



Teledetección Satelital para Islas de Calor Urbano

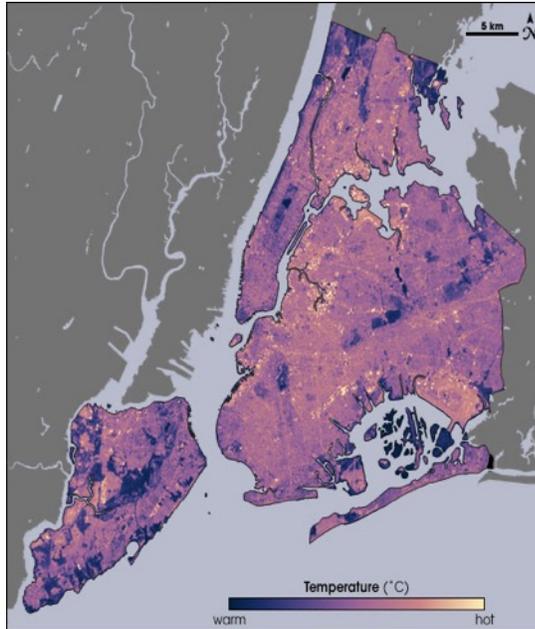
Sean McCartney y Amita Mehta

10 de noviembre



Esquema de la Capacitación

10 de noviembre de 2020



Fuente: [NASA Earth Observatory](#)

Mapeo de Islas de Calor Urbano basado en la Temperatura de la Superficie de la Tierra

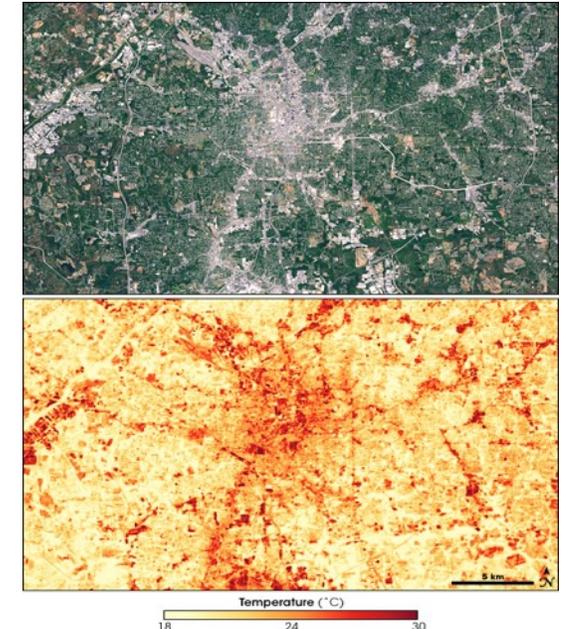
17 de noviembre de 2020



Fuente: [Frank Niepold/NOAA](#)

Integrando Observaciones In Situ con Imágenes Satelitales para Mapear el Calor Urbano

24 de noviembre de 2020



Fuente: [NASA Earth Observatory](#)

Mitigando Islas de Calor Urbano Mediante el Monitoreo Climático a Largo Plazo



Estructura y Material del Curso

- Tres sesiones de una hora y media cada una incluyendo las presentaciones y sesiones de preguntas y respuestas
- Se presentará el mismo contenido en dos horarios diferentes cada día:
 - Sesión A: 10h-11h30 horario Este de EE.UU. (UTC-5)
 - Sesión B: 16h-17h30 Horario Este de EE.UU. (UTC-5)
- **Por favor inscríbese y asista a solo una sesión por día.**



Estructura y Material del Curso

- Las grabaciones de las presentaciones, los archivos PowerPoint y las tareas asignadas se podrán encontrar después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/satellite-remote-sensing-urban-heat-islands>



Tarea y Certificado

- Se asignará una tarea:
 - Debe enviarla vía Google Forms
 - **Plazo para la tarea: 1^{ro} de diciembre de 2020**
- Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes:
 - Asistan a todas las sesiones en vivo
 - Completen la tarea asignada dentro del plazo estipulado (acceder desde la [página web](#))
 - Recibirá un certificado aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com

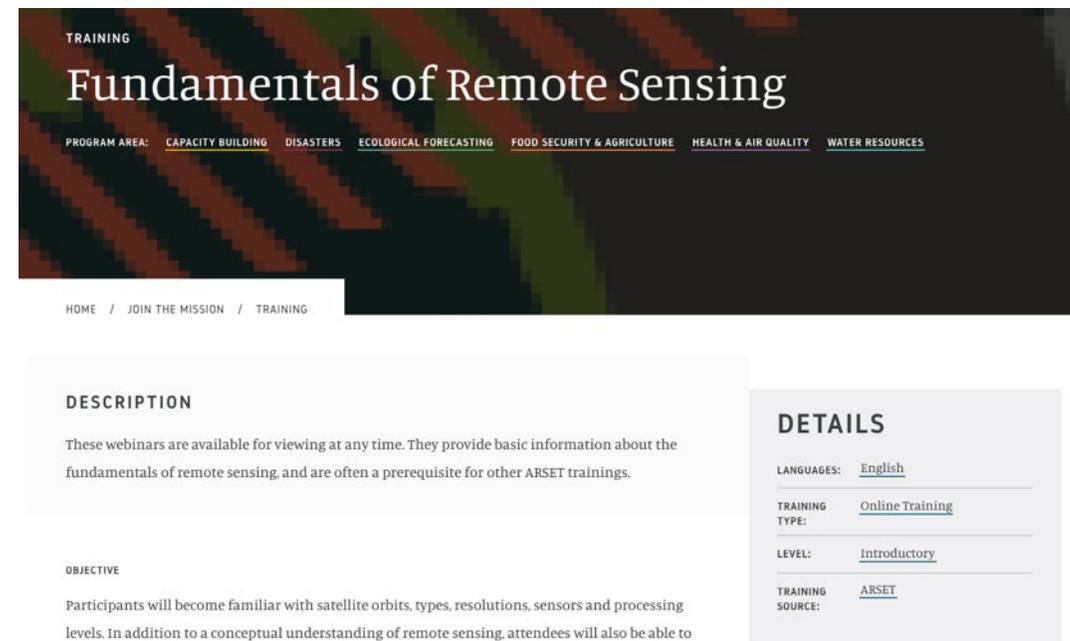


Prerrequisitos

- Crear una cuenta de Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com/>
- Fundamentos de la Percepción Remota (Teledetección): <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/fundamentals-remote-sensing>

Opcional:

- Tutoriales de Google Earth Engine: <https://developers.google.com/earth-engine>



The screenshot shows the training page for 'Fundamentals of Remote Sensing'. The header includes 'TRAINING' and the title 'Fundamentals of Remote Sensing'. Below the title is a navigation bar with 'PROGRAM AREA:' followed by links for 'CAPACITY BUILDING', 'DISASTERS', 'ECOLOGICAL FORECASTING', 'FOOD SECURITY & AGRICULTURE', 'HEALTH & AIR QUALITY', and 'WATER RESOURCES'. A breadcrumb trail at the bottom of the header reads 'HOME / JOIN THE MISSION / TRAINING'. The main content area is divided into two columns: 'DESCRIPTION' and 'DETAILS'. The 'DESCRIPTION' section states that the webinars are available at any time and provide basic information about remote sensing fundamentals. The 'OBJECTIVE' section describes the learning goals, including familiarity with satellite orbits, resolutions, sensors, and processing levels. The 'DETAILS' section lists the language as 'English', the training type as 'Online Training', the level as 'Introductory', and the training source as 'ARSET'.

