



→ Calidad ambiental y salud

# USO DE LA TELEDETECCIÓN EN LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS ISLAS CANARIAS

Alfonso S. Alonso Benito  
Dr. Ingeniero de Montes

CONAMA2016



**01** Introducción

**02** Mapas de combustibles

**03** Áreas quemadas



USO DE LA TELEDETECCIÓN EN LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS ISLAS  
CANARIAS



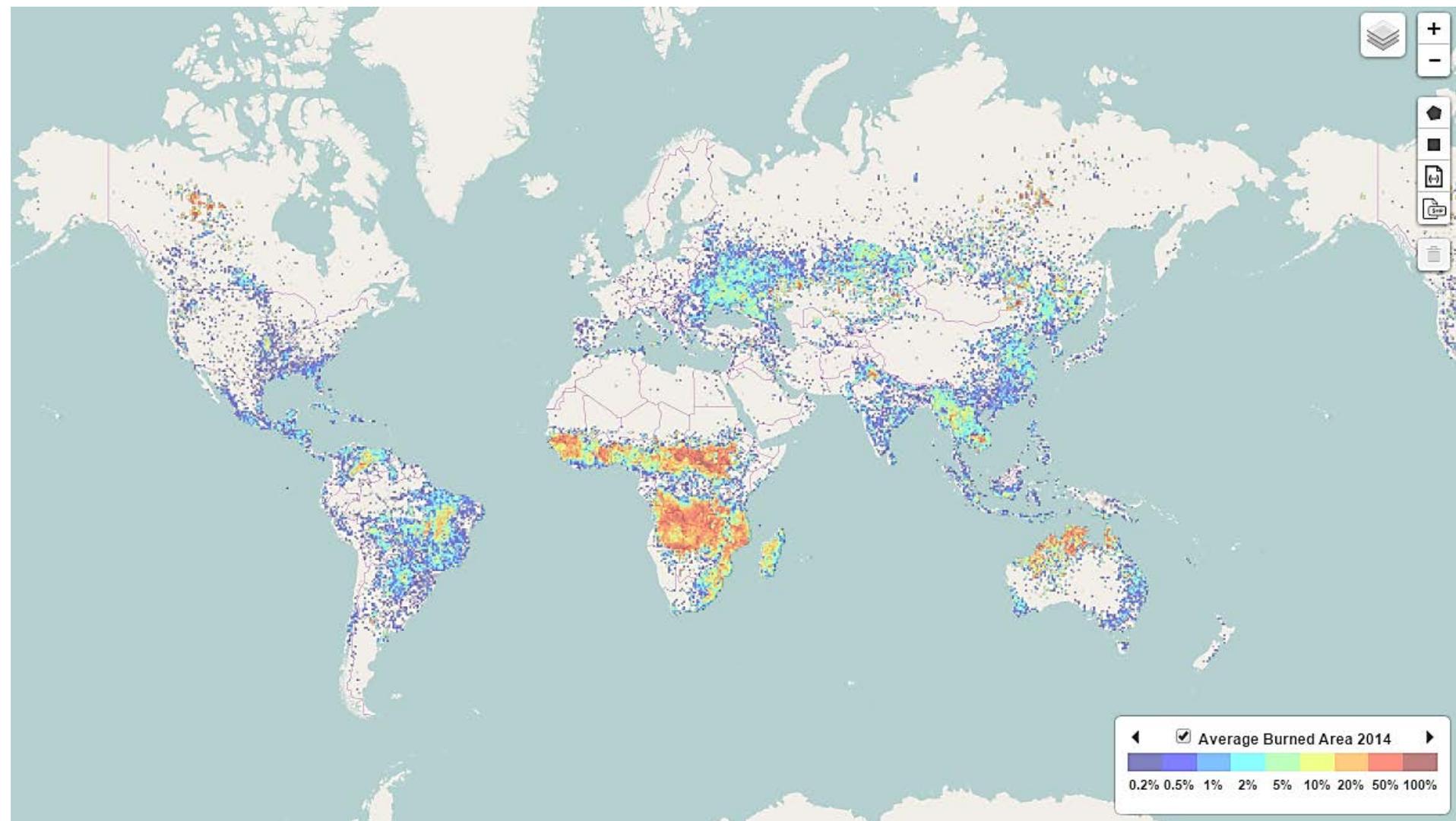
## Introducción

# 01 INTRODUCCIÓN

CONAMA2016



# 01. Introducción



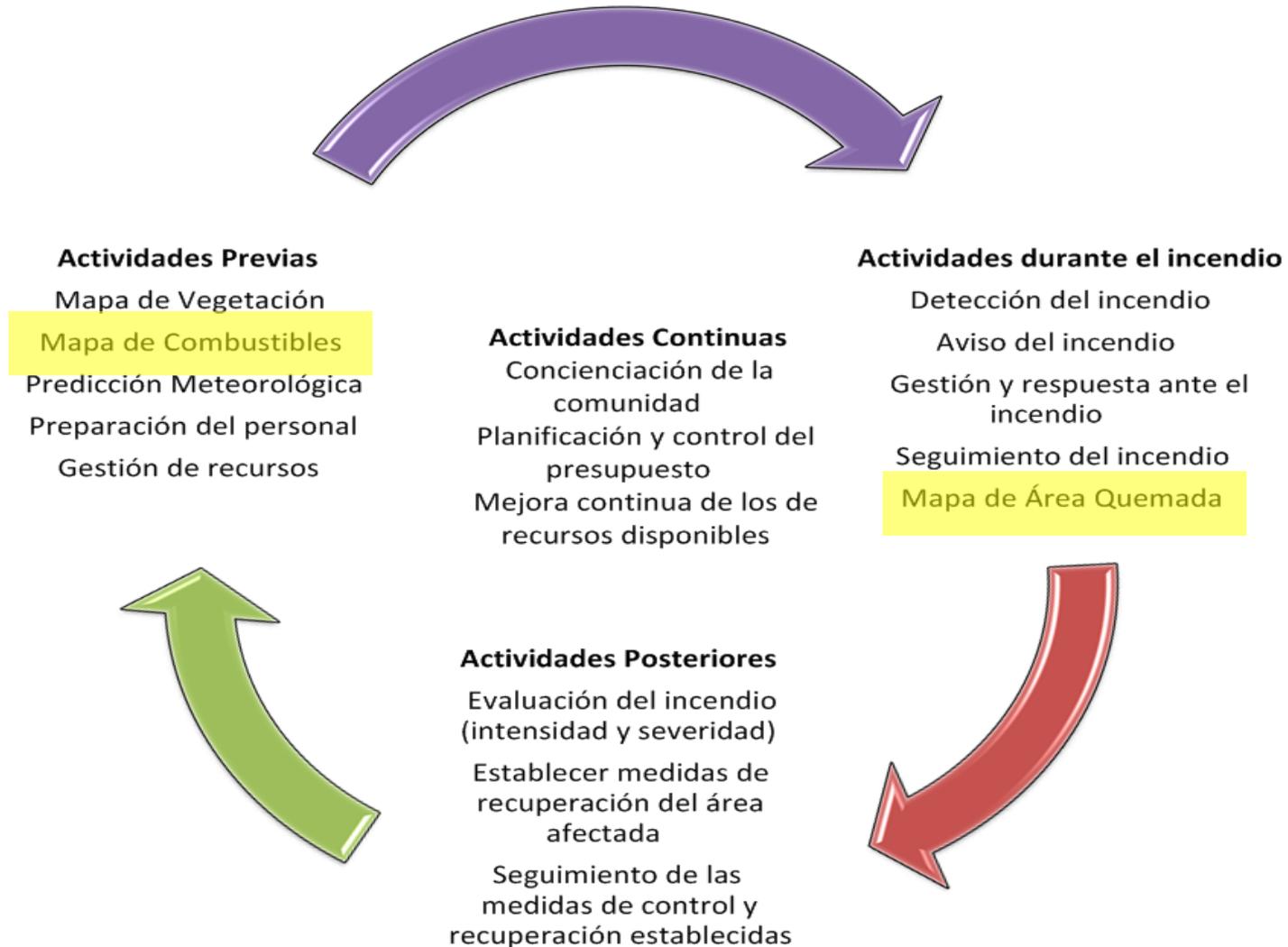


# 01. Introducción





# 01. Introducción





USO DE LA TELEDETECCIÓN EN LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS ISLAS  
CANARIAS



## Mapa de combustibles forestales

# 02

# MAPA DE COMBUSTIBLES FORESTALES

CONAMA2016



