

**EDUKIAK:**

**4. BLOKETA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA  
AURKEZPENA**

**4.1 Sarrera**

**4.2 Aplikazioak**

**4.3 Irudiekin egin daitezkeen eragiketak**

**4.4 Irudien erreferentziak**

**4.5 Gomendatutako bibliografia**

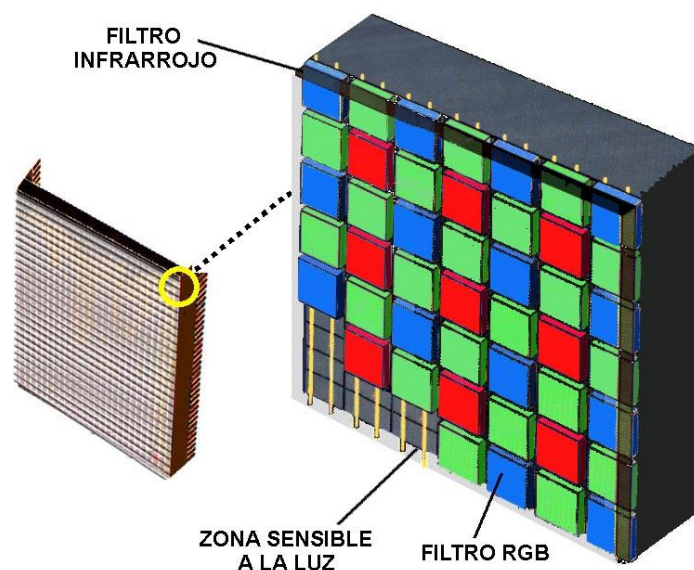
## 4. BLOKEA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA AURKEZPENA

### 4.1. Sarrera

Teledetekzioa zer den eta zertarako erabiltzen den azaltzen hasi aurretik beharrezkoa da esatea gai hau sarrera bat baino ez dela. Honen helburua teledetekzioa geologian nola erabil daitekeen ikustea da eta ideia batzuk hartzea ikasleak zertarako erabil daitekeen jakin dezan.

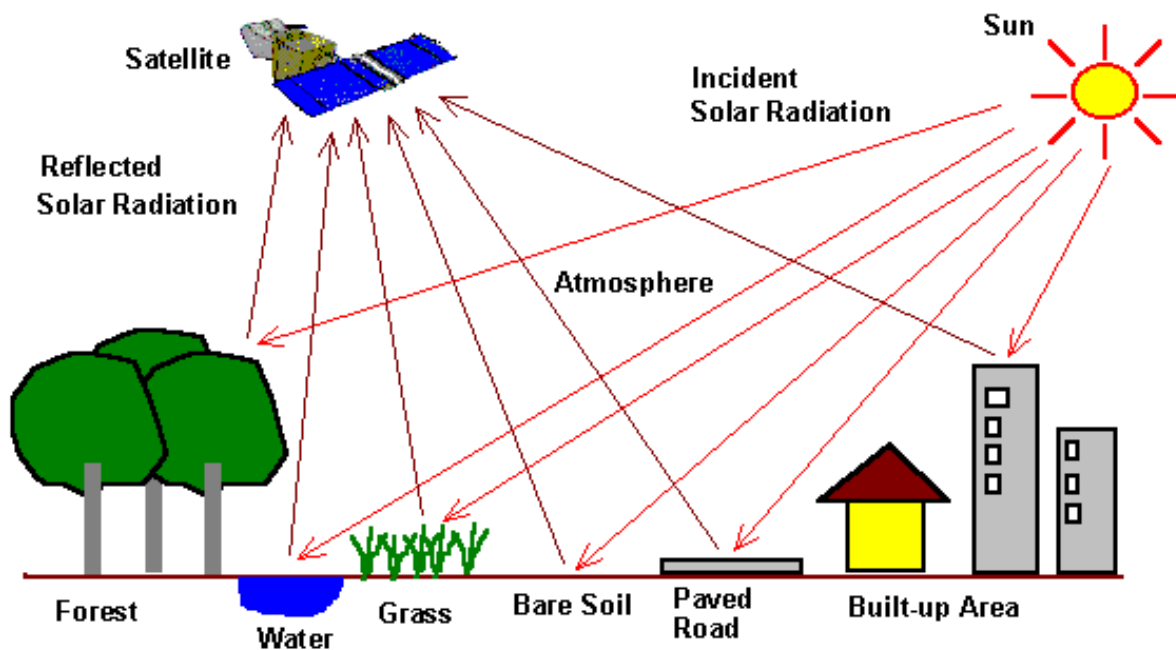
Gaur egun teledetekzioa geologia, astronomia, ingurugiroa, topografia eta beste hainbat esparrutan erabiltzen da, baina zer da teledetekzioa? **Teledetekzioa airetik edo espaziotik irudiak hartu** eta irudi horien **tratamendua** barne hartzen dituen prozesua da. Teknika honen bitartez urruti dauden (lur-azalean) dauden objektuei buruzko informazioa izan dezakegu. Honek esan nahi du orain arte teledetekzioan erabiltzen diren irudiak erabili ditugula, hala nola ortofotoak.

