



Explicación del Práctico con imágenes captadas por los sensores ETM+/TM y MODIS

Dr. Raúl Rivas

Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires

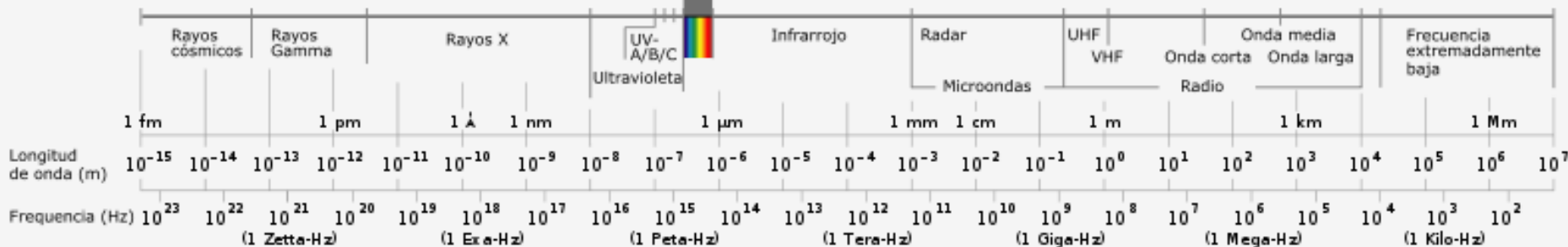
Instituto de Hidrología de Llanuras

Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires

BANDAS DE MEDIDA



Espectro visible por el hombre (Luz)



INFRARED

Near-infrared (NIR): 0.75–1.4 μm.

Short-wavelength infrared (SWIR): 1.4–3 μm.

Mid-wavelength infrared (MWIR) = intermediate infrared (IIR): 3–8 μm.

Long-wavelength infrared (LWI)=thermal infrared (TIR): 8–15 μm.

Far infrared (FIR): 15–1,000 μm.

VISIBLE

violet 380–450 nm

Blue 450–495 nm

Green 495–570 nm

yellow 570–590 nm

orange 590–620 nm

red 620–750 nm



MISIONES Y SENSORES ESPACIALES

Resumen de misiones espaciales e instrumentos:

www.eohandbook.com/eohb05/pdfs/miss_inst_2005.doc

Otros resúmenes:

Misiones espaciales:

<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-97/ceos1/instrum/mission1.htm>

Sensores espaciales:

<http://ceos.cnes.fr:8100/cdrom-97/ceos1/instrum/instr31.htm>

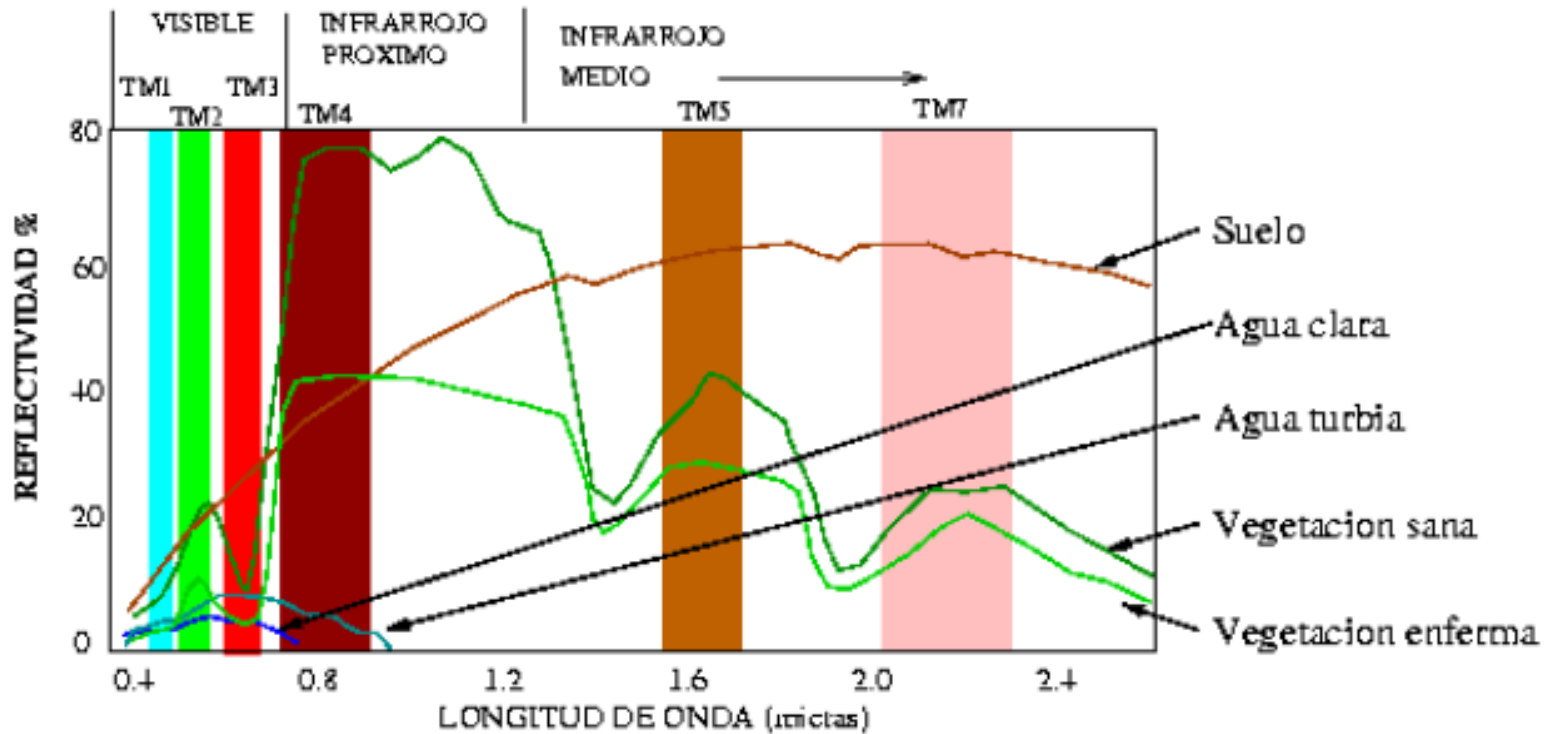
APLICACIÓN DE TÉCNICAS MONOCANAL: LANDSAT

Bandas espectrales de la serie Landsat

Satellite	Sensor	Bandwidths	Resolution	Satellite	Sensor	Bandwidths	Resolution
LANDSATs 1-2	RBV	(1) 0.48 to 0.57	80	LANDSATs 4-5	MSS	(4) 0.5 to 0.6	82
		(2) 0.58 to 0.68	80			(5) 0.6 to 0.7	82
		(3) 0.70 to 0.83	80			(6) 0.7 to 0.8	82
			(7) 0.8 to 1.1			82	
	MSS	(4) 0.5 to 0.6	79		TM	(1) 0.45 to 0.52	30
		(5) 0.6 to 0.7	79			(2) 0.52 to 0.60	30
		(6) 0.7 to 0.8	79			(3) 0.63 to 0.69	30
(7) 0.8 to 1.1		79	(4) 0.76 to 0.90	30			
LANDSAT 3	RBV	(1) 0.505 to 0.75	40	(5) 1.55 to 1.75		30	
				(6) 10.4 to 12.5		120	
	MSS	(4) 0.5 to 0.6	79	(7) 2.08 to 2.35		30	
		(5) 0.6 to 0.7	79	LANDSAT 7	ETM ⁺	(1) 0.45 to 0.52	30
		(6) 0.7 to 0.8	79			(2) 0.52 to 0.60	30
		(7) 0.8 to 1.1	79			(3) 0.63 to 0.69	30
		(8) 10.4 to 12.6	240			(4) 0.76 to 0.90	30
						(5) 1.55 to 1.75	30
		(6) 10.4 to 12.5	60				
		(7) 2.08 to 2.35	30				
		PAN 0.50 to 0.90	15				

APLICACIÓN DE TÉCNICAS MONOCANAL: LANDSAT

Espectro de reflectividades + bandas TM (Landsat)