## 02. Mapa de combustibles forestales

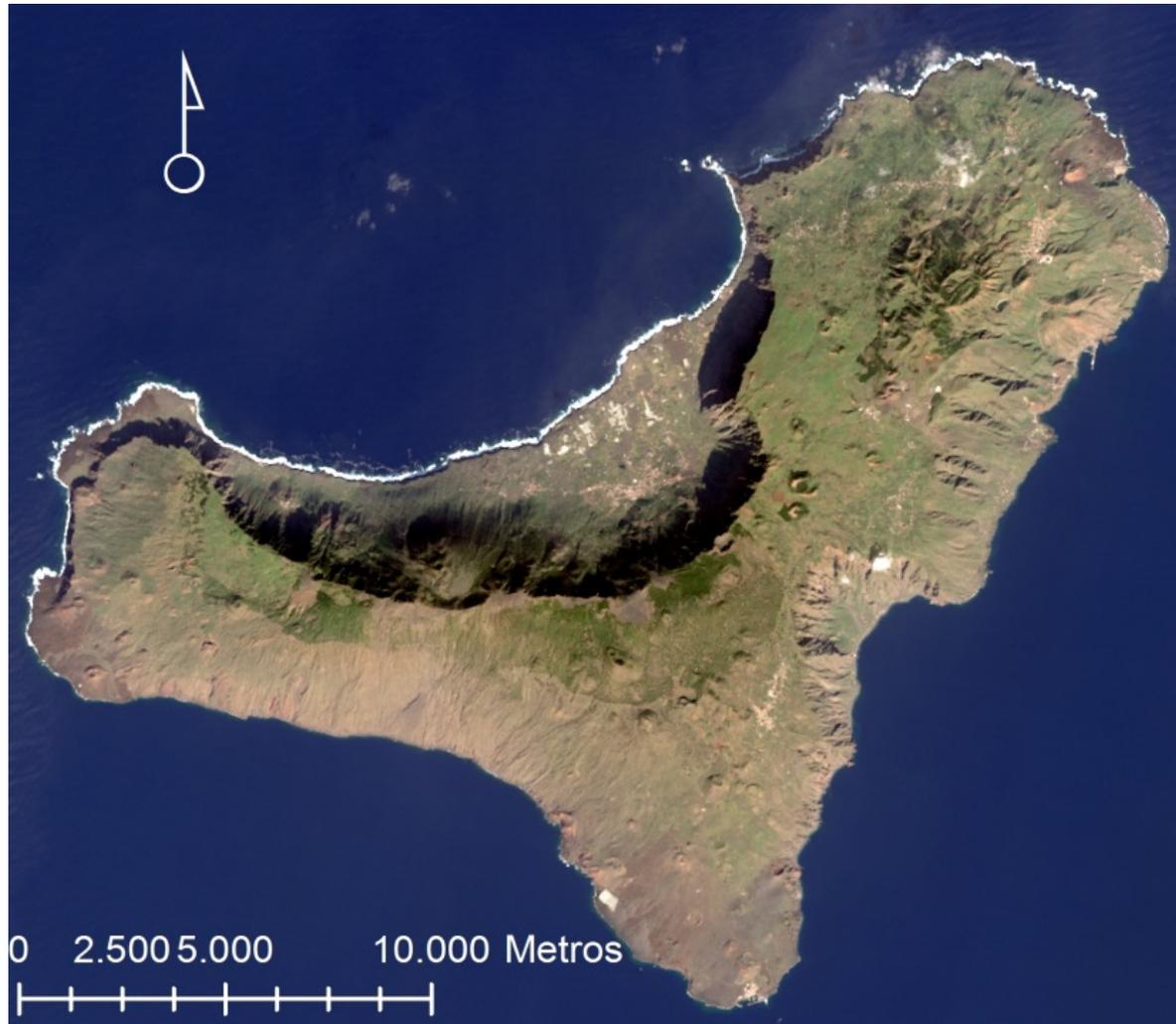
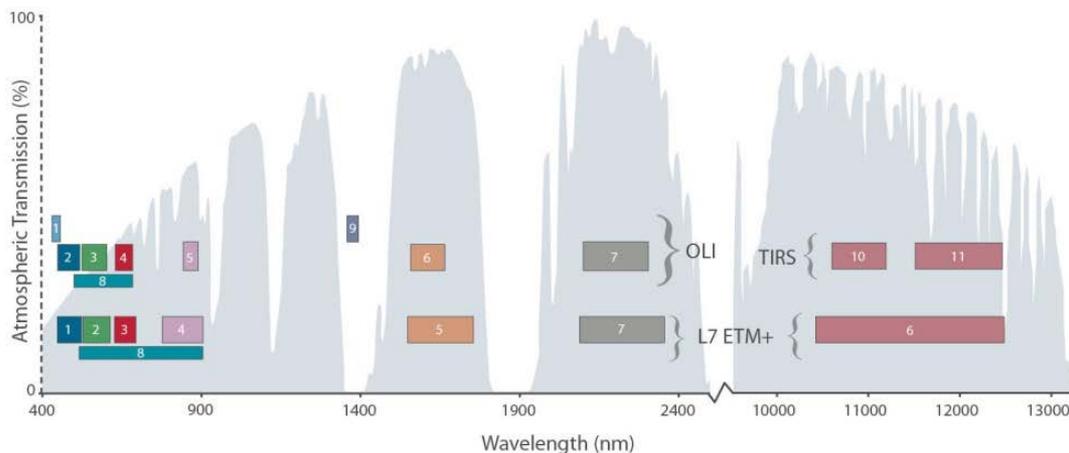


Imagen del satélite Landsat 8 OLI/TIRS (25/12/2013)  
de la Isla de El Hierro (RGB 432)



# 02. Mapa de combustibles forestales

## LANDSAT 8 OLI / TIRS



Fuente: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/>

Landsat-8 OLI and TIRS Bands (µm)		
30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
100 m TIR-1	10.60 - 11.19	Band 10
100 m TIR-2	11.50 - 12.51	Band 11
30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

Fuente: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/>



(Image Copyright © NASA)



## 01. Introducción

### → ¿Qué son los combustibles forestales?

Toda la vegetación dispuesta a arder.

