

## Programa de observación de la Tierra Copernicus. Aplicaciones de la teledetección en la agricultura

- Radiación y espectro electromagnético
- Respuesta espectral de la vegetación
- Órbitas y satélites
- El programa Copernicus
- Series temporales de imágenes multiespectrales
- Monitorización de cultivos
- Clasificación de cultivos
- Estimación de daños por heladas

Prof. Luis Ángel Ruiz Fernández  
[laruiz@upv.es](mailto:laruiz@upv.es)



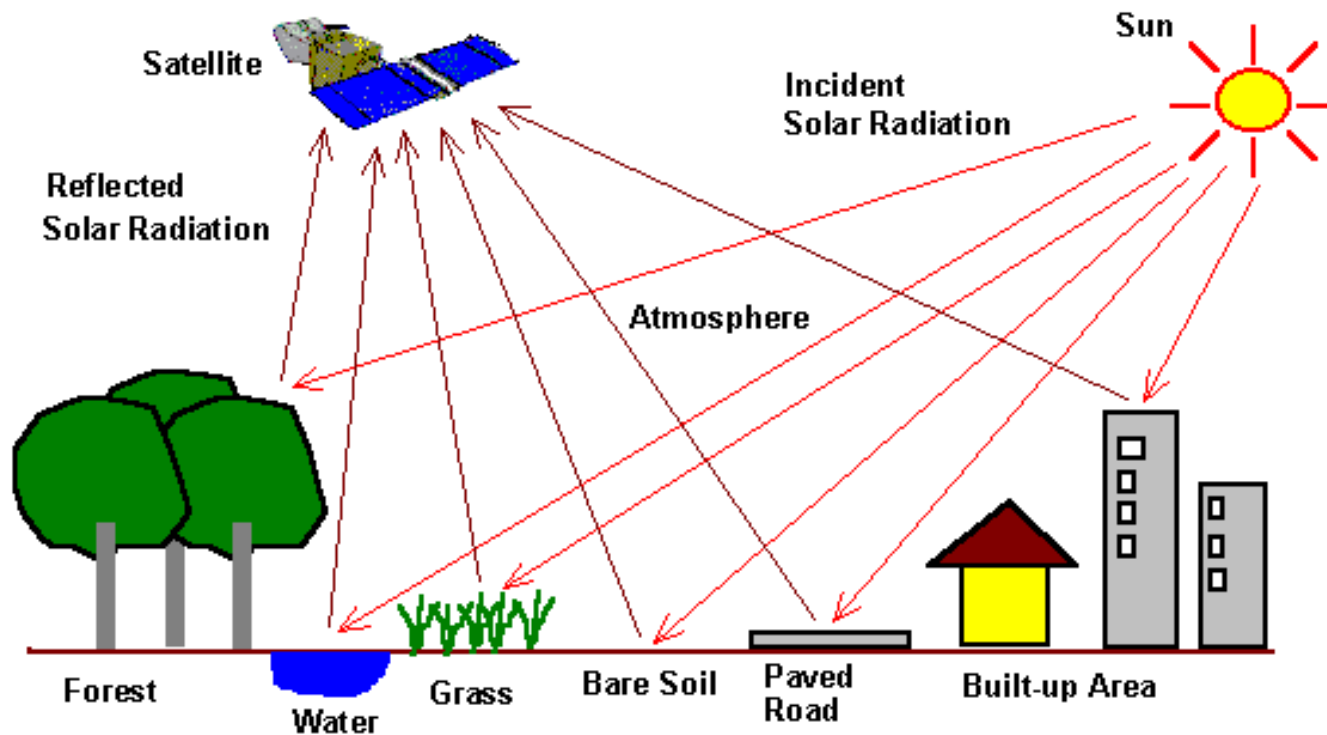
<http://cgat.webs.upv.es/>



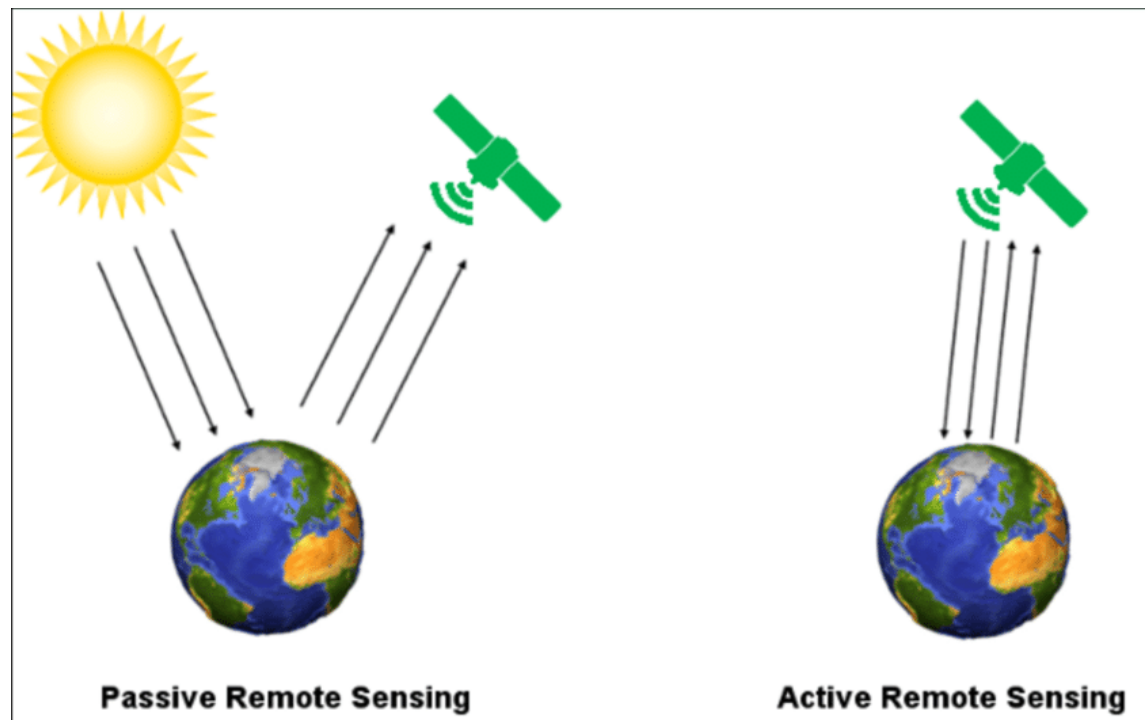
UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

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

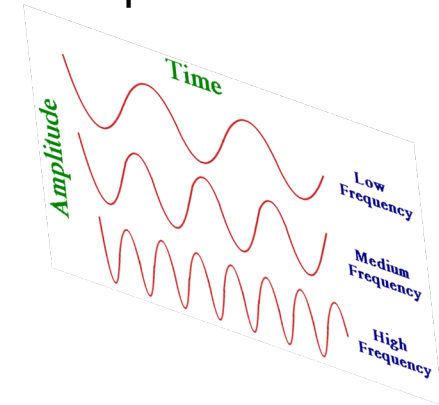
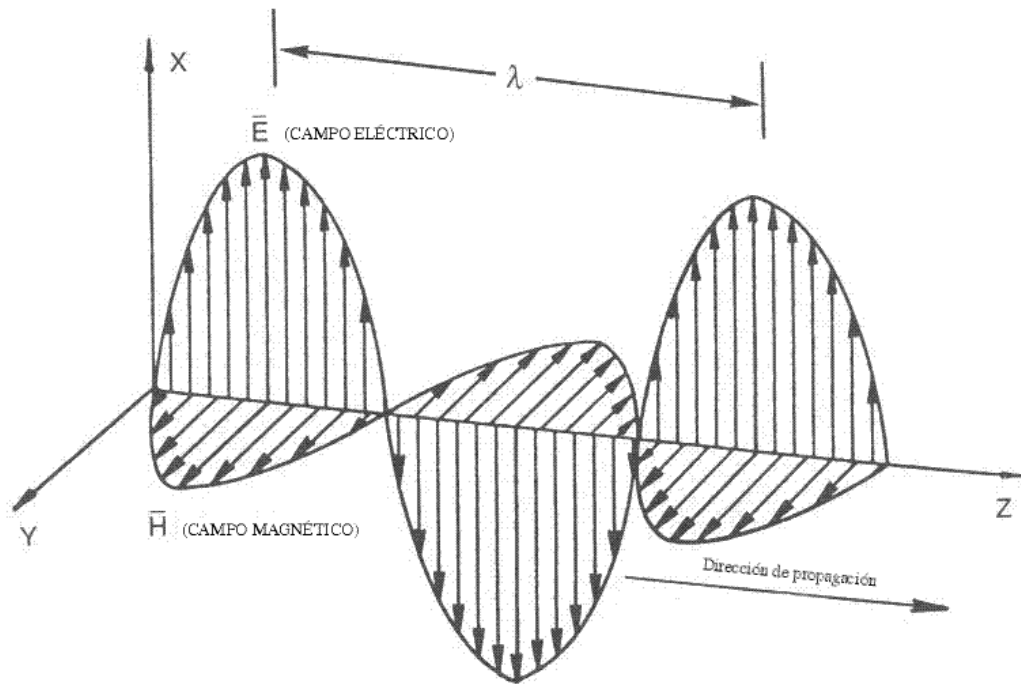
Obtención de información de la superficie terrestre basada en imágenes tomadas a distancia, a partir de la medida de energía electromagnética reflejada o emitida por aquella



Obtención de información de la superficie terrestre basada en imágenes tomadas a distancia, a partir de la medida de energía electromagnética reflejada o emitida por aquella



La radiación electromagnética consiste en un campo eléctrico (E) que varía en una dirección perpendicular a la dirección de propagación y otro magnético (H) orientado formando ángulo recto y propagándose en fase respecto al anterior



$\nu$  = frecuencia (Hz = 1/s)

$\lambda$  = longitud de onda (m)

1 Angstrom =  $10^{-10}$  m

1 Nanómetro =  $10^{-9}$  m

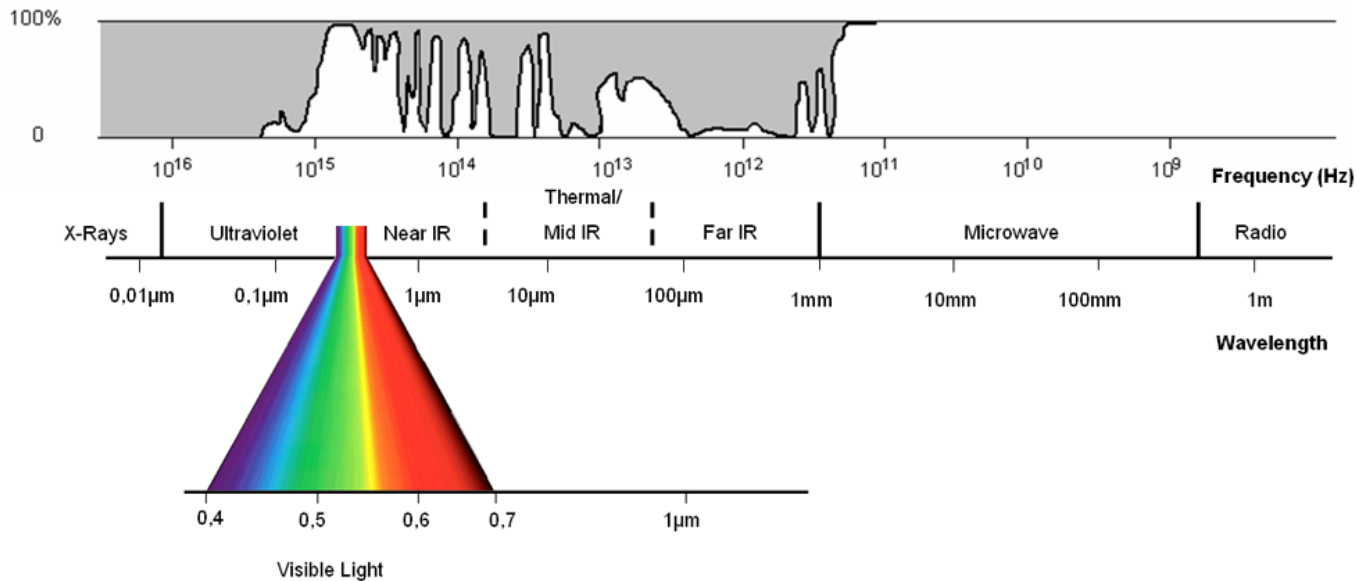
1 Micrómetro =  $10^{-6}$  m

$$c = \lambda \cdot \nu$$

La energía electromagnética (EEM) se caracteriza en función de su frecuencia o longitud de onda



Atmospheric Transmittance

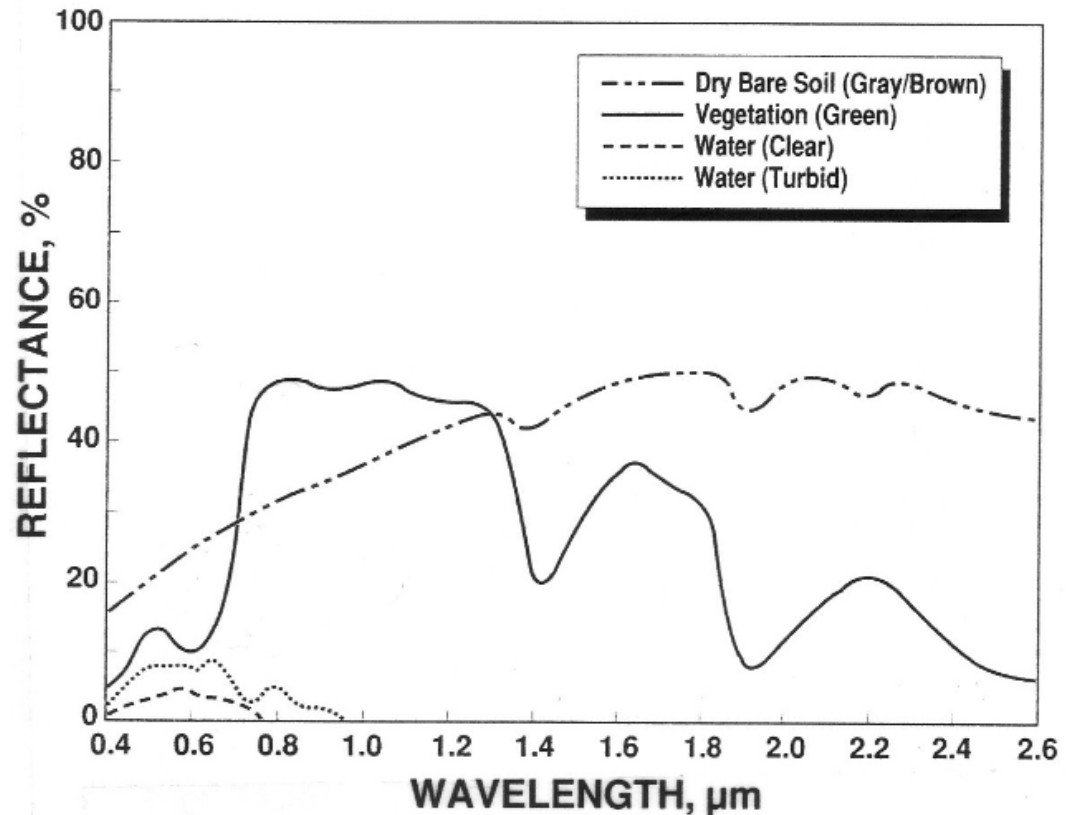


Radiación emitida/reflejada por las coberturas terrestres

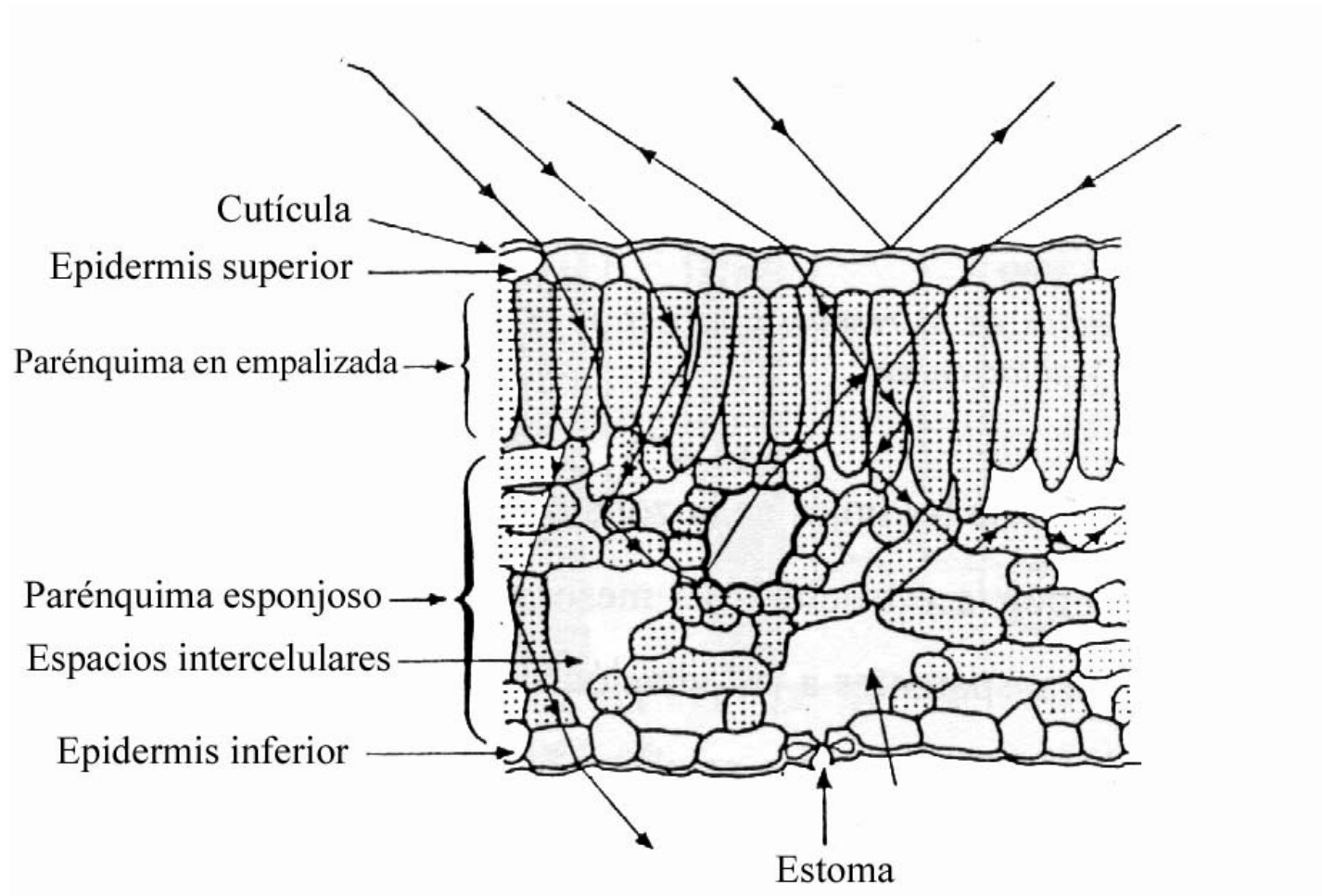
## Respuesta o “firma espectral”

*Depende de:*

- Ángulo de iluminación solar
- Relieve
- Influencia atmosférica
- Ángulo de observación
- Variaciones espacio-temporales