Teledetekzioan sartu aurretik lor ditzakegun irudiak aztertuko ditugu apur bat: Gaur egun irudi gehienak digitalak dira. Irudia erregistratzeko sentsore bat (edo gehiago) egoten da eta hau zati txikietan banatuta egoten da. Zati txiki hauetako bakoitzak argi irradiazioa erregistratuko du eta hori zenbakizko balio batean bihurtuko du (BALIO DIGITALA; DIGITAL NUMBER: DN). Hau guk pantailan ikusten dugunetik desberdindu behar dugu, honi ikus-maila edo VISUAL NUMBER deitzen zaio.



4.1 Irudia: CCD (*charge-coupled device*) motako sentsorea Karratu bakoitza PIXEL bat izango da. Iturria: [http://www.user.cnb.csic.es/~fotonica/Photonic\\_en/Review/ccd1.htm](http://www.user.cnb.csic.es/~fotonica/Photonic_en/Review/ccd1.htm)

Orduan irudi digital guztiak matrizeak izango dira eta matrizearen unitate txikiena PIXEL-a (Picture X Element) izango da (4.1 Irudia). Lehen aipatu bezala sentsoreak argi irradiazioa erregistratzen du. Sentsore hori satelite batean edo hegazkin batean egon daiteke (adibidez ortofotoen kasuan). Teledekzioa aktiboa edo pasiboa izan daiteke sentsoreen arabera, hauek energia igortzen badute aktiboa izango da (adibidez LIDARak) eta erradiazio naturala neurtzen badute pasiboak izango dira. Gu azken hauen oinarrituko gara. Islatutako eguzki energia teledekzioan neurtzen den erradiazio mota ohikoena da (4.2 Irudia).



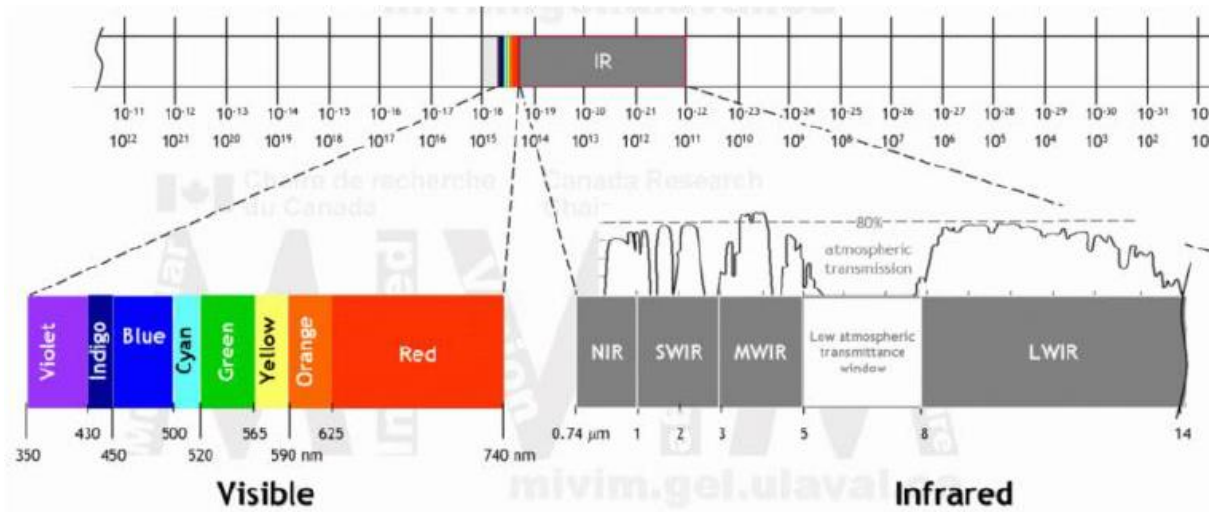
4.2 Irudia: Sateliteak (edo hegazkinak) nola erregistratzen dituen irudiak. Iturria: <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm>

Irudien ezaugarri garrantzitsua BEREIZMENA (*resolución*) da. Hau, era orokorrean esanda, objektu bi edo gehiago desberdintzeko ahalmena da. Bereizmen mota asko daude baina gu bitara mugatuko gara:

- **Bereizmen espaziala:** irudi batetatik zenbateko xehetasuna lortu dezakegun adierazten digu. Pixel bakoitzak zenbat eta lurrazaleko eremu txikiagoa hartu orduan eta bereizmen espazial handiagoa izango dugu eta beraz iruditik informazio gehiago atera daiteke.

- **Bereizmen espektrala:** sentsoreak desberdin ditzakeen banda espektral kopurua adierazten du bereizmen espektralak. Banda espektrala antzeko portaera duen irradiazio mota izango da, hau da, espektroro elektromagnetikoan antzeko portaera duten uhin luzera tartekak izango dira. Adibidez ikusgai espektroroaren barruan (4.3 Irudian *Visible*) banda espektral gorria gutxi gora behera 0,6 eta 0,7  $\mu\text{m}$  tartean dagoena izango da.