TRAINING
Fundamentals of Remote Sensing

PROGRAM AREA: [CAPACITY BUILDING](#) [DISASTERS](#) [ECOLOGICAL FORECASTING](#) [FOOD SECURITY & AGRICULTURE](#) [HEALTH & AIR QUALITY](#) [WATER RESOURCES](#)

HOME / JOIN THE MISSION / TRAINING

DESCRIPTION

These webinars are available for viewing at any time. They provide basic information about the fundamentals of remote sensing, and are often a prerequisite for other ARSET trainings.

OBJECTIVE

Participants will become familiar with satellite orbits, types, resolutions, sensors and processing levels. In addition to a conceptual understanding of remote sensing, attendees will also be able to articulate its advantages and disadvantages. Participants will also have a basic understanding of NASA satellites, sensors, data, tools, portals and applications to environmental monitoring and management.

DETAILS

LANGUAGES: [English](#)

TRAINING TYPE: [Online Training](#)

LEVEL: [Introductory](#)

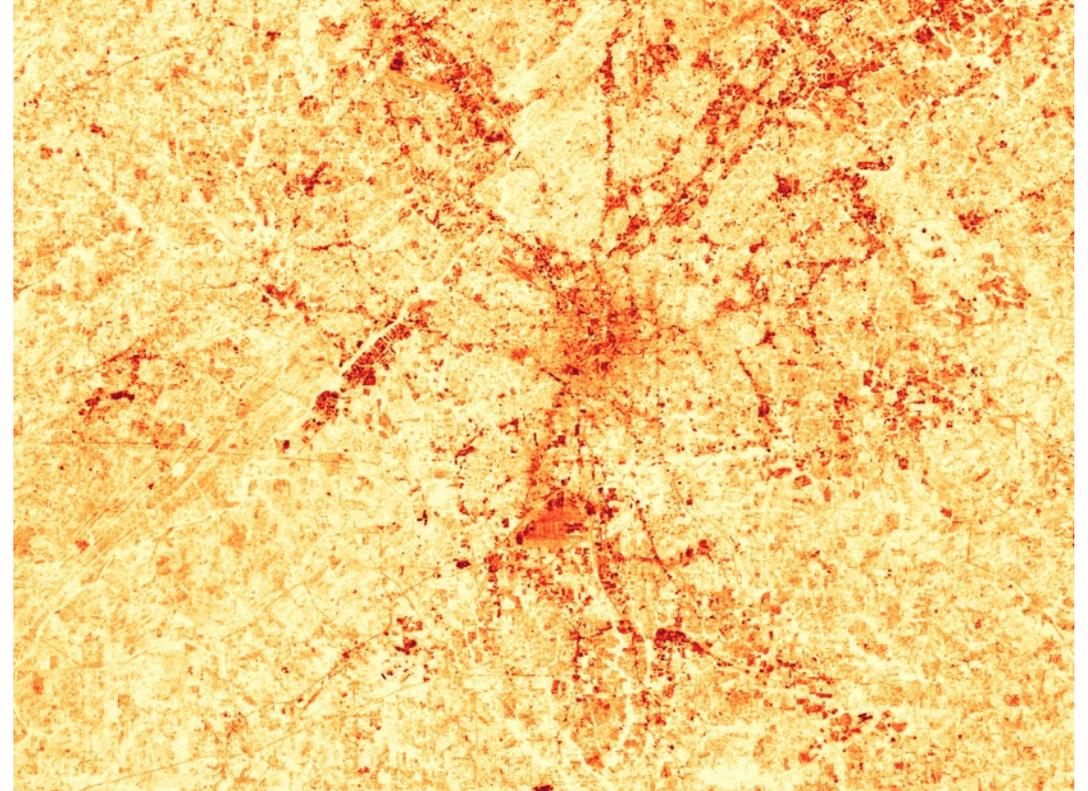
TRAINING SOURCE: [ARSET](#)



Objetivos de Aprendizaje

Después de participar en esta capacitación, las/los participantes podrán:

- Resumir las características, causas e impactos de las islas de calor urbano
- Identificar los satélites y sensores utilizados en el análisis de islas de calor urbano
- Replicar los pasos para convertir datos de la serie de satélites Landsat en estimaciones de la temperatura de la superficie de la Tierra usando Google Earth Engine
- Reconocer las limitaciones de los datos satelitales para el análisis de islas de calor urbano



Fuente: [NASA Earth Observatory](https://www.nasa.gov/earth-observatory)



Lista de Abreviaturas

ARSET – Applied Remote Sensing Training Program

ASTER GED – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Emissivity Database

AUHI – Atmospheric Urban Heat Island

BLHI – Boundary Layer Heat Island

CLHI – Canopy Layer Heat Island

CM-SAF – Climate Monitoring Satellite Application Facility

EM – Electromagnetic

ETM+ – Enhanced Thematic Mapper Plus

GEE – Google Earth Engine

JPL – Jet Propulsion Laboratory

LST – Land Surface Temperature

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NCAR – National Center for Atmospheric Research

NCEP – National Center for Environmental Prediction

OLI – Operational Land Imager

SMW – Statistical Mono-Window

SUHI – Surface Urban Heat Island

TOA – Top of Atmosphere

TIRS – Thermal Infrared Sensor

TM – Thematic Mapper

TIR – Thermal Infrared

UHI – Urban Heat Island

USGS – U.S. Geological Survey





Acerca de ARSET

NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)

(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA)

<http://arset.gsfc.nasa.gov/>

- Parte del Programa de Fomento de Capacidades Científicas Aplicadas de la NASA
- Empoderando a la comunidad global a través de la capacitación de teledetección
- Temas para capacitaciones incluyen:
 - Recursos Hídricos
 - Calidad del Aire
 - Desastres
 - Tierras



NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)

(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA)

<https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>

- ARSET anhela fomentar el uso de las ciencias terrestres en la toma de decisiones a través de capacitaciones para:
 - Formuladores de políticas
 - Gestores ambientales
 - Otros profesionales en los sectores público y privado

