

# Herramientas de Teledetección Cuantitativa

## Clase 1

Francisco Nemiña

imagenes/logosopi.png imagenes/2m.png imagenes/conae.png

# Esquema de presentación

## Introducción

- Organización del curso

## Conceptos básicos

- Radiancia

- Reflectancia

## Firma espectral

- Medición

- Modelado

## Práctica

# Objetivos del curso

- ▶ Poder analizar en detalle una **firma espectral**.
- ▶ Familiarizarse con el concepto de reflectancia bidireccional.
- ▶ Conocer las distintas fuentes de distorsión radiométrica.
- ▶ Comprender el concepto de dimensionalidad y como reducir la misma.
- ▶ Poder realizar clasificaciones supervisadas y no supervisadas comprendiendo los fundamentos matemáticos detrás de las mismas.
- ▶ Poder realizar validaciones de clasificaciones.
- ▶ Realizar estudios de series temporales.

# Organización del curso

## Plataforma de Educación a Distancia

<https://sopi.conae.gov.ar/aulavirtual>

Contraseña: sopiII2015

## Aprobación

1. 75 % de asistencia.
2. 7 cuestionarios teórico-prácticos sobre las clases
3. 1 trabajo final integrador

## Modalidad de trabajo

Teórico-práctico con la inclusión de lecturas complementarias.

## Cronograma

- ▶ 18/9 - Conceptos básicos y firmas espectrales.
- ▶ 25/9 - Correcciones radiométricas.
- ▶ 2/10 - Dimensionalidad e índices.
- ▶ 9/10 - Clasificaciones no supervisadas.
- ▶ 16/10 - Clasificaciones supervisadas.
- ▶ 23/10 - Clase de consulta.
- ▶ 30/10 - Validación de datos satelitales.
- ▶ 6/11 - Detección de cambios.
- ▶ 13/11 - Clase de consulta.
- ▶ 20/11 - Entrega del trabajo final.

# Métodos cuantitativos

## Definición:

Hablamos de *métodos cuantitativos en teledetección óptica* cuando queremos cuantificar los datos disponibles en una imagen para poder extraer información de las mismas utilizando las longitudes de onda de  $0,4\mu m$  a  $14\mu m$ .

1. Tipos de modelos
  - 1.1 estadísticos
  - 1.2 biofísicos
2. Tipos de variables
  - 2.1 continuas
  - 2.2 categóricas

# Esquema de presentación

## Introducción

Organización del curso

## Conceptos básicos

Radiancia

Reflectancia

## Firma espectral

Medición

Modelado

## Práctica



# Radiancia

## Definición:

$$dE = L_{\lambda}(\theta, \phi) \cos(\theta) d\Omega dA dt d\lambda$$

Potencia radiante por unidades de área y ángulo sólido.

## Importante:

- ▶  $[L_{\lambda}] = \frac{W}{m^2 sr nm}$
- ▶ Es una de las dos magnitudes más relevantes.

imagenes/solid\_angle.png

Ángulo sólido  $\Omega$  y los ángulos asociados  $\theta$  y  $\phi$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Shunlin Liang, *Quantitative remote sensing of land surfaces*, Vol. 30, John Wiley & Sons, 2005.

## Definición

Definimos la irradiancia como

$$E = \int L(\theta, \phi) \cos(\theta) d\Omega$$

para el caso de que la luz se emita sólo en uno de los hemisferios


$$E = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} L(\theta, \phi) \cos(\theta) \sin(\theta) d\theta d\phi$$

`imagenes/espectrum.png`

Espectro electromagnético.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>[Wikimedia Commons](#). *EM spectrum*. 2007.



`imagenes/blackpercent.png`

Irradiancia medida sobre la superficie terrestre.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> *Berkeley Lab Heat Island Group.*

## Curva de irradiancia

Cálculo de la irradiancia de un cuerpo negro

$$L(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1}$$

`imagenes/blackbody.png`

Curva de irradiancia para un cuerpo negro.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>[Wikimedia Commons](#). *Black body*. 2015.

## Cálculo de la irradiancia solar

Cálculo de la irradiancia solar

$$S_0 = \int_0^{\infty} E_0(\lambda) d\lambda$$

su valor aproximado es

$$S_0 = 1369 \text{ W/m}^2$$

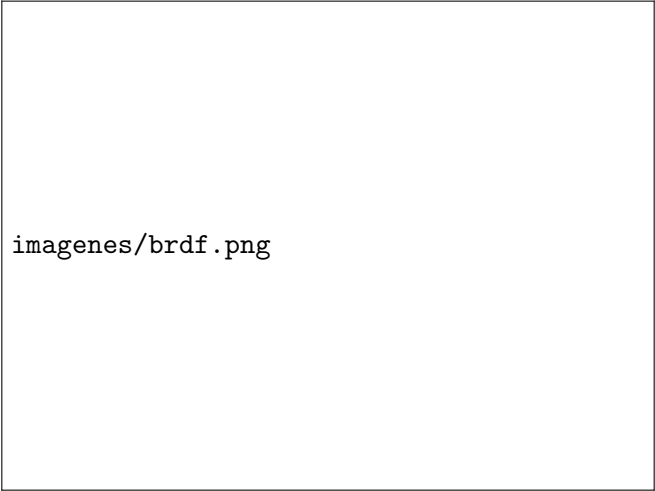
es la cantidad de luz que llega del sol.