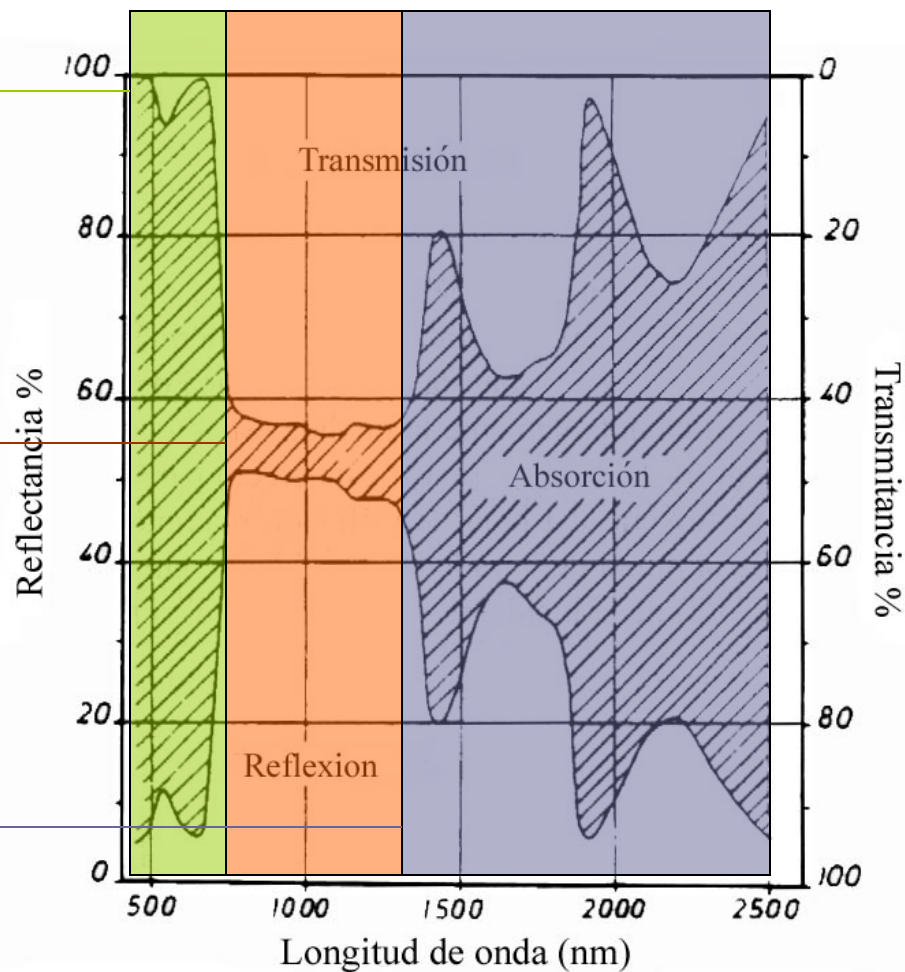
## Estructura de una hoja (corte transversal)



Influencia de los pigmentos

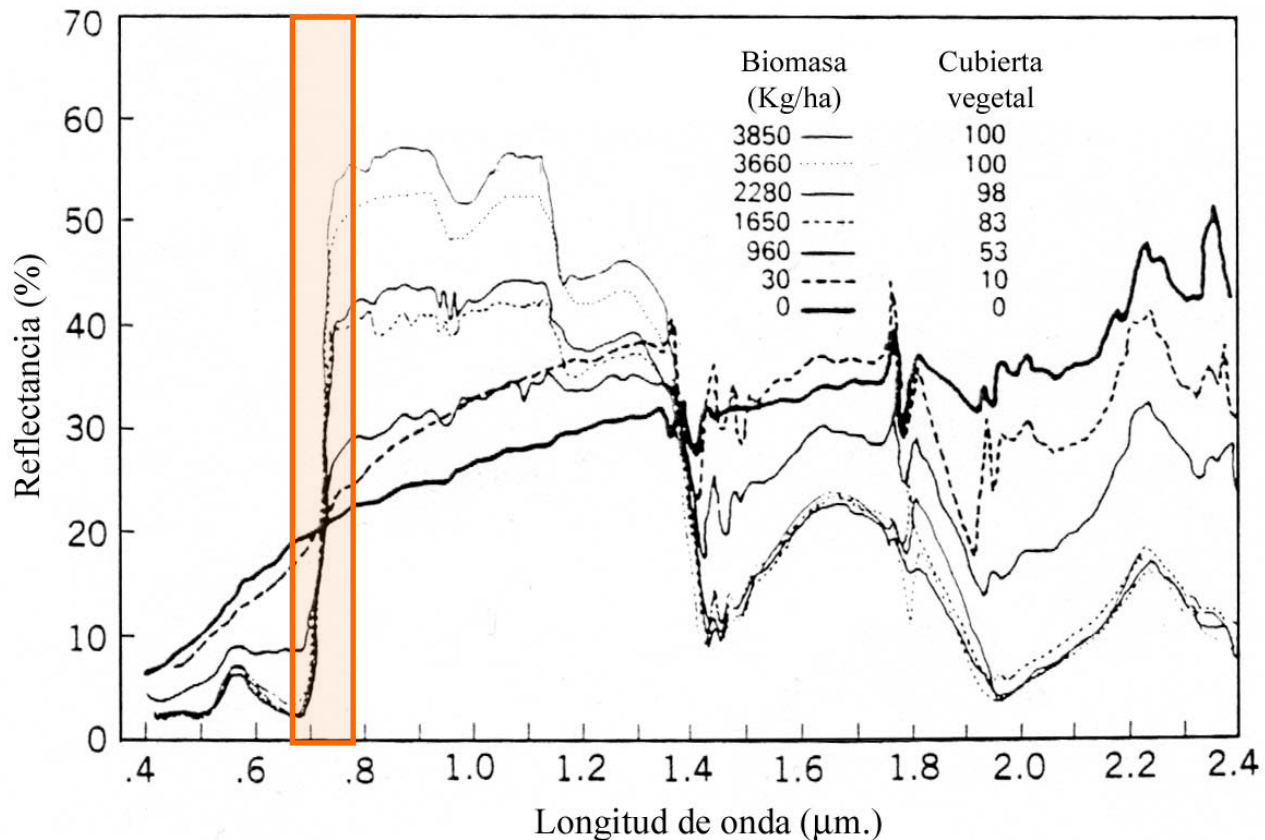
Influencia de la estructura interna de la hoja

Influencia del contenido en humedad

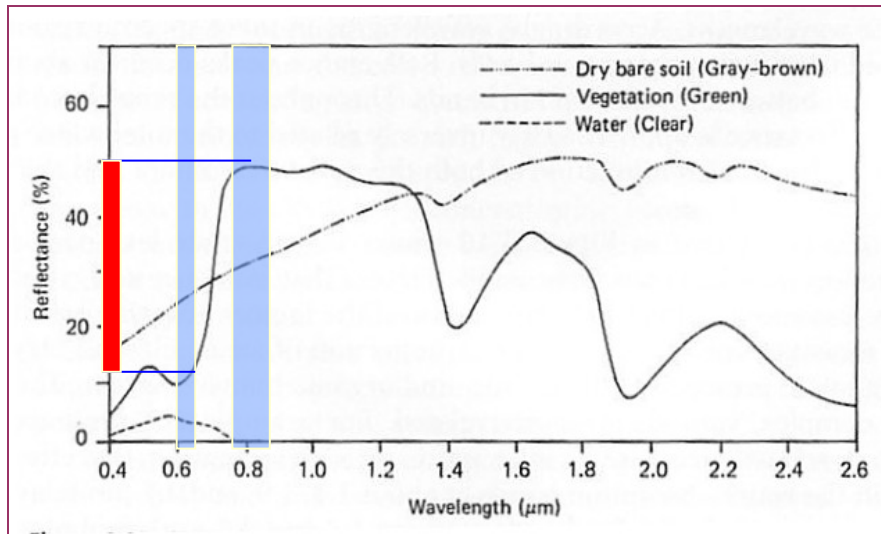




Evolución de las **curvas de respuesta espectral** de zonas con vegetación al disminuir la **biomasa** y la **cubierta vegetal**. Véanse los cambios en la pendiente de la curva alrededor de  $0.7 \mu\text{m}$ .



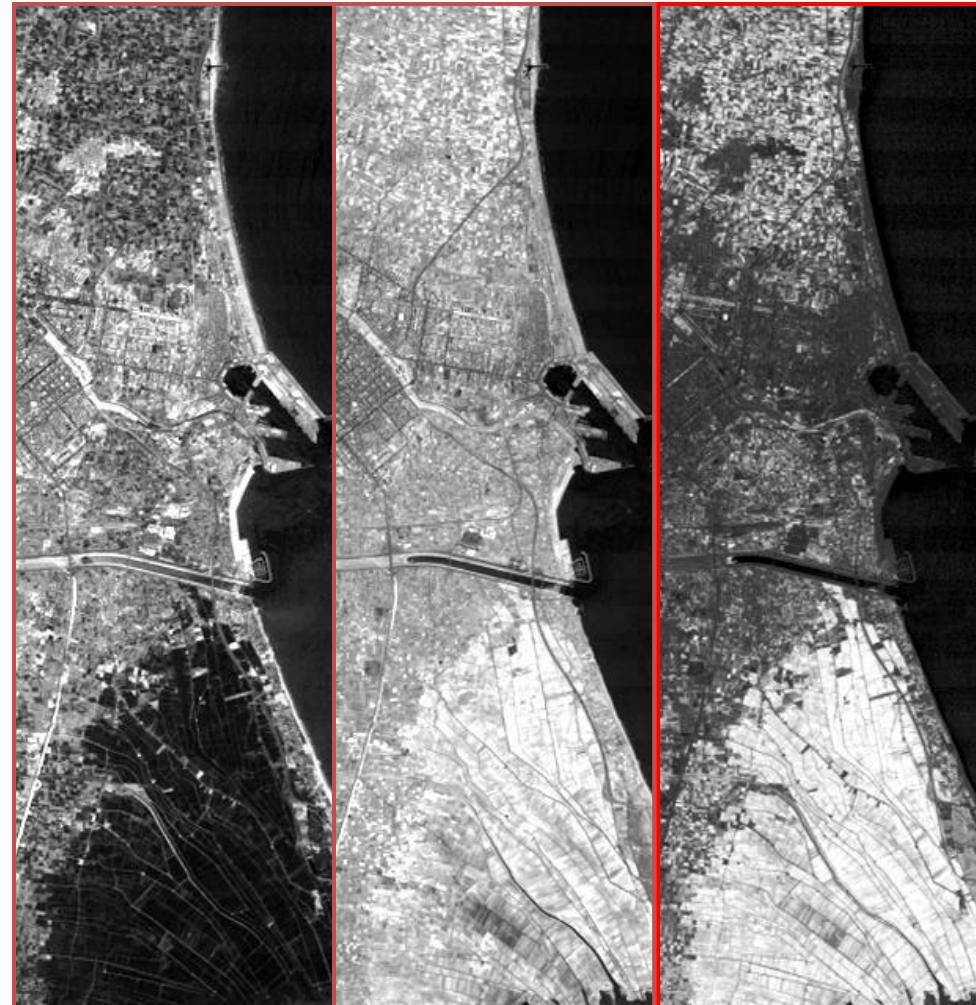
Ejemplo: combinación entre bandas para el realce de la vegetación



TM3 (0,63 – 0,69μ)

TM4 (0,76 – 0,90μ)

TM4 – TM3



## Ejemplos de índices de vegetación basados en la combinación de bandas del NIR y Rojo

Table 11.1. Red and NIR Vegetation Index Formulas.<sup>a</sup>

Abbreviation	Name	Vegetation Index	Reference
NDVI	Normalized difference vegetation index	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$	Rouse et al. (1973)
RVI	Ratio vegetation index	$RVI = \frac{NIR}{RED}$	Jordan (1969)
SAVI	Soil adjusted vegetation index	$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)}(1 + L)$	Huete (1988)
TSAVI	Transformed soil adjusted vegetation index	$TSAVI = \frac{a(NIR - aRED - b)}{RED + aNIR - ab}$	Baret et al. (1989)
SAVI <sub>2</sub>	Soil adjusted ratio vegetation index	$SAVI_2 = \frac{NIR}{(RED + b/a)}$	Major et al. (1990)
PVI	Perpendicular vegetation index	$PVI = \frac{NIR - aRED - b}{\sqrt{1 + a^2}}$	Richardson and Wiegand (1987)
DVI	Difference vegetation index	$DVI = NIR - RED$	Tucker (1979)

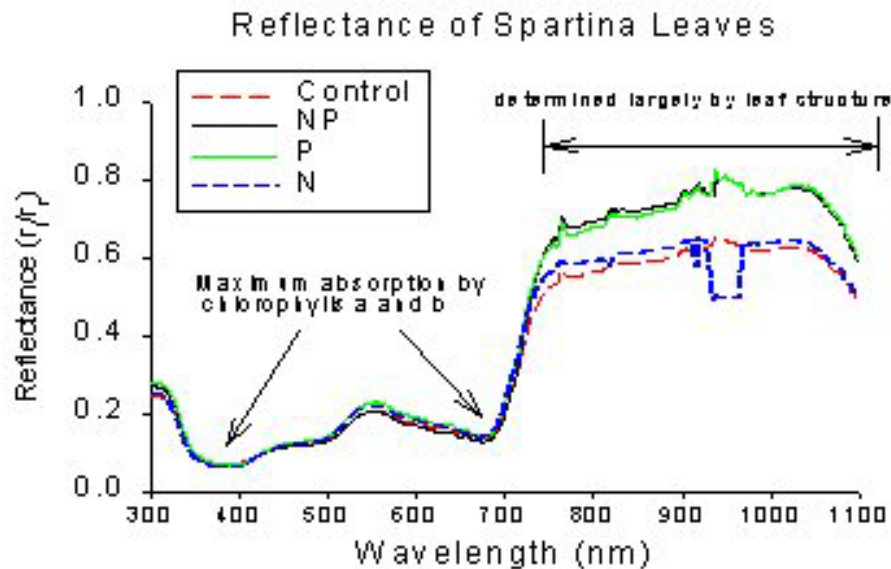
(Source: R S Lunetta, C D Elvidge, 1999. Remote sensing change detection: environmental monitoring methods and applications, Taylor & Francis)

**Información temporal**: Imágenes de diferentes fechas.  
Diferencias en el ciclo de los cultivos, fenología, etc.

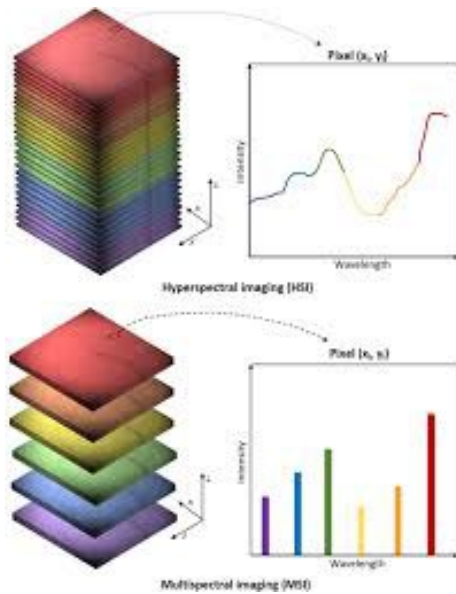


*Imágenes QBird MS tomadas en diferentes momentos de una campaña*

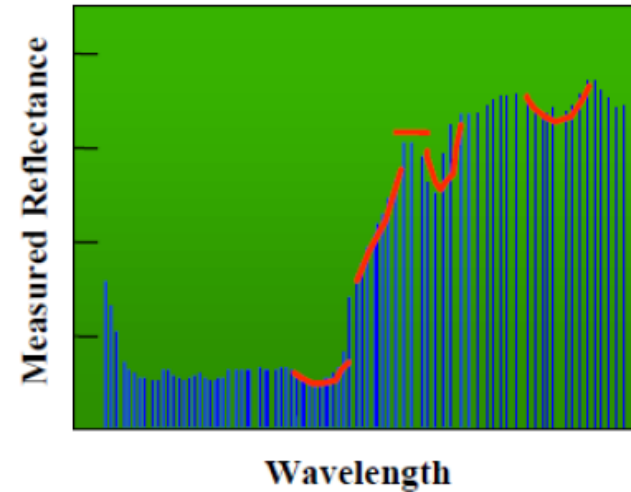
## ASD FieldSpec 3 Pro - hyperspectral field and lab radiometer



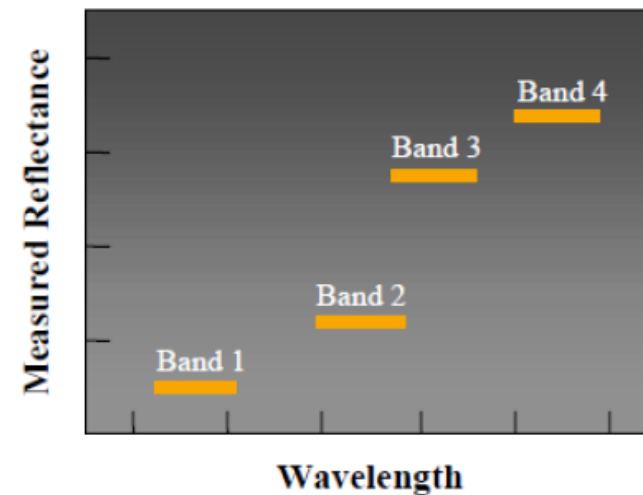
Permiten obtener imágenes con numerosas bandas espectrales (>100) con un paso de banda muy pequeño (1-20nm)