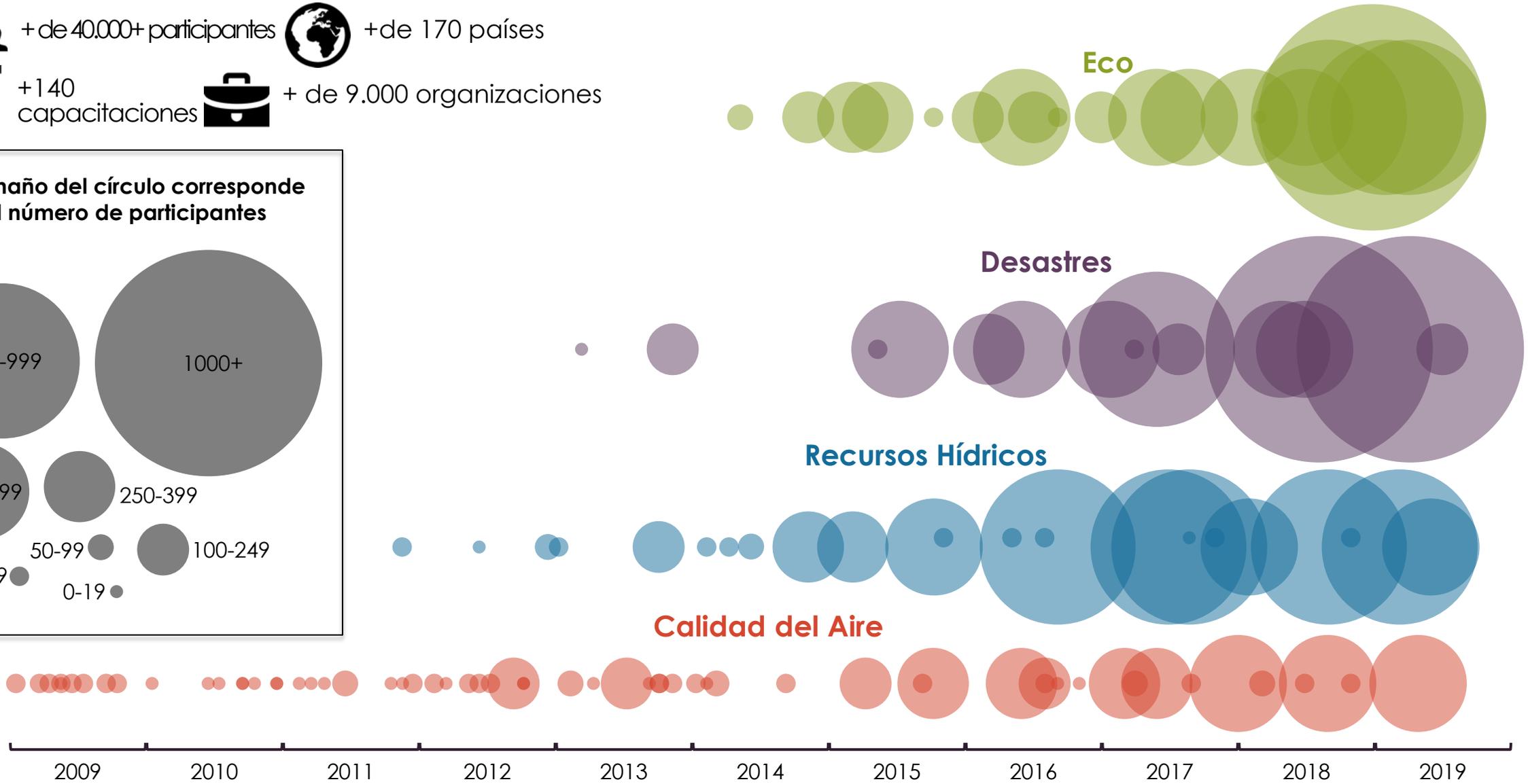
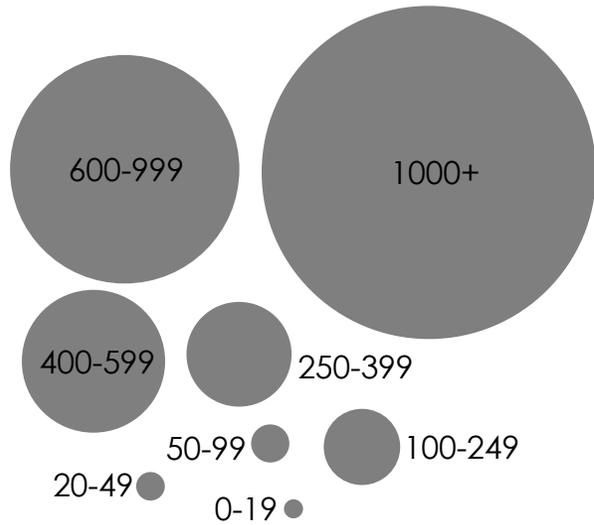
Todo el material de ARSET es gratuito y está disponible para su uso y adaptación. Si usted utiliza los métodos y/o datos presentados en alguna capacitación ARSET, por favor mencione el Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada (ARSET) de la NASA en un reconocimiento.



Capacitaciones ARSET

 +de 40.000+ participantes
  +de 170 países
 +140 capacitaciones
  +de 9.000 organizaciones

El tamaño del círculo corresponde al número de participantes

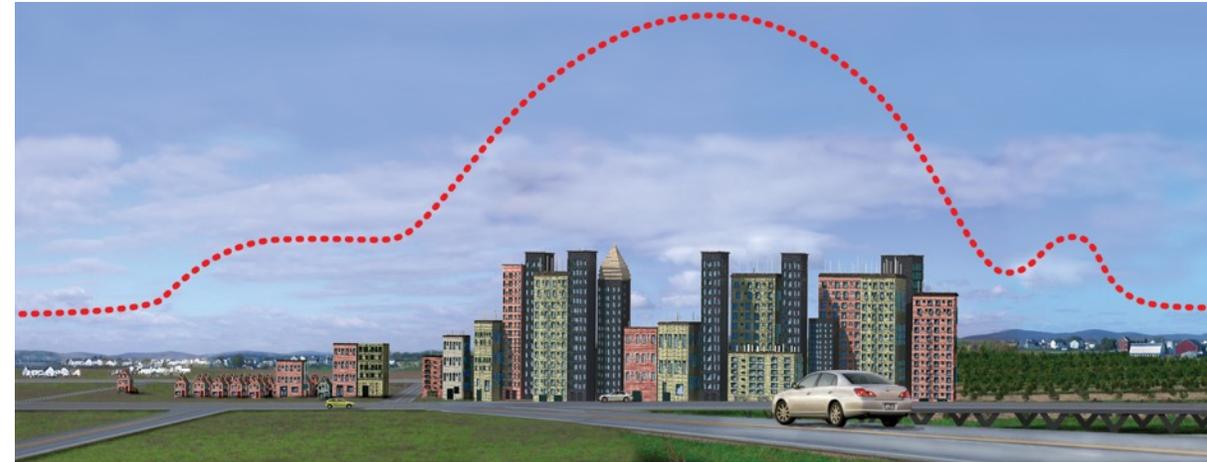




Resumen General de las Islas de Calor Urbano

Islas de Calor Urbano

- Las áreas urbanas experimentan temperaturas más altas que las áreas adyacentes. Esta diferencia de temperatura es a lo que se refiere el término “isla de calor urbano” (urban heat island o UHI).
- La diferencia de temperatura tiene que ver con los cambios en las propiedades radiativas y térmicas de las superficies impermeables (o sea, edificios y pavimento que absorben calor).
- Las temperaturas varían dentro de las ciudades debido a la distribución espacial del agua, la vegetación y las superficies impermeables.

