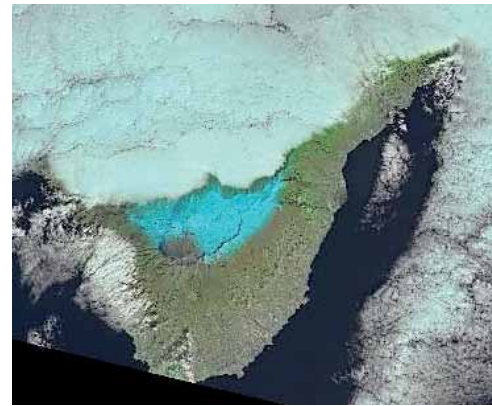
Compromiso resolución espacial-temporal

- Limitación Landsat/SPOT: resolución temporal mensual (bien en grandes nevadas)

10 Febrero 2016



26 Febrero 2016



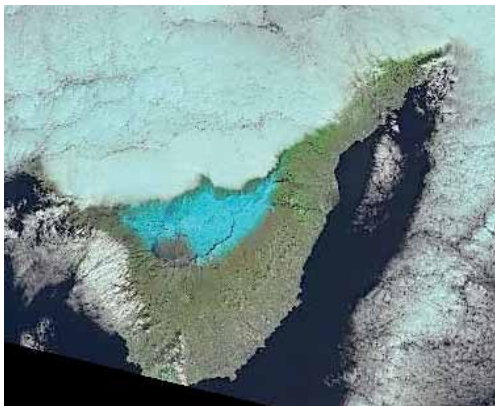
13 marzo 2016









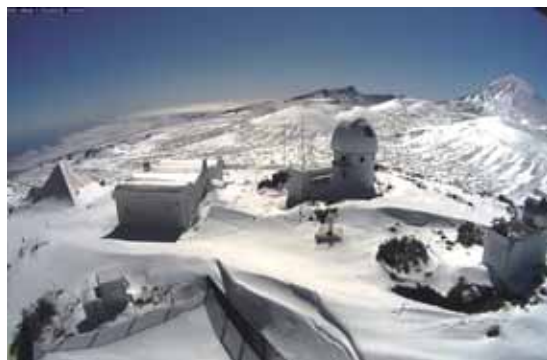
Compromiso resolución espacial-temporal

- MODIS: buena resolución temporal pero mala espacial (500 m)

26 Febrero 2016



 Snow	 Lake Ice	 Land (no snow)
 Cloud	 Water	 Undetermined



Resolución espacial media

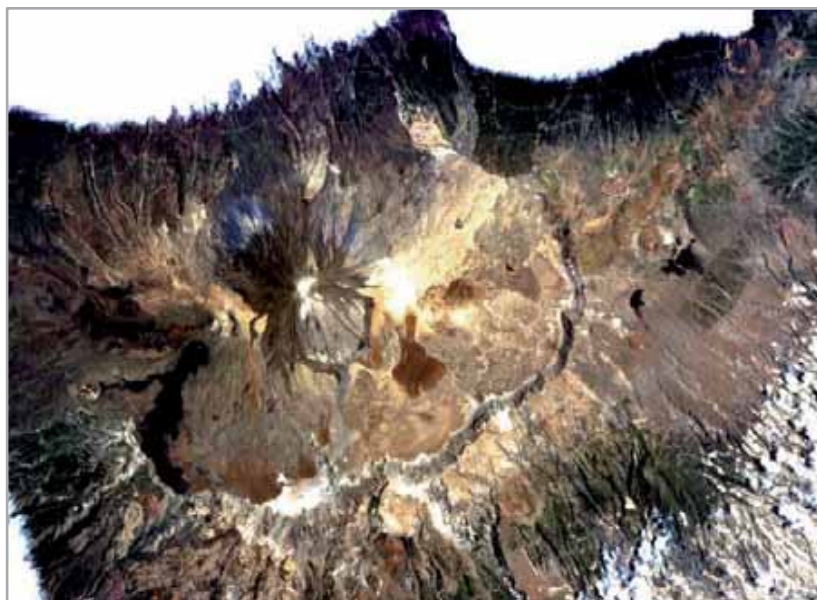


Análisis con datos Landsat

- Evolución vegetal tras **30 años** a media resolución (Landsat 30 m).
- 2 imágenes Landsat del mismo mes.
- Limitaciones: resolución espacial, tamaño y distribución vegetal PNT.



Landsat 5 (9 Junio 1984)

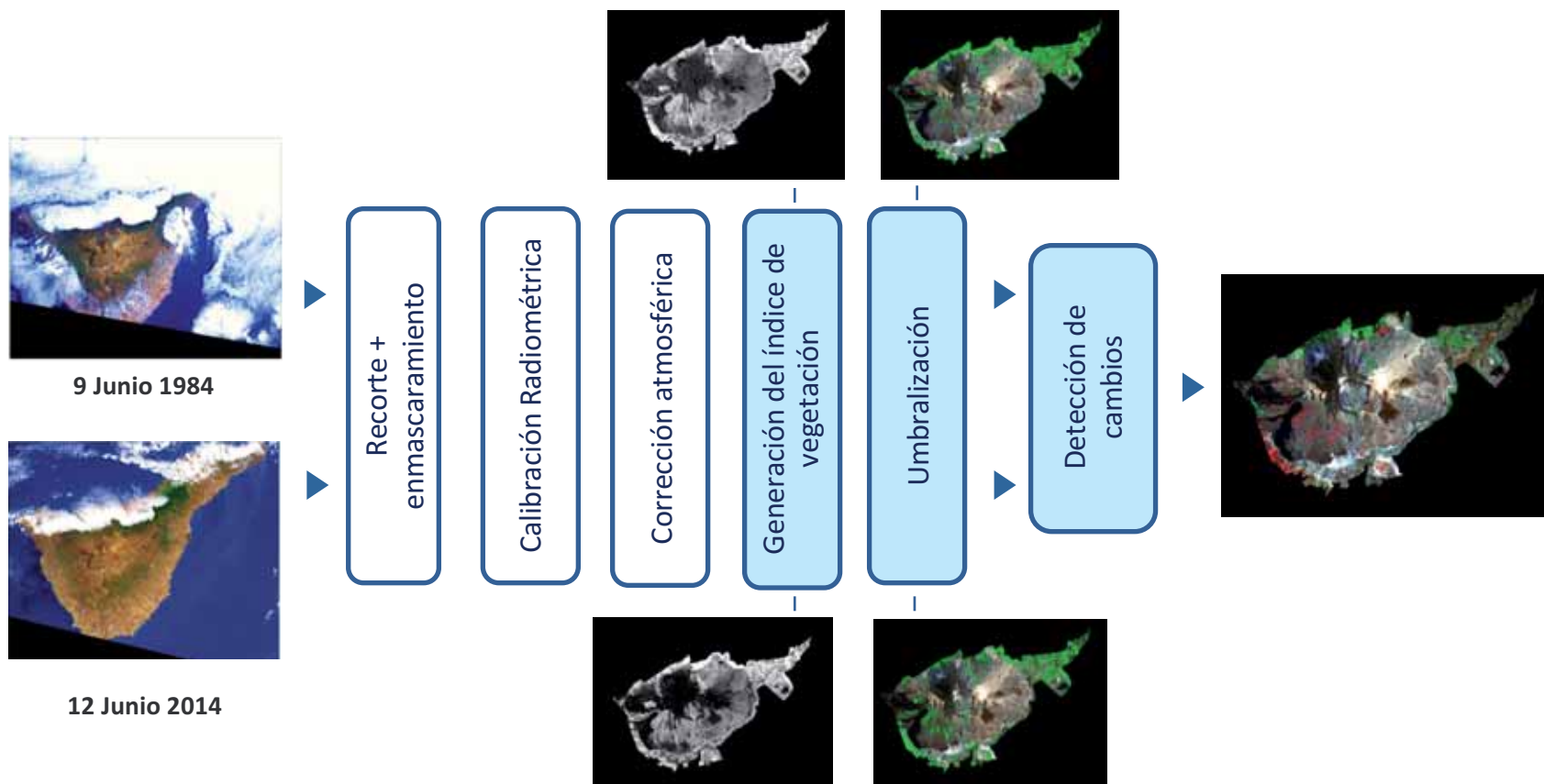


Landsat 8 (12 Junio 2014)