ENVI tiene librerías espectrales del USGS y jpl y en la web se pueden encontrar en:

ASTER: <http://speclib.jpl.nasa.gov/>

MODIS: <http://www.icesc.ucsb.edu/modis/EMIS/html/em.html>

Ecuación monocanal para el sensor TM

$$T_6 = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_6} + 1\right)}$$

$$L_6 = G_6 ND + B_6$$

$$\rho_\lambda = \frac{\pi L_\lambda}{E_{\lambda 0} d^{-2} \cos \theta_z}$$

$$L_\lambda = G_\lambda (ND - ND_{\min}) + B_\lambda$$

Chander & Markham, 2003; Chander et al., 2007

Valores de T y R a tope de la atmósfera (TOA)

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right)^2$$

Carlson and Ripley, 1997

$$\varepsilon_s = \varepsilon_v P_v + \varepsilon_{so} (1 - P_v)$$

Valor and Caselles, 1996

Emisividad de superficie

$$\gamma = \left\{ \frac{c_2 L_6}{T_6^2} \left[\frac{\lambda_{ef}^4}{c_1} L_6 + \lambda_{ef}^{-1} \right] \right\}^{-1}$$

$$\psi_1 = 0.14714w^2 - 0.15583w + 1.12340$$

$$\psi_2 = -1.1836w^2 - 0.37607w - 0.52894$$

$$\psi_3 = -0.04554w^2 + 1.8719w - 0.39071$$

$$T_s = \gamma \left[\varepsilon^{-1} (\psi_1 L_6 + \psi_2) + \psi_3 \right] + \delta$$

Jiménez-Muñoz and Sobrino, 2003

Temperatura de superficie

Las funciones atmosféricas ψ_1 , ψ_2 y ψ_3 se obtienen como función del contenido de vapor en la atmósfera total (w)



APLICACIÓN DE TÉCNICAS SPLIT-WINDOW: MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) -EOS Terra/Aqua

Spatial Resolution	Primary Use	Band	Bandwidth (nm)
250 m	Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	620 - 670
		2	841 - 876
500 m	Land/Cloud/Aerosols Properties	3	459 - 479
		4	545 - 565
		5	1230 - 1250
		6	1628 - 1652
		7	2105 - 2155
1000 m	Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry	8	405 - 420
		9	438 - 448
		10	483 - 493
		11	526 - 536
		12	546 - 556
		13	662 - 672
		14	673 - 683
		15	743 - 753
		16	862 - 877
1000 m	Atmospheric Water Vapor	17	890 - 920
		18	931 - 941
		19	915 - 965

Primary Use	Band	Bandwidth (µm)
Surface/Cloud Temperature	20	3.660 - 3.840
	21	3.929 - 3.989
	22	3.929 - 3.989
Atmospheric Temperature	23	4.020 - 4.080
	24	4.433 - 4.498
Cirrus Clouds Water Vapor	25	4.482 - 4.549
	26	1.360 - 1.390
Cloud Properties	27	1.360 - 1.390
	28	6.535 - 6.895
Ozone	29	7.175 - 7.475
	30	8.400 - 8.700
Surface/Cloud Temperature	31	9.580 - 9.880
	32	10.780 - 11.280
Cloud Top Altitude	33	11.770 - 12.270
	34	13.185 - 13.485
	35	13.485 - 13.785
	36	13.785 - 14.085

<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>



APLICACIÓN DE TÉCNICAS SPLIT-WINDOW: MODIS

MODIS-EOS Terra/Aqua

Calibration

(see also: <http://daac.gsfc.nasa.gov/MODIS/products.shtml>, and <http://www.mcst.ssai.biz/mcstweb/index.html>)

- MOD 01 - Level-1A Radiance Counts
- MOD 02 - Level-1B Calibrated Geolocated Radiances
- MOD 03 - Geolocation Data Set

Atmosphere

(see also: <http://daac.gsfc.nasa.gov/MODIS/> and <http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/>)

- MOD 04 - Aerosol Product
- MOD 05 - Total Precipitable Water (Water Vapor) http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/MOD05_L2/index.html
- MOD 06 - Cloud Product
- MOD 07 - Atmospheric Profiles
- MOD 08 - Gridded Atmospheric Product
- MOD 35 - Cloud Mask