## Valores tipos de E para Landsat

$$\text{En } [L_\lambda] = \frac{W}{m^2 \mu m}$$

Banda	ETM+	TM
1	1970	1954
2	1843	1826
3	1555	1558
4	1047	1047
5	227.1	217.2
7	80.53	80.29



`imagenes/brdf.png`

Irradiancia incidente y reflejada por una cobertura.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>[Wikimedia Commons](#). *Bidirectional reflectance distribution function*. 2009.

# Reflectancia

## Definición:

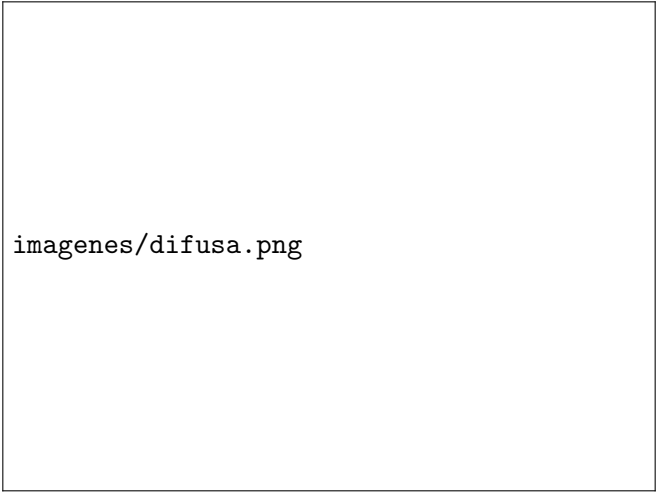
Definimos la BRDF (spectral bidirectional reflectance distribution function) como:

$$f(\theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r) = \frac{dL(\theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r)}{dE(\theta_i, \phi_i)}$$

## Definición:

Defininimos la reflectancia direccional como:

$$R(\theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r) = \frac{\pi L(\theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r)}{\cos(\theta_i) E_0} = \pi f(\theta_i, \phi_i, \theta_r, \phi_r)$$



`imagenes/difusa.png`

Distintos casos de reflectancia direccional.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> John R Jensen. *Remote sensing of the environment. an earth resource perspective*. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, 2007.

## Aproximación lambertiana

Hablamos de la aproximación lambertiana cuando la reflectancia no depende del ángulo reflejado

$$\rho = \frac{\pi L}{\mu_i E_0}$$

donde tomamos  $\mu = \cos(\theta)$

# Esquema de presentación

## Introducción

Organización del curso

## Conceptos básicos

Radiancia

Reflectancia

## Firma espectral

Medición

Modelado

## Práctica

## Definición:

La distribución de la reflectancia es función de la longitud de onda nos habla de la características intrínsecas de la cobertura. Es su firma espectral  $\rho_{\lambda}$ .

## Respuesta espectral

Podemos pensar a la respuesta de un sensor como una integral


$$\rho_j = \frac{\int s_j(\lambda) \rho d\lambda}{\int s_j(\lambda) d\lambda}$$

donde si pensamos a la respuesta como una distribución podemos definir  $\lambda_c$  y  $\Delta\lambda$  el centro de la adquisición y ancho de banda efectivo.

## Importante

Desde el punto de vista espectral, las resoluciones espectral y radiométrica, nos permiten distinguir distintas cosas de la firma espectral.







`imagenes/ebaja.png`

`imagenes/ealta.png`

Espectral separa.

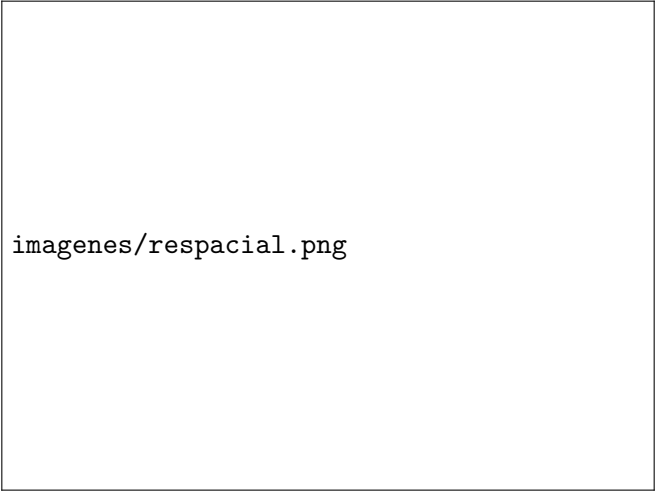


`imagenes/rbaja.png`



`imagenes/ralta.png`

Resolución radiométrica.