## HIPERESPECTRAL



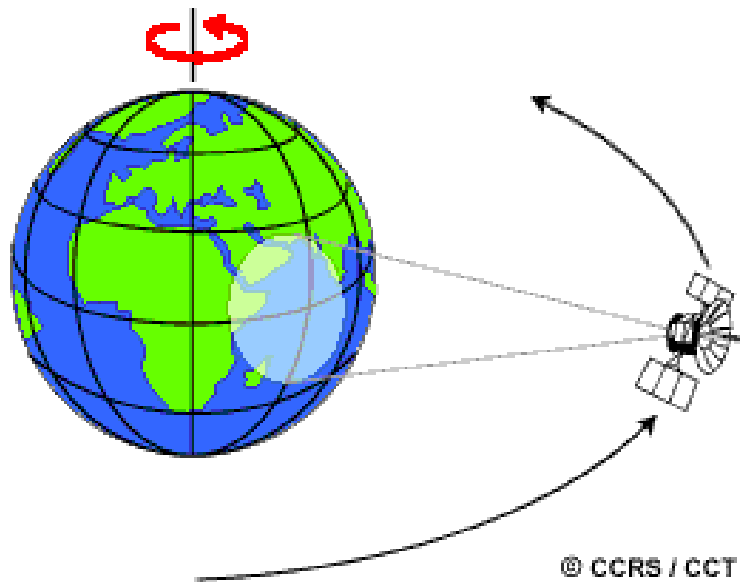
## MULTIESPECTRAL



## Geosíncronas o geoestacionarias

Sincronizadas con respecto a la rotación terrestre

- Altitud: ~36.000 km
- Comunicaciones, meteorología



<http://stuffin.space/?intIdes=2016-011A&search=sentinel>

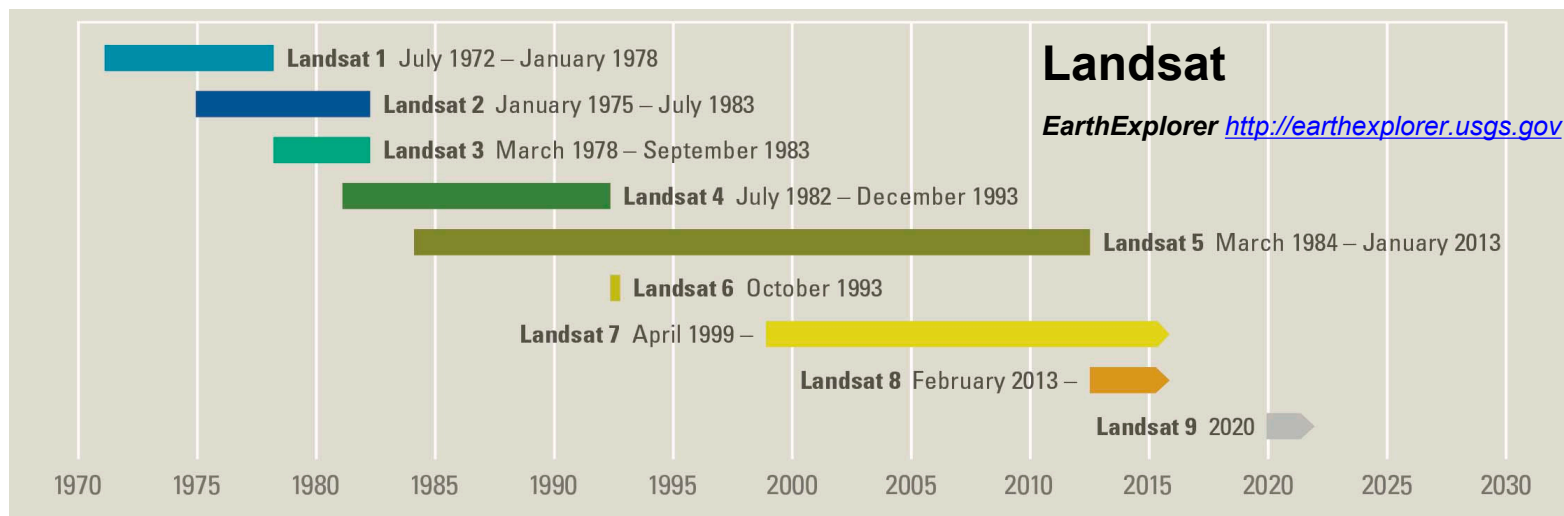
<http://www.n2yo.com>

## Heliosíncronas o polares

Sincronizadas con respecto a la posición del sol

- Altitud: ~ 450 – 900 km
- Observación superficie terrestre



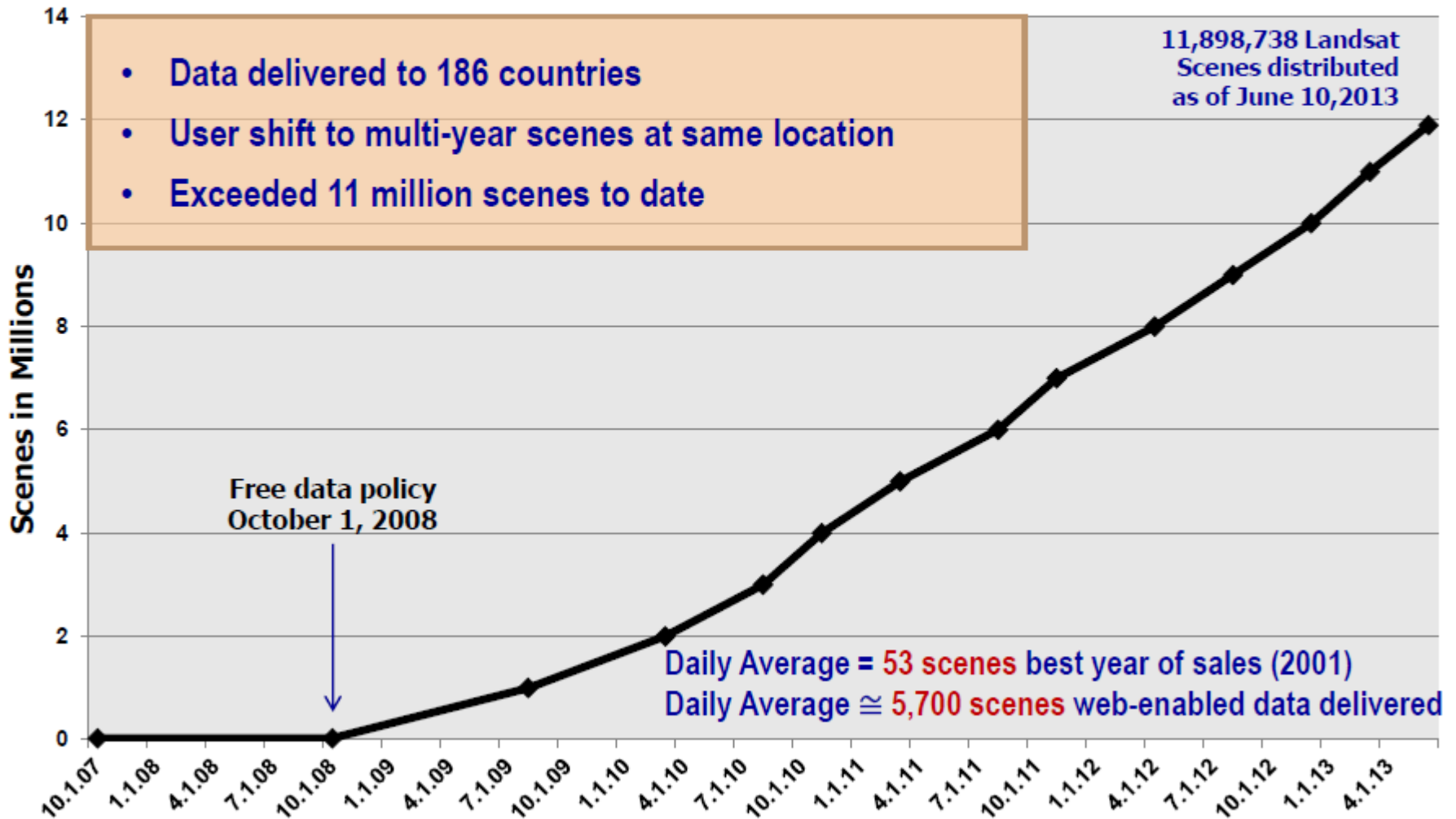


<b>Landsat Data Continuity Mission (LDCM)</b>  <b>Projected Launch February 11, 2013</b>	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.433 - 0.453	30
	Band 2 - Blue	0.450 - 0.515	30
	Band 3 - Green	0.525 - 0.600	30
	Band 4 - Red	0.630 - 0.680	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.845 - 0.885	30
	Band 6 - SWIR 1	1.560 - 1.660	30
	Band 7 - SWIR 2	2.100 - 2.300	30
	Band 8 - Panchromatic	0.500 - 0.680	15
	Band 9 - Cirrus	1.360 - 1.390	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIR) 1	10.3 - 11.3	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIR) 2	11.5 - 12.5	100





# Increasing Demand for Free Landsat Data



# **EL PROGRAMA COPERNICUS**



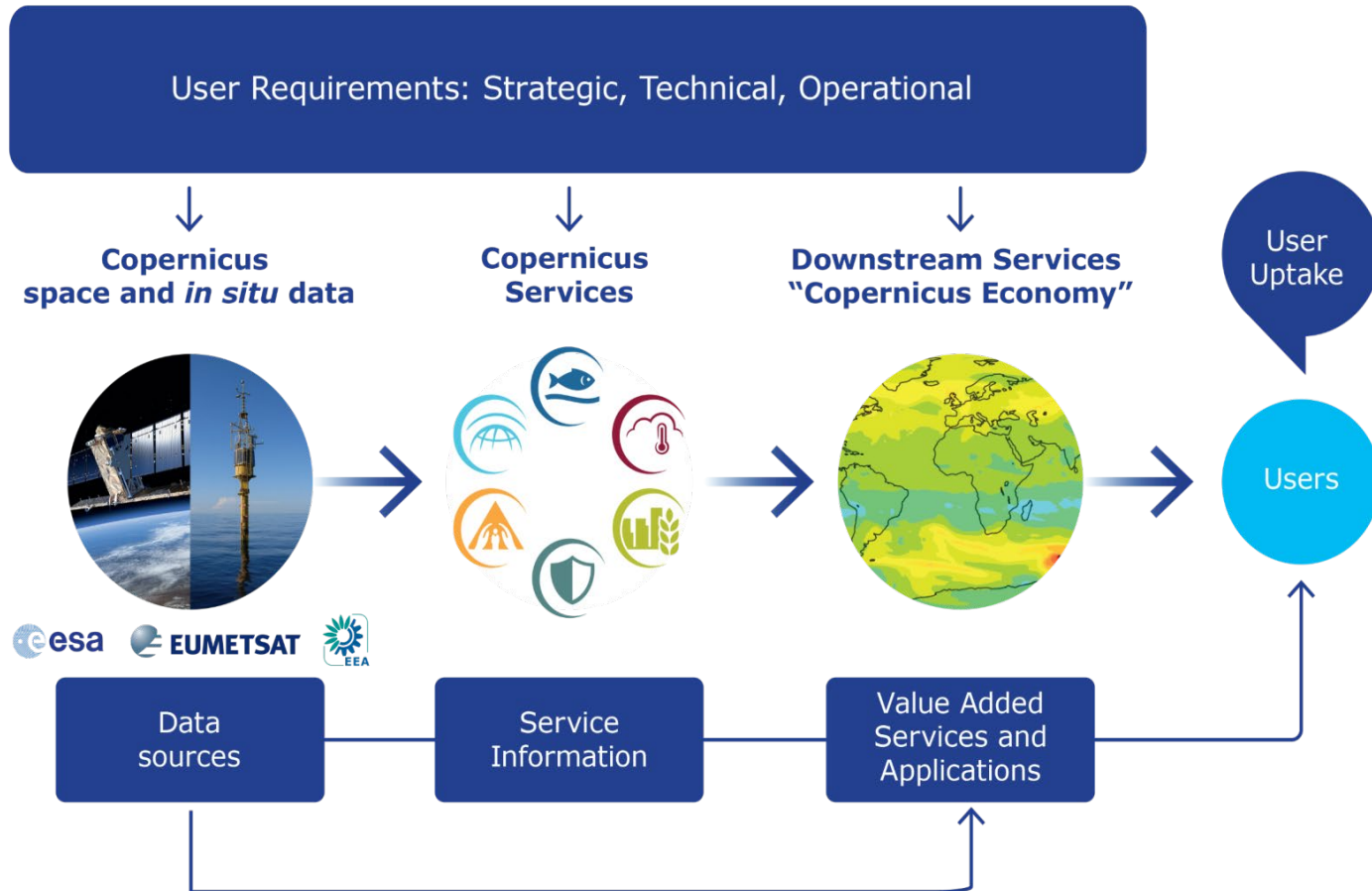
## El programa europeo de observación de la Tierra

Proveniente del programa GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), el programa **Copernicus** se creó formalmente el 3/4/2014, con un presupuesto de 3377MEuros hasta 2020.

El **objetivo** principal de Copernicus es proporcionar información a los responsables de las tomas de decisiones, en el contexto de un planeta que se enfrenta a presiones ambientales cada vez mayores, y contribuir al beneficio social en diversas materias como son la gestión de recursos energéticos o la agricultura sostenible, entre otros.

La información ambiental es básica para comprender nuestro planeta y su evolución. El futuro del planeta depende de las políticas ambientales definidas por los legisladores y políticos. Para definir estas políticas se necesitan **datos de observación terrestre** obtenidos por sensores espaciales e “in situ”, y el **desarrollo de métodos** para transformar estos datos en **productos útiles** en las tomas de decisiones. Algunos ejemplos de los principales problemas ambientales actuales son la contaminación, deforestación, cambio global, desastres naturales.

## Driven by users



Los servicios de Copernicus se agrupan en 6 áreas temáticas:

- [Land Monitoring](#)
- Marine Monitoring
- Atmosphere Monitoring
- Emergency Management
- Security
- Climate Change





<https://youtu.be/MGJss4lDaBo>

El **componente Tierra** de Copernicus pretende dar servicio a un amplio espectro de políticas ambientales relacionadas con el suelo, bosques, ecosistemas, biodiversidad, agua y desechos. Asegura la continuidad de la serie de datos CORINE (*Coordination of information of the environment*) Land Cover (<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>), con mayor resolución

Está operativo desde 2012, consta de **4 componentes** básicos:

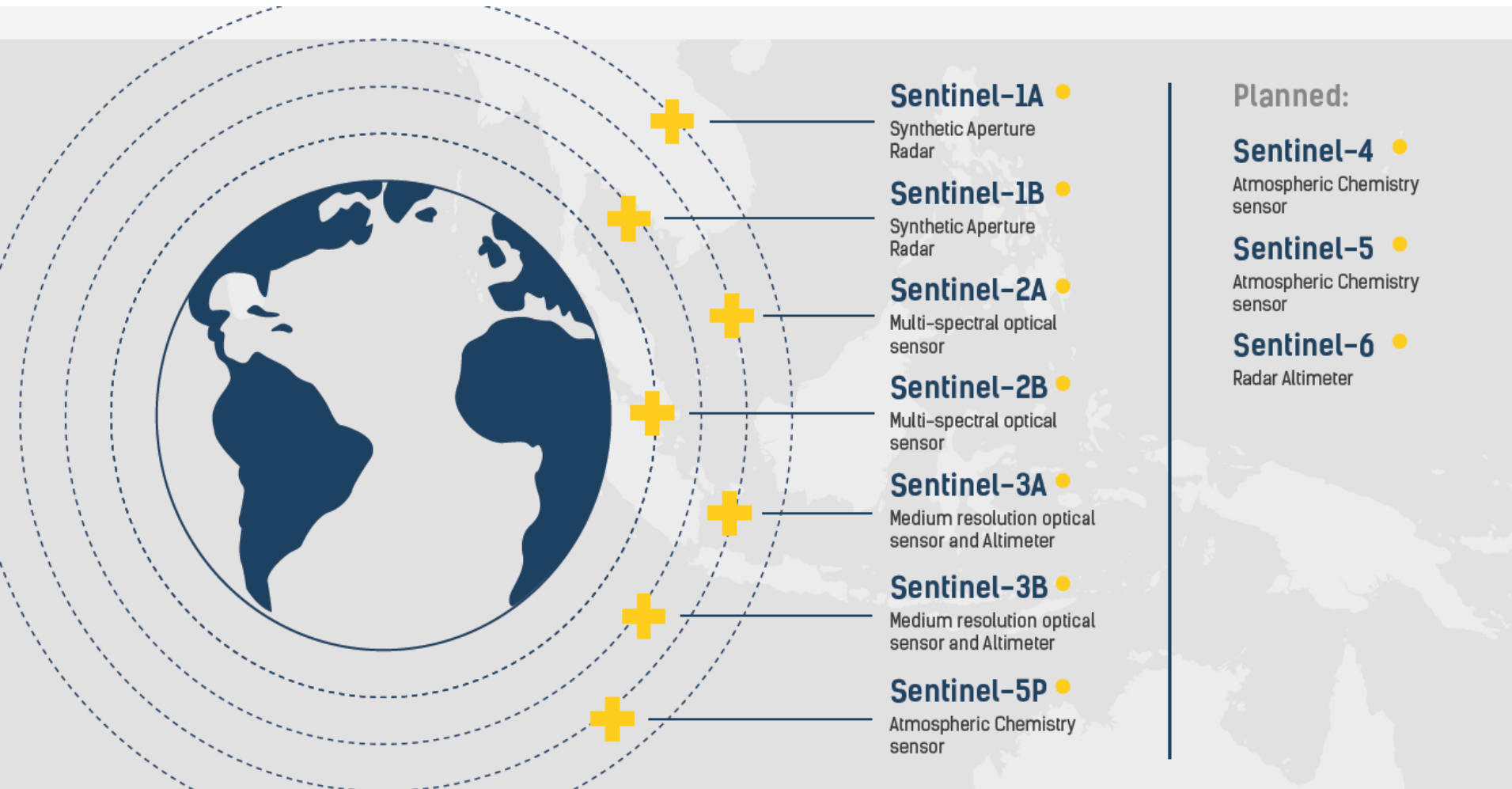
- **Global** - Generación de datos de variables biofísicas a escala global, que describen el estado de la vegetación, balance de energía y ciclo del agua > [Productos](#)
- **Pan-Europeo** - Produce 5 tipos de datos de coberturas: superficies artificiales, bosques, zonas agrícolas, humedales y lagunas. Actualización de [Corine Land Cover](#)
- **Local** – Producción de datos e información complementaria de alta resolución en zonas de interés (*hot spots*): LULC de áreas urbanas ([Urban Atlas](#)), ...
- **Imágenes y datos de referencia** – Mosaicos ortorrectificados, MDE, red hidrográfica, datos de referencia LULC in situ ([LUCAS](#))



## Misiones espaciales

- **Misiones Sentinel:** En desarrollo, específicas por y para el programa Copernicus
- **Misiones asociadas:** Desarrolladas y gestionadas por terceros, con acuerdo mutuo de utilización de los datos (unas 30)
- **Datos** auxiliares tomados *in situ*: calibración, validación, mejora de modelos y pronósticos
  - Política de acceso gratuito a los datos Sentinel
  - Lanzamiento de: Sentinel-1A (3/4/2014); Sentinel-1B (25/4/2016); Sentinel-2A (23/6/2015); Sentinel-2B (end 2016); Sentinel-3 (16/2/2016)

[Copernicus Open Access Hub](#)