### → ¿Qué son los tipos de combustibles?

“Aquellas asociaciones vegetales, con especies, formas, tamaños y continuidad, que presentan un mismo comportamiento ante un incendio forestal.” (Merril & Alexander, 1987)

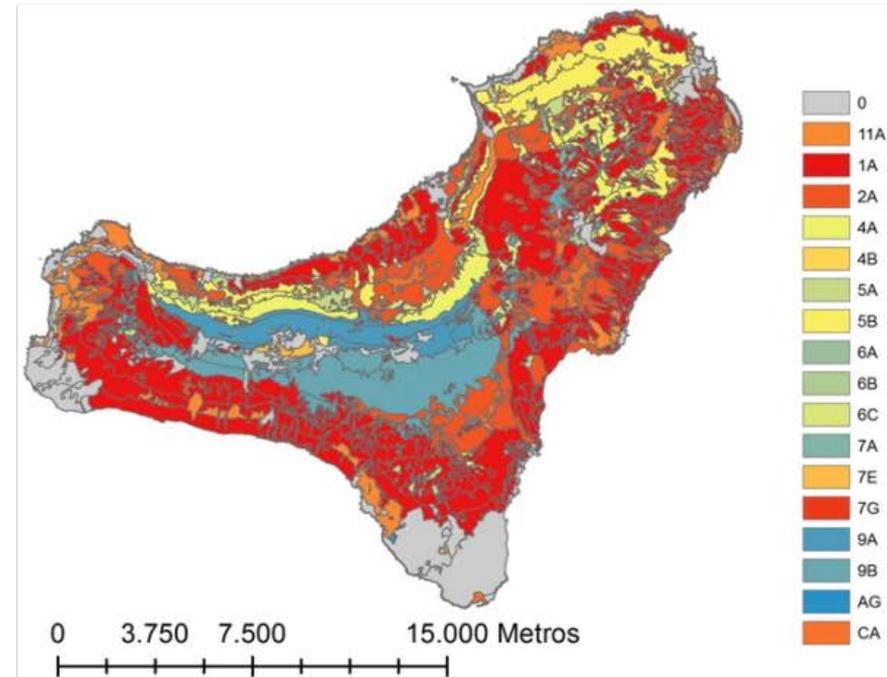
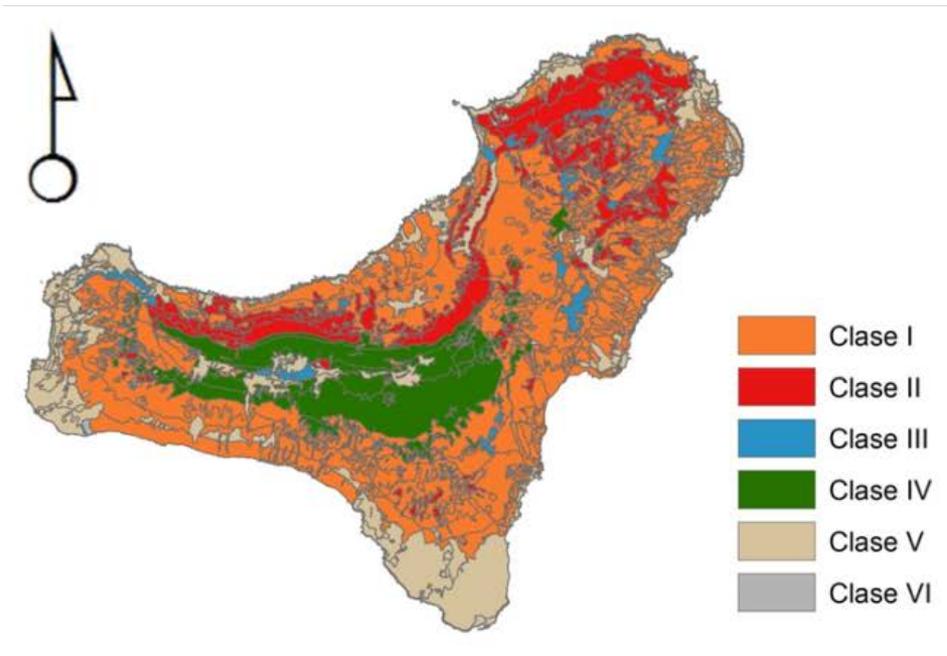
### → ¿Cuántas clasificaciones existen?

Los países punteros son EEUU, Canadá y Australia.