**GIS hastapenerako ikastaroa. 4. BLOKETA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA AURKEZPENA**

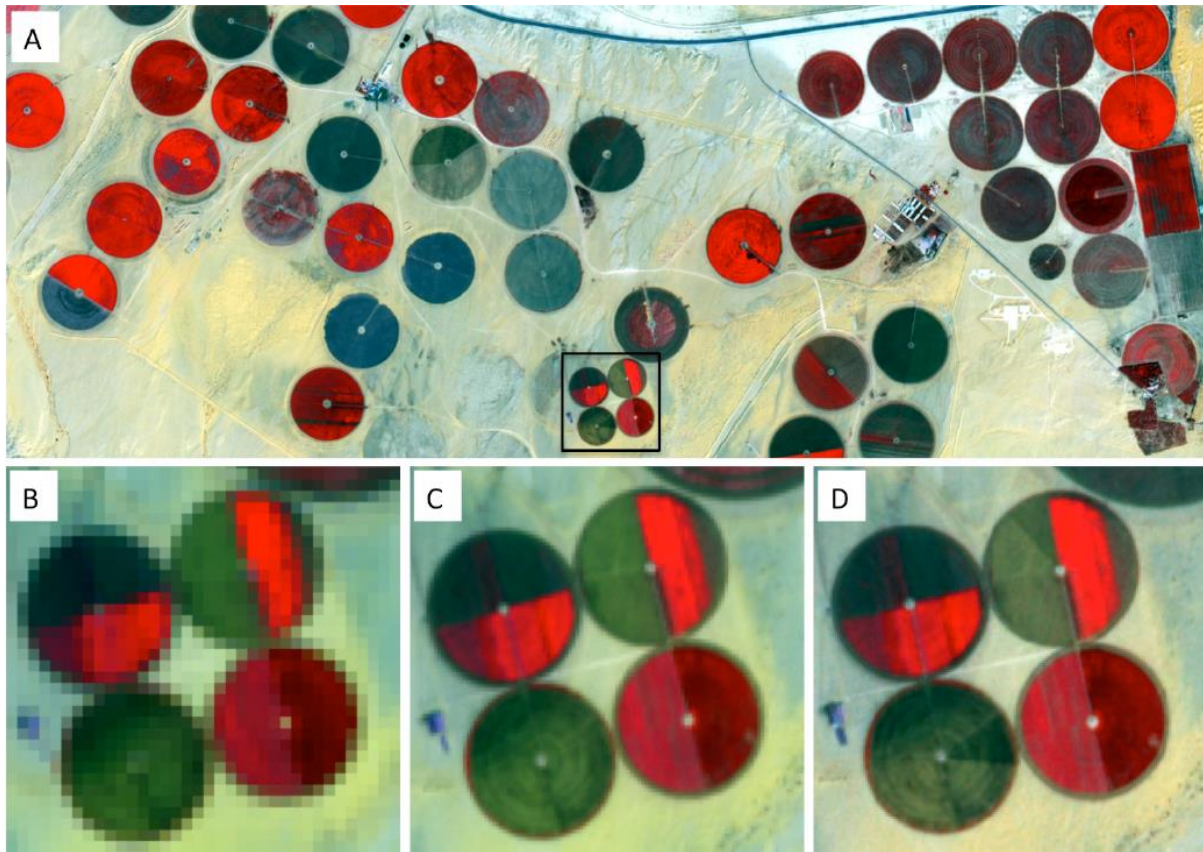


4.3 Irudia: Banda espektralak eta beraien uhin luzera. Iturria: Akhloufi eta Bendada, 2013.

Sentsore pasibo batek islatutako eguzki energia banda espektraletan jasoko du, baina sentsore bakoitzak banda konketuak jasotzeko prestatuta egongo da. Teledekzioan gehien erabiltzen diren bandak hauek dira:

- Ikusgai-espektroa (ingelesez *visible* VIS): 0,4-0,7  $\mu\text{m}$
- Gertuko infragorria (ingelesez *near infrared* NIR): 0,7-1,3  $\mu\text{m}$
- Infragorri ertaina (ingelesez *short-wavelength infrared* SWIR: 1,3-3  $\mu\text{m}$
- Infragorri termikoa (ingelesez *termic infrared* TIR): 7-15 1,3-3  $\mu\text{m}$
- Mikrouhinak 1mm-tatik aurrera

Gainazal mota bakoitzak erradiazioarekin era desberdinean jokatzen du, uhin luzera konketuak xurgatuz eta beste batzuk proportzio konketuetan islatuz. Ezaugarri honek urrutitik objektu desberdinak identifikatu ahal izatea ahalbideratzen du, adibidez lurzorruak, kareharri batek, urak, zementuak... islatzen duten erradiazioa eta honen proportzioa desberdina denez sentsoreak erregistratzen duen irradiazioaren arabera hainbat km-tara zein "objektu" dugun jakin dezakegu.