Análisis con datos Landsat

- Metodología de procesado



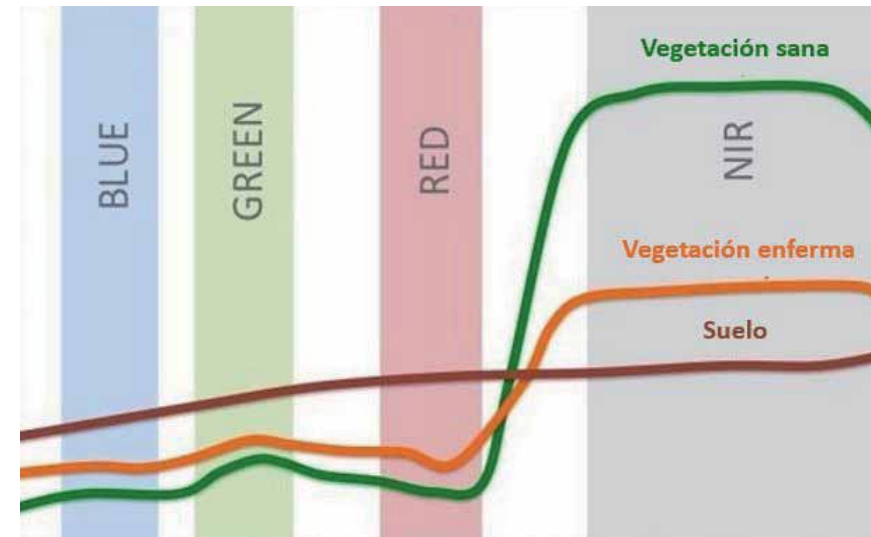
Análisis con datos Worldview-2

- Índices de vegetación analizados

NDVI
$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
$-1 < NDVI < 1$

ARVI
$ARVI = \frac{NIR - 2 * (RED) - BLUE}{NIR + 2 * (RED) - BLUE}$
$-1 < ARVI < 1$

EVI
$EVI = 2,5 * \frac{NIR - RED}{NIR + 6 * RED - 7,5 * BLUE + 1}$
$-1 < EVI < 1$



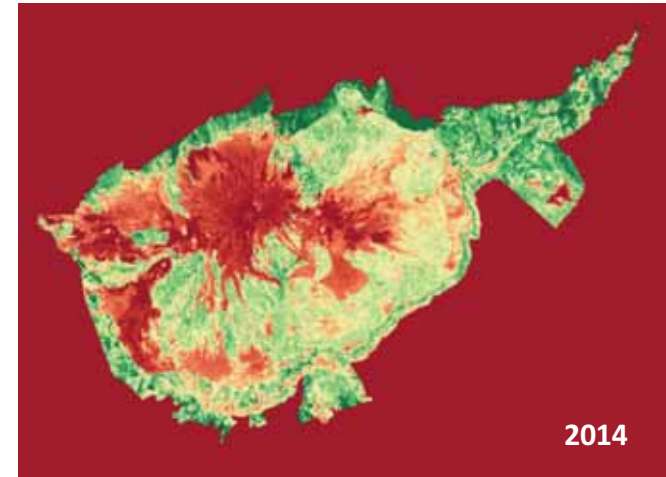
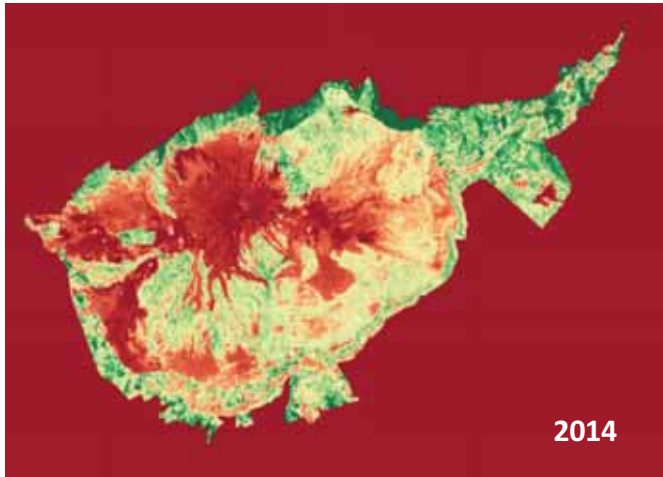
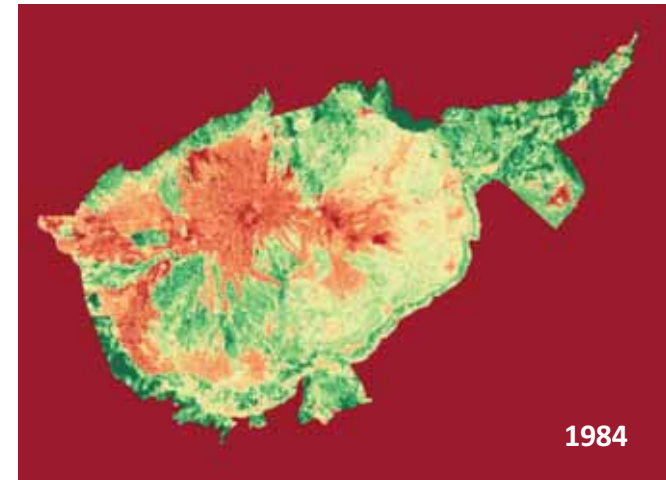
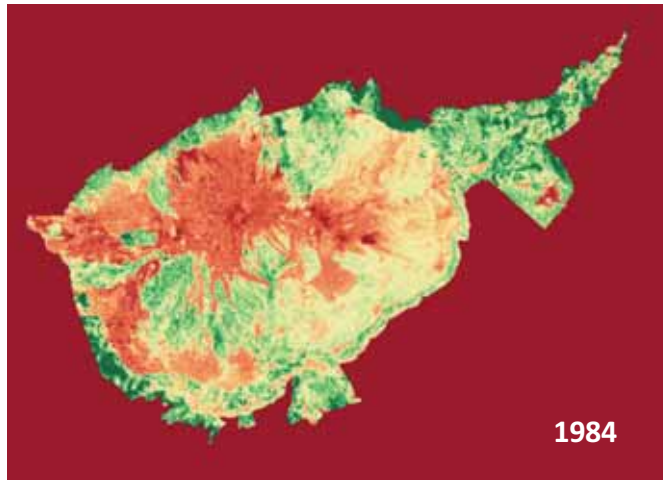
MSAVI-2
$MSAVI - 2 = \frac{(2 * NIR + 1 - \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - RED)})}{2}$
$-1 < MSAVI-2 < 1$



Análisis con datos Landsat

NDVI

MSAVI2



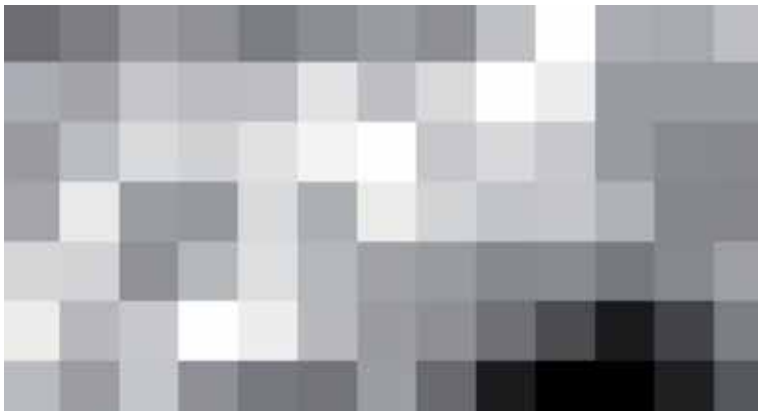
Análisis con datos Landsat

- Problema resolución: Selección del umbral (veg/no veg) → variación de la superficie vegetal (aunque la diferencia entre las 2 fechas correcta)