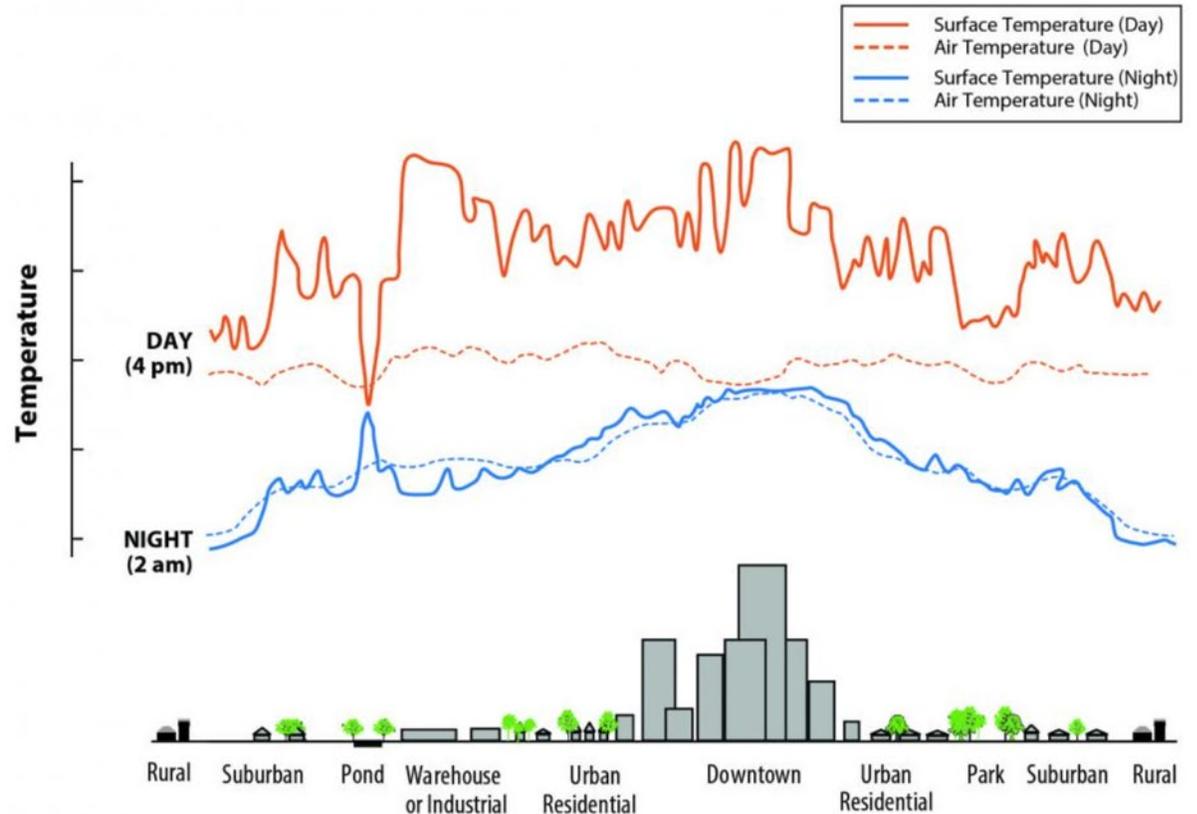


Fuente: [NASA](#)



Islas de Calor Urbano

- Las islas de calor urbano se pueden formar durante el día o la noche, en ciudades grandes o pequeñas y en cualquier época del año.
- Hay dos tipos de islas de calor urbano:
 - Islas de Calor Urbano de Superficie
 - Islas de Calor Urbano Atmosféricas (es decir, el aire)
- Las temperaturas de la superficie varían más que la temperatura atmosférica durante el día, pero son más notorias después de la puesta del sol debido a la liberación lenta de calor de las superficies impermeables.

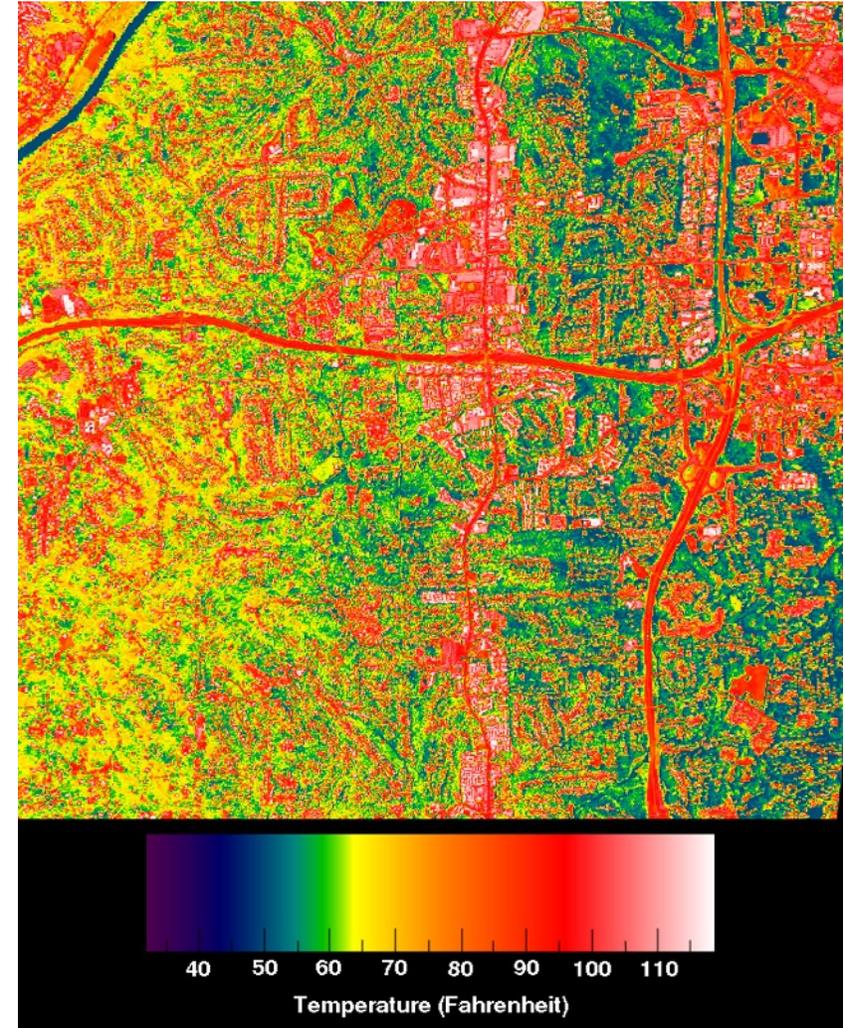


Fuente: [EPA](#)



Islas de Calor Urbano de Superficie

- Las islas de calor urbano de superficie (Surface Urban Heat Islands o SUHI) representan la diferencia de temperatura radiativa entre superficies impermeables y superficies naturales.
 - Los SUHIs tienden a ser más intensos durante el día cuando brilla el sol.
 - La magnitud varía según la estación, pero normalmente es mayor en el verano.
 - Los SUHIs se miden con la teledetección principalmente en la región infrarroja térmica (TIR) del espectro electromagnético (EM).



Fuente: [NASA Goddard's Scientific Visualization Studio](#)



Islas de Calor Urbano Atmosféricas

- Las islas de calor urbana atmosféricas (Atmospheric Urban Heat Islands o AUHI) se refieren a efectos en la **capa del dosel** o **capa fronteriza**.
 - Una isla de calor en la **capa del dosel (Canopy layer** heat island o CLHI) es la capa de aire de la superficie hasta las copas de los árboles/tejados.
 - Se mide in situ a través de sensores montados en estaciones meteorológicas fijas o en trasversales móviles.
 - Las islas de calor en la **capa fronteriza (Boundary layer** heat islands o BLHI) extienden desde las copas de los árboles/tejados hasta el punto en que los paisajes urbanos ya no influyen la atmósfera (~1.5 km).
 - Se miden con torres altas, radiosondas y aeronaves.



Fuente: [NOAA](https://www.noaa.gov/)



Causas de Islas de Calor Urbano

- Albedo e Infraestructura
 - El asfalto, el cemento y el ladrillo absorben— en vez de reflejar —el calor del sol, causando que las temperaturas de la superficie y del aire aumenten debido a su capacidad de almacenamiento térmico.
- La vegetación reducida en las áreas urbanas
 - Minimiza los efectos refrescantes naturales de la sombra y la evapotranspiración del suelo y la vegetación.
- Calor antrópico
 - Los vehículos, los equipos de aire acondicionado, los edificios y las instalaciones industriales emiten calor al ambiente urbano.