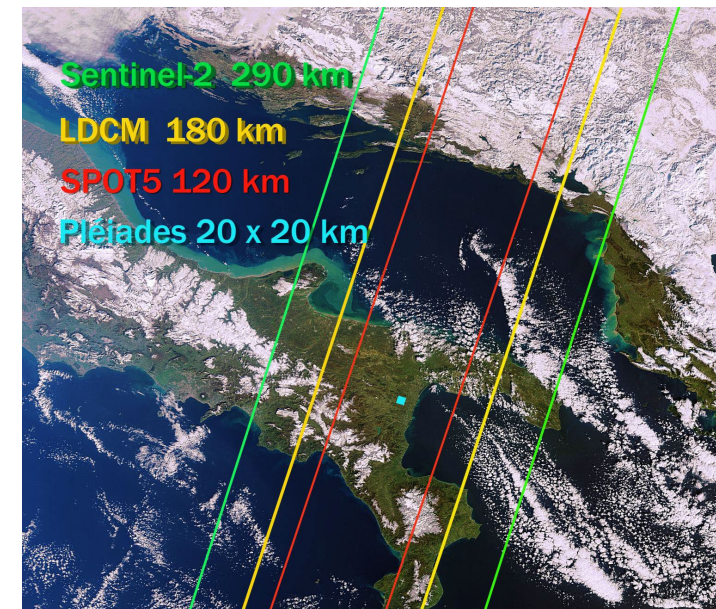


<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>



## Sentinel 2

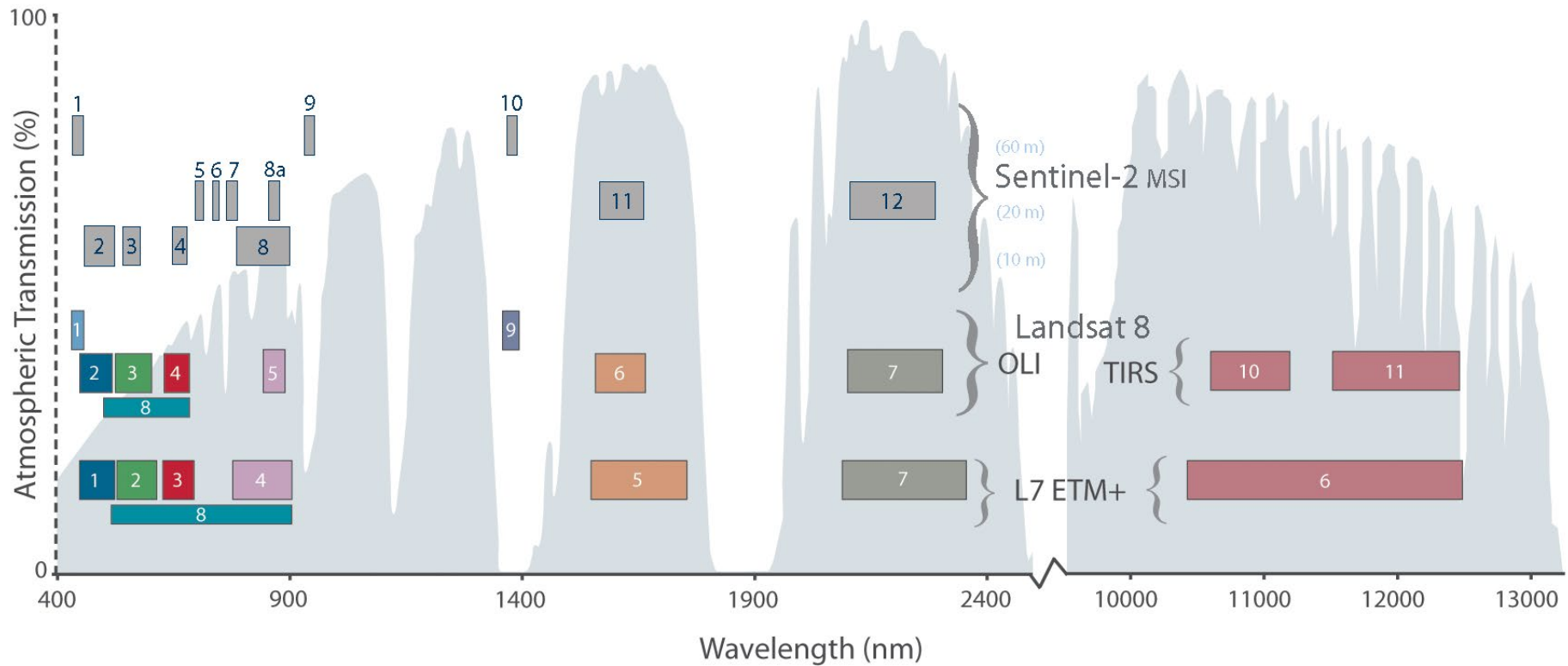
- Diseñado para dar servicio a Copernicus Tierra, Seguridad y Emergencias:
  - LULC y detección de cambios, planificación territorial
  - Mapas de variables geofísicas (LCC, LWC, LAI,...)
  - Seguimiento de cultivos y bosques, seguridad alimentaria
  - Monitorización de áreas naturales, infraestructuras, riesgos y gestión de desastres
- Cobertura total (ecuador) en 5 días (*revisit time*)
- Complementa misiones de HR
- 13 bandas espectrales (10 VNIR, 3 SWIR)
- Res. Radiométrica: 12 bits
- Geolocalización precisa (<20m sin GCP)
- Lanzamiento: S2A (2015); S2B (2016)



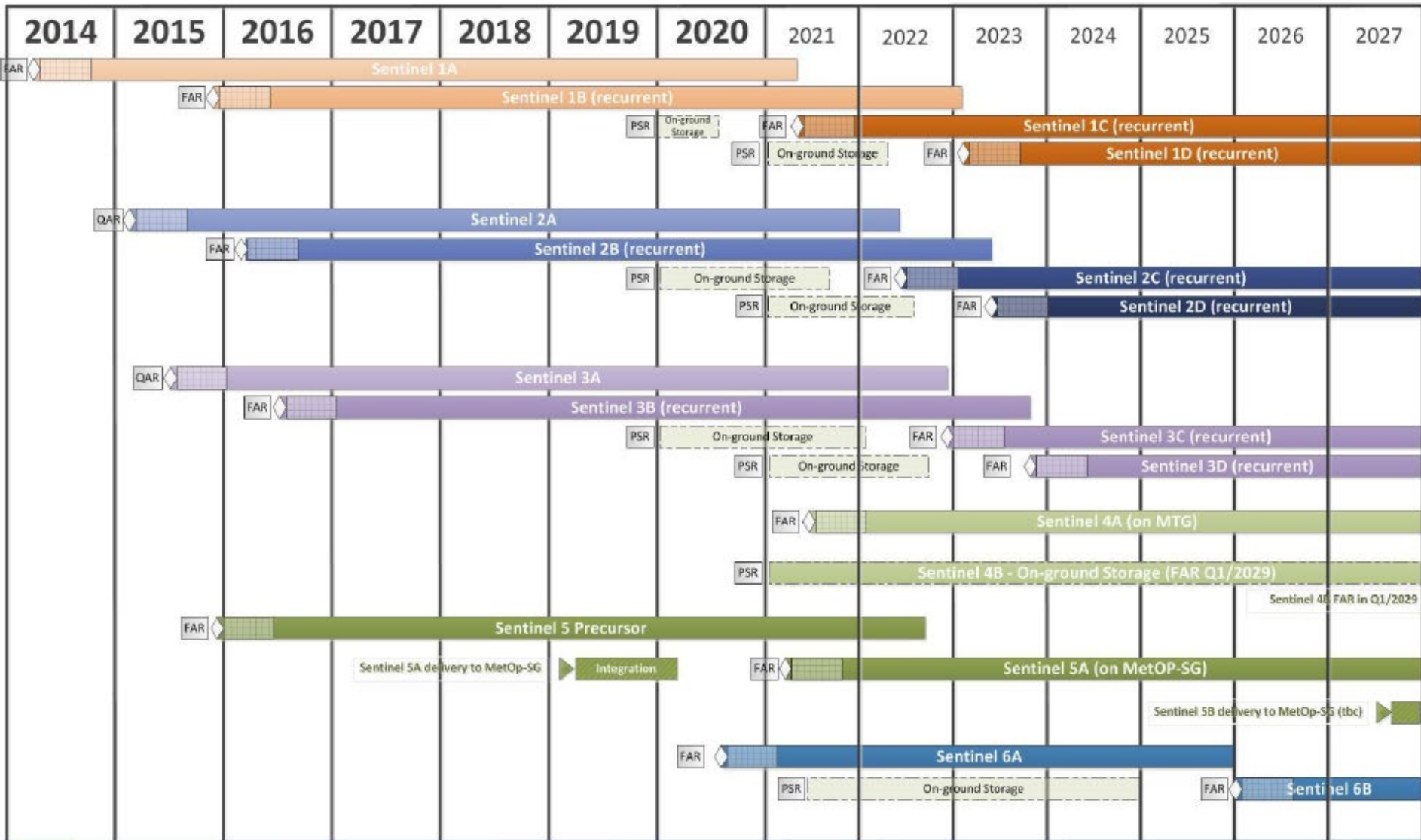
## Sentinel 2

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2)

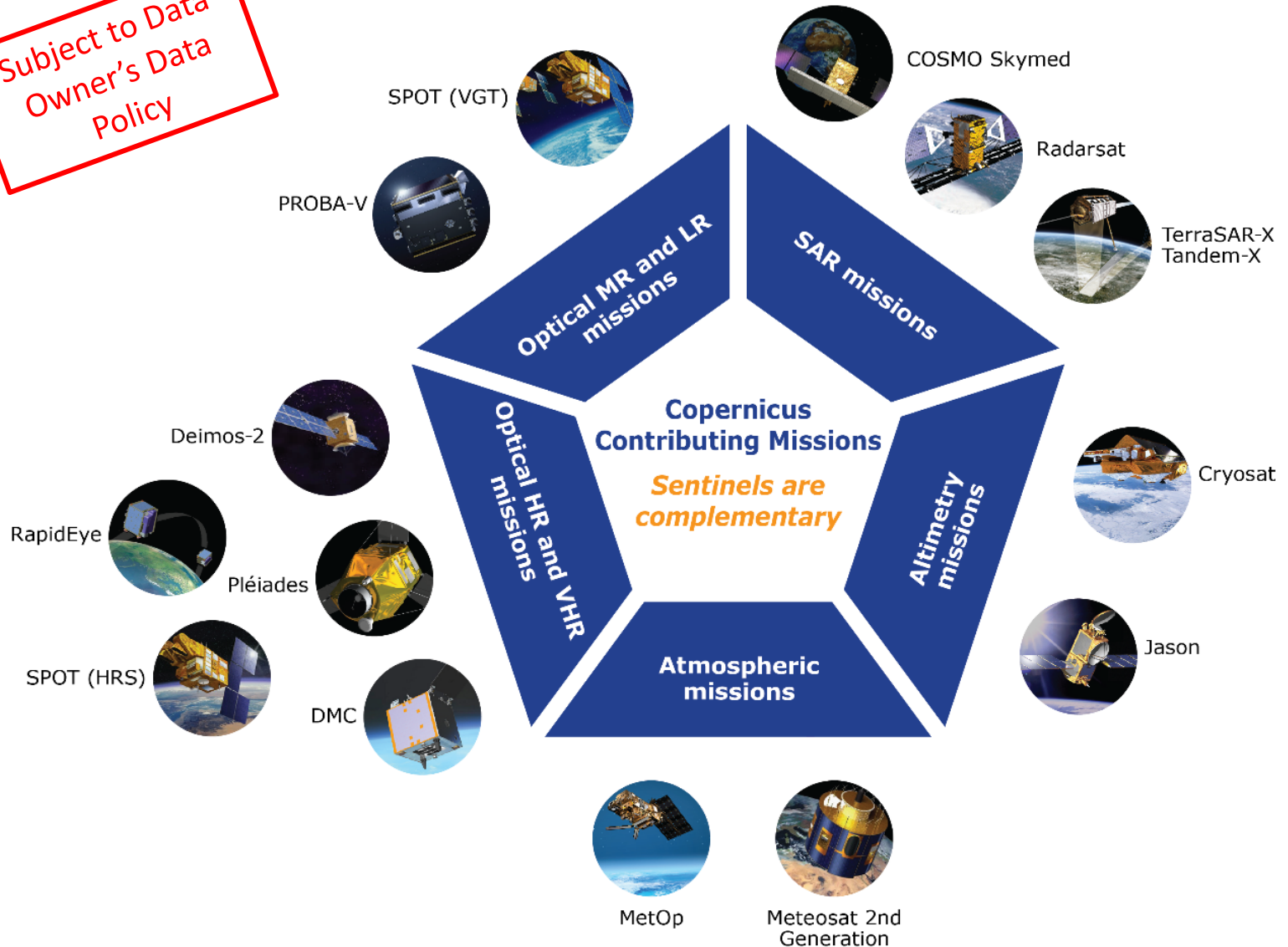
Comparison of Landsat 7 and 8 bands with Sentinel-2



# Copernicus Constellations Deployment Schedule



Subject to Data Owner's Data Policy

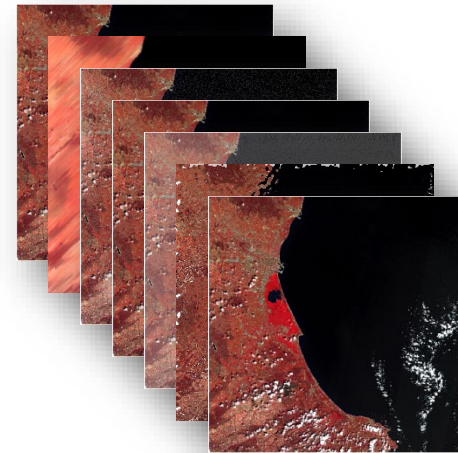


# **SERIES TEMPORALES: MONITORIZACIÓN DE CULTIVOS**

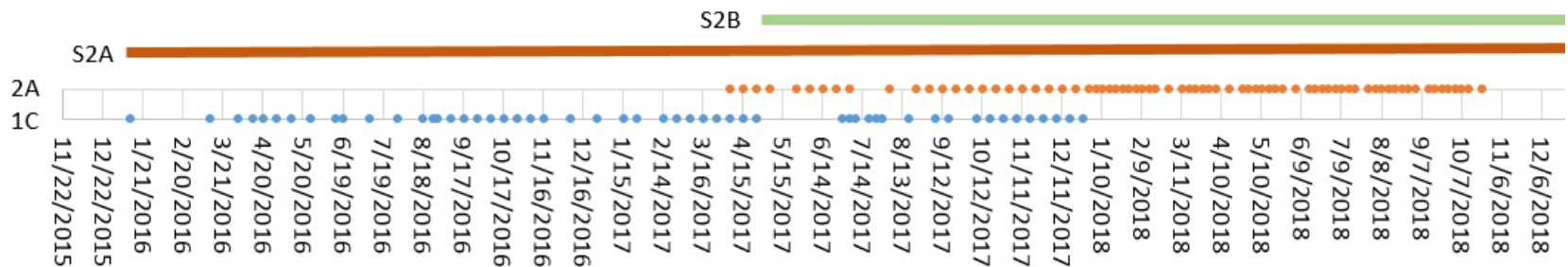
## Series temporales de imágenes:

Permiten estudiar variaciones intra-  
anuales e inter-  
anuales de la superficie  
terrestre (e.g., ciclos de cultivos,  
cambios en LULC,...)

En el caso de **Sentinel-2** con una  
frecuencia temporal de **5 días**



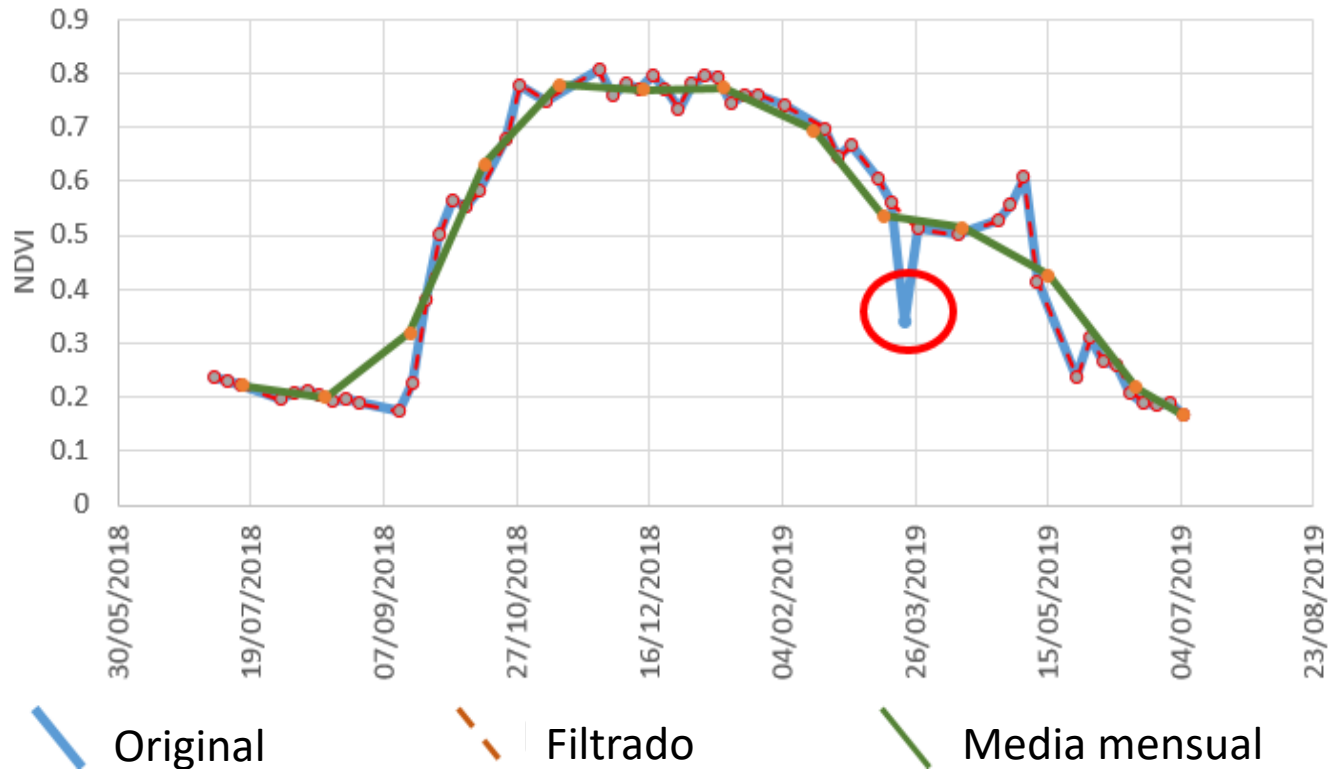
**Example of time distribution of Sentinel 2 scenes**



Facilitan la detección de **anomalías en cultivos** debidas a plagas,  
endermedades, deficit hídrico, retrasos en emergencia, etc., las cuales  
**reducen la producción**

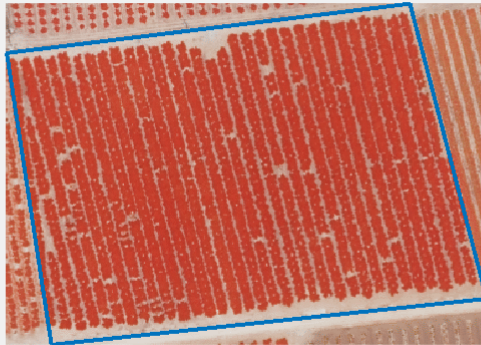
## Extracción de curvas temporales medias de NDVI (por parcela) a partir de Sentinel-2 (bandas 4 y 8)

Detección de imágenes anómalas y medias mensuales

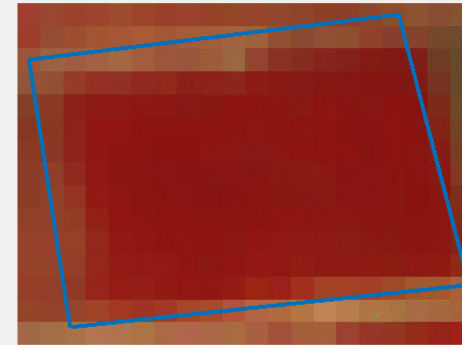


## Curvas temporales de NDVI por parcela

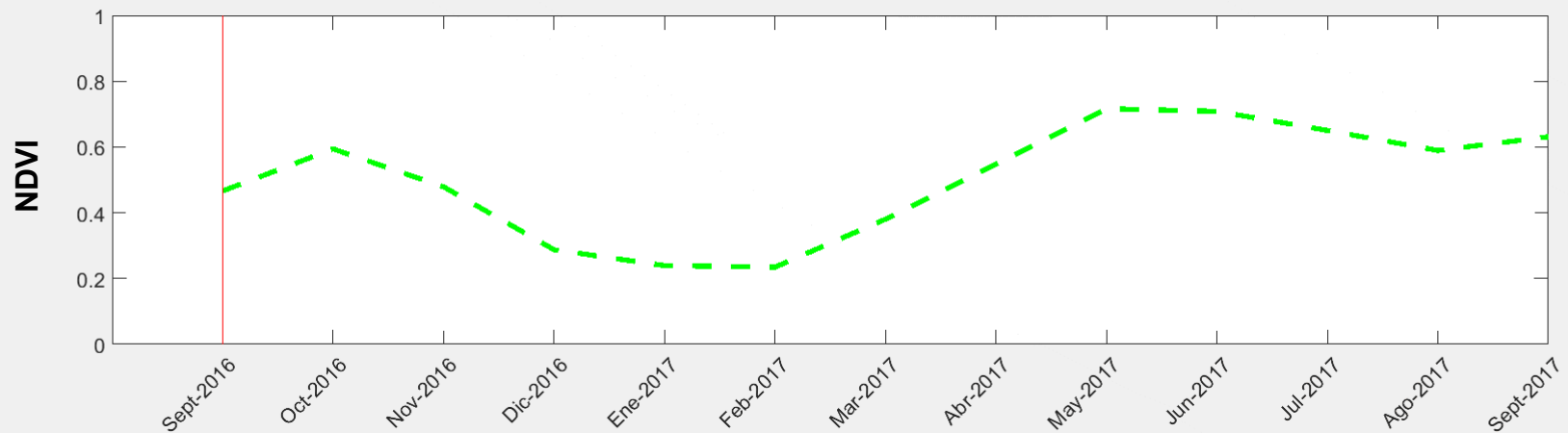
Ortoimagen



Sentinel 2



Durazno  
(5624)