RGB - Google



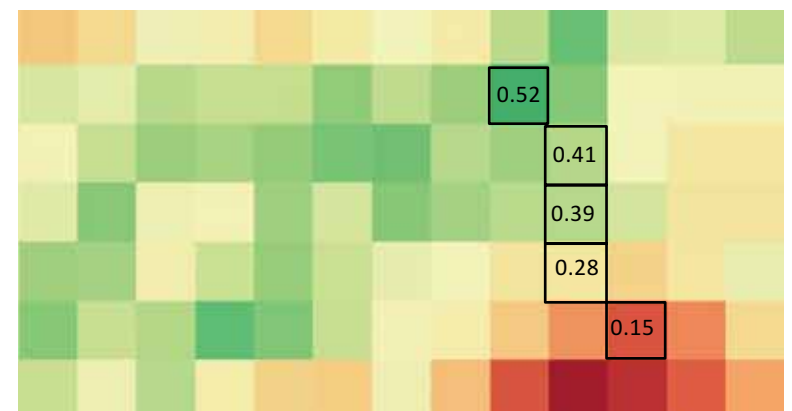
MSAVI2



RGB - Landsat

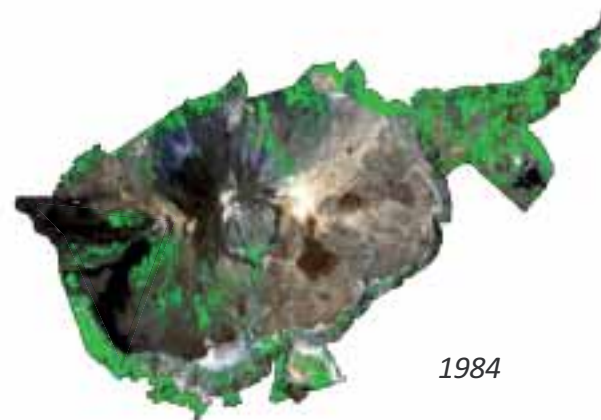


MSAVI2

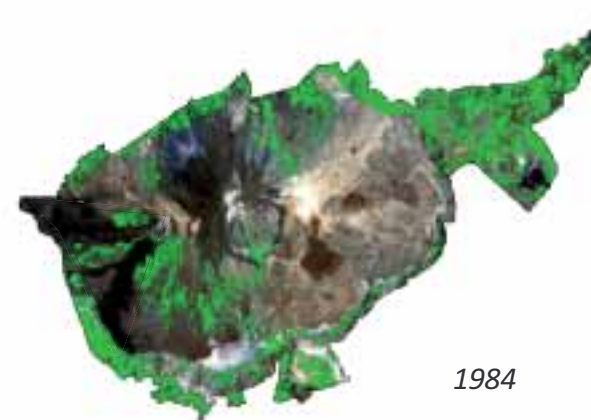


Análisis con datos Landsat

NDVI



MSAVI2



2014

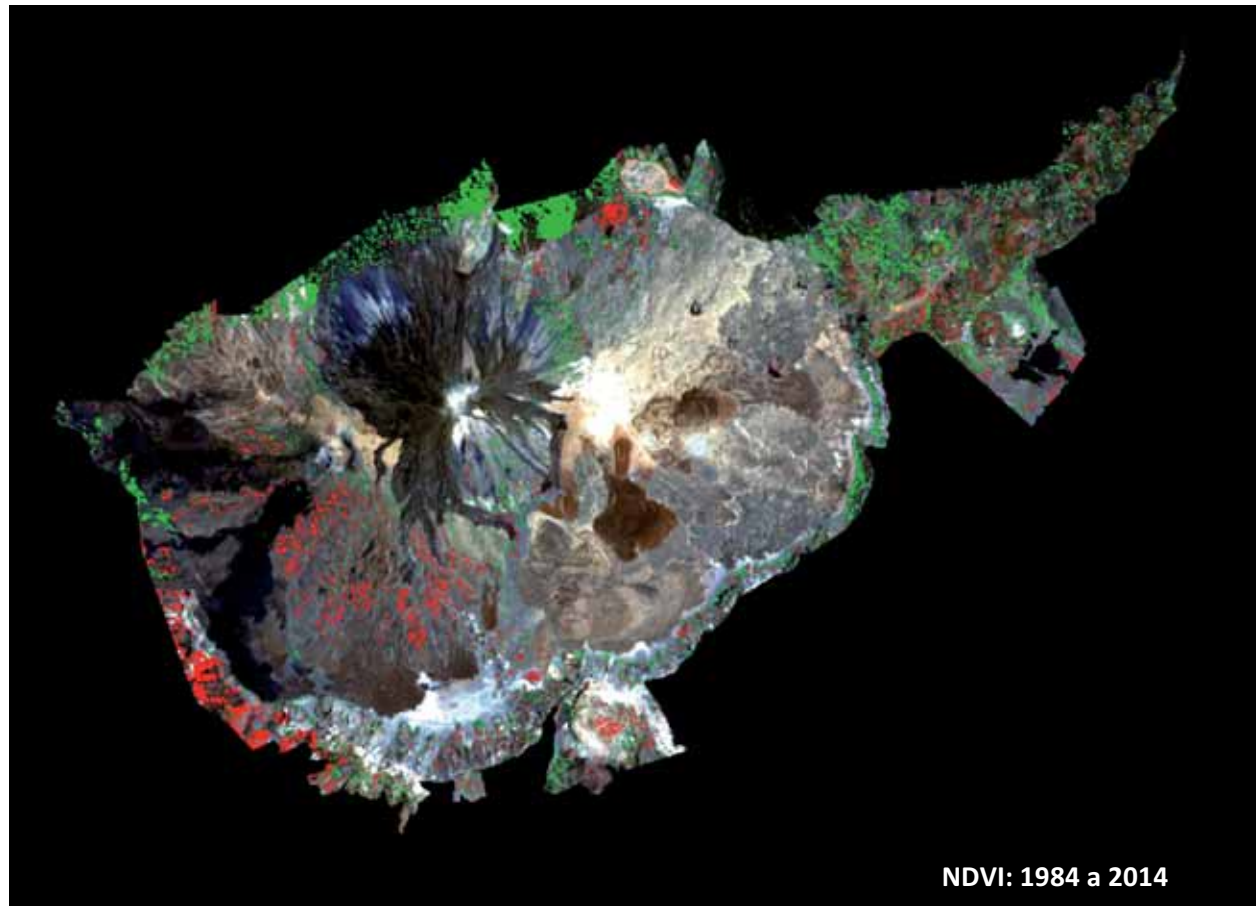


2014



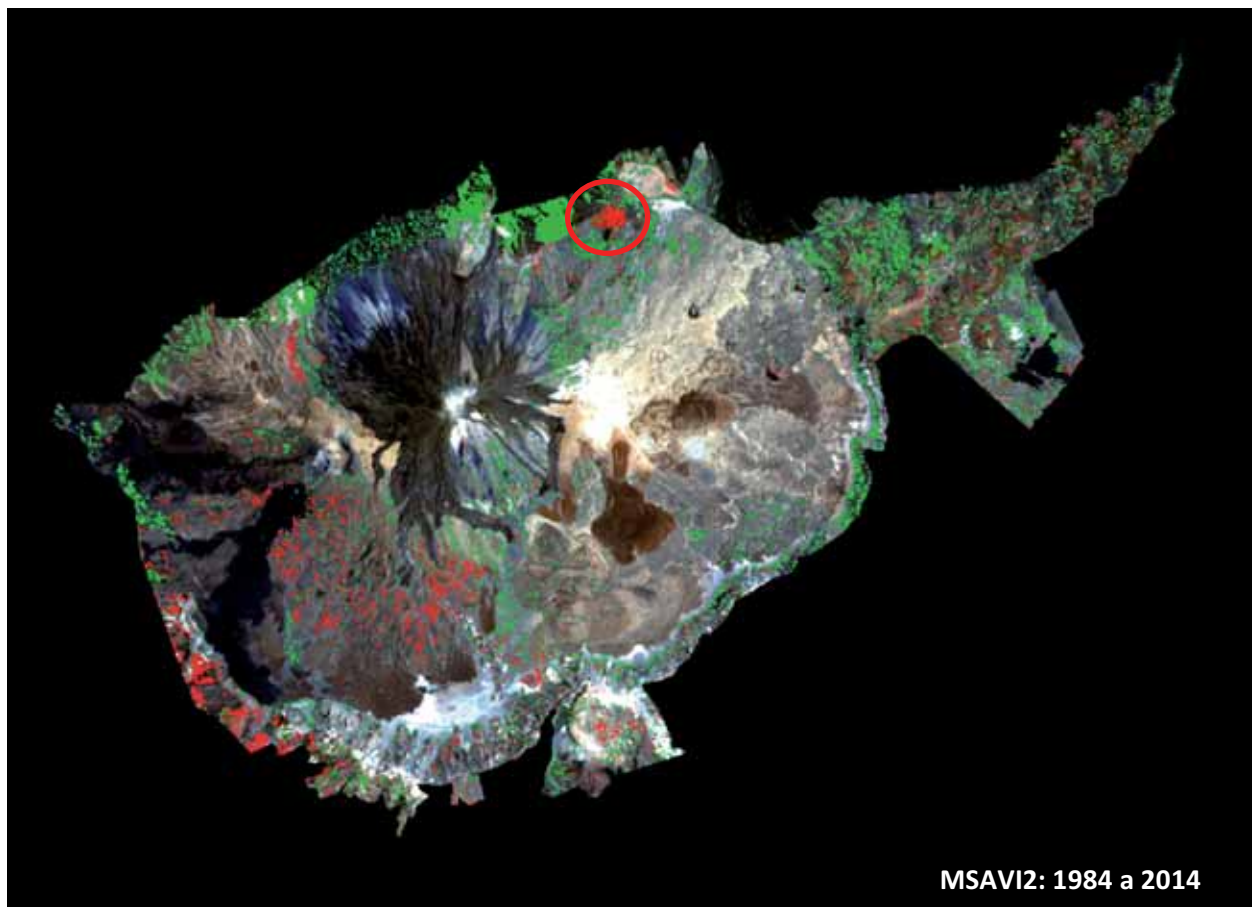
Análisis con datos Landsat

- Mapa de cambios en 30 años: diferencia entre vegetación tras umbralizar IV 1984 y 2014



Análisis con datos Landsat

- Mapa de cambios en 30 años: diferencia entre vegetación tras umbralizar IV 1984 y 2014



Análisis con datos Landsat

Incendio 2007



Ortofoto - 1998

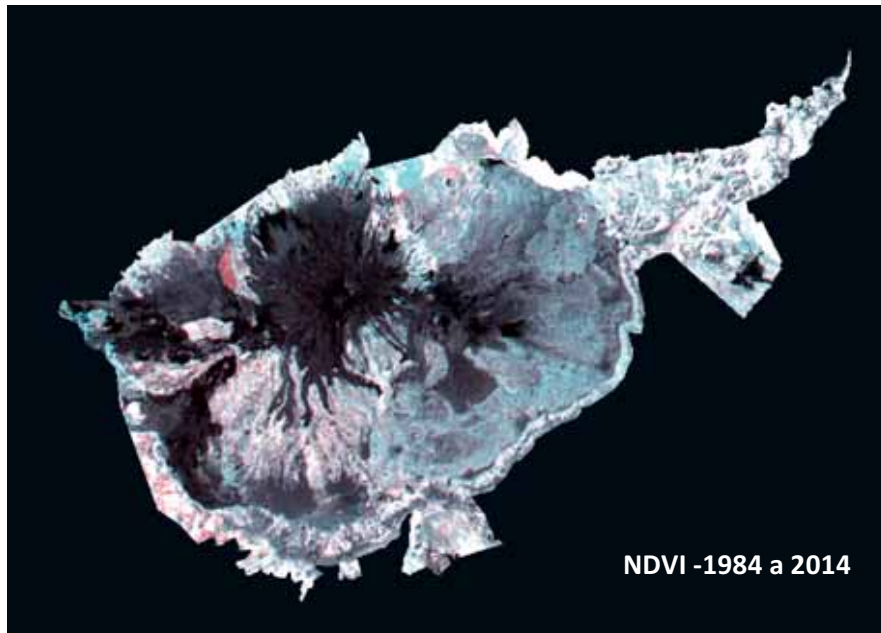


Ortofoto - 2015



Análisis con datos Landsat

- Mapa de cambios en 30 años: diferencia entre índices de vegetación 1984 y 2014

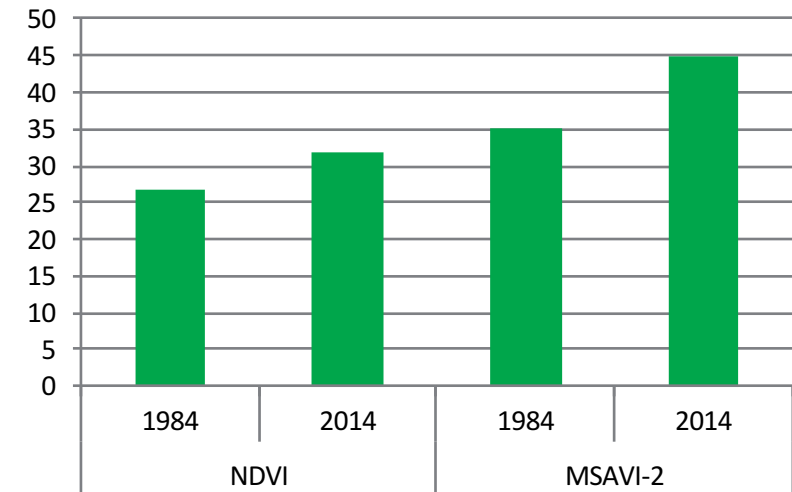


R: NDVI 1984

G: NDVI 2014

B: NDVI 2014

Superficie vegetal (km²)



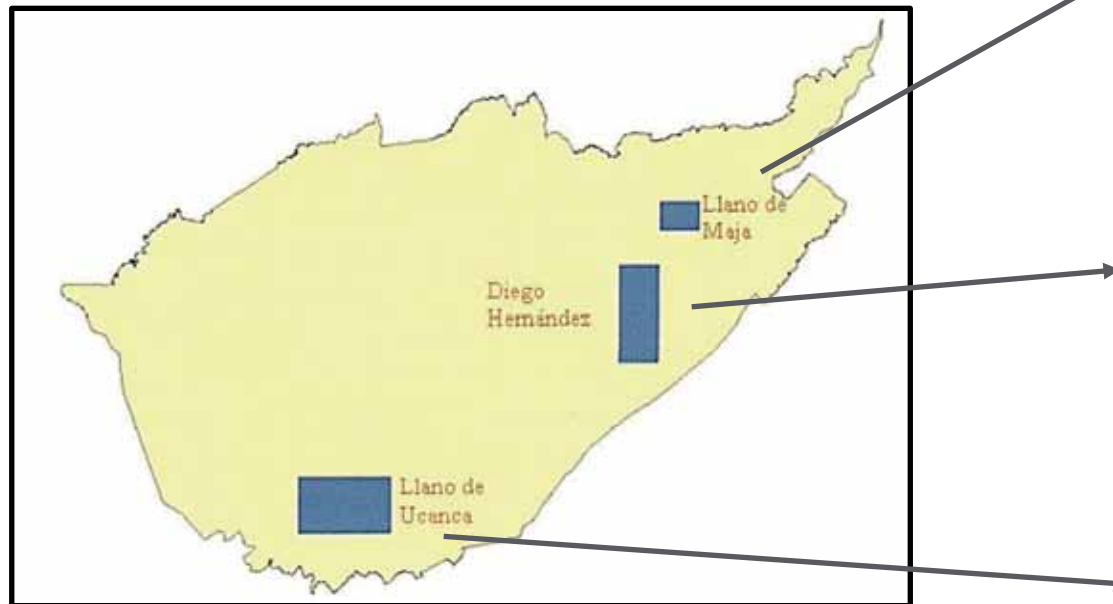
Aumento neto de la vegetación tras 30 años. Promediando ambos índices se obtiene un aumento de 7.5 km² entre 1984 y 2014.

Resolución espacial alta



Análisis con datos Worldview-2

- 3 zonas de estudio en el P. N. del Teide
- Ortofotos aéreas de 1964 - 1985 - 1996



Llano de Maja



Diego Hernández



Llano de Ucanca



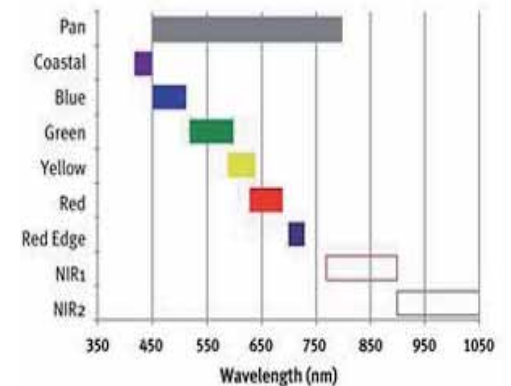
Análisis con datos Worldview-2



Área: 189.9 Km²

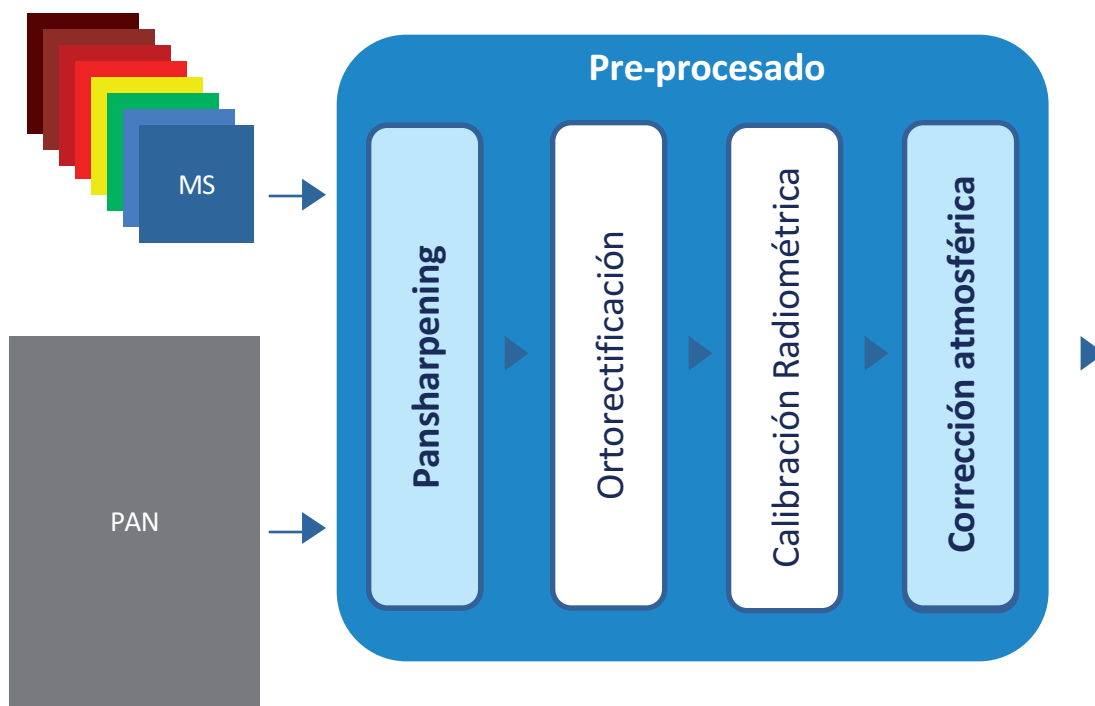


WORLDVIEW-2
0.5 m / 2 m
16-Mayo-2011



Análisis con datos Worldview-2

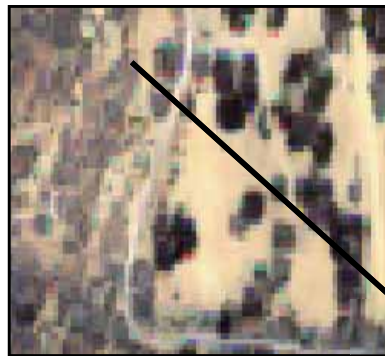
- Metodología de procesado



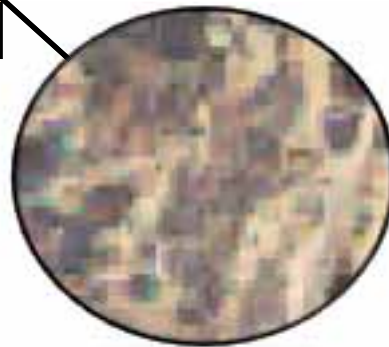
Análisis con datos Worldview-2

Pansharpening

- Mejorar la calidad espacial sin degradar la calidad espectral a partir de la información de la banda PAN.
- Método de fusión → Gram-Schmidt.