Fuente: [Anthony Quintano](#)



Causas de Islas de Calor Urbano

- Geometría urbana
 - Los edificios altos actúan como obstáculos y reducen el flujo de viento, el cual traería efectos refrescantes.
- Meteorología
 - El tiempo calmado y despejado permite que la máxima cantidad de energía solar llegue a las superficies urbanas. De modo converso, los vientos fuertes y cielos nublados suprimen la formación de islas de calor urbano.
- Geografía
 - Los grandes cuerpos de agua pueden moderar la temperatura mientras que las montañas cercanas pueden bloquear vientos o crear patrones de vientos que atraviesan una ciudad.



Fuente: [Pikrepo](#)

<https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>



¿Por Qué Son un Problema las Islas de Calor Urbano?

- Aumentan el riesgo de mortalidad y morbilidad relacionadas con el calor
 - Los niños, adultos mayores y aquellos con condiciones médicas existentes resultan especialmente vulnerables.
 - Las UHIs contribuyen a las dificultades respiratorias, calambres por calor y agotamiento, golpes de calor no mortales y a la mortalidad relacionada con el calor.
- Aumentan el consumo de energía
 - Las islas de calor aumentan la demanda de electricidad en general y la demanda en horas pico.
 - Durante eventos de calor extremo, la demanda de refrigeración puede abrumar las redes eléctricas y obligar que una utilidad implemente apagones programados para evitar quedar sin luz.



Fuente: [NIEHS](#)



¿Por Qué Son un Problema las Islas de Calor Urbano?

- El aumento de emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero
 - Los proveedores de electricidad dependen de plantas de energía que consumen combustibles fósiles para satisfacer la demanda.
 - El aumento de la temperatura atmosférica aumenta la formación de ozono a nivel del suelo.
- Calidad del agua
 - Las islas de calor urbano de superficie perjudican la calidad del agua, principalmente a través de la contaminación térmica.
 - La temperatura del agua afecta todos los aspectos de la vida acuática, especialmente el metabolismo y la reproducción de muchas especies.



Fuente: [NOAA](#)



Monitoreo de Islas de Calor Urbano – CLHI

- La isla de calor de la capa del dosel (Canopy layer heat island o CLHI) es la capa de aire del suelo a las copas de los árboles y techos de los edificios.
- Es útil para mitigar riesgos a la salud pública ya que es el mejor indicador de las condiciones que las personas experimentan.
- La miden sensores in situ fijados sobre estaciones meteorológicas o trasversales y modelos climatológicos que estiman la temperatura en lugares donde no hay datos in situ.
- Debido al número limitado de estaciones de monitoreo, las mediciones de la CLHI informan insuficientes detalles espaciales para la planificación urbana (Anniballe et al., 2014).

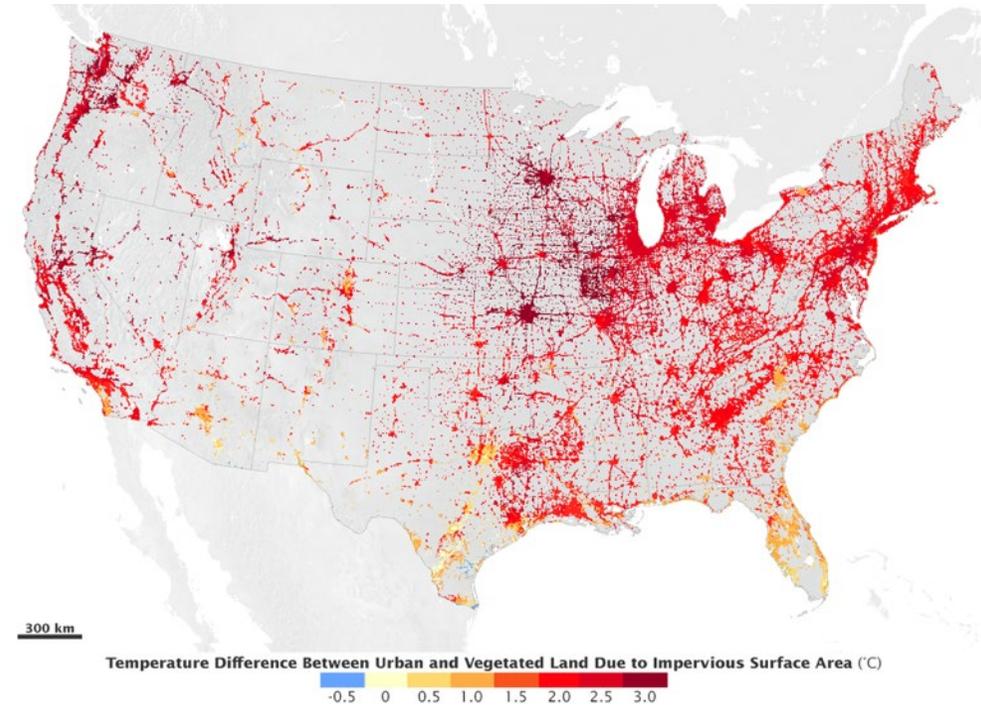


Fuente: [David Sailor/Edison-Eastlake Measurement Campaign/Associated Press](#)



Monitoreo de Islas de Calor Urbano – SUHI

- Las islas de calor urbano de superficie (Surface Urban Heat Islands o SUHI) representan la diferencia de la temperatura de la superficie de la tierra (LST) en áreas urbanas en relación a áreas no urbanas, además de “puntos calientes” dentro de las áreas urbanas y normalmente se miden usando datos satelitales.
- La teledetección térmica satelital mide SUHIs y proporciona observaciones consistentes y repetibles de la superficie de la Tierra.
- La teledetección ofrece la habilidad de estudiar el ambiente térmico urbano en varias escalas espaciales (de local a mundial) y temporales (diurna, estacional a interanual) (Weng, 2009).



Fuente: [NASA](#)