`imagenes/respacial.png`

Respuesta espacial de un sensor en ambas direcciones.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup>Shunlin Liang, *Quantitative remote sensing of land surfaces*, Vol. 30, John Wiley & Sons, 2005.

## Respuesta espacial

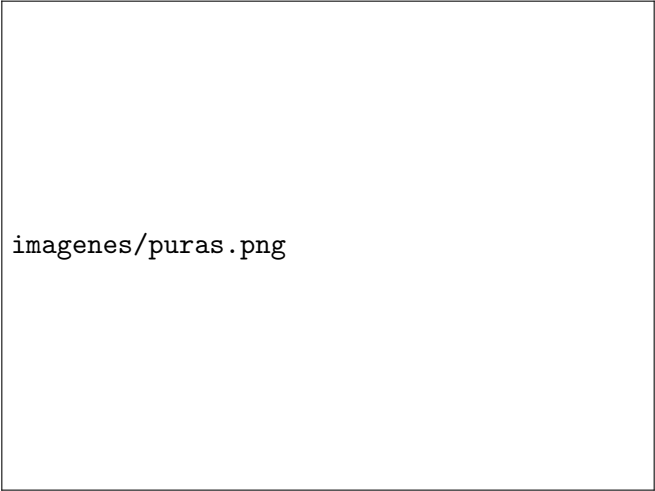
- ▶ La resolución espacial sale de esta función.
- ▶ Es importante por que nos permite comprender la formación de un píxel.

## Formación de un píxel

El valor de reflectancia para un píxel vale

$$\rho_{pix} = \sum_i w_i \rho_i$$

donde  $w_i$  corresponde a la distinta cobertura de cada píxel.

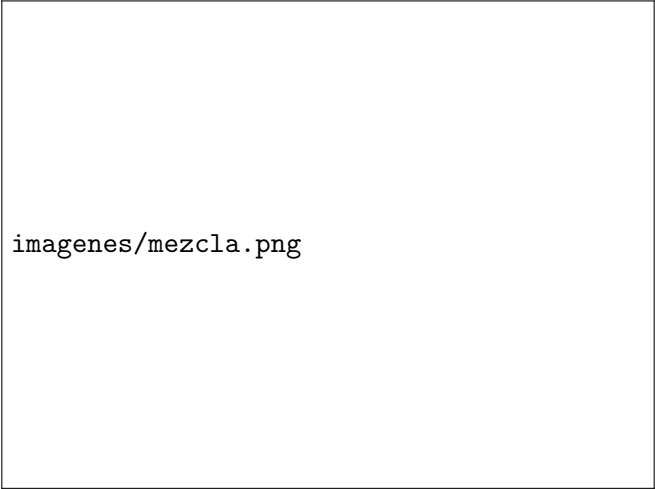


`imagenes/puras.png`

Firmas espectrales de vegetación y suelo desnudo.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>Roger Nelson Clark y col. *USGS digital spectral library splib06a*. 2007.



`imagenes/mezcla.png`

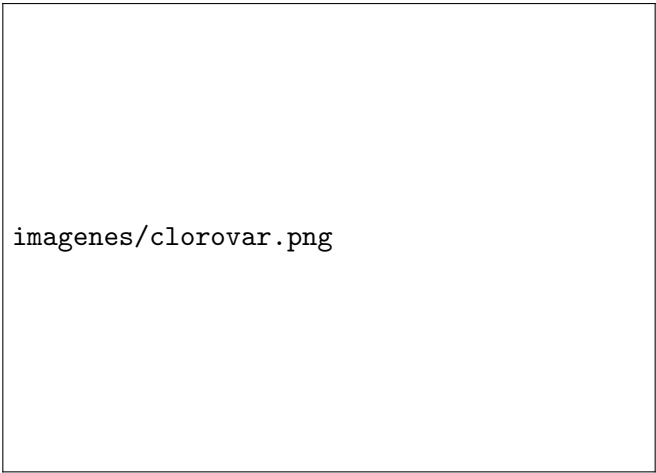
Mezcla de firmas espectrales para un gradiente de coberturas.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup>Roger Nelson Clark y col. *USGS digital spectral library splib06a*. 2007.