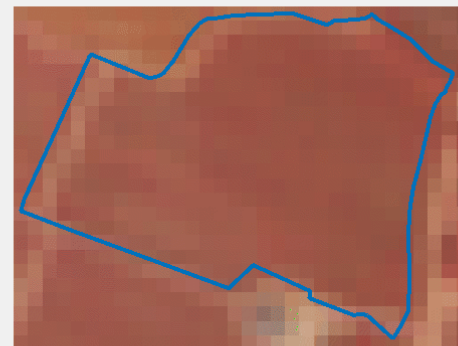


## Curvas temporales de NDVI por parcela

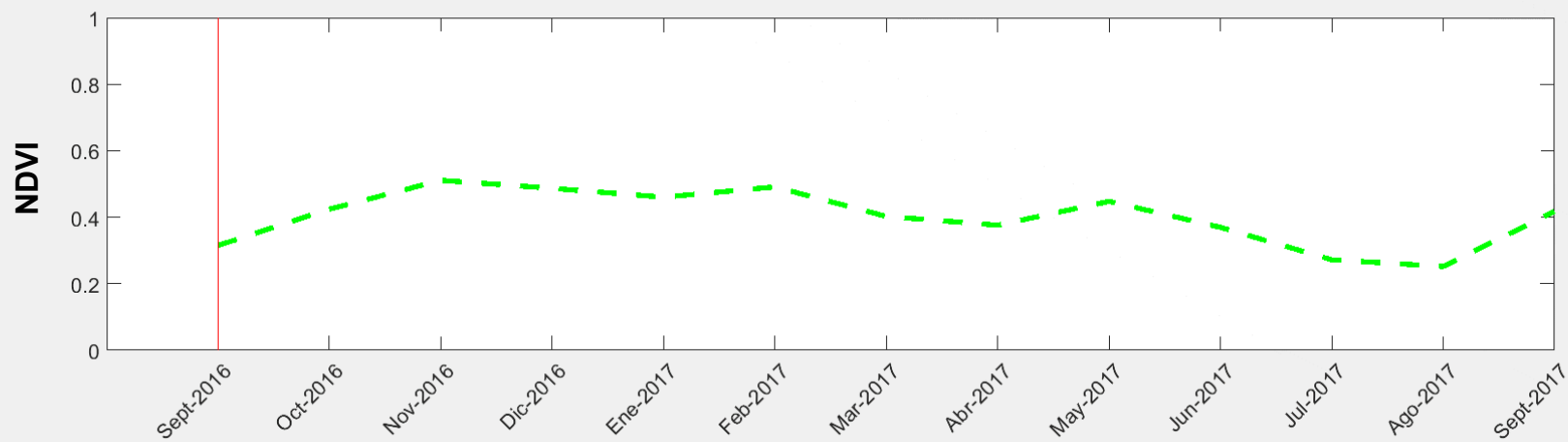
Ortoimagen



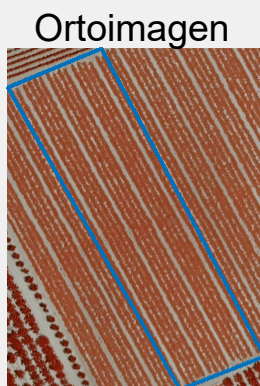
Sentinel 2



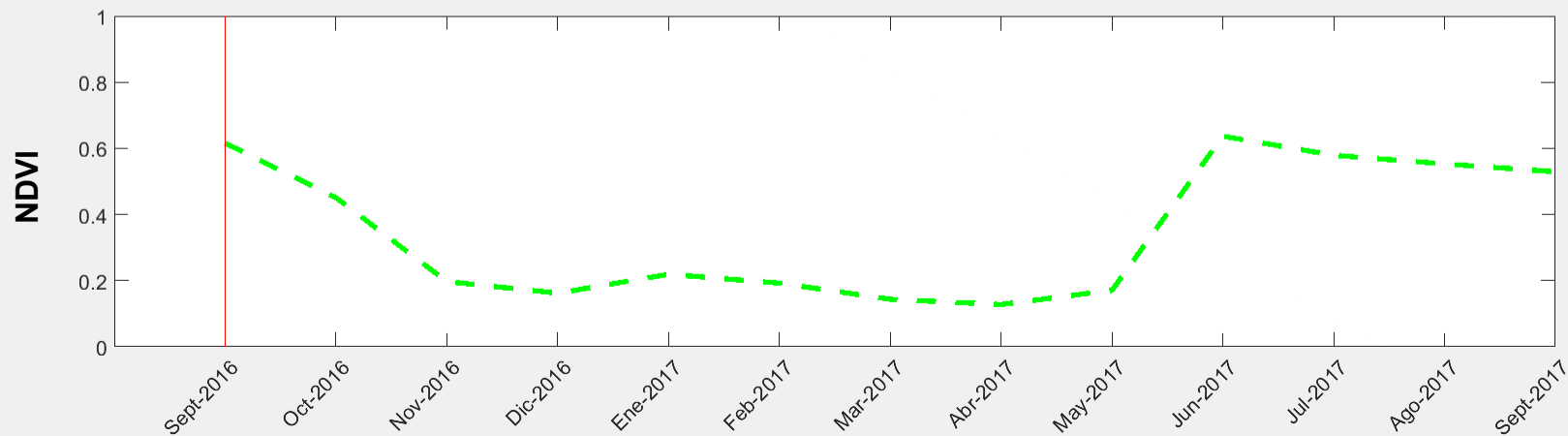
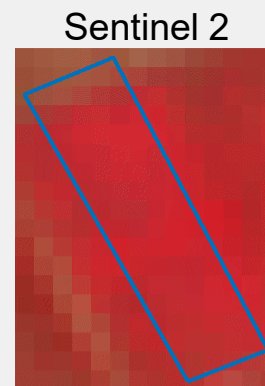
Cítricos  
(40368)



## Curvas temporales de NDVI por parcela



Sandía  
(11771)

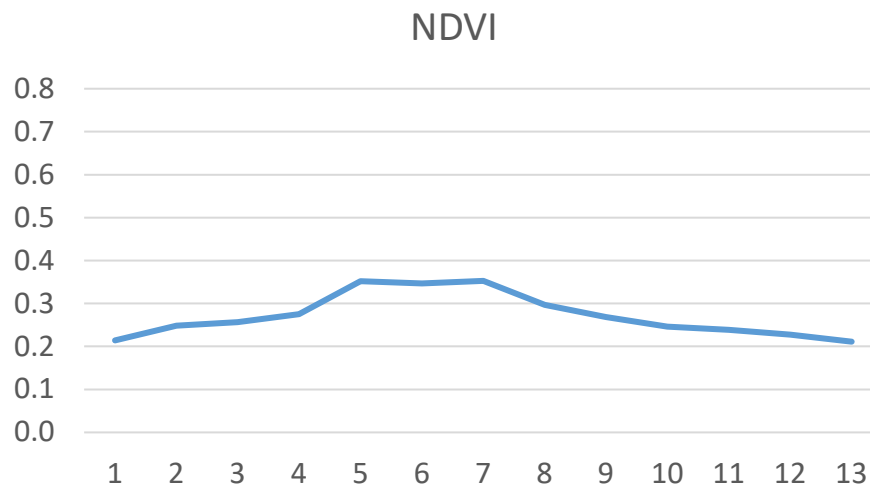
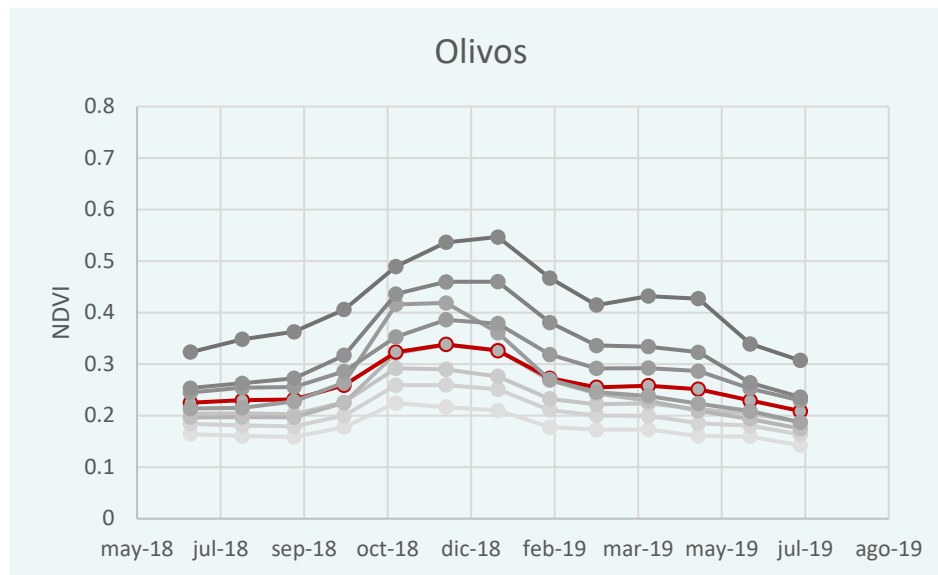




Parcela **Olivos**  
Sentinel-2, 14/Ago/2018  
Curva NDVI, Julio-2018 a Julio-2019

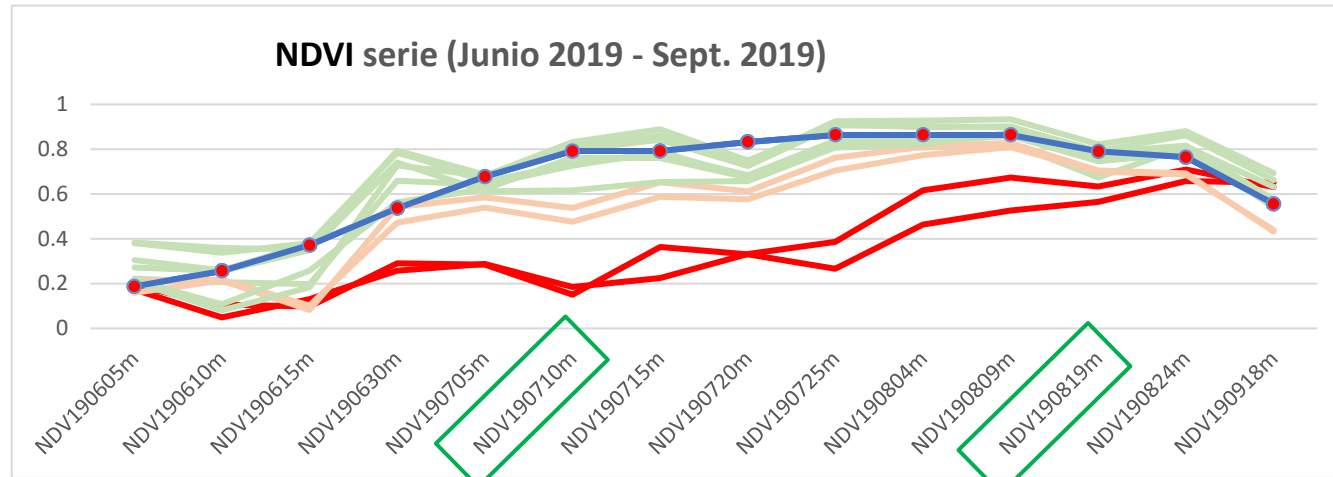


## Curvas temporales NDVI



### Ejemplo: Información gráfica + anomalías

- Curvas temporales NDVI tipo de la clase en la zona (curva azul)
- Anomalías de parcelas con respecto a la zona (curvas en rojo)

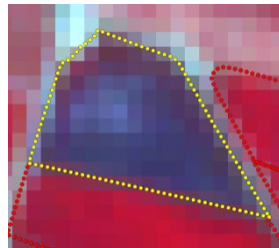


**10-Jul**



Parcela con  
crecimiento  
normal

Parcela con  
crecimiento  
tardío



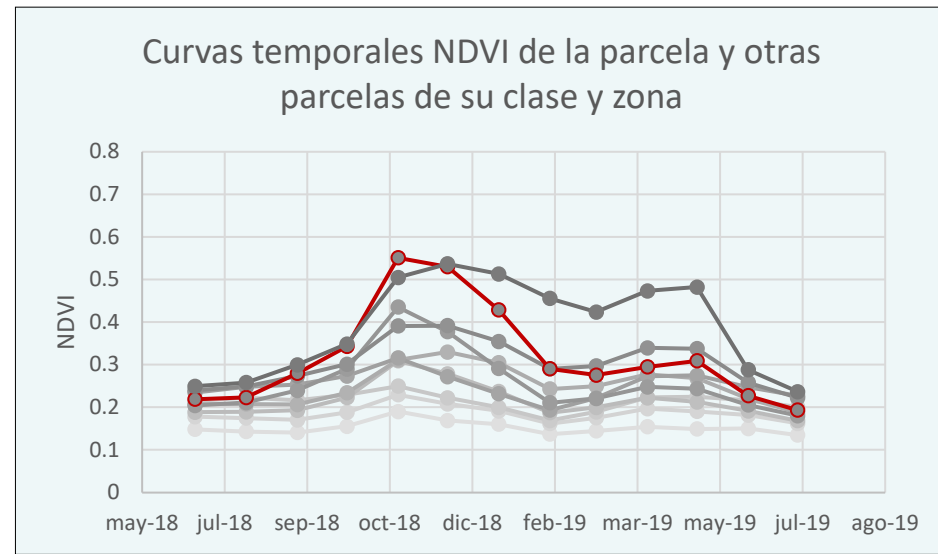
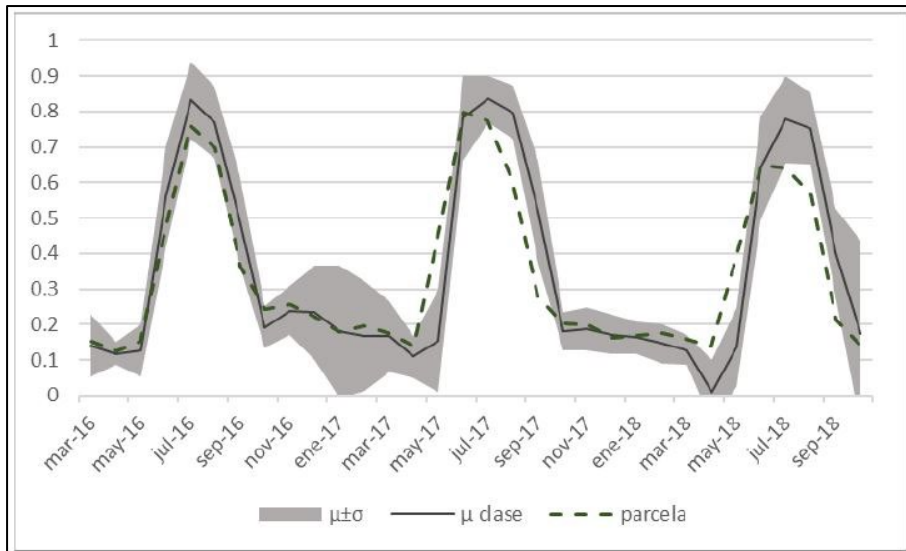
**19-Ago**



## Ejemplo de Información gráfica + fenológica de curvas temporales (Sentinel-2)

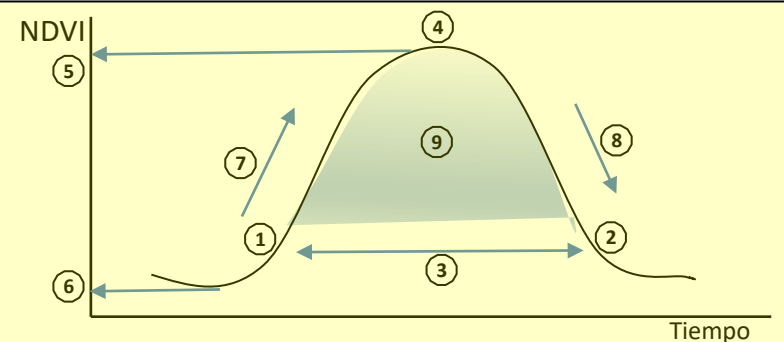
- Curvas temporales NDVI por parcela (anuales o interanuales)
- Curvas temporales NDVI tipo de la clase en la zona (media, stdev, en una o varias campañas)
- Características fenológicas del ciclo del cultivo

- **Curvas temporales NDVI interanuales**
- Comparación curvas temporales NDVI de la parcela, media y desviación de su clase
- Coef. de correlación con curva tipo de su clase



### Extracción de información fenológica por parcela:

- (1) Inicio ciclo estacional / (2) fin ciclo / (3) duración ciclo
- (4) Pico estacional / (5) máximo NDVI / (6) mínimo NDVI
- (7) Pendiente NDVI al inicio del ciclo / (8) al final del ciclo
- (9) Integral del ciclo estacional (duración x valores NDVI)



# **CLASIFICACIÓN DE CULTIVOS**

## Análisis de imagen orientado a objetos

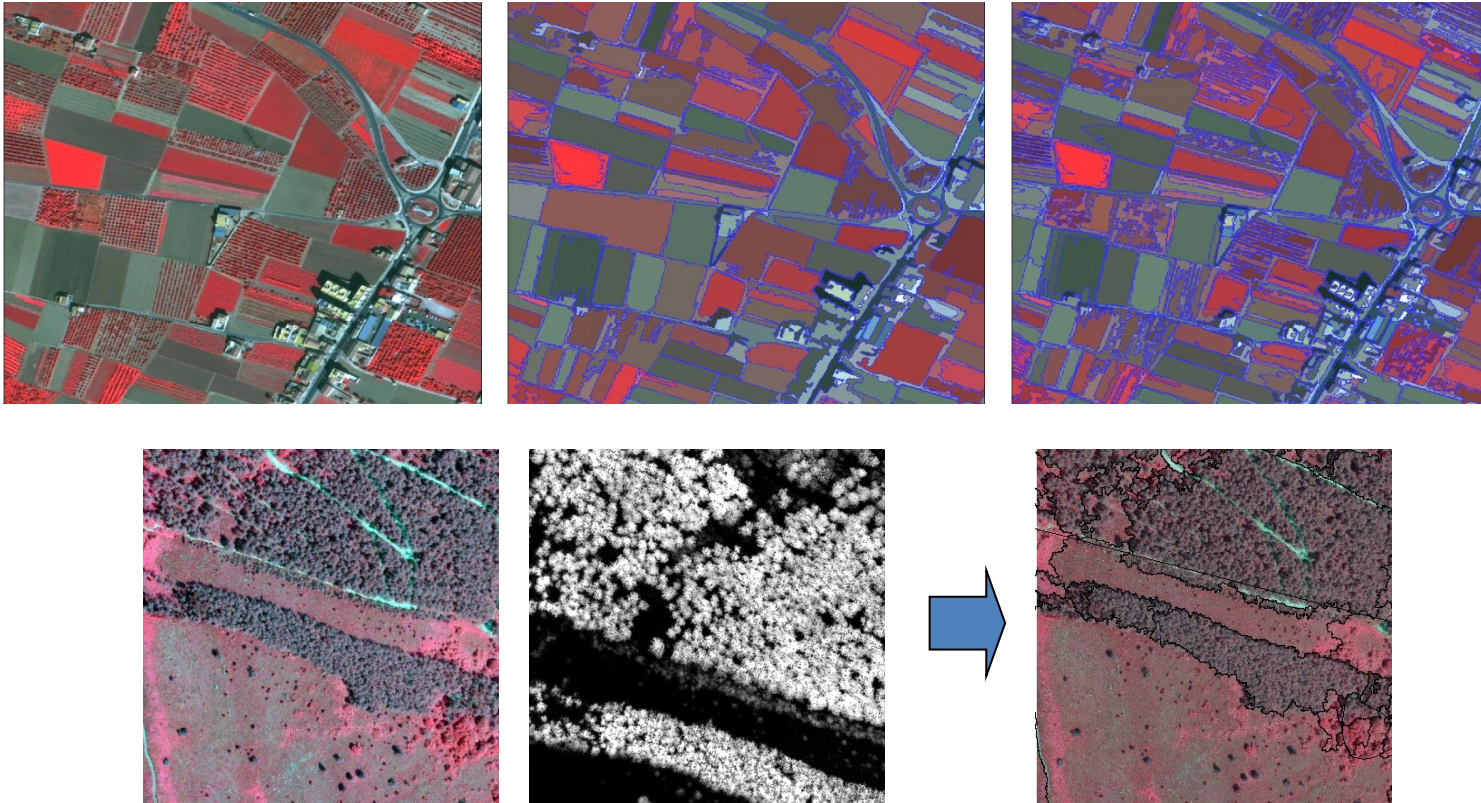
Implica la **definición de objetos** o segmentos sobre la imagen, esto es, **grupos de píxeles** contiguos con similares características espectrales o de textura (*Green and Congalton, 2012*).