## 02. Mapa de combustibles forestales

### Clasificación de combustibles, proyecto FORESMAC



19 tipos de combustibles agrupados en 5 grupos más un grupo incombustible



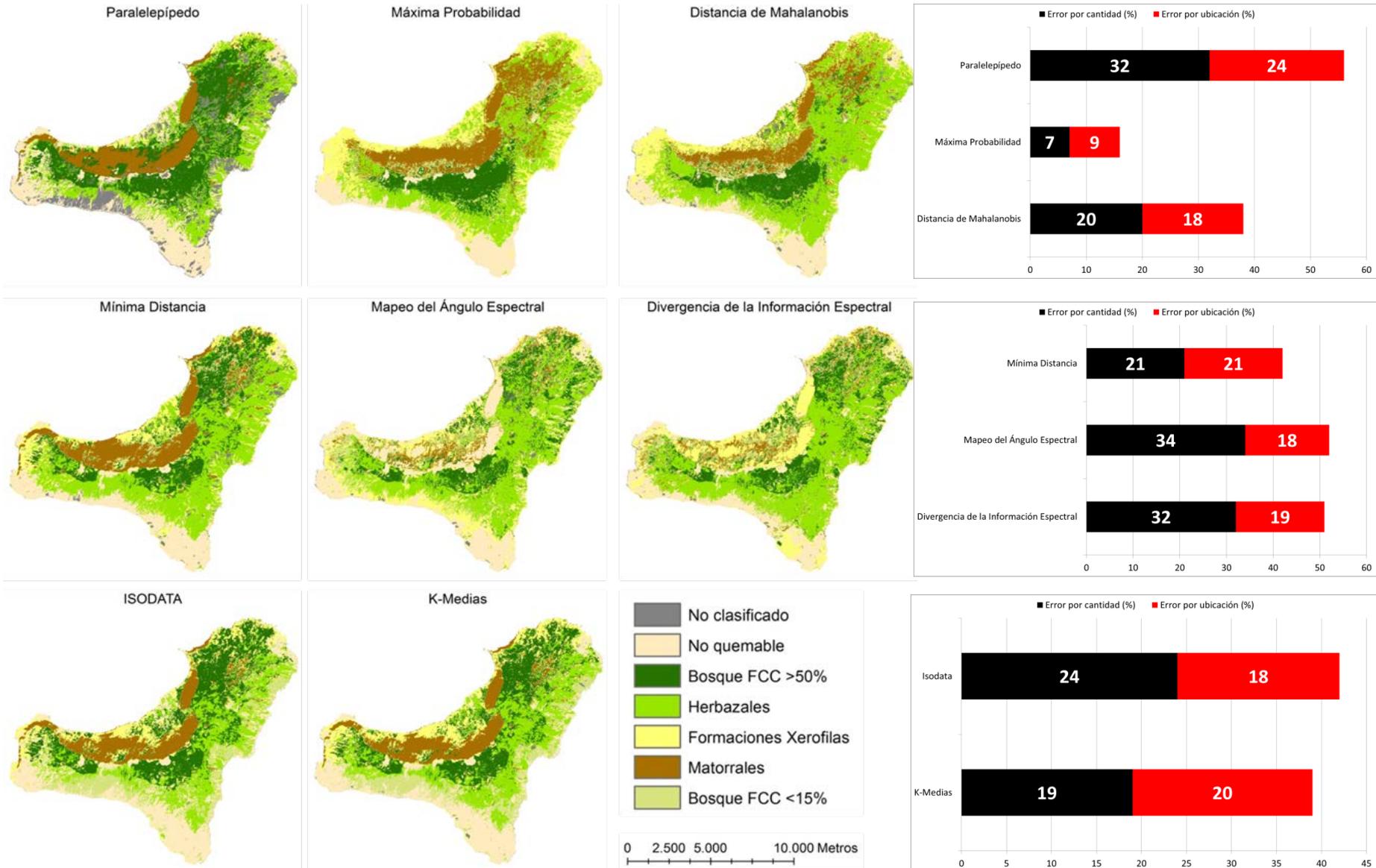
## 02. Mapa de combustibles forestales

### Algoritmos de clasificación

1. Paralelepípedo
2. Máxima probabilidad (maximum likelihood)
3. Distancia de Mahalanobis
4. Mínima distancia
5. Mapeo del ángulo espectral (Spectral Angle Mapper)
6. Divergencia de la información espectral (Spectral Information Divergence)
7. Isodata
8. K-Medias



## 02. Mapa de combustibles forestales





## 02. Mapa de combustibles forestales

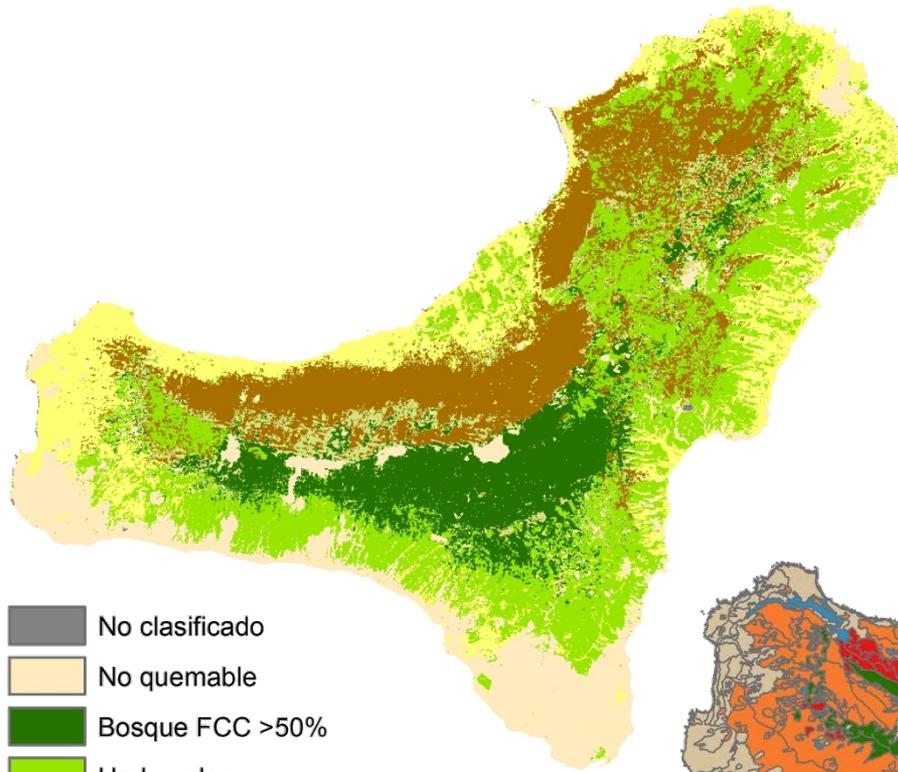
Algoritmo	Acierto total (%)	Error por cantidad (%)	Error por ubicación (%)
Paralelepípedo	44	32	24
Mínima Distancia	58	21	21
Distancia de Mahalanobis	74	20	18
Máxima Probabilidad	84	7	9
Mapeo del Ángulo Espectral	48	34	18
Divergencia de la Información Espectral	49	32	19
Isodata	58	24	18
K-Medias	61	19	20