MS 2 m



MS fusionada 0.5 m



Análisis con datos Worldview-2

Corrección atmosférica

- **Algoritmos basados en la imagen.**

Utilización de datos propios de la escena

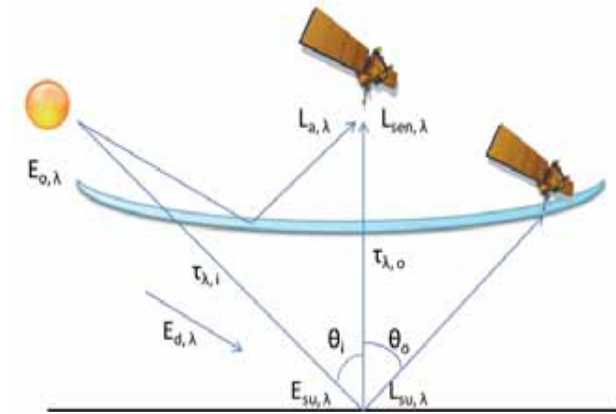
Analizados: DOS y QUAC.

- **Algoritmos basados en parámetros físicos.**

Definen o modelan:

- Ángulos cenitales y acimutales solares y de sensor.
- Componentes atmosféricos .
- Parten de ecuación:

Analizados: FLAASH, ATCOR y 6S.



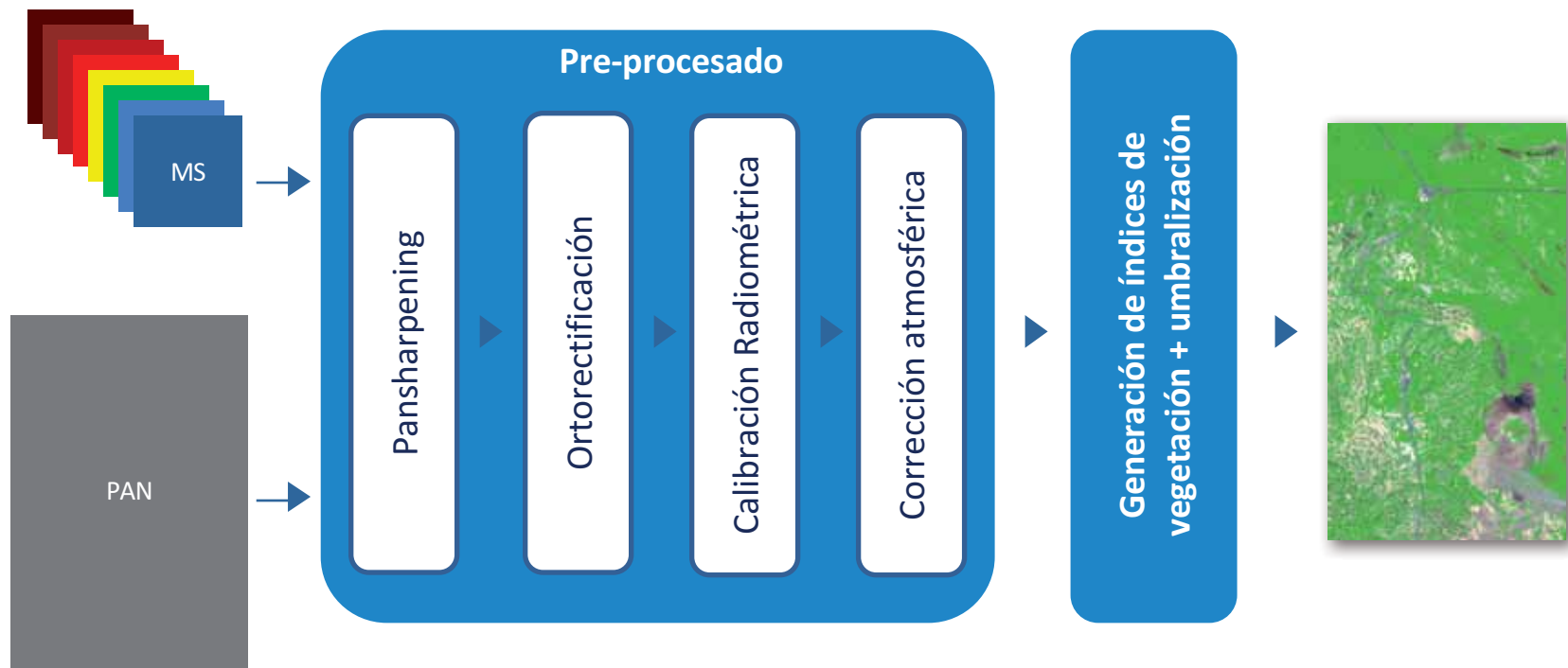
$$L_{TOA} = L_o + \frac{L_i (e^{k_{dir}} \cos \theta_o + e^{k_{diff}})}{(1 - e^s)}$$

$$e^{k_{sup}} = \frac{L_{TOA} L_o}{E_{TOA} \cos \theta_i + E_d}; \quad e^{k_i} = e^{\frac{k_{oz} k_a k_r}{\cos \theta_i}} \quad \text{y} \quad e^{k_o} = e^{\frac{k_{oz} k_a k_r}{\cos \theta_o}}$$



Análisis con datos Worldview-2

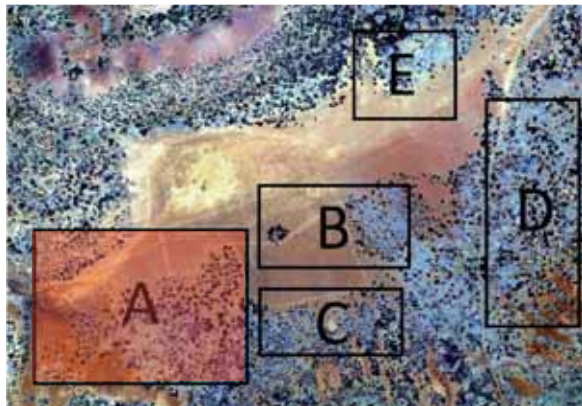
- Metodología de procesado



Análisis con datos Worldview-2

Estudio de la dinámica vegetal en un periodo de 47 años:

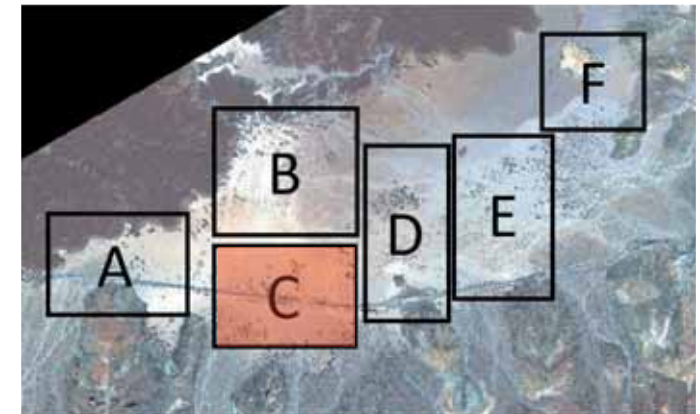
- Imágenes aéreas tomadas en tres años diferentes: 1964, 1985 y 1996.
- Imagen de satélite 2011 (Worldview-2) – MSAVI 2



Llano de Maja



Diego Hernández



Llano de Ucanca

Análisis con datos Worldview-2

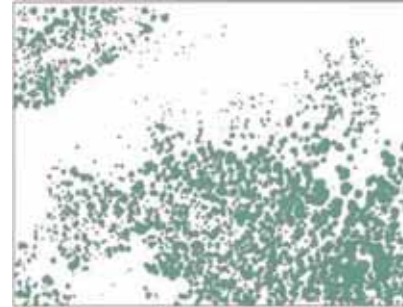
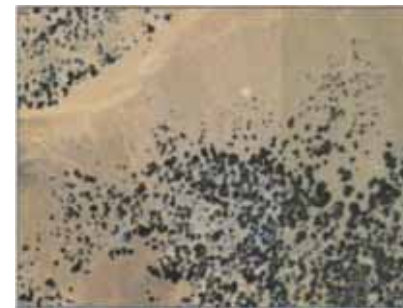
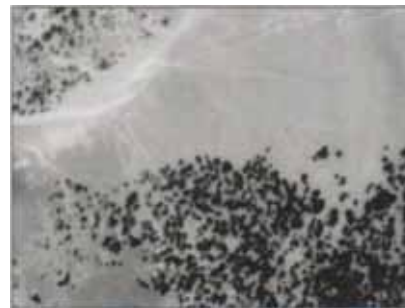
Llano de Maja – Muestra territorial A

1964

1985

1996

2011



Análisis con datos Worldview-2

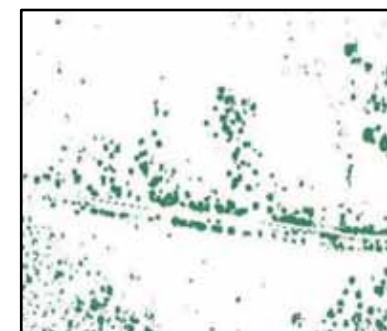
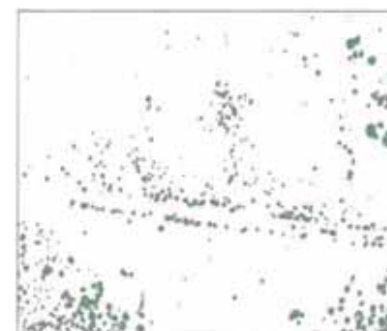
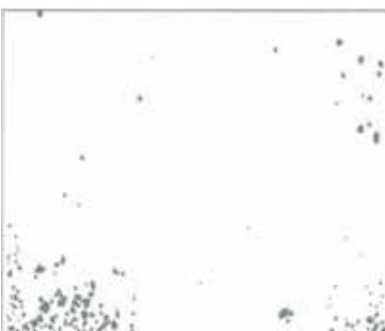
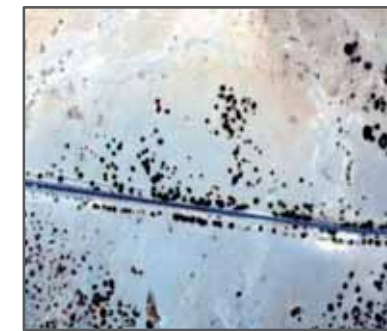
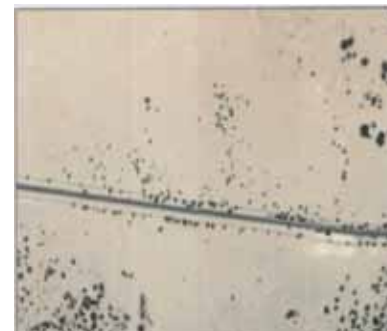
Llano de Ucanca – Muestra territorial C