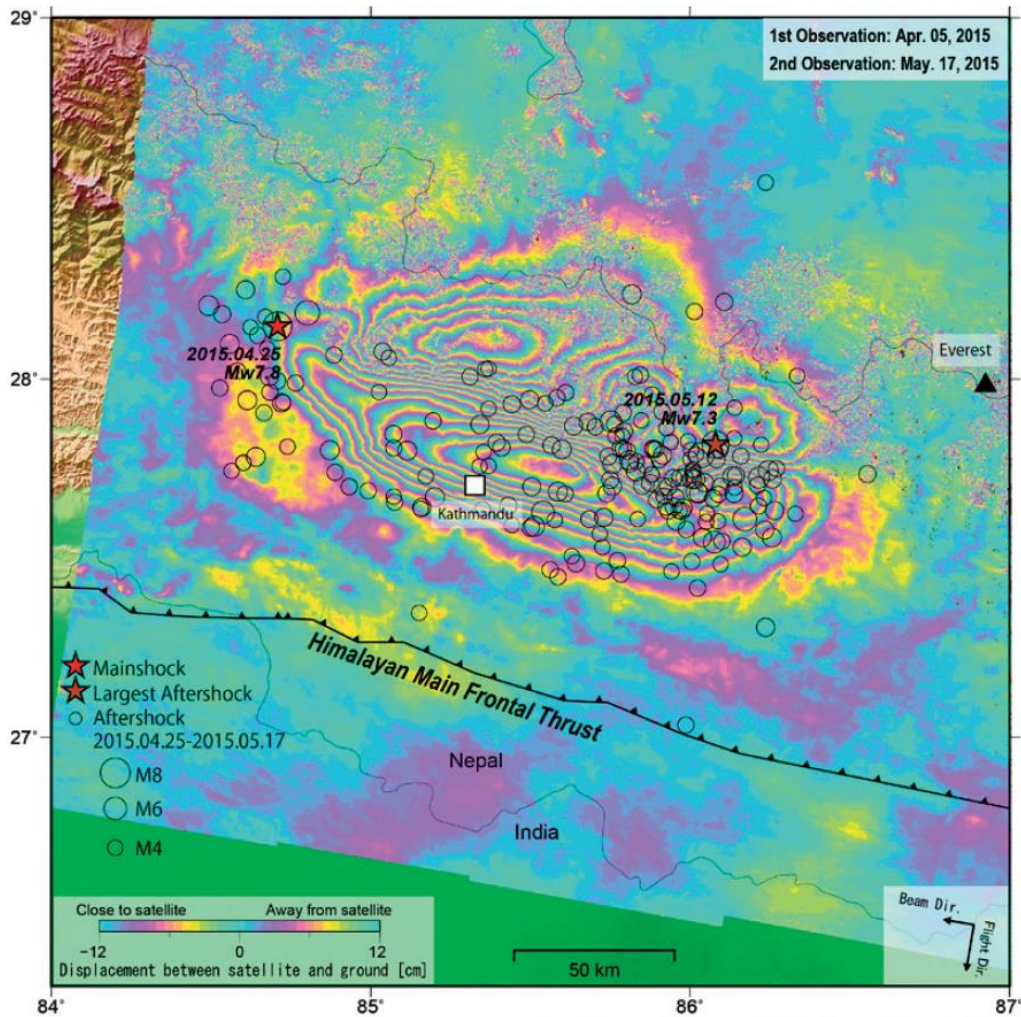
4.4 Irudia. Sateliteen eboluzioa bereizmen espazialari dagokionez. Irudian Arabia Sauditako Al Kharj-eko ureztatze zelaiak ikusten dira. Iturria: McCabe et al., 2017.

Goiko irudiak (4.4 Irudia) bereizmen espazial desberdinetako adibideak erakusten ditu. A irudia Planet CubeSat sateliteak 800 m-tako lur eremuari ateratako irudia da. Bertan ureztatze zelaiak ikus daitezke. Hurrengo sateliteen generazioak A) irudiak baino bereizmen espazial hobeak dute eta honen handiagotzea (zoom-a) posible egiten dute. B) irudia LANSAT-8 sateliteak 30 m, C) Sentinel-2A-k 10 m eta D) Planet imagery 10 m dituzte. Irudi guztietan kolore faltsua ikusten da (NIR, gorria eta urdina).

#### 4.2. Aplikazioak

Orain arte ikusitakoarekin argi geratzen da teledekzioak hainbat aplikazio izan ditzakela. Geologiaren ikuspuntutik oso teknika erabilia da baliabide naturalen ustiapenean baina kartografian, lurzorua higidura, hondartzen higidura eta akumulazioa non ematen den jakiteko... erabil daitezke. Hona hemen adibide praktiko bat:

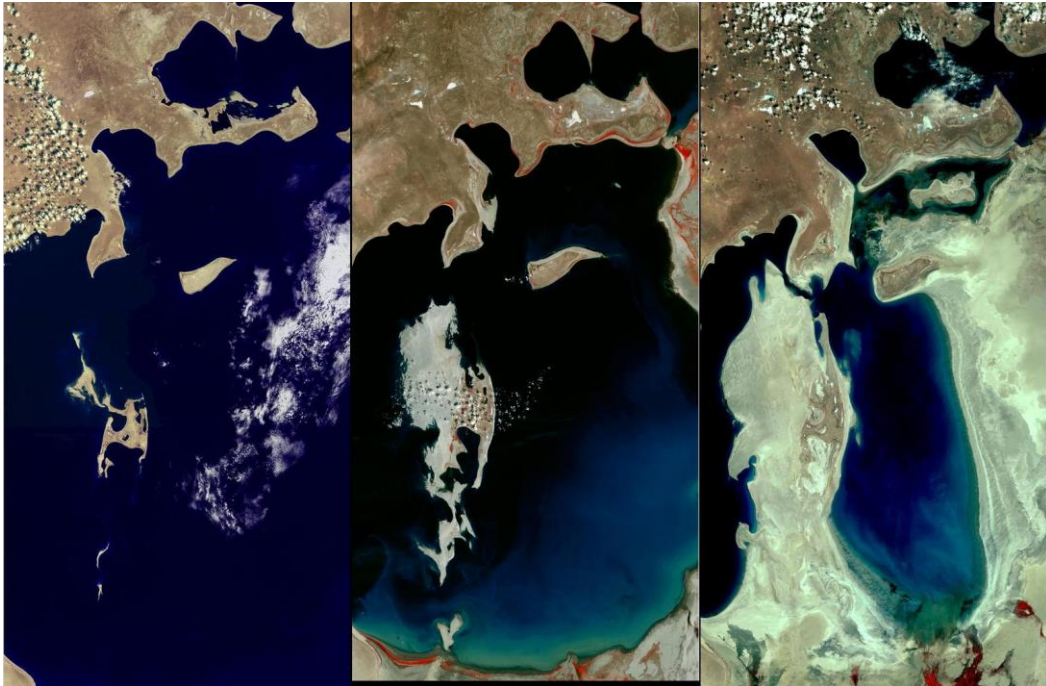
**GIS hastapenerako ikastaroa. 4. BLOKETA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA AURKEZPENA**



4.5 Irudia: 2015ean Nepal-en (Gorkha) gertatutako lurrikara: ALOS-2 sateliteak erregistratutako lurrazalaren deformazioa ikus daiteke. Iturria: [http://ceos.org/document\\_management/Publications/Data\\_Applications\\_Report/DAR\\_Summary-Brochure\\_Digital-Version\\_Dec2015.pdf](http://ceos.org/document_management/Publications/Data_Applications_Report/DAR_Summary-Brochure_Digital-Version_Dec2015.pdf)

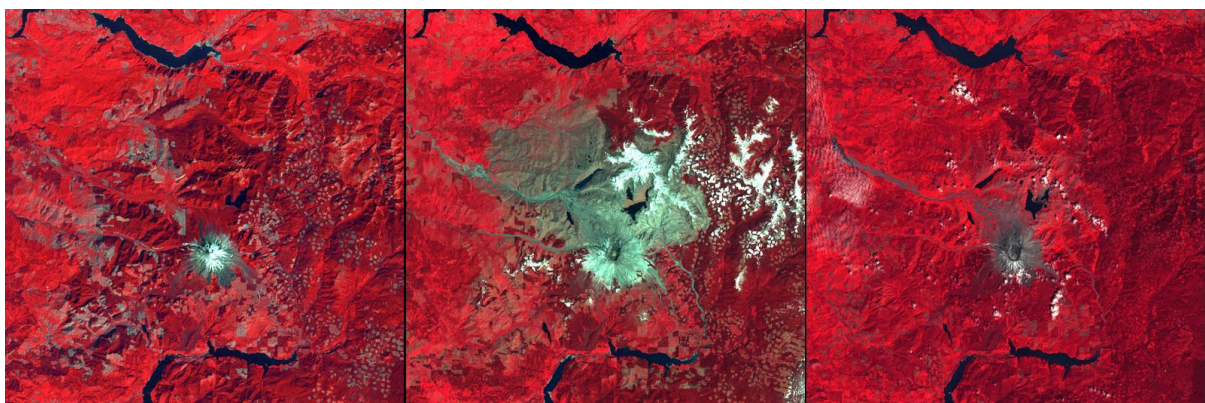
4.5 Irudian ALOS-2 sateliteak lurzoruarekiko distantzia (cm) aldaketak neurtu zituen 2015eko apirila eta urte bereko maiatzaren bitartean, honek azken finean lurrikarak lurrazalean eragindako deformazioa adierazten du.

GIS hastapenerako ikastaroa. 4. BLOKETA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA AURKEZPENA



4.6 Irudia: Aral itsasoaren eboluzioa. LANDSAT sateliteak ezkerreko irudia 1977ko ekainaren 4an egin zuen, erdikoa 1989ko irailaren 17an eta eskuinekoa 2006ko maiatzaren 27an. Iturria: [http:// : http://usgs.gov](http://usgs.gov)

Irudi hauek denboran zeharreko eboluzioa aztertzeko eta honen kartografia egiteko balio dute. Adibidez 4.6 irudian Aral itsasoaren eboluzioa 1977tik 2006ra ikus daiteke. Itsaso honetan azken 30 urteetan Asia erdialdeko arroz eta algodoi plantazioak ureztatzeko Aral itsasoan isurtzen duten ibaietako ura desbideratu da. Hamarkadetan zehar LANDSAT sateliteak egindako irudiak lehortze tasak kalkulatzeko administrazioek eraili dituzte.