Los métodos a **nivel de objeto** suelen ser **más eficientes** que los métodos a nivel de píxel cuando se trabaja con imágenes de alta resolución, debido a que permiten capturar mejor la variabilidad espectral y textural presente en cada clase.



## Definición de objetos

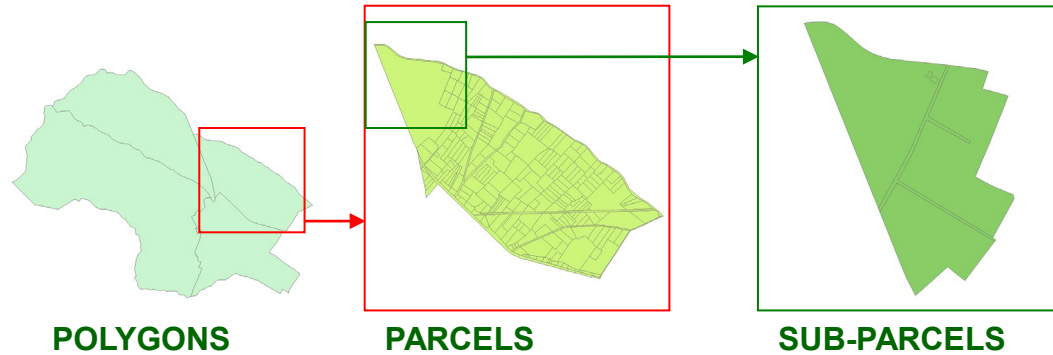
**Segmentación:** proceso de identificación y delimitación de regiones homogéneas e independientes en la imagen



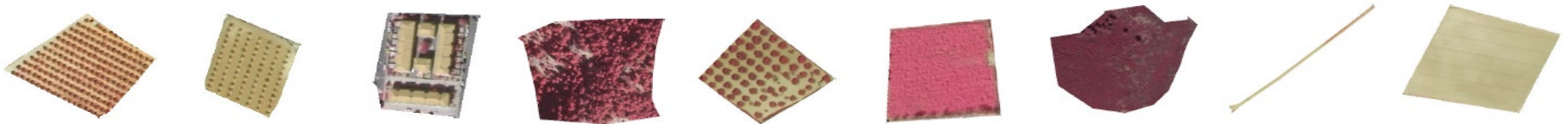


## Definición de objetos

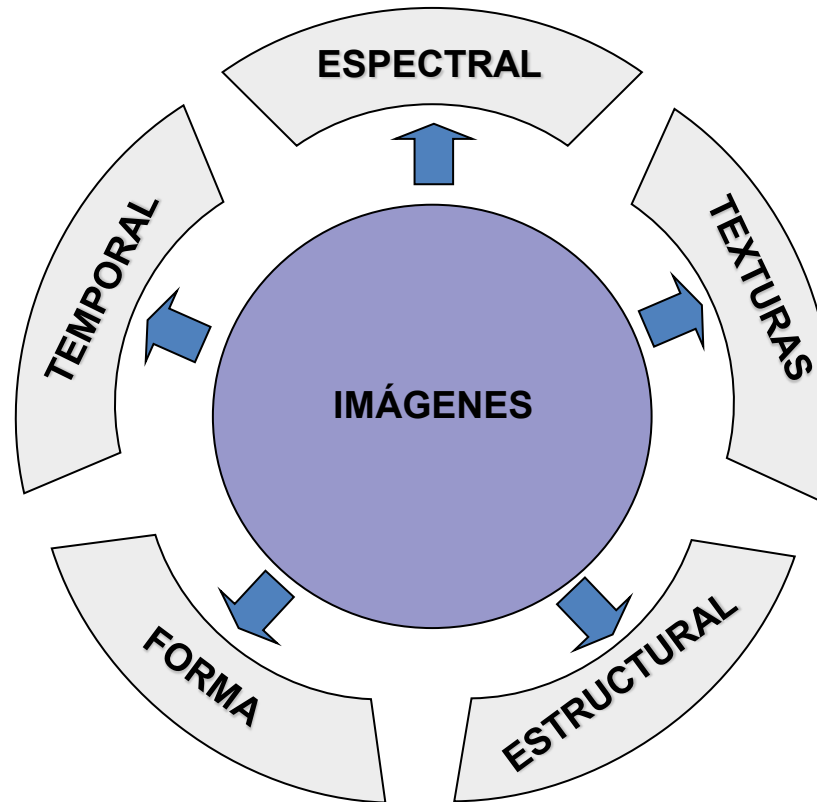
- Objetos pre-definidos:



## ➔ Definición de objetos-imagen

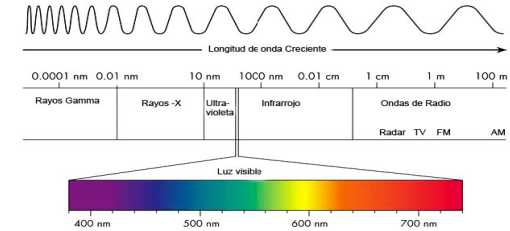


## EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS (de los objetos/parcelas)

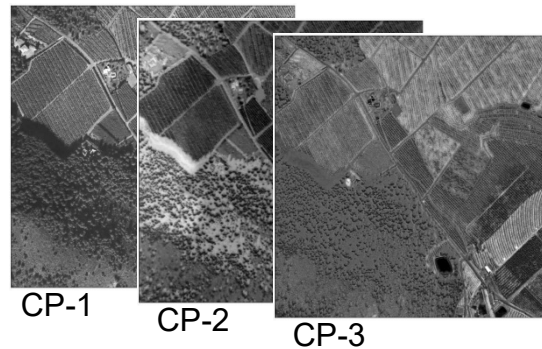
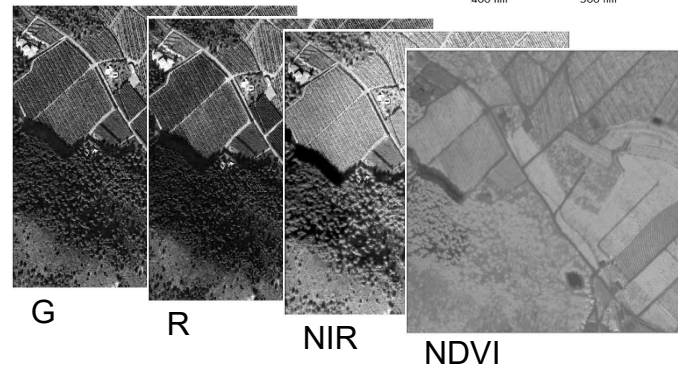


- Datos LiDAR
- Cartografía
- .....

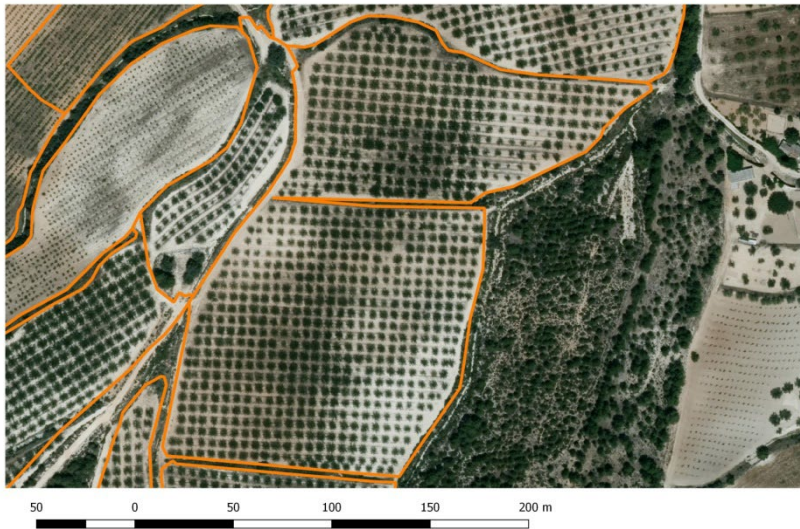
**Información espectral:** Basada en las diferencias de la respuesta espectral de los distintos tipos de coberturas



- Bandas espectrales
- Indices o ratios (NDVI, ...)
- Transformaciones basadas en combinaciones entre bandas: componentes principales, *tasseled cap*, etc.



**Información temporal:** Imágenes de diferentes fechas. Diferencias en el ciclo de los cultivos, extracción de **fenométricas**, etc.

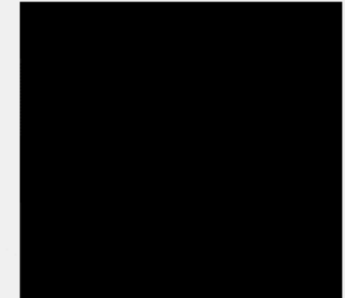


## Serie temporal Sentinel-2

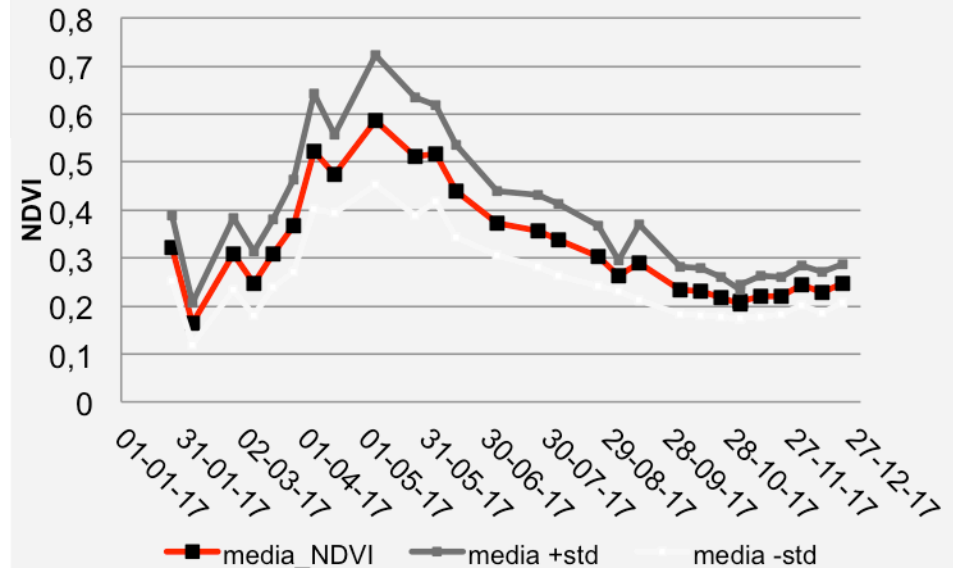
20170116



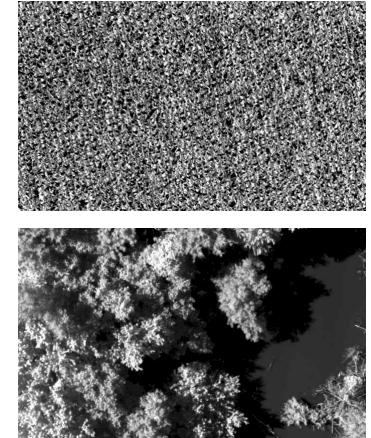
20170116



## NDVI- Plot 25856 – Apricot trees



**Atributos de textura:** Aportan información acerca de la **distribución espacial** de los valores de una **variable** (intensidad,...) dentro del **objeto**. Permiten cuantificar propiedades como la heterogeneidad, el contraste, la rugosidad, regularidad, direccionalidad o la uniformidad de las distintas zonas de una imagen, las cuales varían en función del uso o cobertura de cada objeto definido.

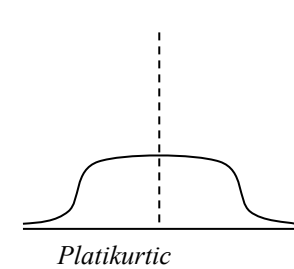
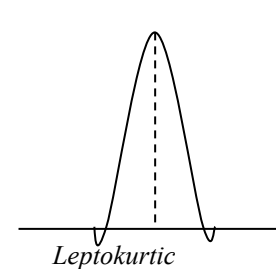
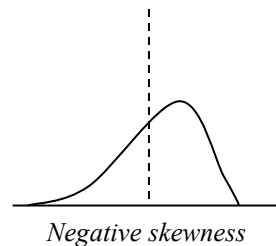
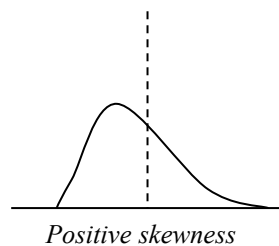


- **Variables estadísticas de 1<sup>er</sup> orden :** representan la distribución de valores del histograma de un objeto: *media, varianza, rango, curtosis, asimetría*, etc.

$$\text{Variance} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N [x_j - \bar{x}]^2$$

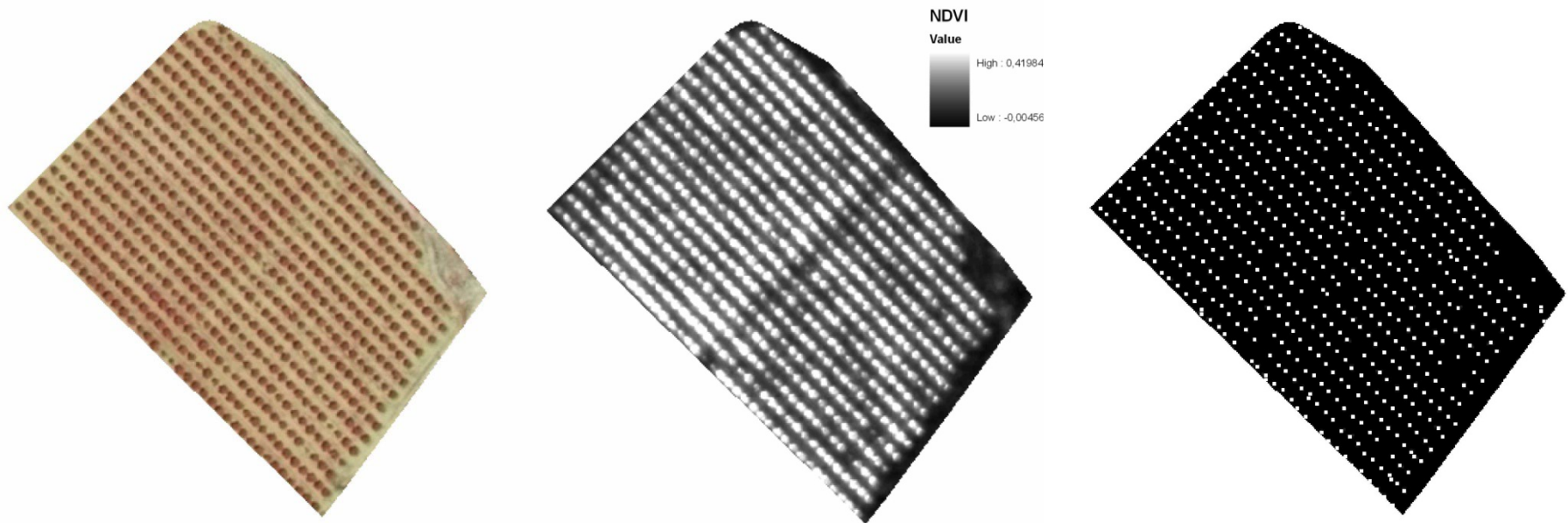
$$\text{Skewness} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[ \frac{x_j - \bar{x}}{\sigma} \right]^3$$

$$\text{Kurtosis} = \left\{ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[ \frac{x_j - \bar{x}}{\sigma} \right]^4 \right\} - 3$$



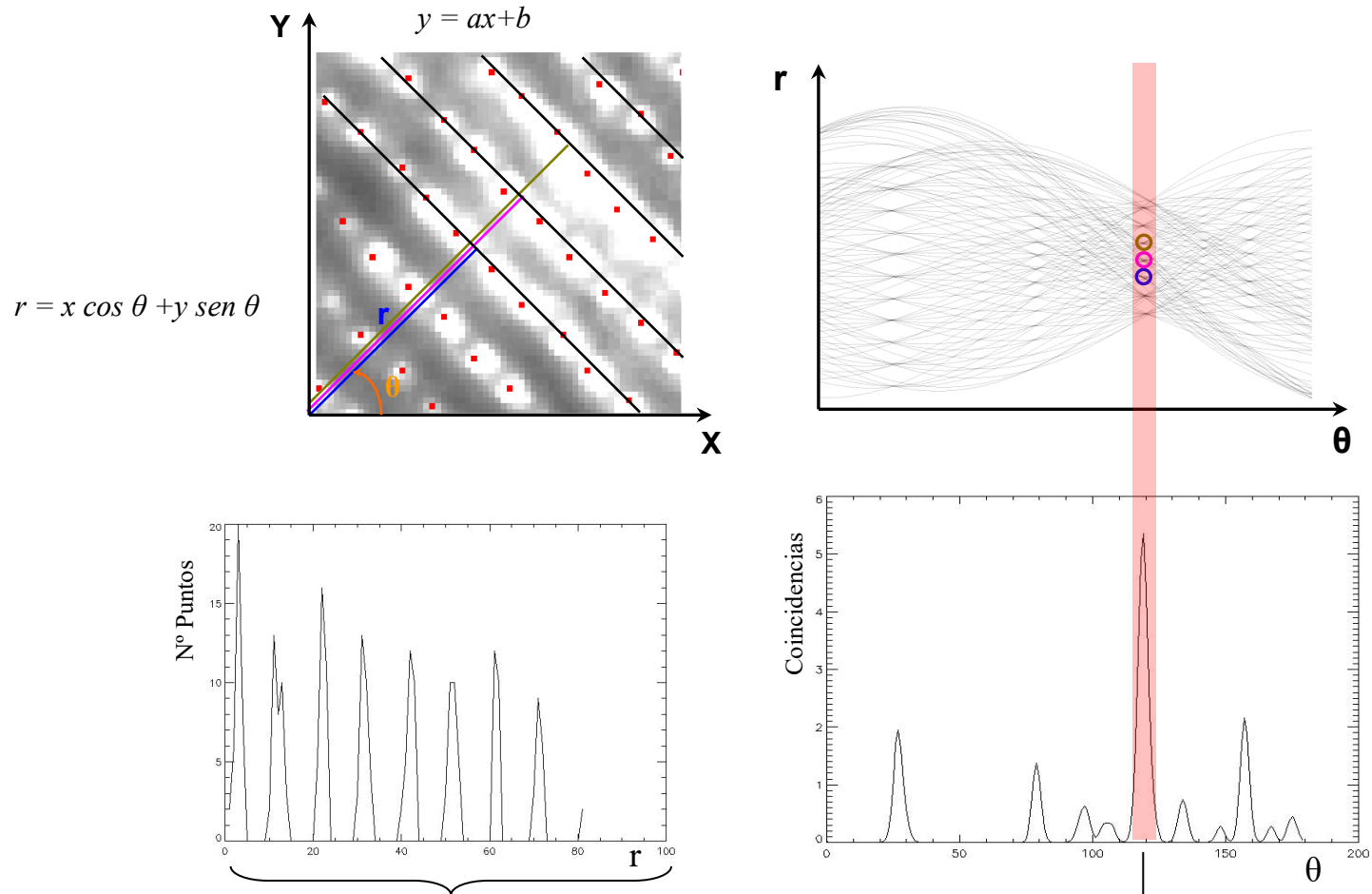
## Información estructural: Localización de elementos (árboles)