1964

1985

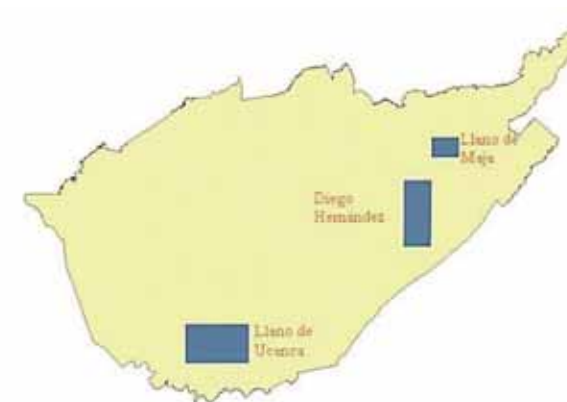
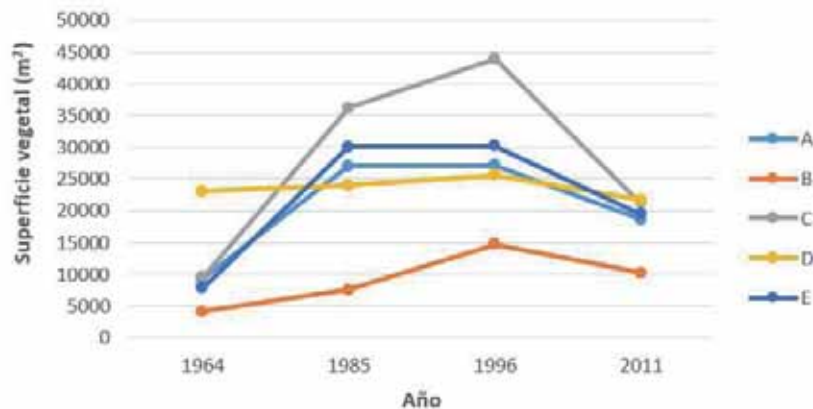
1996

2011

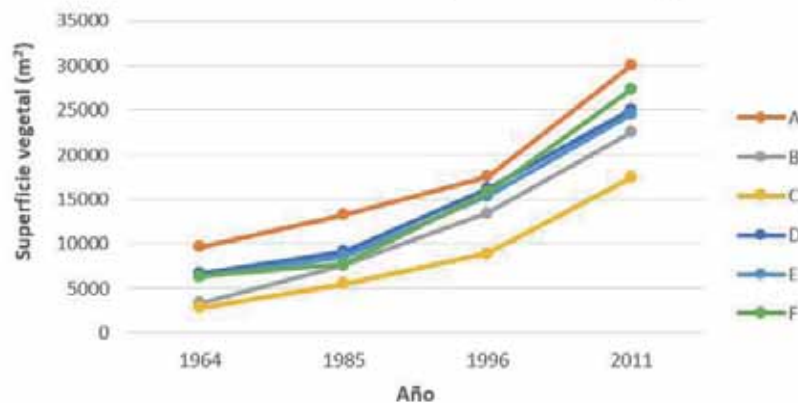


Análisis con datos Worldview-2

Muestras territoriales (Llano de Maja)



Muestras territoriales (Llano de Ucanca)





Clasificación de especies vegetales

Objetivo

Obtener la cartografía **más precisa posible** de las especies vegetales presentes en el área de estudio

Evaluación de los resultados

- Numérica
- Visual
- Validación gestores del PNT



Clasificación de especies vegetales

Clases del Parque Nacional Teide

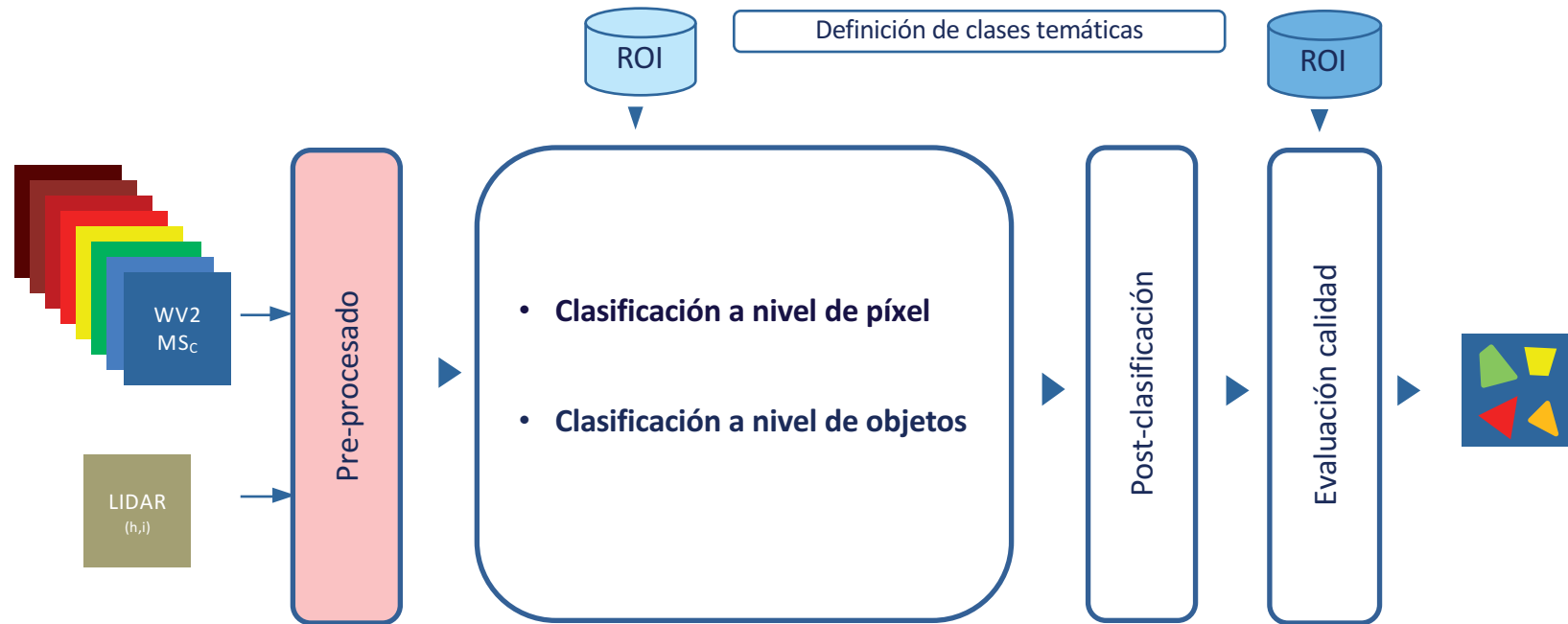
- Arbustos: - Retama
- Rosalillo de cumbre
- Hierba pajonera
- Árboles: - Pinos
- Otros: - Suelo desnudo
- Carreteras
- Construcciones
- Nubes
- Sombras, bordes, etc.