## 02. Mapa de combustibles forestales

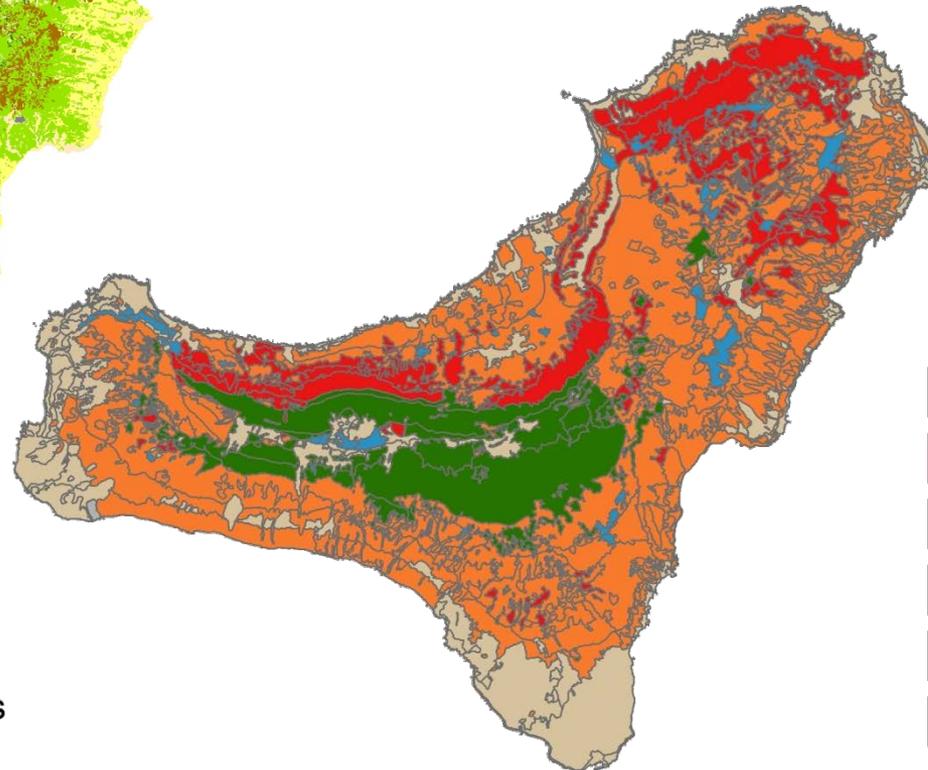
Máxima Probabilidad

84% acierto  
7% error de cantidad  
9% error de ubicación



- No clasificado
- No quemable
- Bosque FCC >50%
- Herbazales
- Formaciones Xerofilas
- Matorrales
- Bosque FCC <15%

0 2.500 5.000 10.000 Metros



- Clase I
- Clase II
- Clase III
- Clase IV
- Clase V
- Clase VI



USO DE LA TELEDETECCIÓN EN LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS ISLAS  
CANARIAS



## Mapa de áreas quemadas

# 03 MAPA DE ÁREAS QUEMADAS

CONAMA2016



## 03. Mapa de áreas quemadas



Fuente: Google Maps



Fuente: Google Maps



## 03. Mapa de áreas quemadas



Madeira



Landsat 8 OLI/TIRS

<https://www.youtube.com/watch?v=gWCwEmYHcfw>

Landsat 8 OLI/TIRS  
Sentinel 2A



La Palma

Vista del incendio de La Palma desde Fuencaliente. AFP



## 03. Mapa de áreas quemadas

	<b>Sentinel 2A</b>
<i>Rango espectral (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	0,44 – 2,19
<i>Resolución espacial (m)</i> <i>(NUBES/RGB/NIR/SWIR)*</i>	60/10/20/20
<i>Ancho de barrido (km)</i>	290
<i>Resolución radiométrica (bit)</i>	8 / 12 / 16
<i>Resolución temporal</i>	16 días
<i>Número de bandas</i> <i>(NUBES/RGB/NIR/SWIR)</i>	3/4/4/2
<i>Costo adquisición</i>	gratis

\*NUBES = bandas especiales para aerosoles, vapor de agua y cirrus / RGB = incluye las bandas RGB y una banda NIR / NIR = infrarrojo próximo / SWIR = infrarrojo corto.



Image Copyright © ESA and Airbus Defense and Space. All rights reserved.



## 03. Mapa de áreas quemadas

Satélite usado	Fecha Incendio	Imagen pre incendio	Imagen post incendio
Landsat 8 OLI/TIRS	3/08/2016 – 7/08/2016	26/07/2016	11/08/2016
Sentinel 2A		28/07/2019	07/08/2016 *
Landsat 8 OLI/TIRS	8/08/2016 – 13/08/2016	26/07/2016	11/08/2016*

\*Las imágenes posteriores presentaban nubes y no podían utilizarse cuando se realizó la descarga de las mismas.



## 03. Mapa de áreas quemadas

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

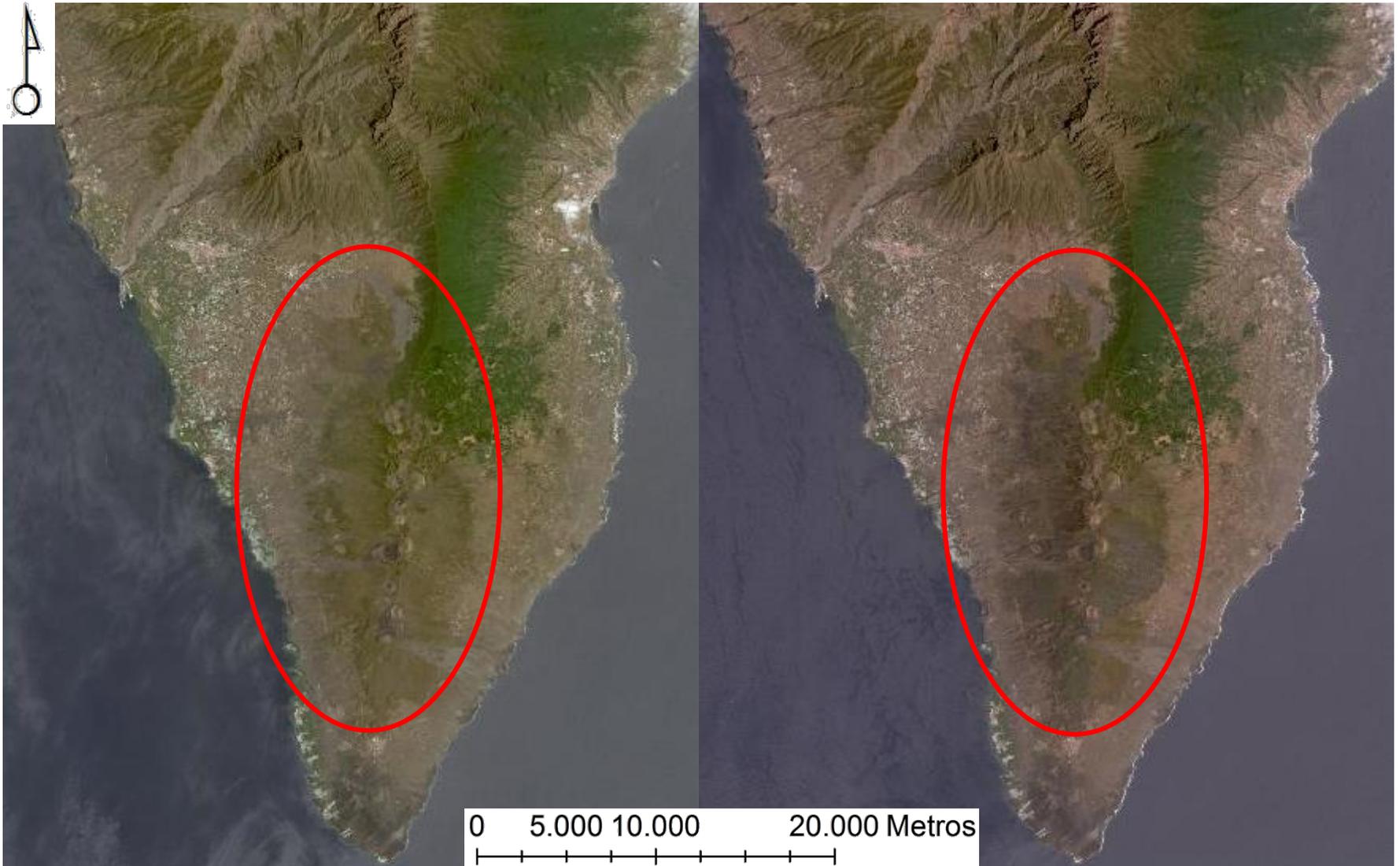
$$dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$$