- Filtrado de máximo local sobre la imagen de NDVI
- Cálculo de los máximos locales de la imagen NDVI en vecindarios o ventanas de tamaño variable desplazadas para cada objeto



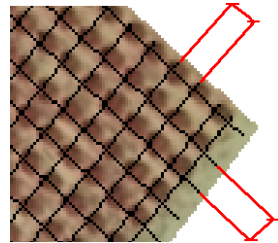
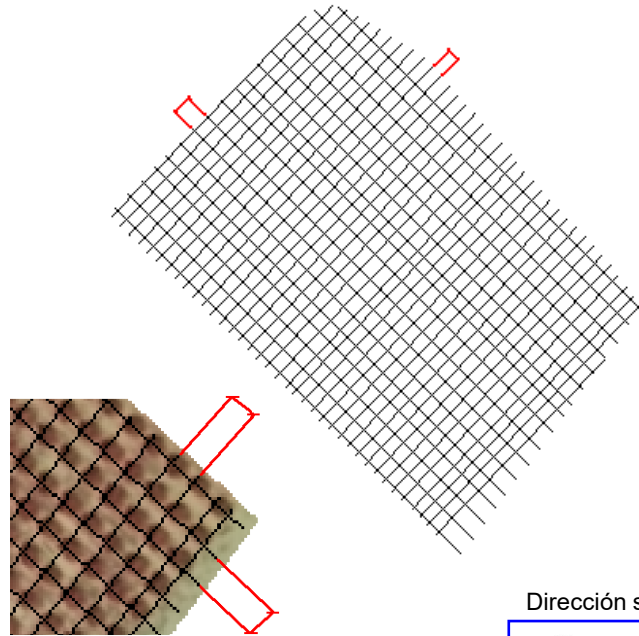
## Localización de árboles

### Transformada de Hough



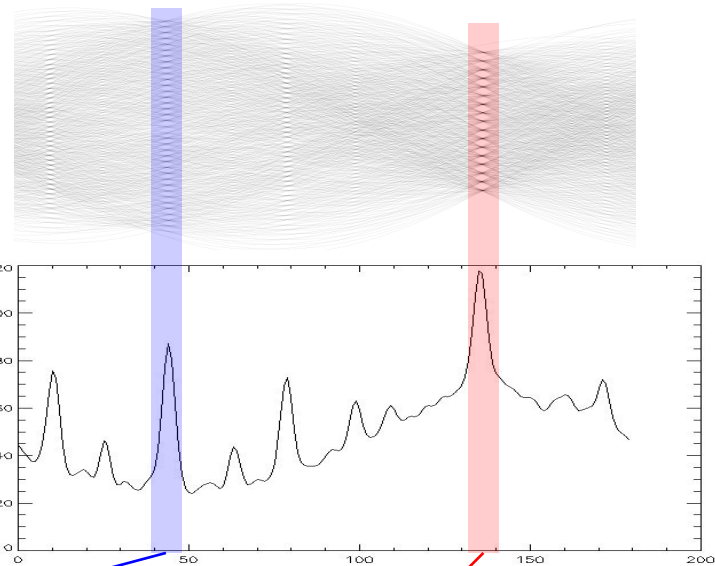
## Localización de árboles

## Transformada de Hough

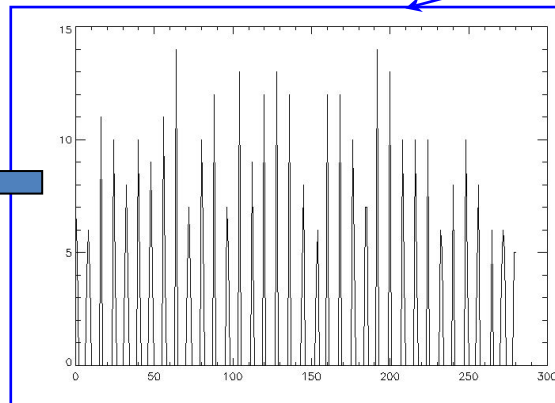


Marcos de plantación

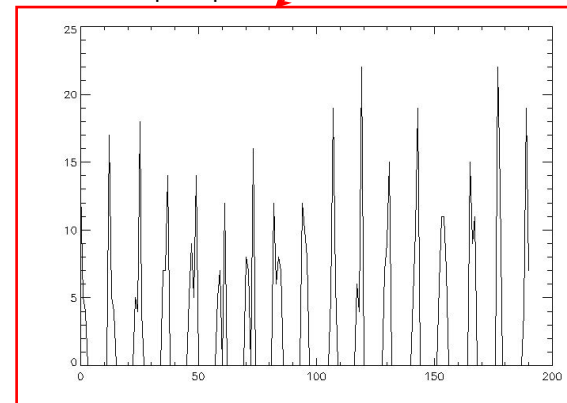
- Diferencia angular entre direcciones
- Proporción de puntos según las direcciones 1ª y 2ª
- Desviación de las distancias entre puntos



Dirección secundaria

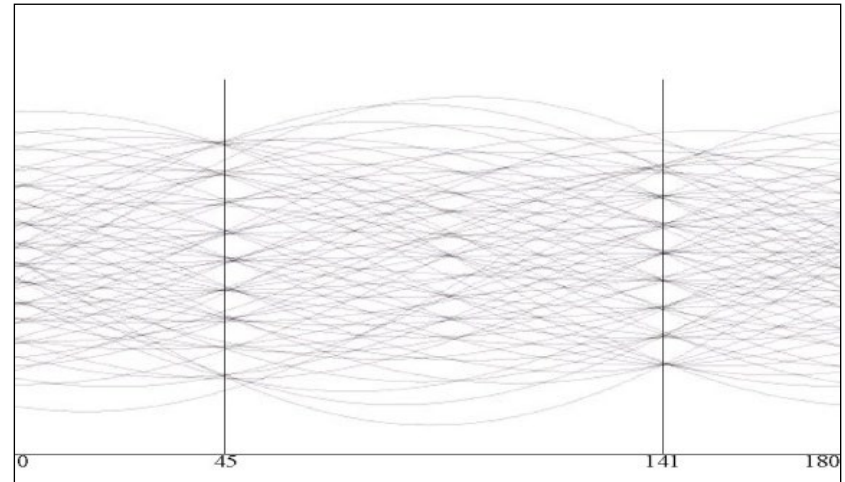
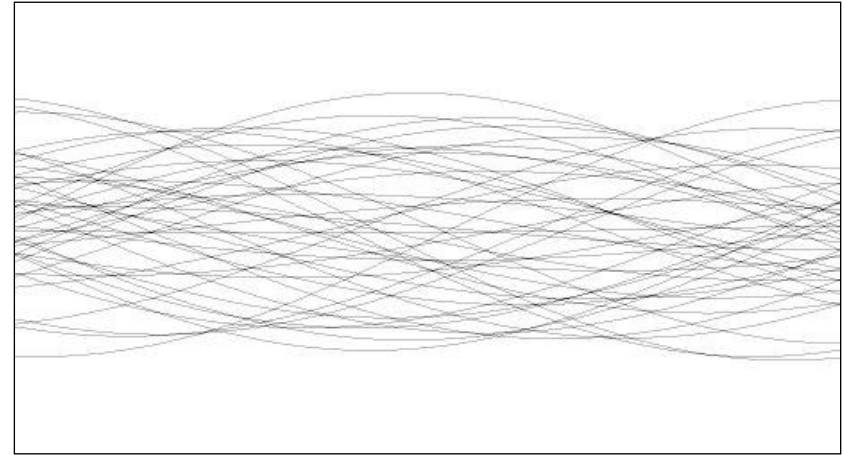
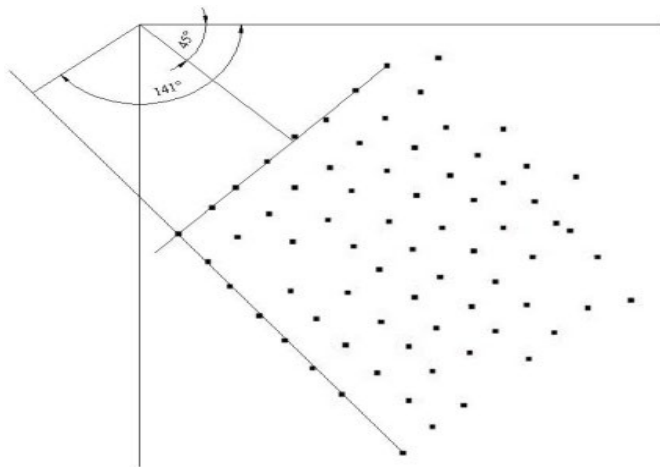
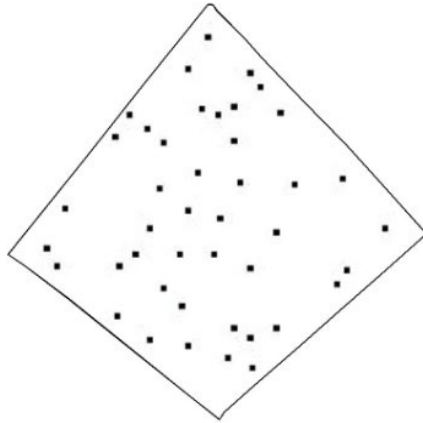


Dirección principal





## Empleo de la transformada de Hough en el reconocimiento de estructuras en parcelas



Finalmente, se dispone de un **vector de características** para cada objeto, el cual lo describe desde perspectivas diferentes

CARACTERÍSTICAS

OBJETOS

ID	MED_IR	DES_IR	MED_R	DES_R	MED_G	DES_G	MED_NDVI	DES_NDVI	MED_IB1	DES_IB1	MED_IB2	DES_IB2	MED_IB3	DES_IB3	UNIFOR	ENTROP
1	184.216	28.462	167.254	47.532	150.697	44.870	0.066	0.098	367.295	211.387	368.961	232.811	363.978	220.936	0.011	2.307
2	167.530	18.053	152.134	19.962	132.685	18.669	0.050	0.050	397.950	194.250	421.780	231.764	439.777	239.770	0.019	1.959
3	146.683	48.668	126.317	51.333	116.446	46.944	0.087	0.096	404.171	187.665	416.407	207.623	417.148	211.795	0.004	2.728
4	196.411	13.331	186.054	14.246	138.102	14.139	0.027	0.008	371.484	206.118	400.900	222.776	414.296	220.459	0.058	1.649
5	160.156	6.104	157.368	6.177	125.184	5.829	0.009	0.016	354.965	230.084	377.803	269.105	383.739	275.215	0.097	1.203
6	123.684	12.414	102.261	13.441	86.761	10.147	0.097	0.057	383.161	212.666	401.308	240.560	411.665	248.677	0.020	1.886
7	160.719	16.380	119.665	29.322	102.689	16.841	0.158	0.149	360.676	213.757	377.468	241.458	384.470	243.568	0.019	2.061
8	172.601	10.652	170.048	11.588	136.140	11.071	0.008	0.007	365.508	223.277	384.651	259.095	385.164	265.748	0.047	1.628
9	129.537	20.478	106.750	26.098	93.056	21.073	0.104	0.070	390.201	205.853	402.066	237.819	405.843	246.679	0.007	2.327
10	155.564	34.532	136.947	46.070	116.622	38.672	0.084	0.084	370.312	202.197	381.395	227.323	384.612	227.329	0.011	2.440
11	164.131	32.324	117.785	36.685	105.174	31.623	0.176	0.101	403.272	186.972	415.397	208.974	420.746	214.685	0.003	2.662
12	196.942	8.413	189.034	11.318	156.010	16.955	0.021	0.018	343.529	209.361	353.188	241.308	361.147	247.977	0.087	1.414
13	164.336	23.492	155.433	24.720	123.438	21.497	0.028	0.037	338.782	211.511	366.436	239.872	379.969	249.823	0.048	1.938
14	165.044	20.689	116.260	38.913	103.198	24.820	0.194	0.140	379.890	204.904	391.088	229.880	395.584	239.047	0.010	2.348
15	140.528	20.188	123.038	26.582	102.920	25.755	0.072	0.032	362.055	204.266	386.162	245.885	385.149	253.506	0.030	1.859
16	166.877	7.851	144.462	15.513	127.923	13.578	0.074	0.040	380.362	219.459	383.054	237.196	342.719	219.783	0.021	1.785
17	152.990	21.347	144.010	25.507	120.670	25.102	0.033	0.023	360.545	197.860	367.673	211.871	372.032	208.904	0.014	2.063
18	138.276	9.769	121.750	11.097	99.525	9.878	0.064	0.013	374.753	215.245	388.534	246.592	390.322	261.280	0.023	1.755
19	163.306	18.494	147.189	29.757	120.381	24.513	0.060	0.094	368.911	213.227	382.206	236.806	394.645	248.625	0.049	2.041
20	195.170	26.937	194.598	30.637	166.025	32.608	0.003	0.018	353.846	209.766	373.302	238.146	382.134	242.520	0.026	2.141
21	161.807	32.527	158.452	38.914	145.721	38.126	0.018	0.090	394.964	191.488	408.802	217.096	413.374	227.129	0.012	2.432
22	180.689	28.736	119.836	36.183	110.557	31.390	0.217	0.100	384.730	172.789	393.111	210.943	399.037	176.621	0.009	2.184
23	195.434	21.228	191.855	22.320	165.928	22.273	0.010	0.006	359.188	191.390	371.729	220.800	369.988	219.700	0.015	2.161
24	147.194	10.220	131.161	11.898	116.215	10.528	0.059	0.027	371.664	199.874	376.909	211.736	350.177	196.303	0.036	1.680
25	134.940	24.931	110.970	28.817	92.622	24.439	0.106	0.051	399.755	185.864	408.611	208.653	408.706	216.094	0.004	2.497
26	166.247	15.782	138.328	27.851	112.153	17.113	0.100	0.105	346.084	216.235	368.428	244.124	372.823	246.077	0.038	1.987
27	195.528	22.810	186.127	23.348	148.726	18.185	0.025	0.013	342.902	191.720	347.653	207.044	350.236	212.733	0.025	1.913
28	165.518	21.956	126.223	32.492	107.488	22.367	0.147	0.113	380.673	218.582	393.122	248.648	395.825	244.610	0.012	2.309
29	174.231	23.058	111.167	32.828	102.537	23.935	0.232	0.129	397.267	192.658	408.344	216.531	408.719	231.451	0.007	2.441

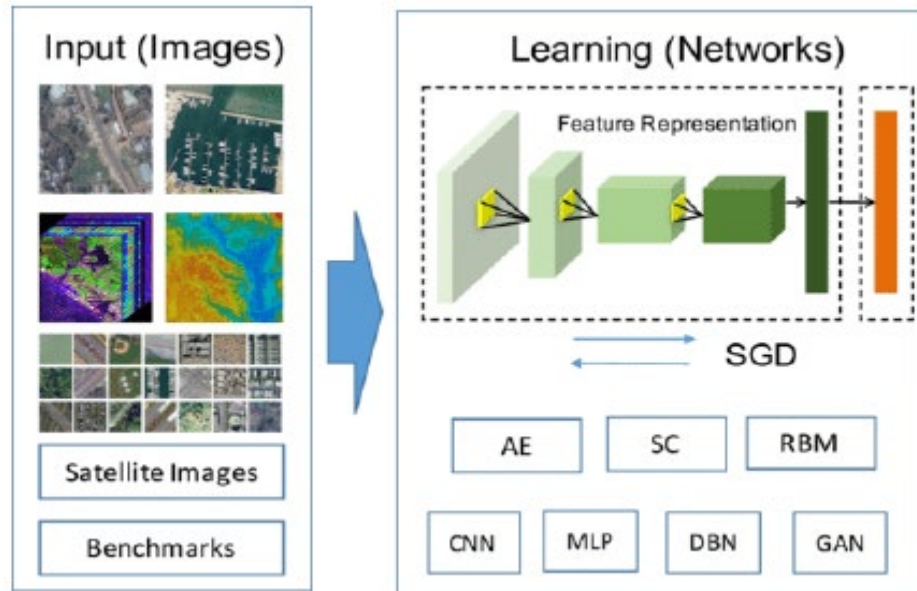
.....