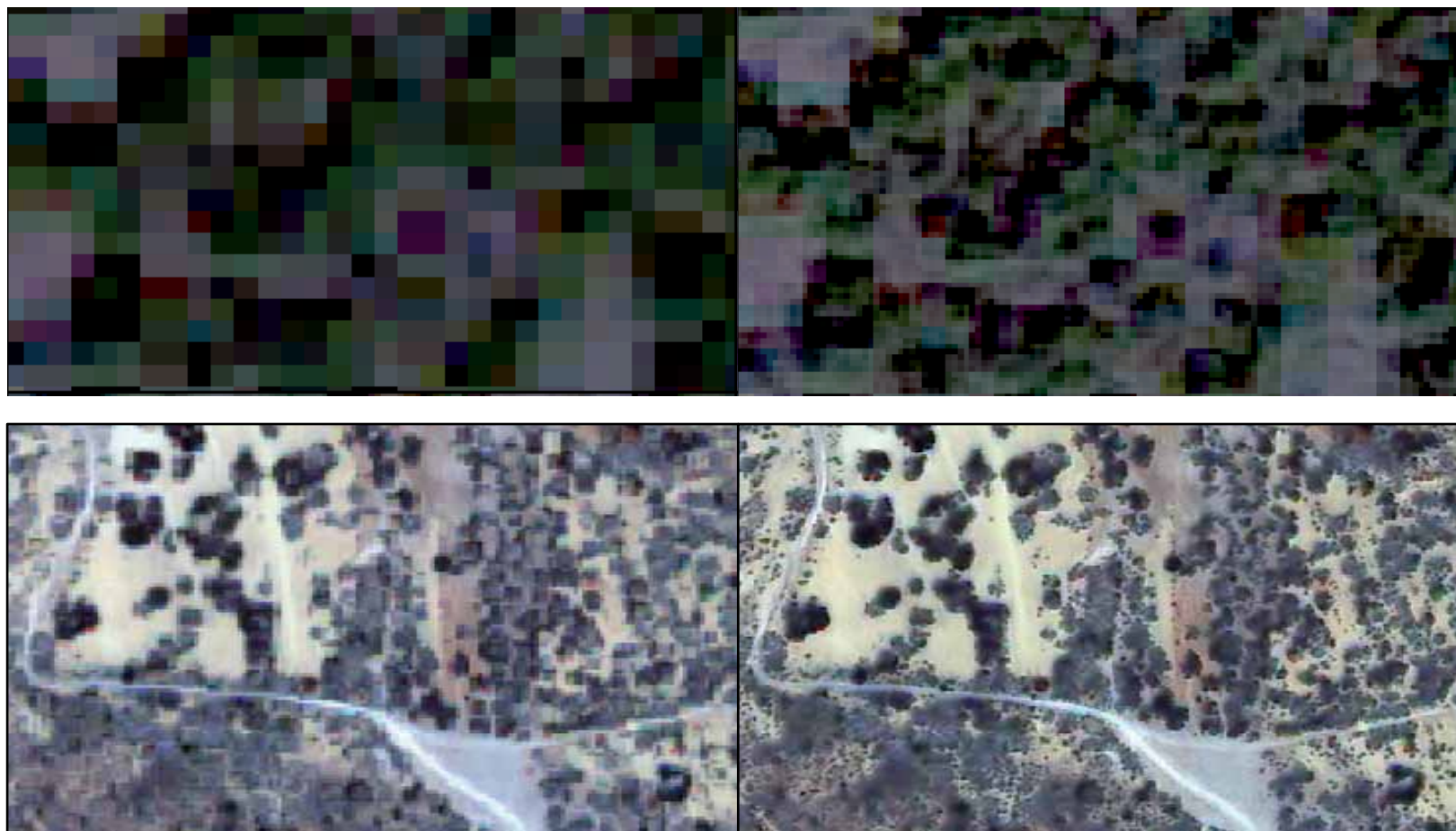
Clasificación de especies vegetales

Metodología



Clasificación de especies vegetales

Fusión

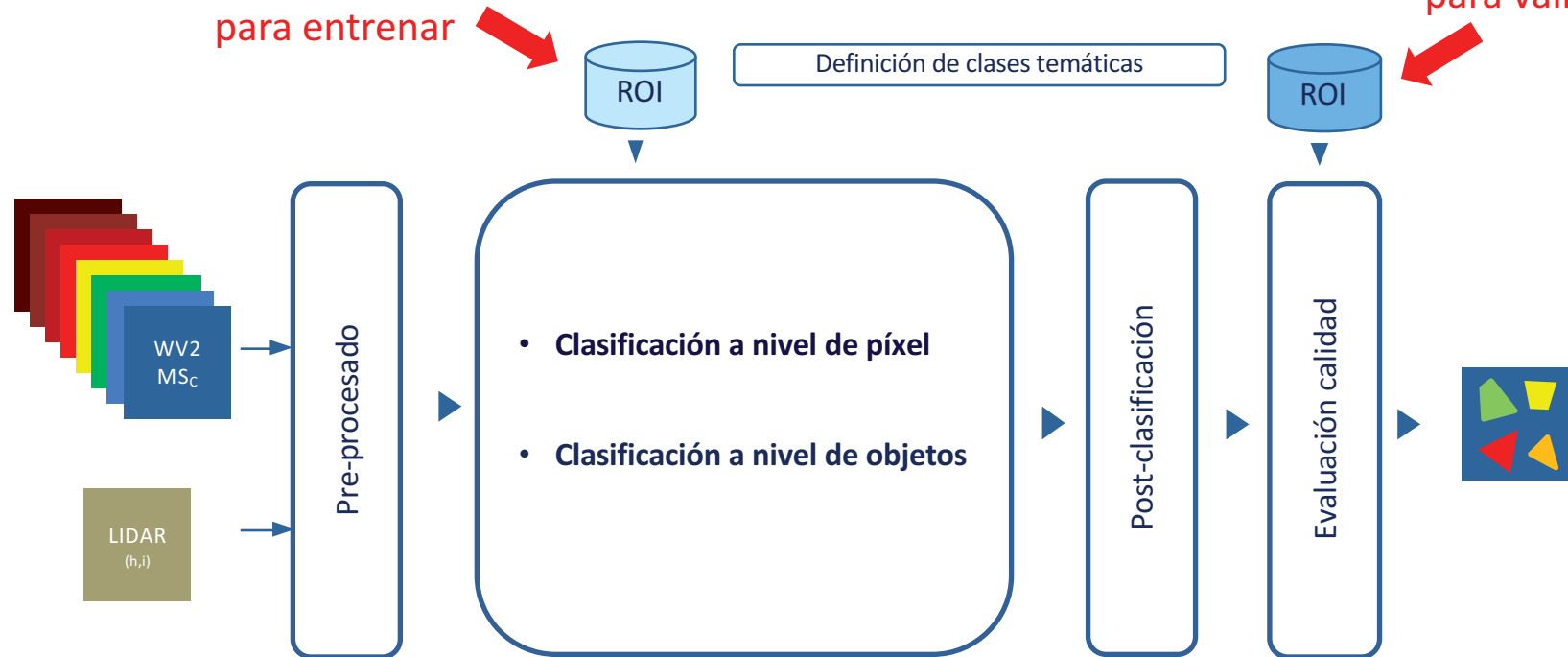


Clasificación de especies vegetales

Metodología

Muy importante para entrenar

Muy importante para validar



Clasificación de especies vegetales

Muchas soluciones posibles

ALGORITMOS DE PANSHARPENING

Gram – Schmidt.

Fast Intensity Hue Saturation.

Hyperspherical Color Sharpening.

Modulation Transfer Function -
Generalized Laplacian Pyramid.

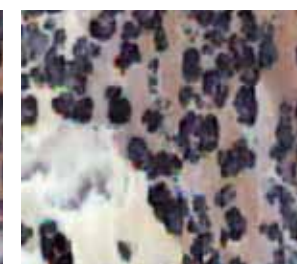
Modulation Transfer Function -
Generalized Laplacian Pyramid - High
Pass Modulation non-matching within
PAN and MS bands.

Wavelet 'à trous'.

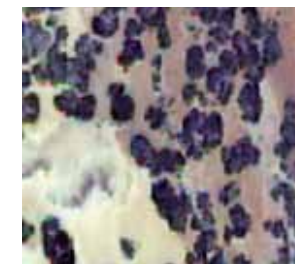
Weighted Wavelet 'à trous' through
Fractal Dimension Maps



a



b



c



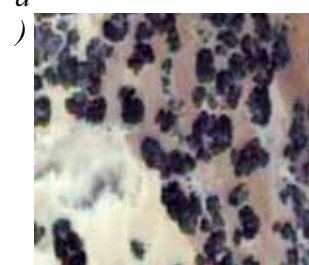
d



e



f



g





h



Clasificación de especies vegetales

Muchas soluciones posibles

PARADIGMAS DE PROCESADO DE IMÁGENES	Basado en píxeles	ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN		ENVI	SOFTWARE DISPONIBLE
		Maximum Likelihood			
		Mahalanobis distance			
		K-nearest neighbourhood			
		Support Vector Machine			
	Basado en objetos	Bayes		eCognition	
	Nearest neighbourhood				
	K-nearest neighbourhood				
	Support Vector Machine				
	Deep Learning		Desarrollos propios		



Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en píxeles

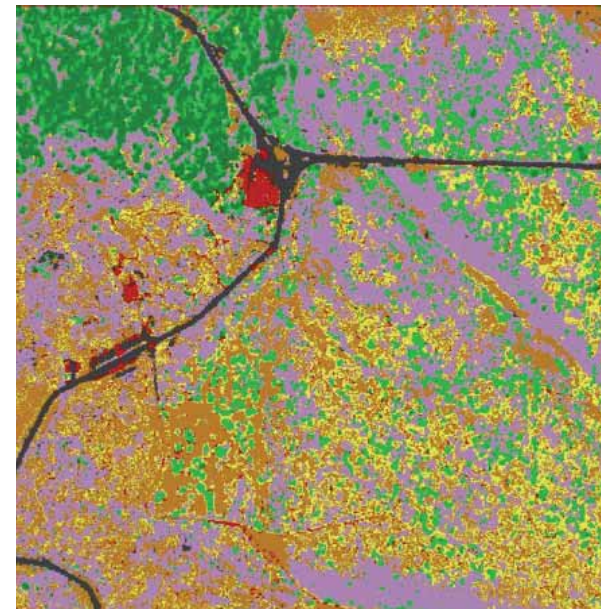
Classification techniques	Maximum Likelihood		Mahalanobis Distance		Support Vector Machine	
	Overall Accuracy	Kappa	Overall Accuracy	Kappa	Overall Accuracy	Kappa
Pansharpening Algorithms						
MS	85.06%	0.79	72.89%	0.64	89.60%	0.85
GS	82.73%	0.76	74.28%	0.65	88.45%	0.85
FIHS	83.71%	0.77	76.14%	0.67	88.83%	0.84
HCS	82.99%	0.76	74.33%	0.65	88.90%	0.84
MTF_GLP	85.36%	0.8	74.87%	0.66	88.51%	0.83
MTF_GLP_HPM	82.78%	0.76	73.68%	0.64	88.64%	0.83
WAVE_ATROUS	88.74%	0.84	80.79%	0.73	92.15%	0.89
WAT&FRAC	89.12%	0.85	80.41%	0.73	92.75%	0.89








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en píxeles

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: Maximum Likelihood → OA=89.12% K=0.85



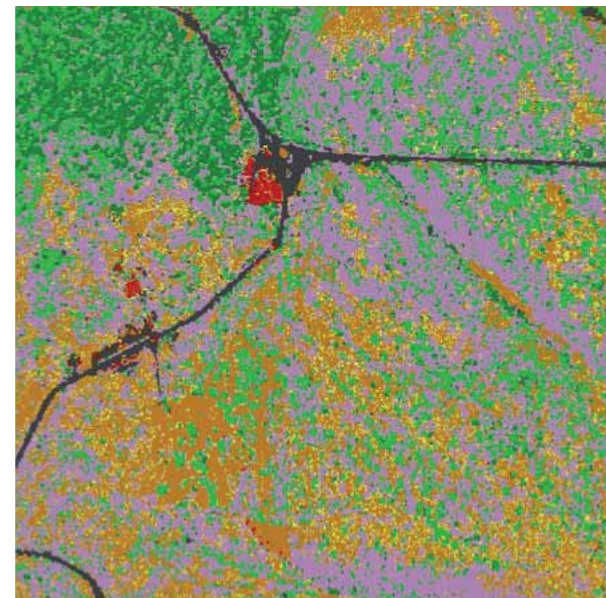
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en píxeles

Pansharpening: WAVE_ATROUS

Clasificación: Mahalanobis distance \rightarrow OA=80.79% K=0.83



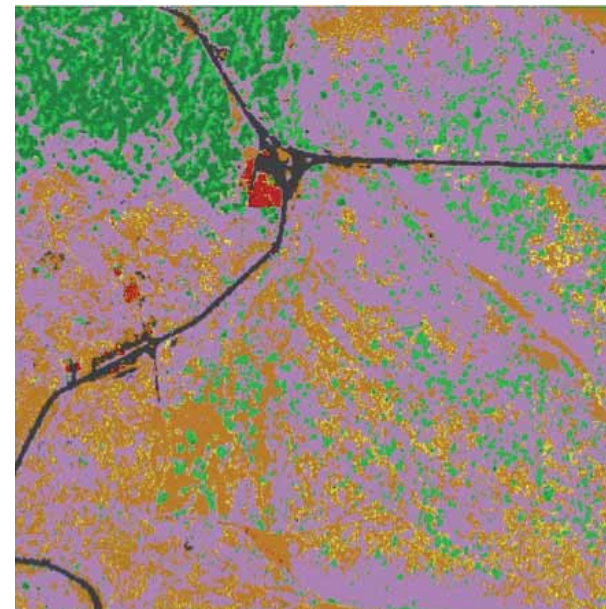
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil

Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en píxeles

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: SVM → OA=92.75% K=0.89



- Urban
- P. lasiospermus*
- Road
- S. supranubius*
- P. canariensis*
- D. bourgaeana*
- Bare soil

Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

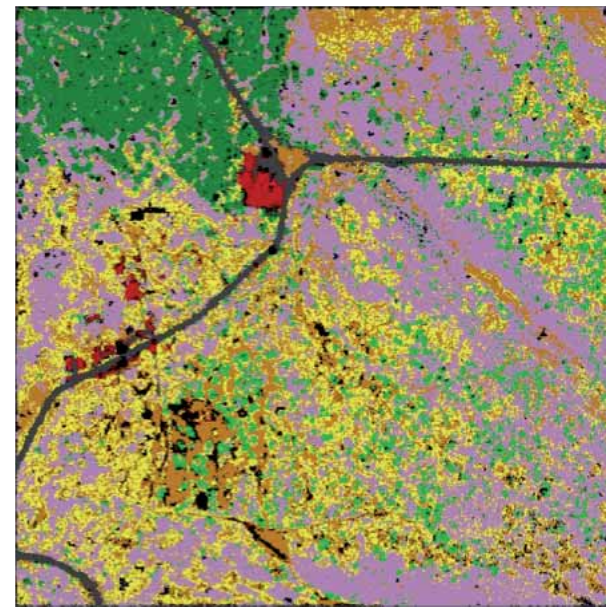
Classification techniques	Example Based		Bayes		NN		KNN		Support Vector Machine		Deep Learning	
	OA (%)	Kappa	OA (%)	Kappa	OA (%)	Kappa	OA (%)	Kappa	OA (%)	Kappa	OA (%)	Kappa
Pansharpening Algorithms												
MS	75.44	0.67	79.48	0.71	77.58	0.67	77.67	0.67	80.61	0.72	-	-
GS	81.85	0.75	77.80	0.69	77.93	0.68	81.50	0.73	82.41	0.74	-	-
FIHS	80.79	0.74	81.92	0.74	79.25	0.70	82.77	0.75	83.72	0.76	-	-
HCS	79.67	0.73	78.27	0.70	79.10	0.70	82.30	0.74	82.72	0.74	-	-
MTF_GLP	80.88	0.74	75.12	0.66	76.37	0.66	81.16	0.73	83.14	0.75	-	-
MTF_GLP_HPM	80.76	0.74	78.27	0.70	77.92	0.68	82.55	0.74	83.18	0.75	-	-
WAVE_ATROUS	81.13	0.74	86.04	0.80	82.84	0.75	85.22	0.78	87.68	0.82	-	-
WAT&FRAC	74.90	0.69	89.14	0.84	84.07	0.77	88.54	0.83	89.39	0.85	94.60	0.92








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: GS

Clasificación: Basado en ejemplos \rightarrow OA=81.85% K=0.75



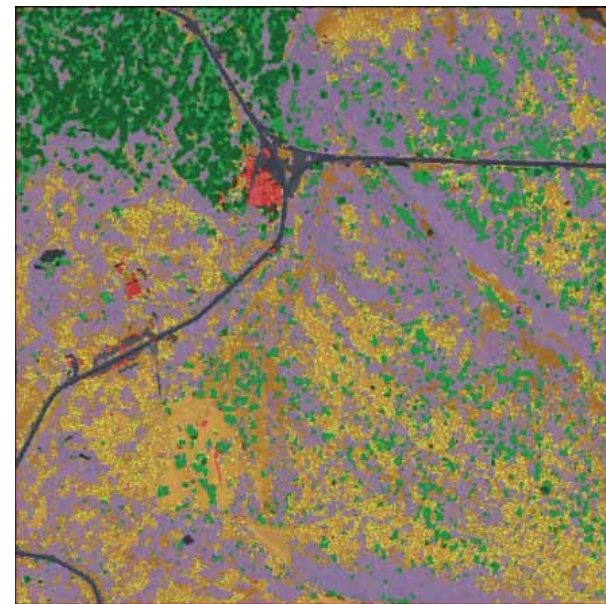
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: Bayes → OA=89.14% K=0.84