Satélite usado	Banda NIR	Banda SWIR
Landsat 8 OLI/TIRS	B5	B7
Sentinel 2A	B8a	B12



## 03. Mapa de áreas quemadas

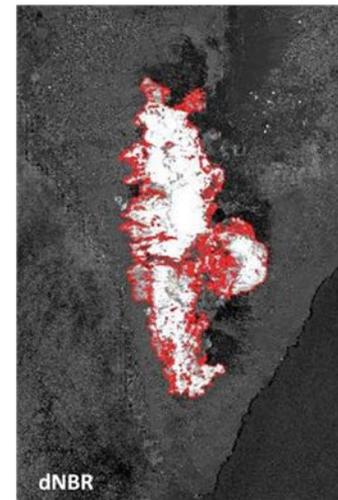
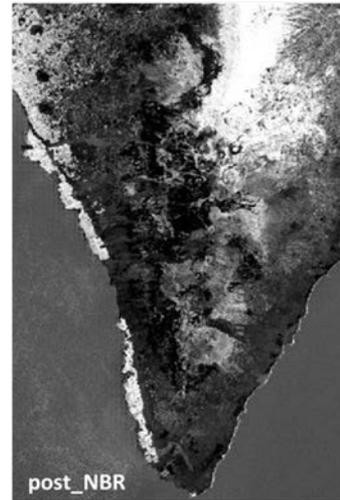
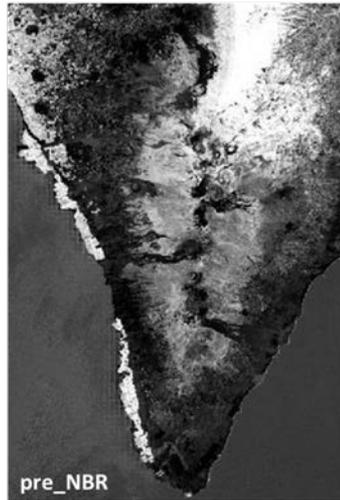
Landsat 8 OLI/TIRS





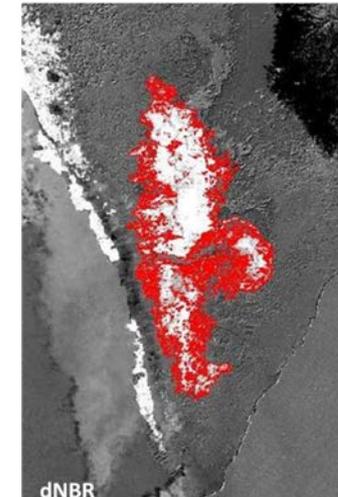
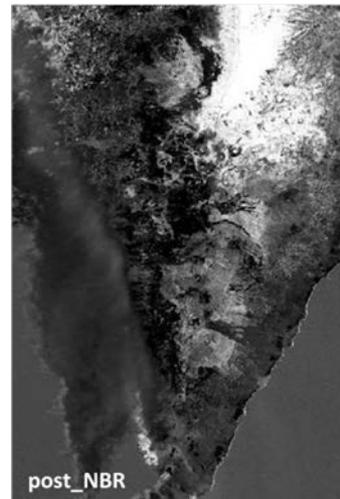
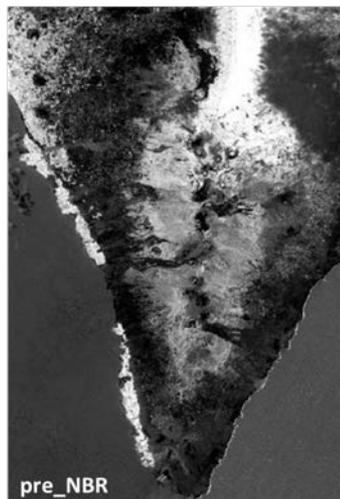
# 03. Mapa de áreas quemadas

Landsat 8 OLI/TIRS



4.343,31 ha

Sentinel 2A



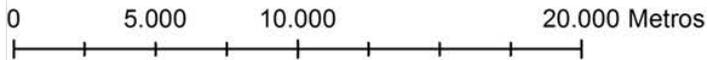
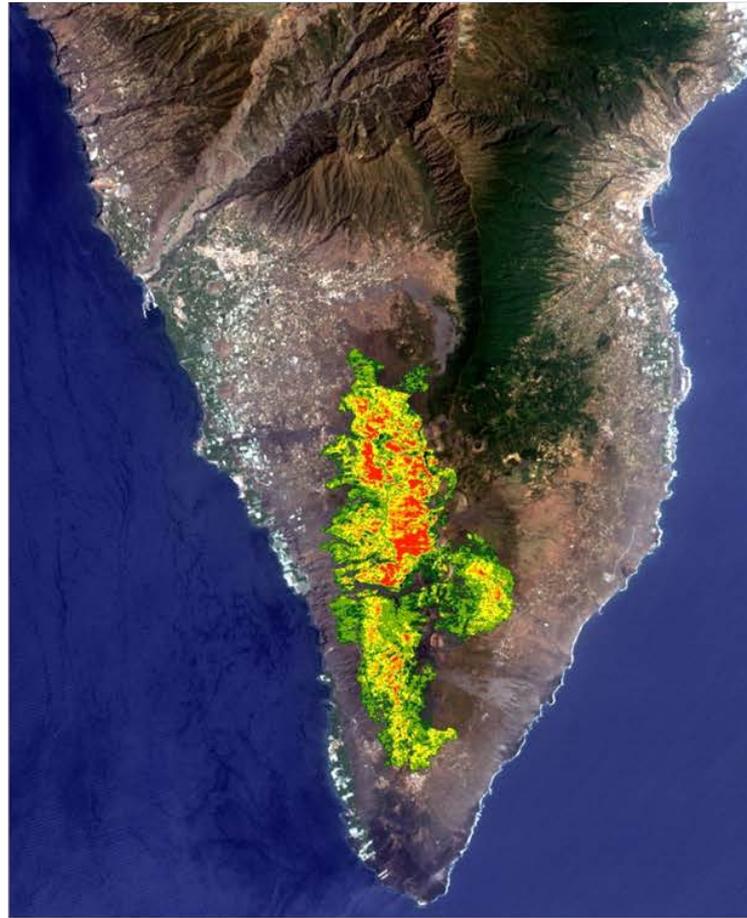
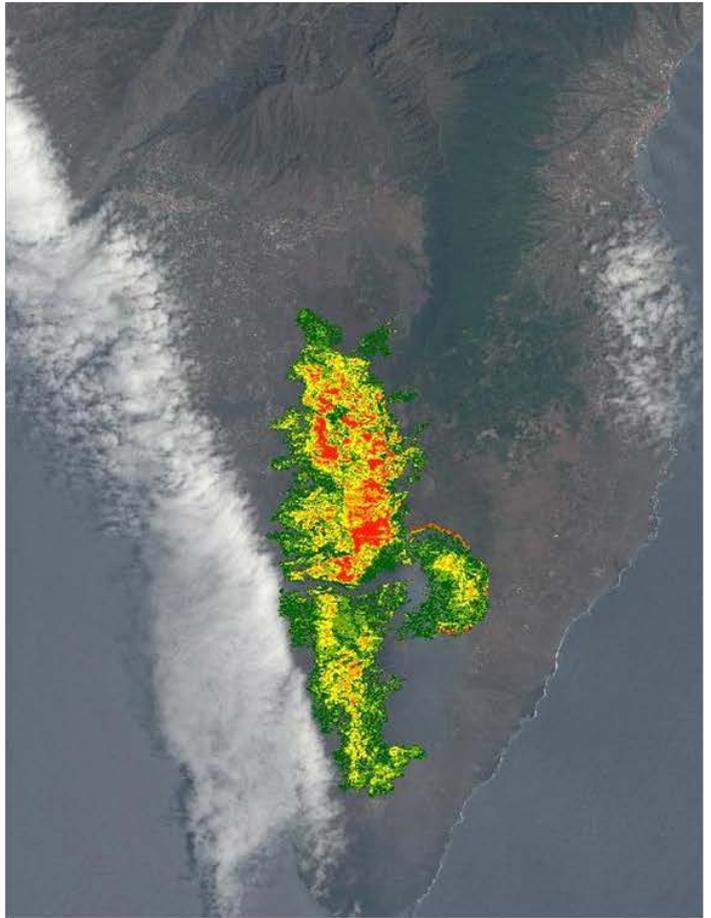
4.106.64 ha