## Clasificación de las parcelas

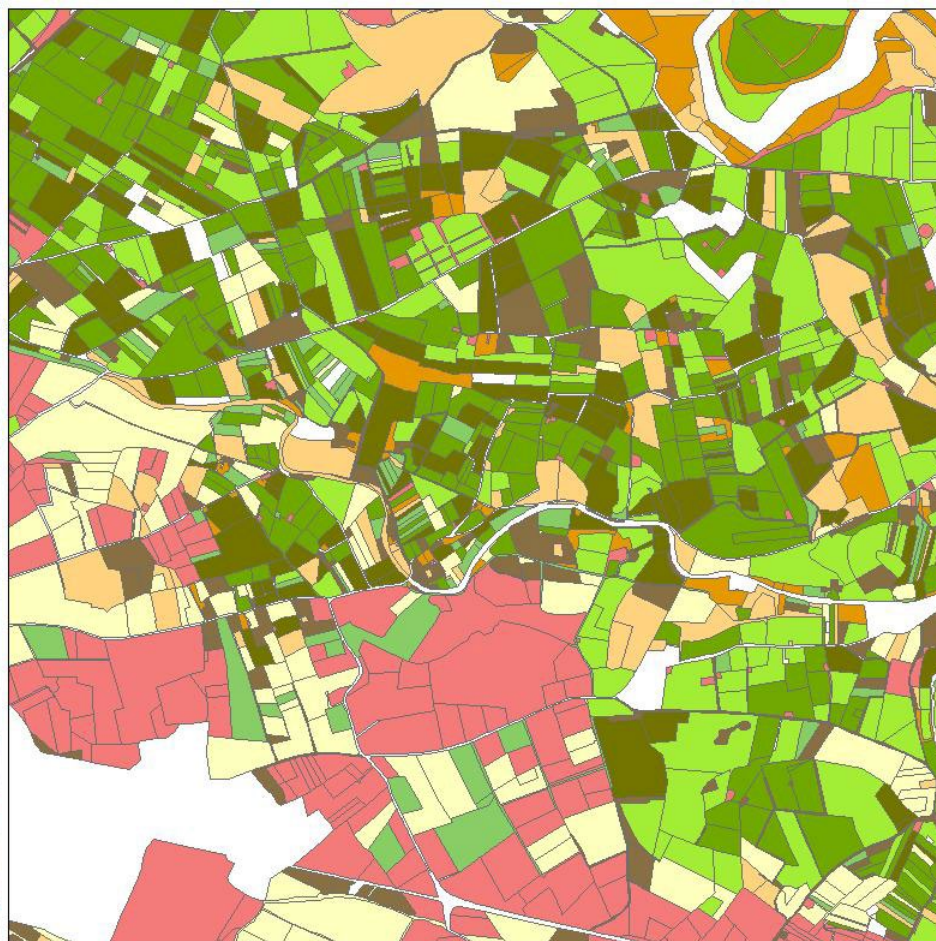
Aplicación de **algoritmos de clasificación**:  
 Árboles de decisión (figura), métodos estadísticos, redes neuronales, etc.

```

ASIMETRIA > 0.832587: cítricos alineados (8)
ASIMETRIA <= 0.832587:
...PERIMET <= 28.87988:
...PERIMET <= 10.2806: plantones (5)
: PERIMET > 10.2806:
: ...LARGOAN_STD <= 1.240833: cítricos independientes (9)
: LARGOAN_STD > 1.240833: plantones (5/2)
PERIMET > 28.87988:
...NDVIARB > 0.302364: cítricos independientes (3/1)
NDVIARB <= 0.302364:
...ASIMETR_STD <= 0.170912: algarrobos (7)
ASIMETR_STD > 0.170912:
...NDVIARB <= 0.188967: olivos (6)
NDVIARB > 0.188967: algarrobos (2)
  
```



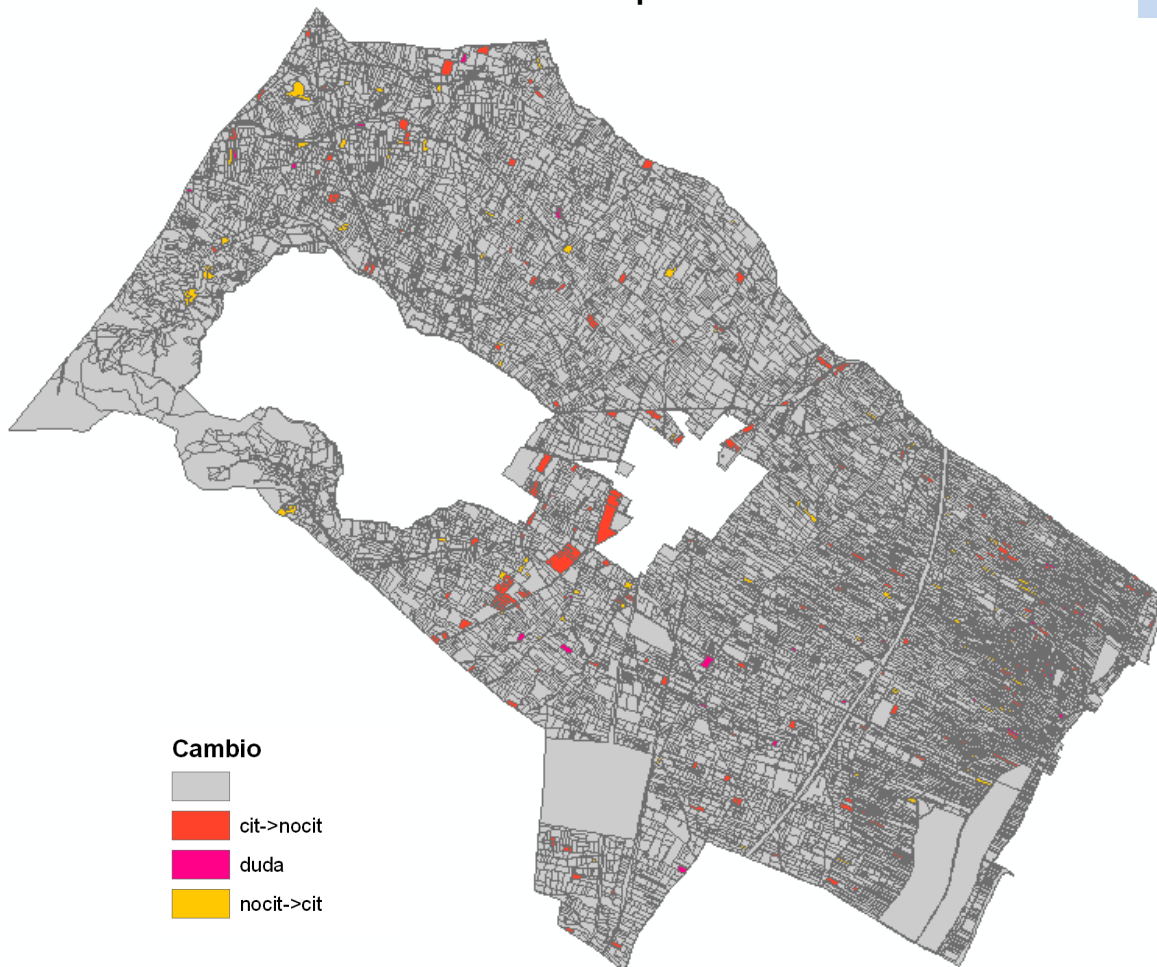
## Clasificación por parcelas



### Leyenda

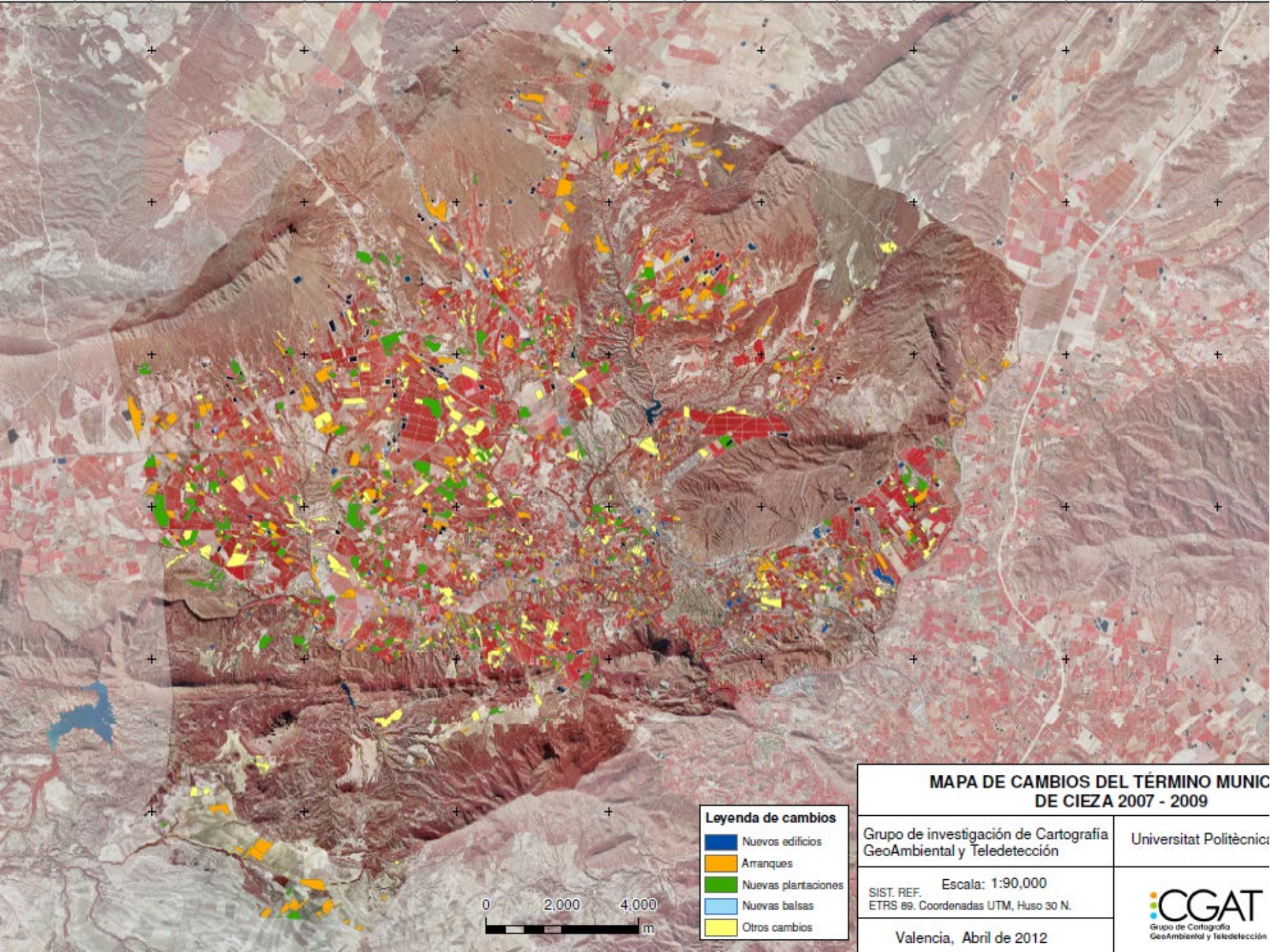
- CI Adulto - Citricos Adultos
- CI Joven - Citricos Jóvenes
- CI Irregular - Citricos Irregulares
- ED - Edificaciones
- FS- OV - Frutales de Secano / Olivos
- FY - Frutales de Regadio
- FO - Forestal
- PR - PA - Pastos
- TA - IM - Terrenos Arables

## Propuesta de cambios








## Eliminación de parcelas cítricas





### MAPA DE CAMBIOS DEL TÉRMINO MUNICIPIO DE CIEZA 2007 - 2009

#### Leyenda de cambios

-  Nuevos edificios
-  Arranques
-  Nuevas plantaciones
-  Nuevas balsas
-  Otros cambios

0 2,000 4,000  
m

Grupo de investigación de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección

Universitat Politècnica

Escala: 1:90,000  
SIST. REF. ETRS 89. Coordenadas UTM, Huso 30 N.

Valencia, Abril de 2012

**CGAT**  
Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección

# **ESTIMACIÓN DE DAÑOS POR HELADAS**

## Datos de producción/parcela

Datos Parcela		Producción (kg)		Producción (kg/m <sup>2</sup> )			
Polígono	015	P 02/03	16755	p 02/03	21.50	Descenso (kg/m <sup>2</sup> )	2.32
Parcela	399	P 03/04	40890	p 03/04	52.47	Daño	6.5%
ID	10674	P 04/05	26525	p 04/05	34.04		
Área (m <sup>2</sup> )	779	P 05/06	26247	p 05/06	33.68		
		P 06/07	38641	p 06/07	49.58		



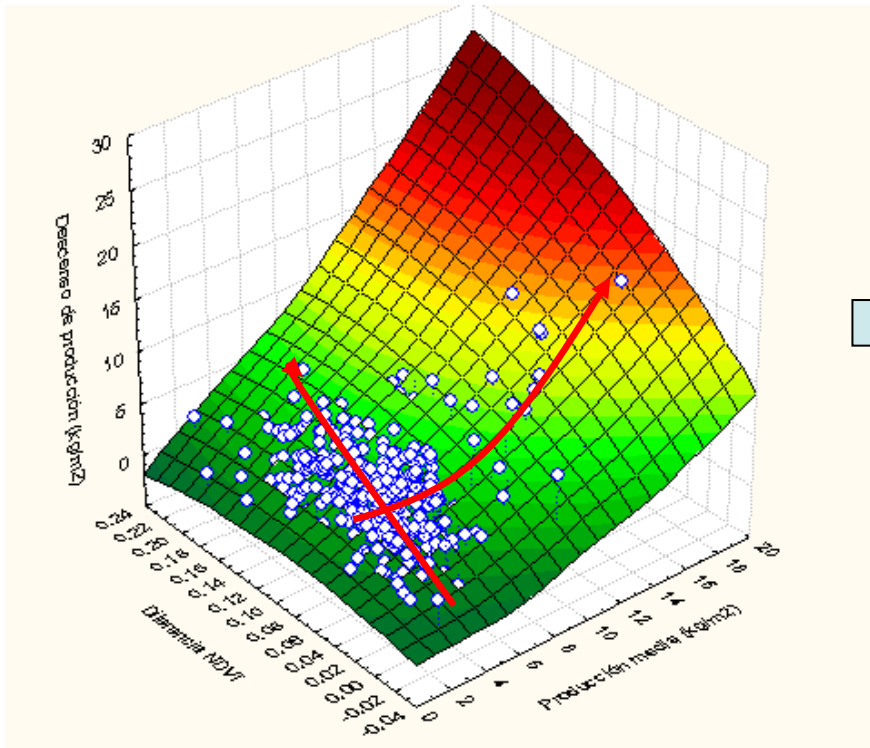
2004 Ikonos

**10674**



2005 QuickBird

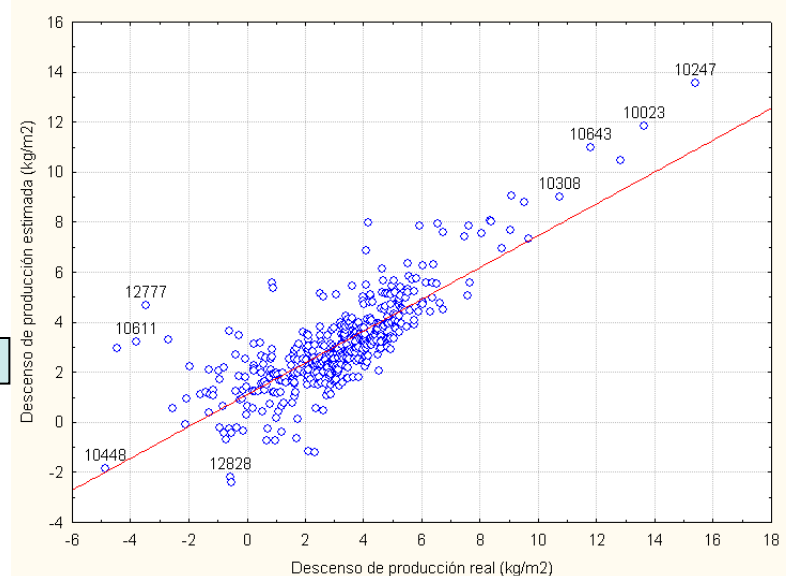




El descenso de la producción tras la helada es mayor cuando:



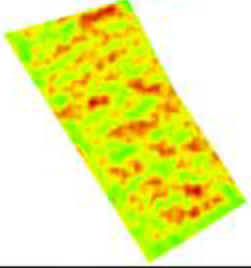


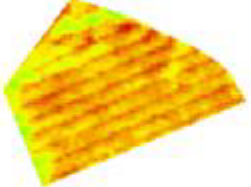


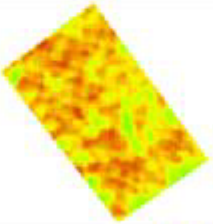


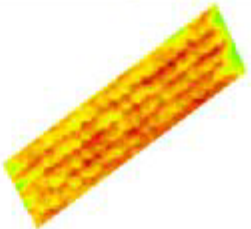
- Aumenta la diferencia de NDVI
- La producción de las parcelas en condiciones normales es mayor

Existe una relación consistente entre el **descenso de la producción** y las variables basadas en los **índices de vegetación**

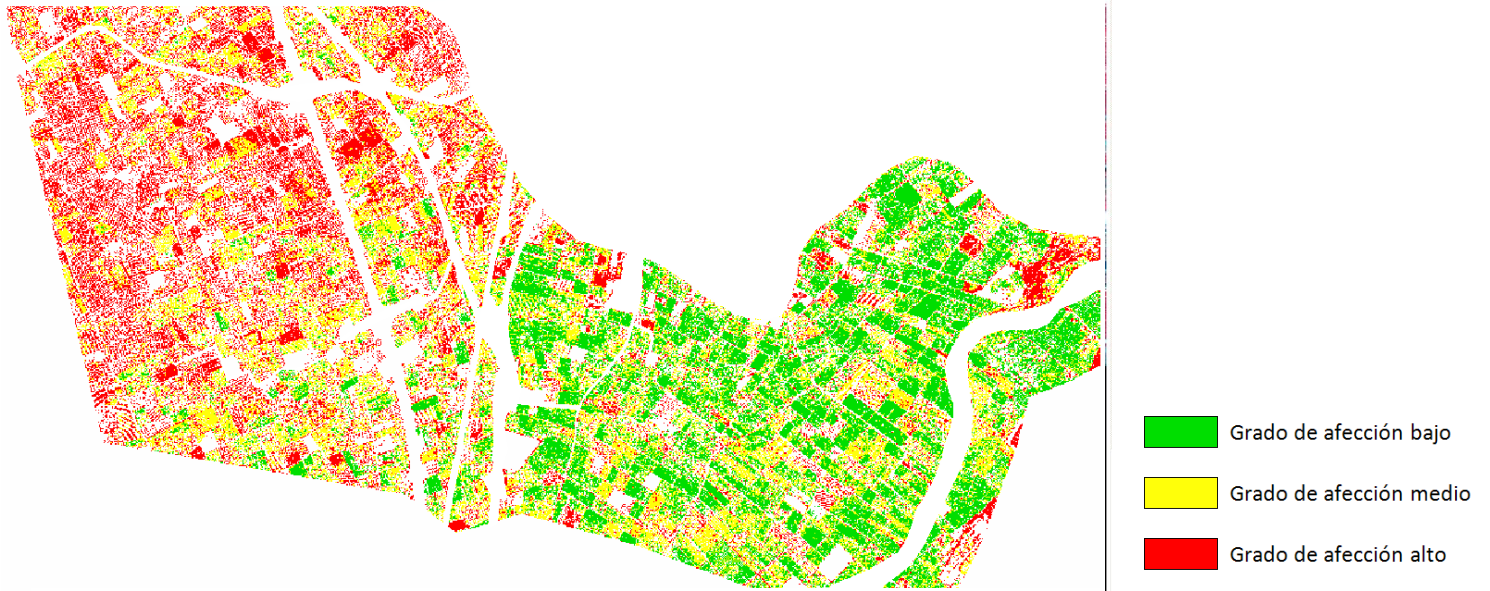


## Relación síntomas - daños

Ejemplos de parcelas en las que existe total **concordancia** entre el daño registrado y el estimado.

2004	2005	dNDVI	Datos
			<b>[9402]</b> <u>Daño:71%</u> <u>Dif. Prod : 1.62</u> <u>Dif. Prod est: 1.61</u>
			<b>[9632]</b> <u>Daño:94%</u> <u>Dif. Prod :3.60</u> <u>Dif. Prod est:3.61</u>
			<b>[10050]</b> <u>Daño:88%</u> <u>Dif. Prod :3.37</u> <u>Dif. Prod est:3.35</u>
			<b>[10051]</b> <u>Daño:95%</u> <u>Dif. Prod :4.80</u> <u>Dif. Prod est:4.82</u>

## Clasificación por niveles de afección



Clasificación espectral de la zona de estudio según tres niveles básicos de afección

# ¡Muchas gracias por su atención!



Prof. Luis Ángel Ruiz Fernández  
[laruiz@upv.es](mailto:laruiz@upv.es)



<http://cgat.webs.upv.es/>



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

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