Satélites y Sensores Utilizados en el Análisis de Islas de Calor Urbano

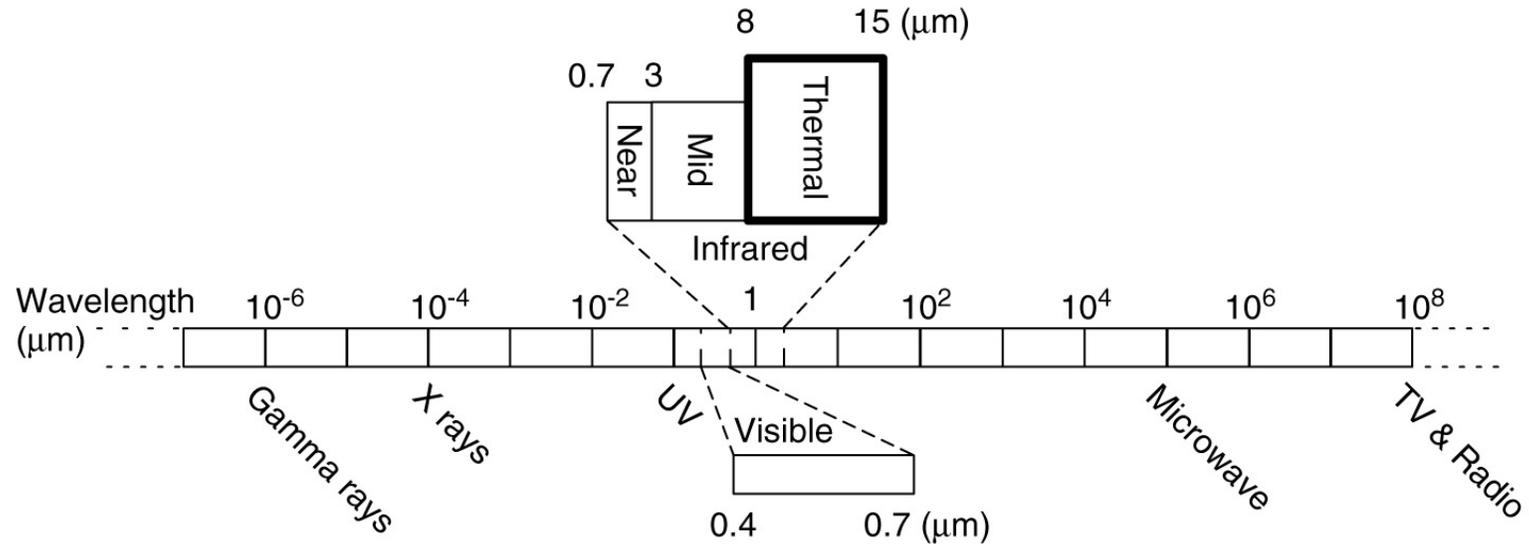
Resumen

- Teledetección de la Temperatura de la Superficie de la Tierra (Land Surface Temperature o LST) para el Monitoreo de Islas de Calor Urbano de Superficie (Surface Urban Heat Island o SUHI)
- Satélites y Sensores para Estimar LST
- Productos de Datos de LST
- Datos Auxiliares para el Análisis de Vulnerabilidad e Impacto de UHIs
- Beneficios y Limitaciones de la Medición y el Monitoreo de UHIs con Satélites



Teledetección de LST

- Las longitudes de onda en el Infrarrojo Térmico (Thermal Infrared o TIR) entre 8 y 15 micrómetros (μm) se utilizan comúnmente para estimar LST.

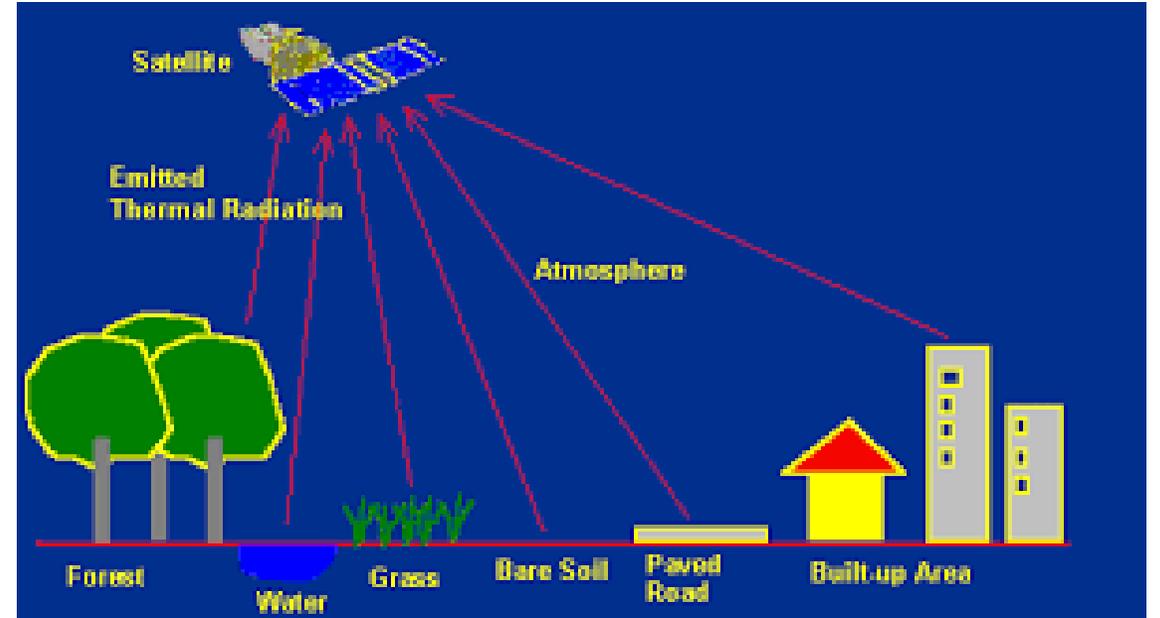


Tomlinson et al., (2011)



Teledetección de LST

- Sensores Infrarrojo Térmicos satelitales miden la radiancia emitida por la superficie y atmósfera de la tierra en la cima de la atmósfera (top of the atmosphere o TOA).
- Las radiancias TOA son afectadas por:
 - La emisividad de la superficie (áreas construidas, vegetación, suelo desnudo etc.)
 - Atenuación atmosférica (vapor de agua y aerosoles)
 - Ángulo al cual un sensor satelital recibe la radiación.

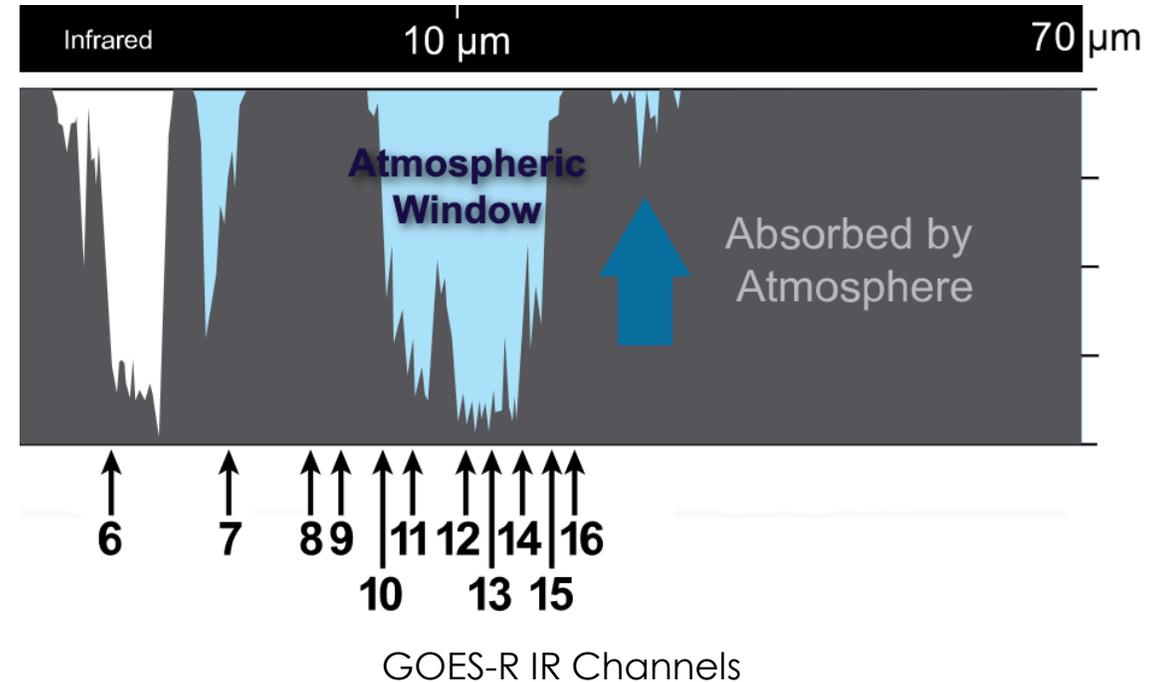


<https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/infrared.htm>



Teledetección de LST

- Ventana atmosférica: Alrededor de 10 a 12 micrómetros de la atmósfera que tiene una absorción relativamente baja de la radiación IR emitida por la superficie de la tierra. Por lo tanto, esta región espectral sirve para derivar LST.
- Se desarrollan técnicas para obtener LST usando cualquier banda IR o múltiples bandas (Rosenstein et al, 2014).
- Puede encontrar un repaso de las metodologías para recuperar LST y emisividad de la superficie de la tierra en Zhou y Cheng (2020).