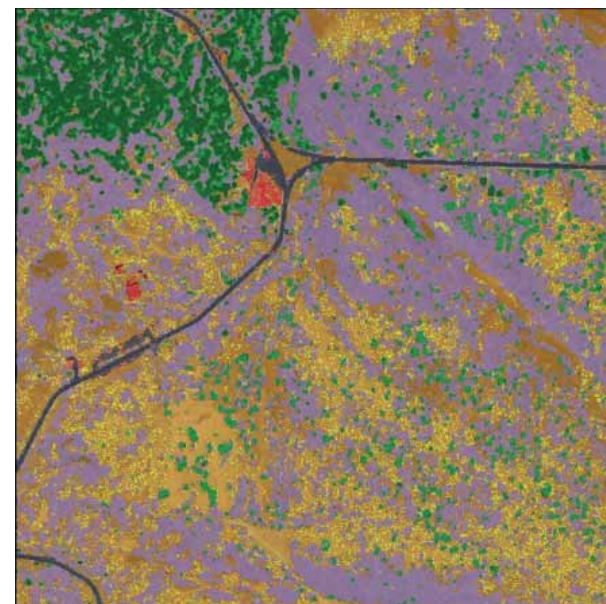
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: WAT \otimes FRAC

Clasificación: Nearest Neighborhood \rightarrow OA=84.07% K=0.77



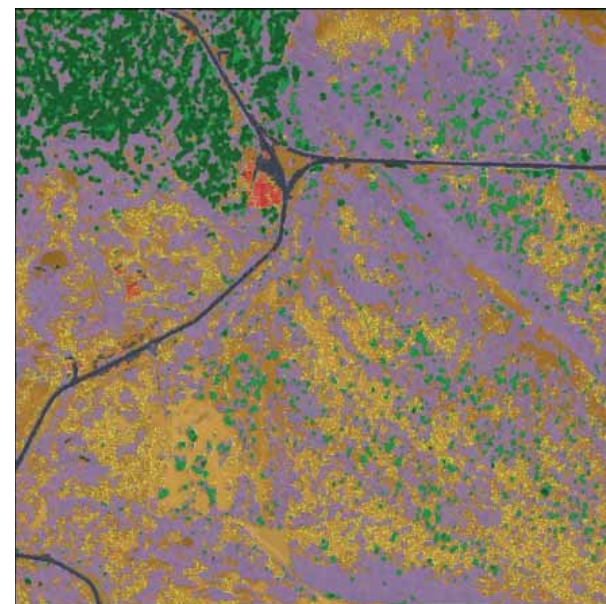
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: K-Nearest Neighborhood → OA=88.54% K=0.83



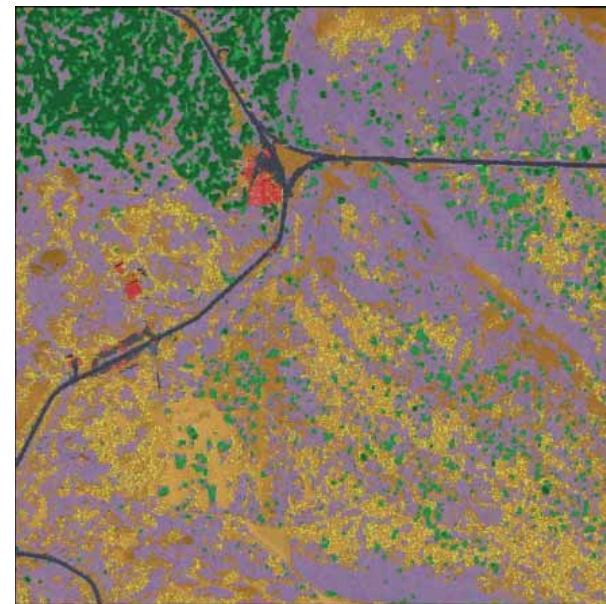
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: SVM → OA=89.39% K=0.85



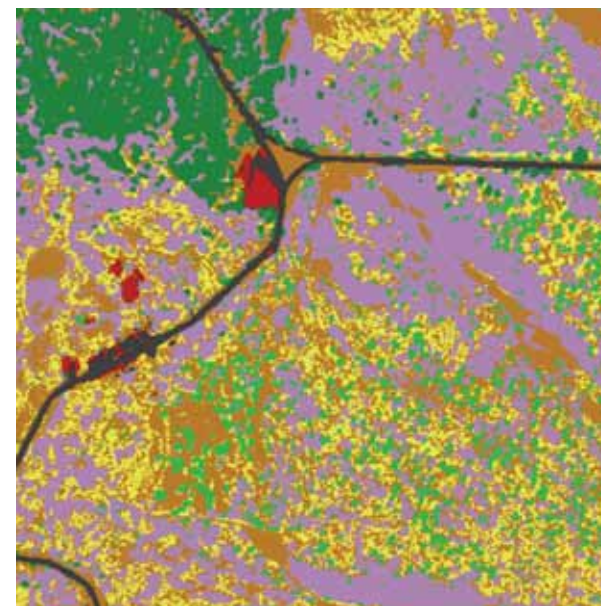
-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil








Clasificación de especies vegetales

Resultados de la clasificación basada en objetos

Pansharpening: WAT ⊗ FRAC

Clasificación: Deep Learning → OA=94.60% K=0.92



-  Urban
-  *P. lasiospermus*
-  Road
-  *S. supranubius*
-  *P. canariensis*
-  *D. bourgaeana*
-  Bare soil

Clasificación de especies vegetales

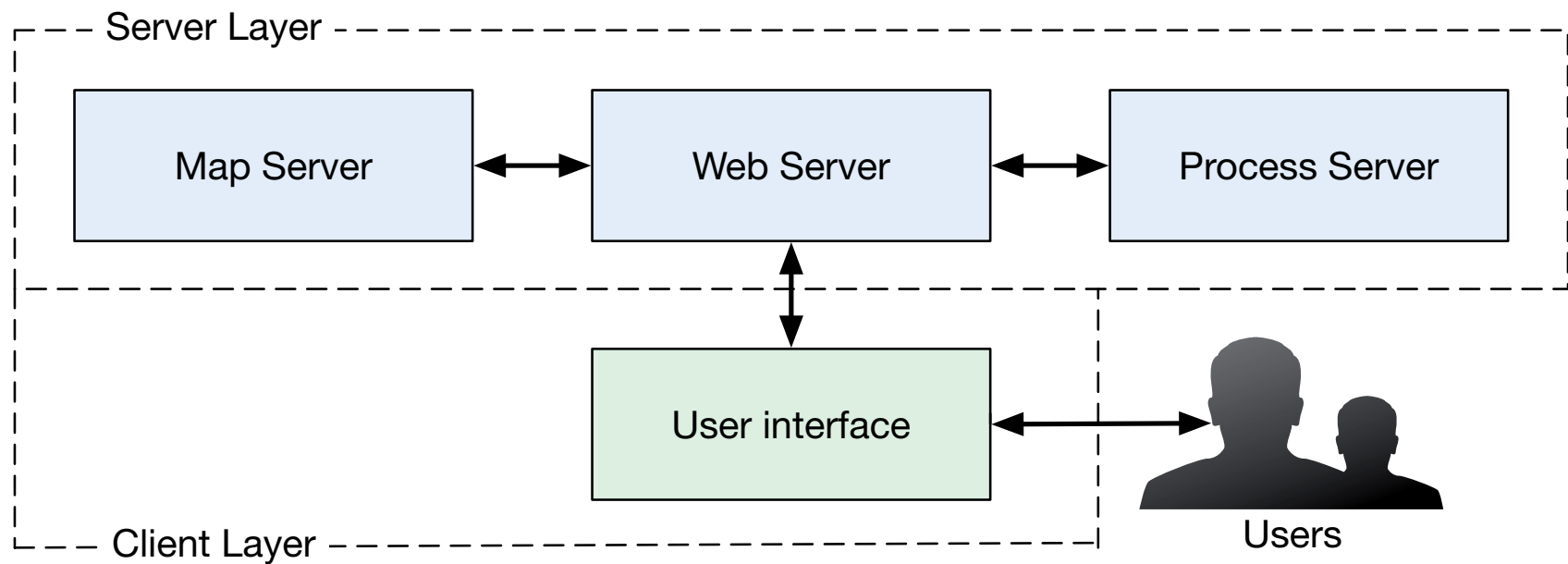
Conclusiones

- El ecosistema objeto de estudio presenta una complejidad alta, dificultando la discriminación de las diferentes cubiertas vegetales presentes
- La aproximación basada en objetos reduce en general los tiempos de cómputo y de forma notable en el caso del algoritmo SVM
- De las clasificaciones realizadas con productos comerciales la de mayor precisión corresponde a la imagen fusionada con **WATXFRAC** y clasificada con **SVM** basado en objetos \rightarrow OA=89.39% y K=0.85
- Las técnicas de Deep Learning mejoran notablemente las clasificaciones obtenidas con software comercial \rightarrow OA=94.60% y K=0.92
- Deep Learning requiere de GRANDES bases de datos anotados

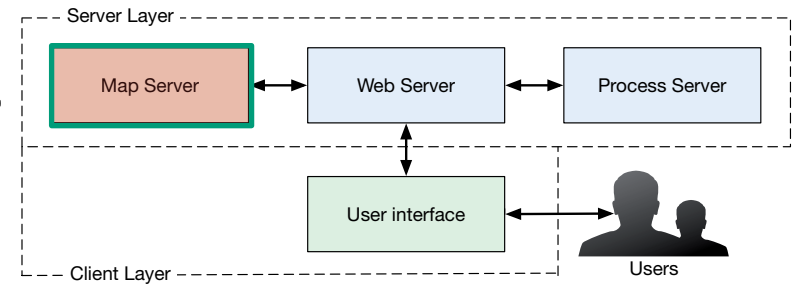


- Proyecto ARTEMISat
- Evolución de la cobertura de nieve en el P. N. del Teide
- Evolución de la cobertura vegetal en el P. N. del Teide
- Cartografía de especies vegetales de en el P. N. del Teide
- **Plataforma web de anotación**

Arquitectura



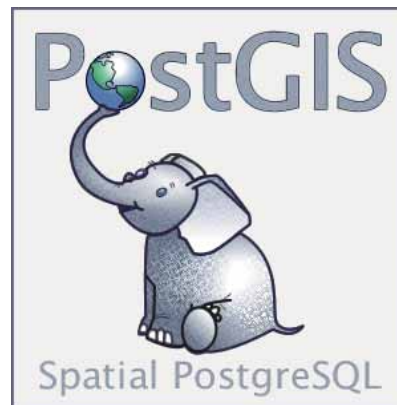
Server layer: Map server



Este módulo contiene las imágenes fuente (raster) y los datos vectoriales



PostgreSQL



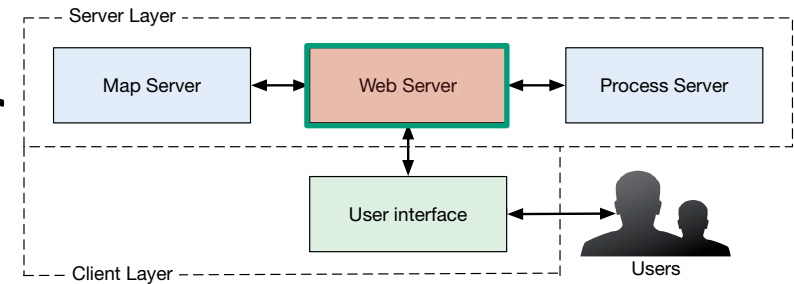
GeoServer

Rendering raster and vector data

Almacenamiento de los datos estructurados y de los datos vectoriales



Server layer: Web server



Este módulo aloja los códigos fuente y regula el tráfico entrante y las demandas de los usuarios