1973ko irailaren 15a

1983ko maiatzaren 22a

2014ko abuztuaren 7a

4.7 Irudia: Santa Elena sumendia Lansat sateliteko irudien bitartez. Kolore faltsua. Iturria: <http://usgs.gov>

4.7 Irudian basoetan Santa Elena sumendiaren eragina ikus daiteke. 1980ko maiatzaren 18an gertatutako erupzioak mendiaren forma aldatu zuen eta segundo

batzuetan 150 km<sup>2</sup> baso-azalera suntsitu zuen. Irudiak kolore faltsuan daude; gorri bizia basoari dagokio, elurra zuriz ikusten da eta errautsa grisez. Zientzialariek irudi hauek erabiltzen dituzte era honetako hondamendi baten ondoren landaretza eta baita ere lur eremua nola errekueratzen den aztertzeko.

Horretaz gain, ingurugiro-inpaktuen ikerketan beste erabilera batzuk egon badaude, hala nola, iceberg-en mugimendua aztertzeko, gainazaleko uren inbentarioa egiteko, ur masen gazitasuna aztertzeko, lurzoru erabileraren kartografia egiteko, erretako eremuen kartografia egiteko, landareen estres hidrikoa kalkulatzeko edota mapa topografikoak egiteko.

Teledetekzioan plataforma espazialeko irudiak erabiltzen dira, bai satelitekoak bai hegazkinetatik lortutakoak. Teledetekzioarako erabiltzen diren sateliteen inguruko informazioa, bereizmen espaziala eta espektrala, zenbat denborara ateratzen duten irudia (bereizmen tenporala)... honako liburuan aurki daiteke:

[http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites\\_de\\_teledeteccion\\_para\\_la\\_gestion\\_del\\_territorio.pdf](http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites_de_teledeteccion_para_la_gestion_del_territorio.pdf)

Gainera plataforma bakoitzak bere satelitei buruzko informazioa ere badu.

Normalean plataforma espazial hauek banda espektral bat baino gehiago erregistratzen dute. Orduan banda konbinaketak egin daitezke, ondoko link-etan adibide batzuk aurki daitezke:

- <http://gif.berkeley.edu/documents/Landsat%20Band%20Information.pdf>
- [http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/opt\\_int.htm](http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/opt_int.htm)

Azken honetan geologiarako aplikazioak ikus daitezke:

- [http://geology.wlu.edu/harbor/geol260/labs/mapping\\_on\\_landsat\\_2012.html](http://geology.wlu.edu/harbor/geol260/labs/mapping_on_landsat_2012.html)

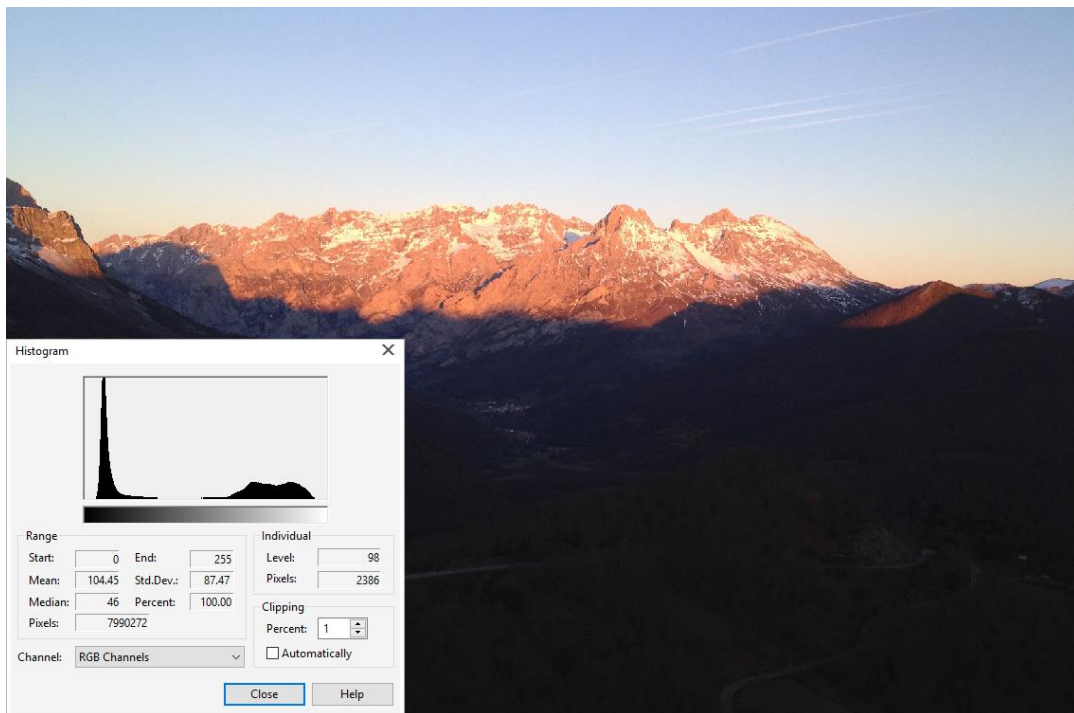
#### 4.3. Irudiekin egin daitezkeen eragiketak

Aipatu den bezala teledetekzioan informazioa ikus baliotik eta balio digitaletik atera daiteke. GIS erremintak balio digitala aztertzeko erabil ditzakegu. Honek aztertzen ari garen eremuaren informazioa eman dezake. Hona hemen irudiekin egin daitezkeen oinarriko eragiketen adibideak:

- **HISTOGRAMAK:**

Aurretik aipatu den bezala irudi digitalak **zenbaki digitaletz** (DN) osatuta daude. Histograma batek x ardatzean DN-aren balioak izango ditu eta y ardatzean zenbat pixelek duten DN bakoitza adieraziko da. Honek irudiari buruzko informazioa emango digu. Hona hemen adibide bat:



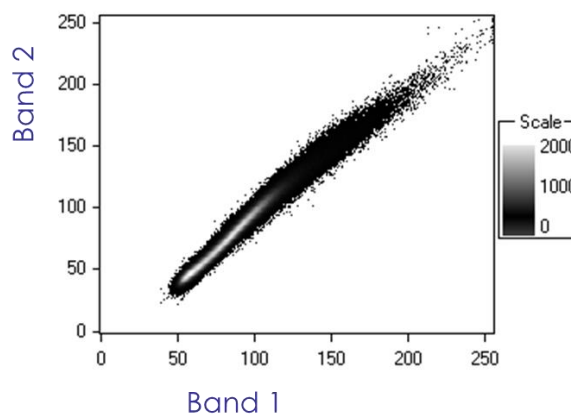


4.8 Irudia. Histograma.

Irudian kolore ilunak (beltza izateraino) nabarmentzen dira, histograman ezkerreko gandorrak hori adierazten du. Kolore argiak ere baditugu, baina orokorrean ez dira zuria izatera heltzen, hori histogramaren eskuineko tontorrean ikusten da.

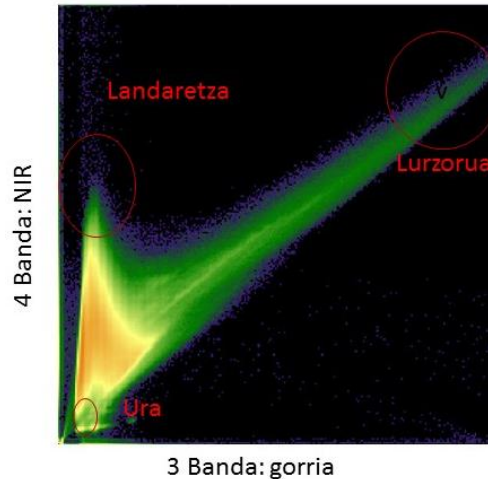
- **DISPERSOGRAMA (SCATTERGRAM):**

Dispersograma bat lagin-populazio batean bi aldagaien banaketa erakusten duen grafikoa da. Irudiei buruz ari garenean banda espektral bakoitzaren balio digitala x eta y ardatzetan jartzen da eta horrela bi banden artean dagoen dispersioa azter daiteke, horrela banden arteko konparaketa egin daiteke. Hona hemen adibide batzuk:



4.9 Irudia: Dispersograma. Iturria [Chuvieco](#) eta Huete, 2009

4.9 irudian ikusten den bezala bi bandak oso erlazionatuak daude. Kasu batzuetan nahikoa izan daiteke banda bakarrarekin lan egitea. Hau askotan gertatzen da ikusgai espektroko banden artean (1 urdina, 2, berdea eta 3 gorria) eta ikusgai espektroa eta SWIR artean, izan ere antzeko isladapena daukate.



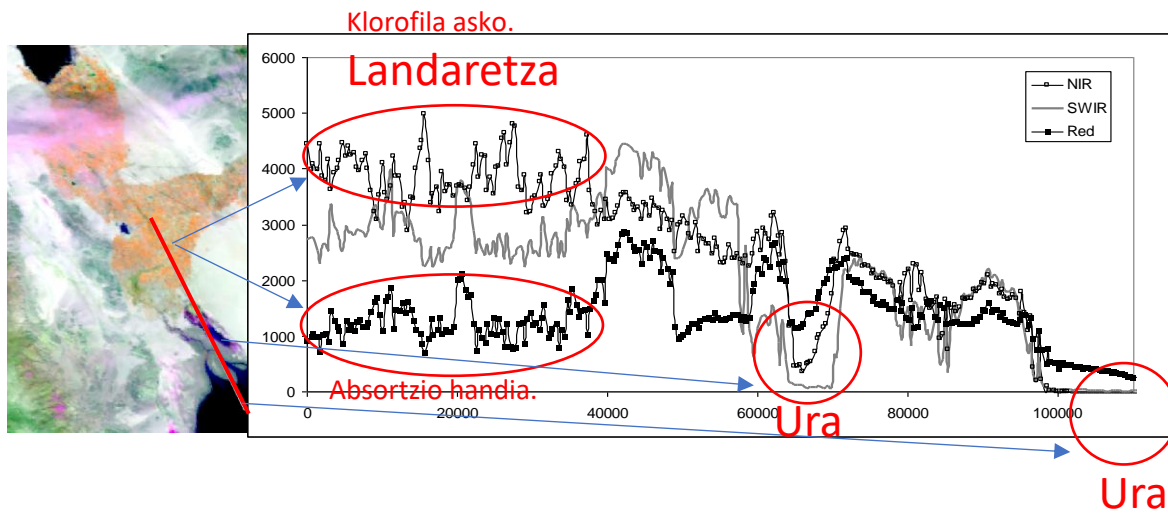
4.10 Irudia: Dispersograma. Iturria: <http://www.seos-project.eu/modules/remotesensing/remotesensing-c06-p02.html> etik eraldatua.