<https://www.weather.gov/jetstream/satellites>

Varios satélites de órbita polar y geoestacionaria tienen sensores observando en una o múltiples bandas en este rango espectral infrarrojo.



Satélites y Sensores para Estimar LST

Satélite	Sensor	Cobertura Temporal
*Landsat 4 Landsat 5 Landsat 7 Landsat 8	Thematic Mapper (TM) Enhanced Thematic Mapper (ETM+) ¹ Operational Land Imager (OLI) Thermal Infrared Sensor (TIRS)	7/1982 -12/1993 3/1984 - 01/2013 4/1999 - Hoy 02/2013 - Hoy
Terra	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) & MODIS	12/1999 - Hoy
Aqua	MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)	04/2002 - Hoy
Estación Espacial Internacional/ ECOsystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station (ECOSTRESS)	Prototype HypsIRI Thermal Infrared Radiometer (PHyTIR)	06/2018 - Hoy

*Los Landsats 1, 2 y 3 tenían un escáner multi-espectral que no tenía bandas infrarrojas térmicas.

¹Se utilizan para cobertura terrestre/NDVI/superficie impermeable



Satélites y Sensores para Estimar LST

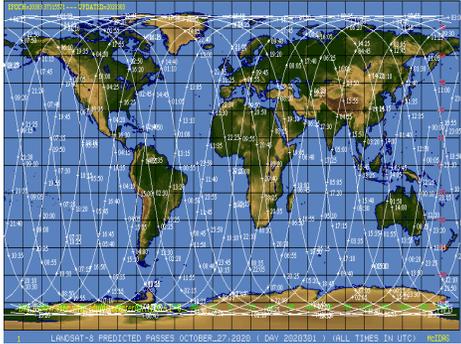
Satélite	Sensor	Cobertura Temporal
*Suomi National Polar Partnership (NSPP) Joint Polar Satellite System-1 (NOAA 20)	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)	10/2011 - Hoy 11/2018 - Hoy
Serie Operativa de la NOAA Actual: NOAA 15,18,19 ESA- Metop-A y B	Advance Very High-Resolution Radiometer (AVHRR)	1979 - Hoy
NOAA Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES) Actual: GOES-16 y GOES-17	Capturador de Imágenes y Sonda Advance Baseline Imager (ABI)	1975 - Hoy
ESA - Sentinel 3A y 3B	Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR)	02/2016 - Hoy 04/2018 - Hoy
ESA - Sentinel 2A y 2B	¹ MultiSpectral Instrument (MSI)	07/2015 - Hoy 03/2017 - Hoy

*Misión NOAA Prime PM desde 05/2014

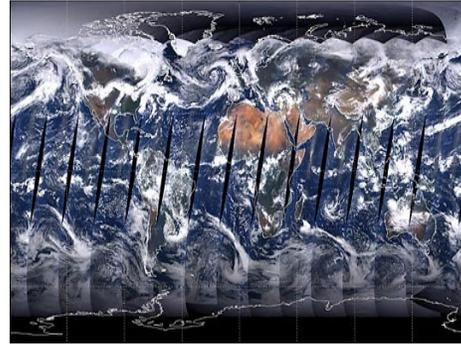
¹Se utiliza para cobertura terrestre



Satélites y Sensores para Estimar LST



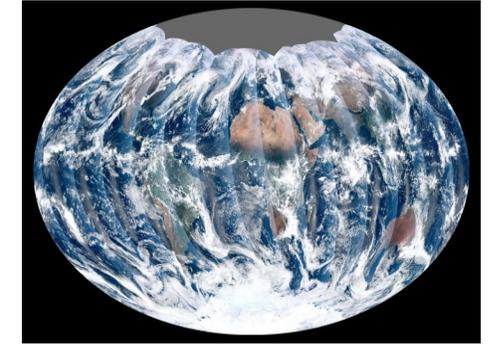
Fuente: [University of Wisconsin-Madison Space Science and Engineering Center](#)



Fuente: [Earth Observatory](#)



Fuente: [NASA JPL](#)



Fuente: [NASA Earth Observatory](#)

Serie Landsat: TM, ETM, OLI, TIRS:
Órbita: Polar, 10 am/pm
Franja: 185 km

Terra y Aqua: MODIS
Órbita : Polar, 10:30 (Terra) y 1:30 (Aqua) am/pm
Franja: 2330 km

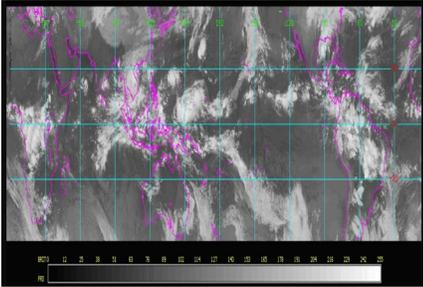
Terra: ASTER
Franja: 60 km

ISS: ECOSTRESS
Franja: 385 a 415 km
Muestreo temporal variado

SNPP & JPSS: VIIRS
Órbita: Polar, 1:30 am/pm
Franja: 3000 km



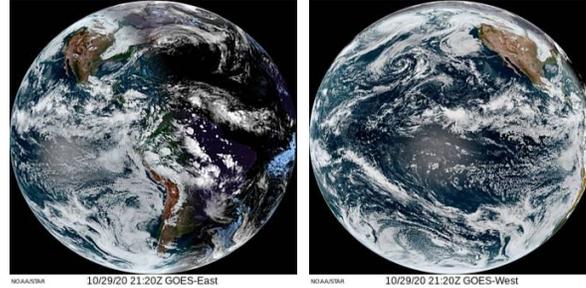
Satélites y Sensores para Estimar LST



Fuente:
[NOAA](#)

NOAA 19: AVHRR

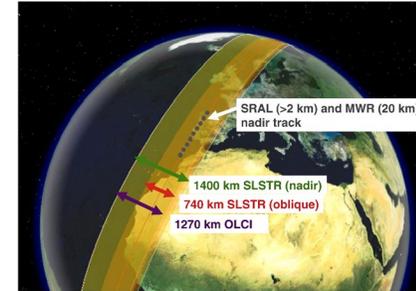
Órbita : Polar, 2:00 am/pm
Franja: 2900 km



Fuentes: [NOAA](#)

GOES: East (16) y West (17)

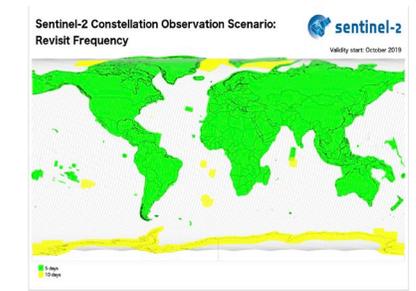
Órbita : Geoestacionaria
Imágenes actualizadas
cada 10 minutos



Fuente: [ESA](#)

Sentinel 3: SLSTR

Órbita : Polar, 10 am/pm
Franja: > 740 km



Fuente: [ESA](#)

Sentinel 2: MSI

Órbita : Polar, 10:30 am/pm
Franja: 290 km



Bandas Espectrales para LST

- Cada sensor (TM, ETM+, OLI/TIRS, MODIS, VIIRS, ABI, LSLTR y PhytIR) tiene **bandas espectrales TIR**.