## 03. Mapa de áreas quemadas

Sentinel 2A

Landsat 8 OLI/TIRS



7,4% (320,96 ha)

7,9% (341,46 ha)



## 03. Mapa de áreas quemadas

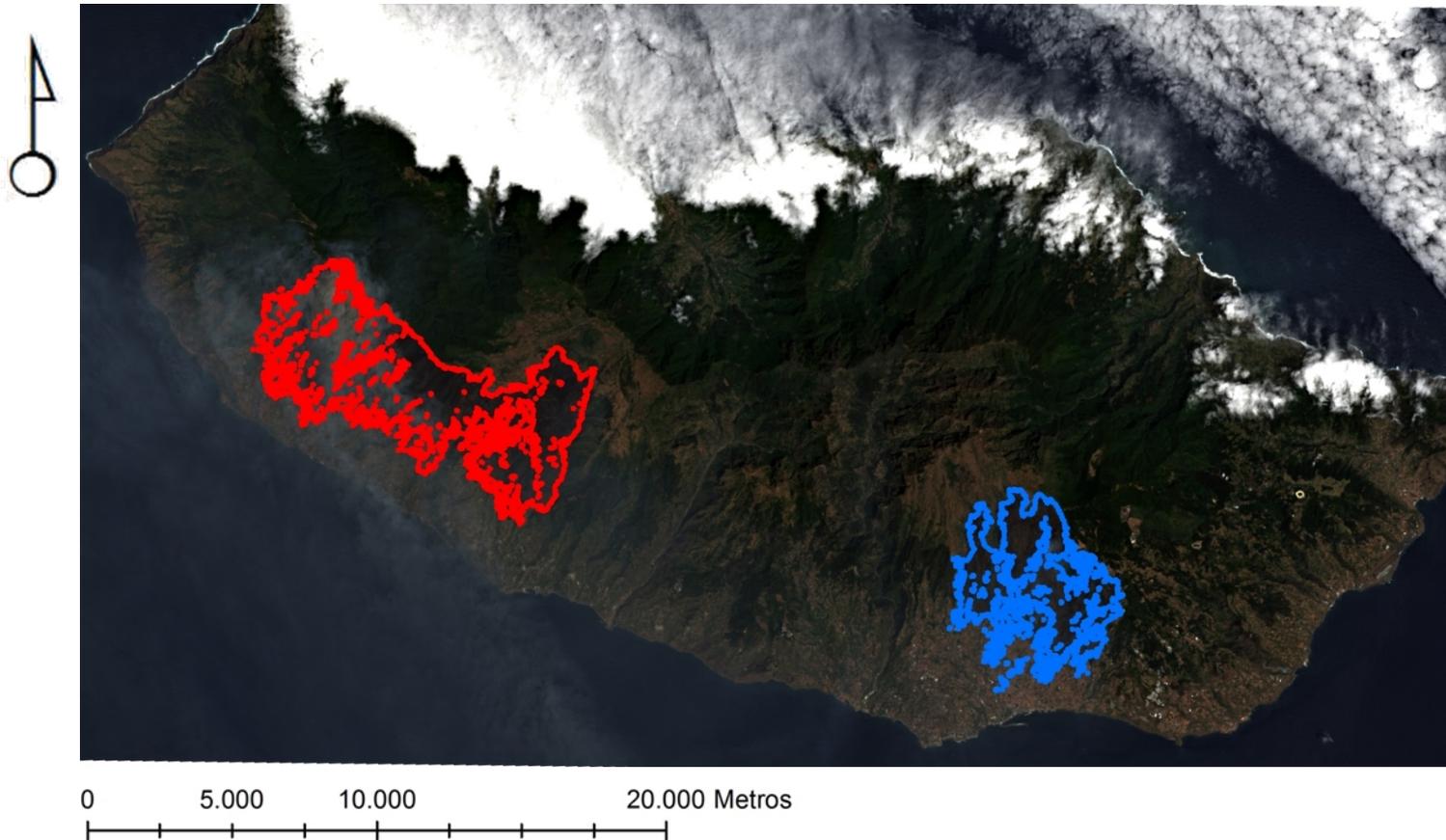
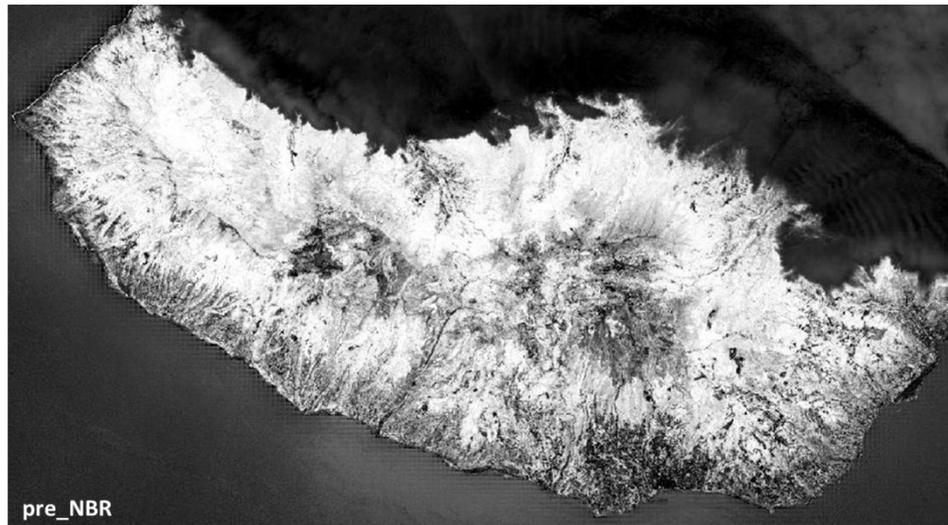