Land

(see also: <http://edcdaac.usgs.gov/dataproducts.asp> and <http://modis-land.gsfc.nasa.gov/>)

- MOD 09 - Surface Reflectance
- MOD 11 - Land Surface Temperature & Emissivity
- MOD 12 - Land Cover/Land Cover Change
- MOD 13 - Gridded Vegetation Indices (Max NDVI & Integrated MVI)
- MOD 14 - Thermal Anomalies, Fires & Biomass Burning
- MOD 15 - Leaf Area Index & FPAR
- MOD 16 - Evapotranspiration
- MOD 17 - Net Photosynthesis and Primary Productivity
- MOD 43 - Surface Reflectance
- MOD 44 - Vegetation Cover Conversion



APLICACIÓN DE TÉCNICAS SPLIT-WINDOW: MODIS

MODIS-EOS Terra/Aqua

Cryosphere

(see also: <http://nsidc.org/daac/modis/index.html>)

- MOD 10 - Snow Cover
- MOD 29 - Sea Ice Cover

Ocean

(Details about ocean products are best obtained by going to: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>)

- MOD 18 - Normalized Water-leaving Radiance
- MOD 19 - Pigment Concentration
- MOD 20 - Chlorophyll Fluorescence
- MOD 21 - Chlorophyll_a Pigment Concentration
- MOD 22 - Photosynthetically Available Radiation (PAR)
- MOD 23 - Suspended-Solids Concentration
- MOD 24 - Organic Matter Concentration
- MOD 25 - Coccolith Concentration
- MOD 26 - Ocean Water Attenuation Coefficient
- MOD 27 - Ocean Primary Productivity
- MOD 28 - Sea Surface Temperature
- MOD 36 - Total Absorption Coefficient
- MOD 37 - Ocean Aerosol Properties
- MOD 39 - Clear Water Epsilon

Descripción: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/index.php>

Algoritmos (ATBDs): <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/index.php>

Disponibilidad: http://outreach.eos.nasa.gov/Terra_CD-01/docs/moproduct.htm#modis_oc

Ecuación de Split-window para el sensor MODIS

$$T = T_i + [2,41 + 0,432(T_{31} - T_{32})](T_{31} - T_{32}) + 0,359 + \alpha(w)(1 - \varepsilon) + \beta(w)\Delta\varepsilon$$

$$\alpha = 44,1 + 5,4 \frac{w_0}{\cos(\theta)} - 1,77 \left(\frac{w_0}{\cos(\theta)} \right)^2 \quad \beta = 165,5 - 28,1 \frac{w_0}{\cos(\theta)}$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32}}{2} \quad \Delta\varepsilon = \varepsilon_{31} - \varepsilon_{32} \quad (w_0 \text{ en cm y } T_i \text{ en K})$$

Cálculo de la emisividad - Método de Proporción de vegetación (Pv) (Valor y caselles, 1996)

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{iv} P_v + \varepsilon_{is} (1 - P_v) + 4 < d\varepsilon_i > P_v (1 - P_v)$$

$$P_v = \frac{\left(1 - \frac{NDVI}{NDVI_s} \right)}{\left(1 - \frac{NDVI}{NDVI_s} \right) - K \left(1 - \frac{NDVI}{NDVI_v} \right)}$$

$$K = \frac{IRC_v - R_v}{IRC_s - R_{rs}}$$

IRCv IRCs reflectividad en el infrarrojo cercano para la vegetación y para el suelo

Rv Rs reflectividad en el rojo para la vegetación y para el suelo

Obtención de imágenes MODIS: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>



Programas para el procesamiento de imágenes de satélite

Programa usado en el práctico: ENVI

Información sobre la última versión existente (ENVI 4.3): <http://www.itvis.com/envi/index.asp>

Programa libre: ENVI FreeLook

<http://rsinc.com/download/download.asp?searchstring=FreeLook&ProductVersion=All+Products>

Tutorial FreeLook: <http://www.eduspace.esa.int/eduspace/subdocument/default.asp?document=337>