La vegetación tiene 3 zonas del espectro principales que modelar

- ▶ Visible
- ▶ Infrarrojo cercano
- ▶ Infrarrojo de onda media



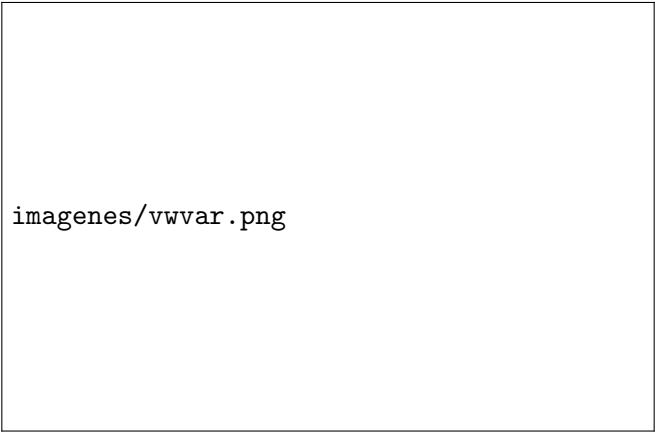
`imagenes/clorovar.png`

Variaciones de la firma espectral con el contenido de clorofila.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>Shunlin Liang. *Quantitative remote sensing of land surfaces*. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.






imagenes/vwvar.png

Variaciones de la firma espectral con el contenido de agua.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup>Shunlin Liang. *Quantitative remote sensing of land surfaces*. Vol. 30. John Wiley & Sons, 2005.




imagenes/leafvar.png

Variaciones de la firma espectral con el área foliar.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup>Gregory P Asner. "Biophysical and biochemical sources of variability in canopy reflectance". En: *Remote sensing of Environment* 64.3 (1998). págs. 234-253.

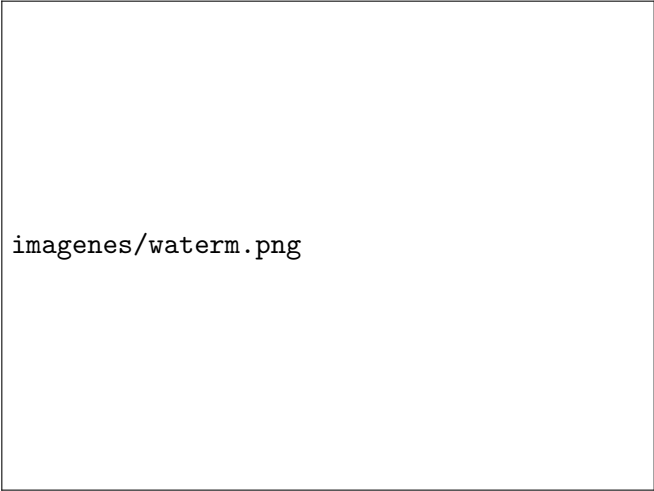


imagenes/vivomuerto.png

Firma espectral de la vegetación en diferentes estados.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup>Gregory P Asner. "Biophysical and biochemical sources of variability in canopy reflectance". En: *Remote sensing of Environment* 64.3 (1998). págs. 234-253.

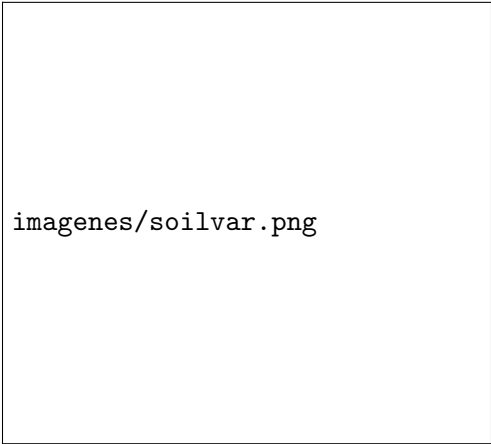


`imagenes/waterm.png`

Firma espectral de agua con distinto contenido de arcilla disuelta.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Roger Nelson Clark y col. *USGS digital spectral library splib06a*. 2007.



`imagenes/soilvar.png`

Firma espectral del suelo con distintos contenidos de humedad.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup>Shunlin Liang, *Quantitative remote sensing of land surfaces*, Vol. 30, John Wiley & Sons, 2005.

# Esquema de presentación

## Introducción

Organización del curso

## Conceptos básicos

Radiancia

Reflectancia

## Firma espectral

Medición

Modelado

## Práctica

## Actividades prácticas de la primera clase

1. Abrir imágenes Landsat 8 y familiarizarse con el SoPl.
2. Digitalizar coberturas uniformes dentro de la imagen.
3. Extraer la firma espectral de las coberturas digitalizadas.
4. Reescalar las firmas obtenidas y compararlas para dos imágenes distintas.