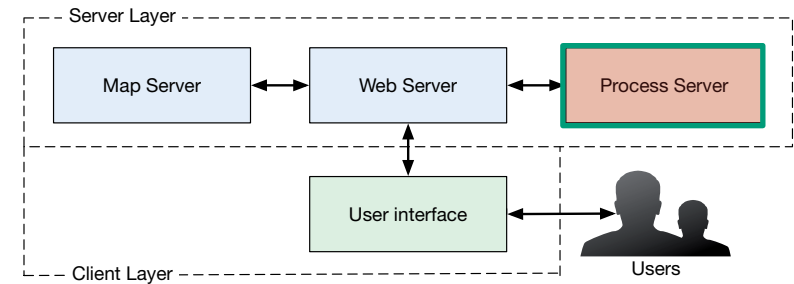
NGINX





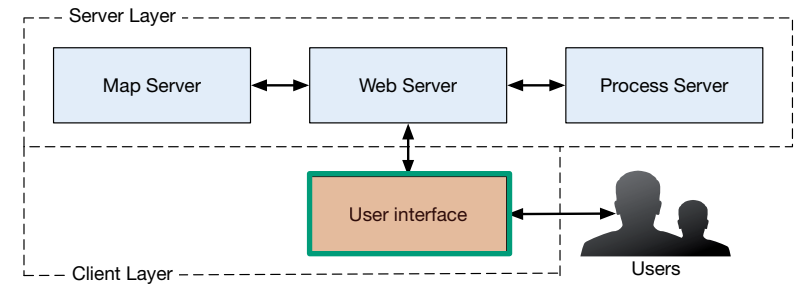
Server layer: Process server

- Las tareas principales de este módulo son la segmentación y clasificación de las imágenes
- Las solicitudes de los usuarios recibidas por el Web Server son reenviadas a este módulo





Client layer: Process server

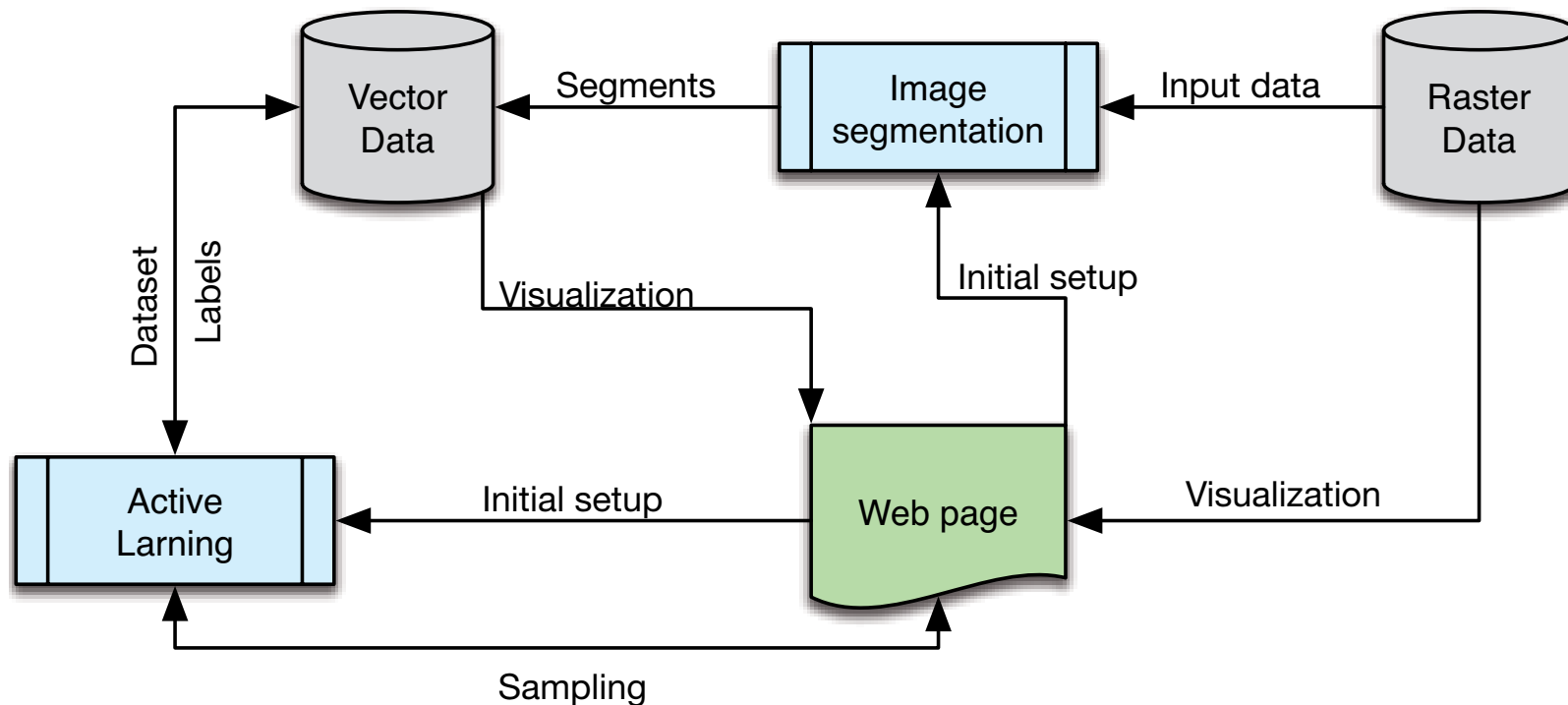


- Este módulo define las interacciones entre los usuarios y la plataforma a través de un navegador de Internet
- La interfaz de usuario es una página web implementada mediante tecnologías AJAX y Javascript





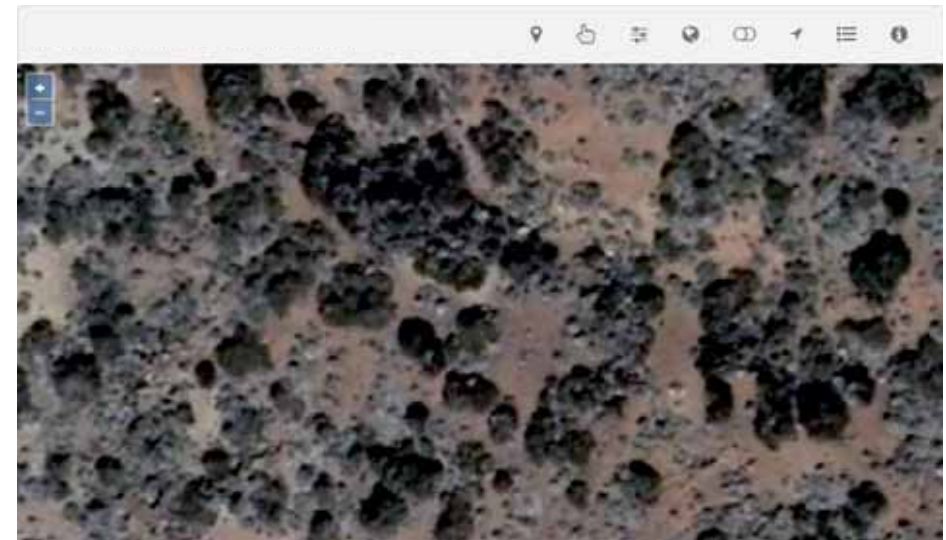
Estructura de la plataforma

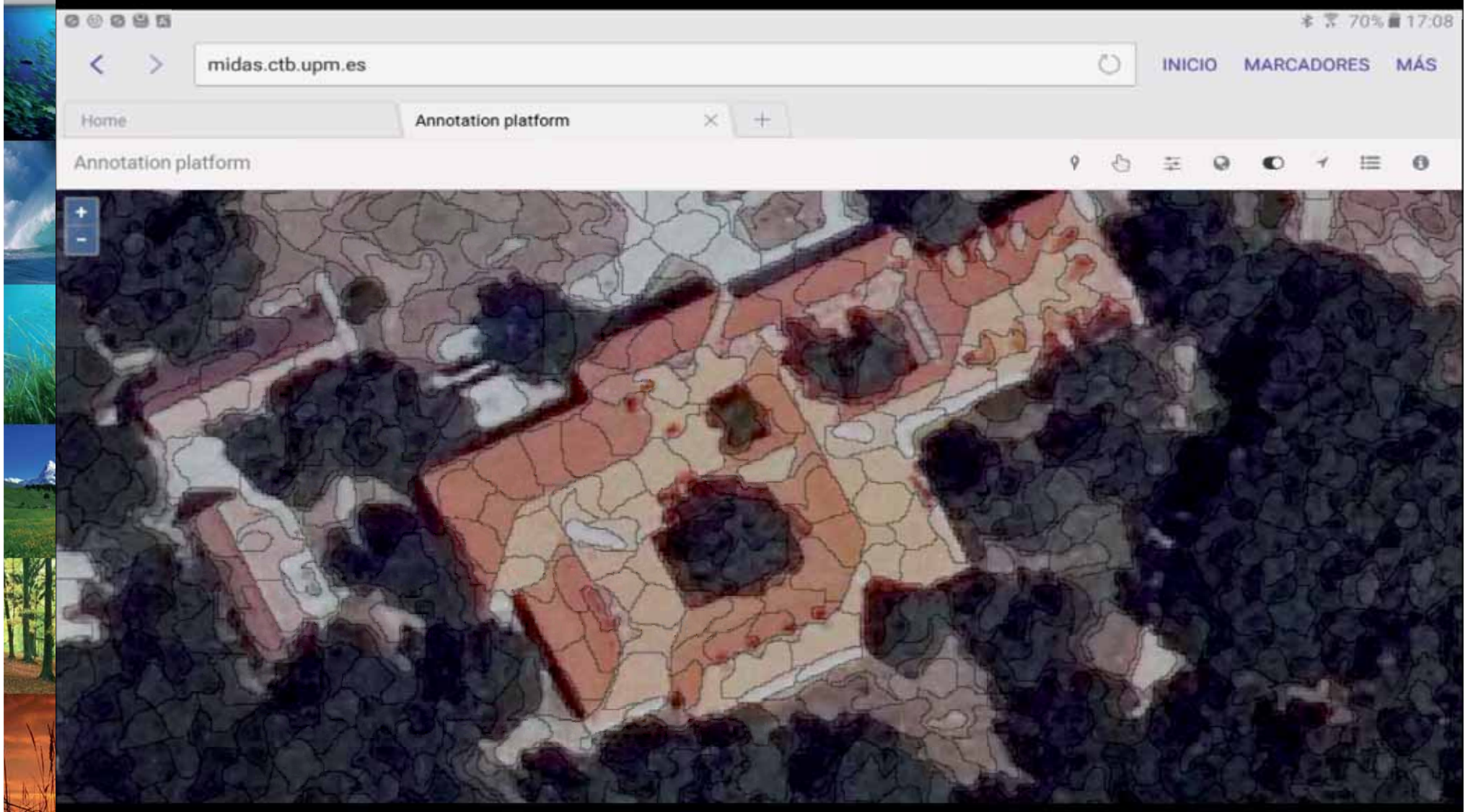




Funcionalidades de la interfaz de usuario

- Es configurable a través de una interfaz de administración
- Selección de diferentes composiciones en color
- Localización de un punto a partir de sus coordenadas geográficas
- Mostrar y ocultar los límites de los segmentos
- Etiquetado de uno o más segmentos simultáneamente
- Zoom







App para dispositivos móviles: offline

- Selección de diferentes composiciones en color
- Localización de un punto a partir de sus coordenadas geográficas
- Mostrar y ocultar los límites de los segmentos
- Etiquetado de uno o más segmentos simultáneamente
- Zoom
- Sincronizable con la plataforma web