Goiko irudian LANSAT satelitearen irudi baten 3.banda eta 4. bandarekin dispersograma bat egin da (LANDSAT satelitearen banda zenbakiek zein espektroari dagokien jakiteko honako helbidera joan zaitez: <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>). Ikusten den bezala 4.8 irudiaren dispertsioarekin alderatuz 4.9 irudiak askoz dispertsioa handiagoa erakusten du. Gainera gorria eta NIR banda espektralak alderatu direnez ondorio batzuk atera daitezke. Adibidez bi banda hauetan uraren isladapena oso baxua da, aldiz NIR-en landaretzak isladapen handia erakusten du (horregatik gertuko infragorrian landaretza kolore gorritz ikusten da) eta banda espektral gorria ez. Eta azkenik, bi bandak isladapen handia erakusten dute lurzoruaren aurrean.

**- PROFIL ESPEKTRALAK:**

Profil espektraletan banda bakoitzaren balio digitala jartzen da (y ardatzean) distantziarekiko (x ardatzean).

Aztertu nahi den zonaren (4.11 irudian lerro gorri batez adierazita) banda espektral bakoitzaren balioa (isladapena) nola aldatzen den ikusten da. 4.10 Irudian 3 bandek (NIR, SWIR eta gorriak) balio baxuak dituzte uraren ondorioz eta gainazal desberdinetatik pasatzean (ura ez dena) isladapen balioak handitu egiten dira. Infragorri gertuan (NIR) 4.10. Irudian aipatu den bezala klorofila kantitate altuak isladapen handia sortzen du, aldiz banda gorrian absortzioa da nagusi. Bi faktore horiek batera emateak landaretza dagoela adierazten dute.



4.11 Irudia: MODIS satelitearen irudian egindako perfil espektrala. Y ardatzean isladapena 10000 aldiz handituta agertzen da. Iturria: [Chuvieco](#) eta Huete, 2009 tik eraldatua.

#### 4.4. Irudien erreferentziak

- Akhloufi eta Bendada, 2013. Fusion of active and passive infrared images for face recognition. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering (Proceedings of SPIE). Doi: 10.1117/12.2017942.
- Chuvieco, E eta Huete, A. 2009. Fundamentals of satellite remote sensing. Taylor and Francis Group. ISBN: 13:978-1-4200-2151-6.
- McCabe, M. F., Rodell, M., Alsdorf, D. E., Miralles, D. G., Uijlenhoet, R., Wagner, W., Lucieer, A. and Houborg, R., Verhoest, N. E. C., Franz, T. E., Shi, J. and Gao, H., Wood, E. F. 2017. The Future of Earth Observation in Hydrology. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 1-55. Doi: 10.5194/hess-2017-54.
- [http://wwwuser.cnb.csic.es/~fotonica/Photonic\\_en/Review/ccd1.htm](http://wwwuser.cnb.csic.es/~fotonica/Photonic_en/Review/ccd1.htm) (2017/05/12an ikusia)
- <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm> (2017/05/12an ikusia)
- [http://ceos.org/document\\_management/Publications/Data\\_Applications\\_Report/DAR\\_Summary-Brochure\\_Digital-Version\\_Dec2015.pdf](http://ceos.org/document_management/Publications/Data_Applications_Report/DAR_Summary-Brochure_Digital-Version_Dec2015.pdf) (2017/05/12an ikusia)
- <http://usgs.gov> (2017/05/12an ikusia)
- <http://www.seos-project.eu/modules/remotesensing/remotesensing-c06-p02.html> (2017/05/12an ikusia)

#### 4.5. Gomendatutako bibliografia

- Chuvieco, E. (2008) Teledetección espacial: la observación de la Tierra desde el espacio. Ed. Ariel, 592 pp. Madrid.

**GIS hastapenerako ikastaroa. 4. BLOKETA: GIS-AREN ERABILPENA TELEDEKZIOAN. DATUEN LANKETA ETA AURKEZPENA**

---

- Chuvieco, E. (2008) Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona: Ariel, S. A., 3ª edición actualizada. ISBN: 978-84-344-8073-3
- Gutiérrez Claverol, M. (1993). Teledetección. Geológica. Ed. Universidad de Oviedo. 427 pp.
- Lillesand, T.M. eta Kiefer, R.W. (1994): Remote Sensing and Image Interpretation, 3a Ed., New York, John Wiley and Sons.
- Pozo, M., González, J. eta Giner, J. Geología Práctica: Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Ed: Pearson Education S.A. Madrid. ISBN: 84-205-3908-2
- [http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites\\_de\\_teledeteccion\\_para\\_la\\_gestion\\_del\\_territorio.pdf](http://www.pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/satelites_de_teledeteccion_para_la_gestion_del_territorio.pdf)

Lan hau Creative Commons-en Nazioarteko 4.0 lizentziaren mendeko Azterketa-Ez komertzial-Partekatu lizentziaren mende dago. Lizentzia horren kopia ikusteko, sartu [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es\\_ES/](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES/) helbidean. Egilea: Maite Meaurio.