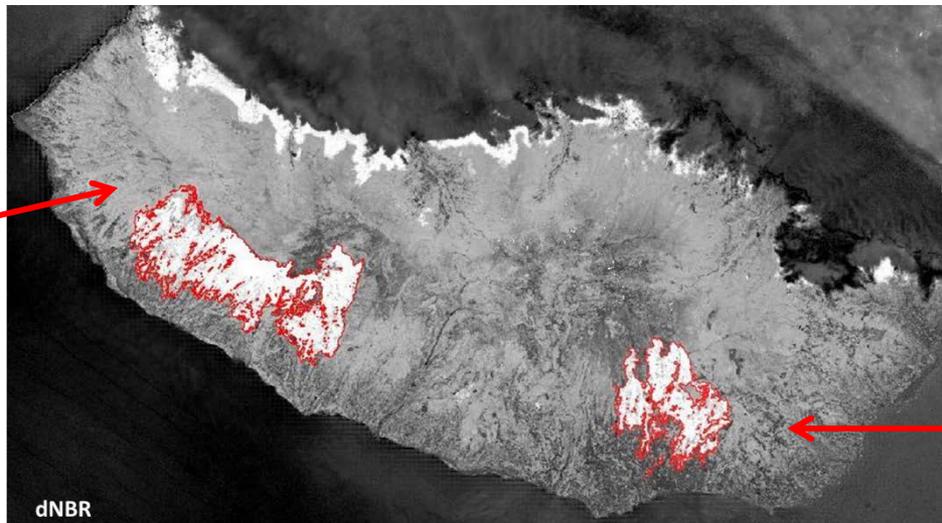
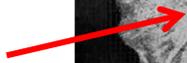
Imagen Landsat 8 OLI/TIRS de la Isla de Madeira (Portugal) en verdadero color RGB. El polígono rojo es el incendio de los municipios de Calheta y Ponta do Sol. El polígono azul es el incendio en el municipio de Funchal.



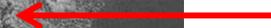
### 03. Mapa de áreas quemadas



4.077,72 ha

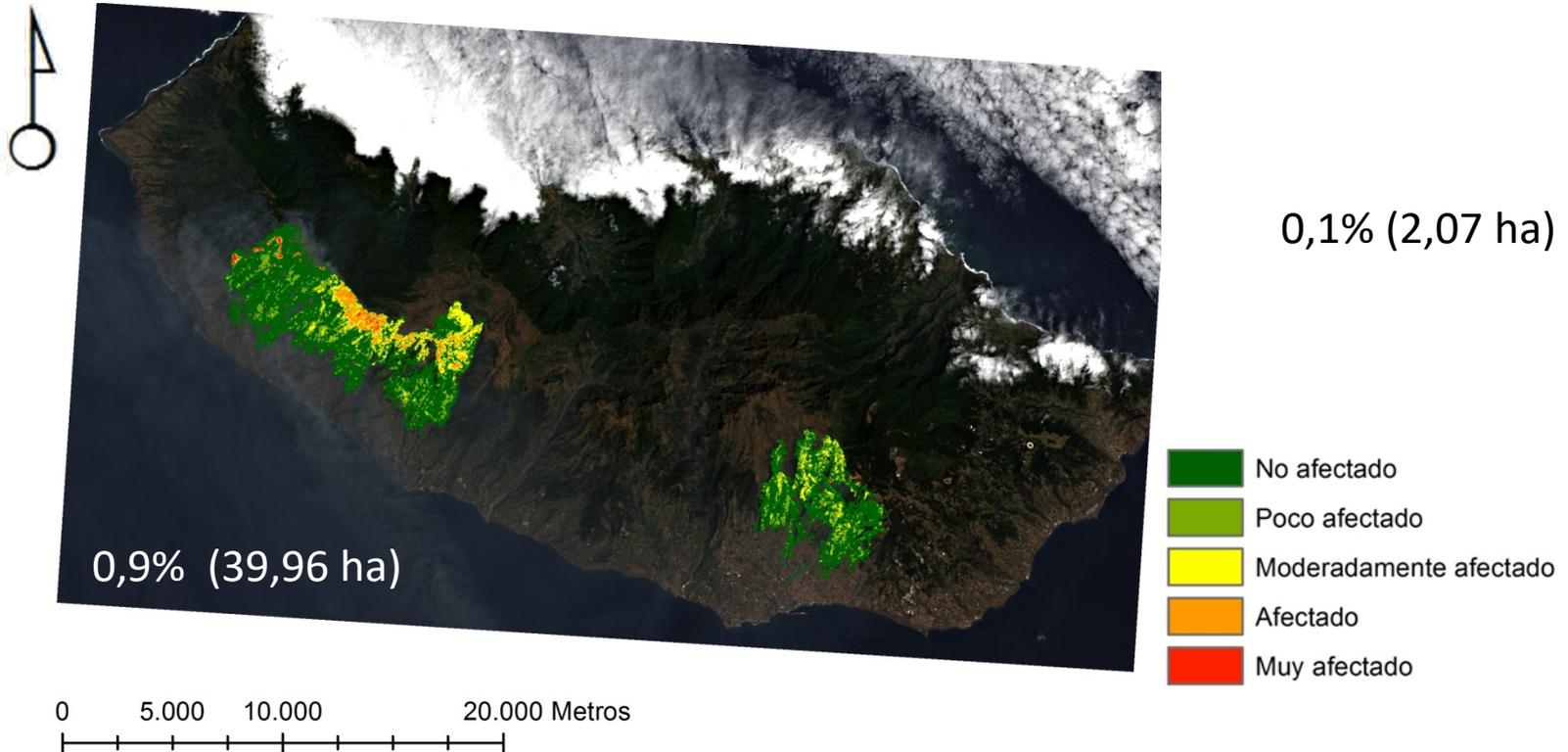


1.830,42 ha





### 03. Mapa de áreas quemadas



¡GRACIAS! 

Alfonso S. Alonso Benito  
Dr. Ingeniero de Montes  
*asaloben@gmail.com*

CONAMA2016