Sensor	Bandas Espectrales (μm)	Resolución Espacial	Resolución Temporal	Sensor	Bandas Espectrales (μm)	Resolución Espacial	Resolución Temporal
TM	10.40 - 12.50	120 m (30 m remuestreado)	16 días	VIIRS	10.26 - 11.26 11.54 - 12.49	750 m	12 horas
ETM+	10.40 - 12.50	60 m (30 m)					
TIRS	10.6 - 11.19 11.50 - 12.51	100 m 100 m					
MODIS	10.78 - 11.28 11.77 - 12.27	1 km	12 horas	AVHRR	10.30 - 11.30 11.5 - 12.50	1 km & 4 km	
ASTER	10.25 - 10.95 10.95 - 11.65	90 m	12 horas	VISSR ABI	10.10 - 10.60 10.80 - 11.60 11.80 - 12.80 13.0 - 13.6	2 km CONUS Y Disco Completo	minutos, horas, día/noche
PhytIR	8.28, 8.79, 9.06, 10.5, 12.05	60 m solo CONUS	varía/cada cuantos días	SLSTR	10.45 - 11.24 11.57 - 12.48	1 km	12 horas



Acceso a Datos Satelitales de Radiancia

- Landsat TIRS y OLI: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Terra y Aqua MODIS: <https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/>
- Terra ASTER: https://lpdaac.usgs.gov/products/ast_09tv003/
- ECOSTRESS: <https://ecostress.jpl.nasa.gov/data>
- SNPP/JPSS VIIRS: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>
- NOAA AVHRR: <https://www.ncdc.noaa.gov/cdr/fundamental/avhrr-radiances-nasa>
- GOES: https://www.bou.class.noaa.gov/saa/products/search?datatype_family=GRABIPRD
- Sentinel-3 SLSTR y Sentinel-2 MSI: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

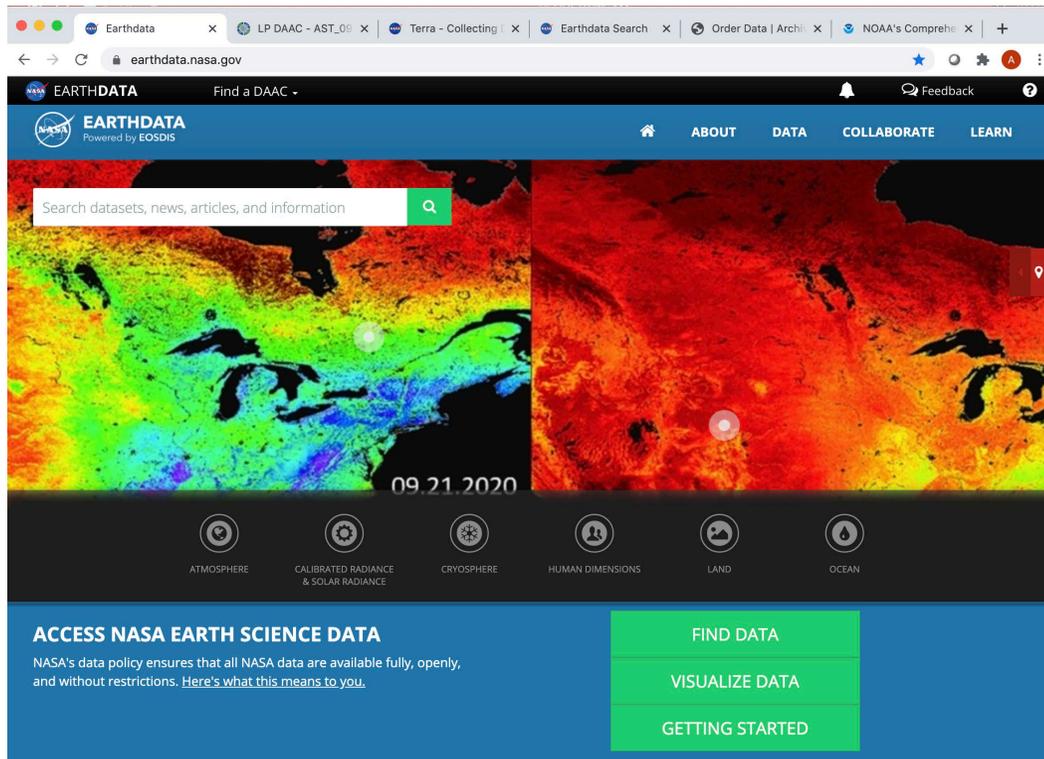


Búsqueda de Datos de Radiancia y Productos Derivados

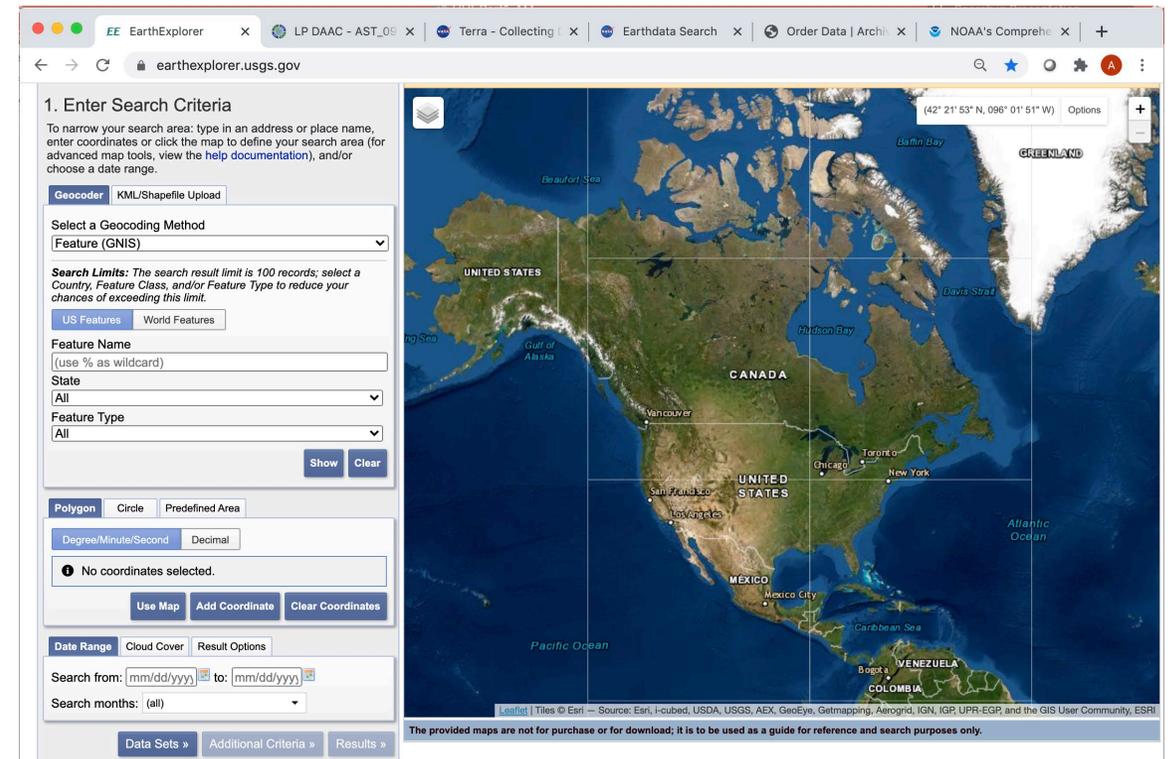
Puede buscar entre todos los datos satelitales de la NASA mediante las siguientes páginas

<https://earthdata.nasa.gov/>

<https://earthexplorer.usgs.gov/>



NASA EarthData



USGS EarthExplorer

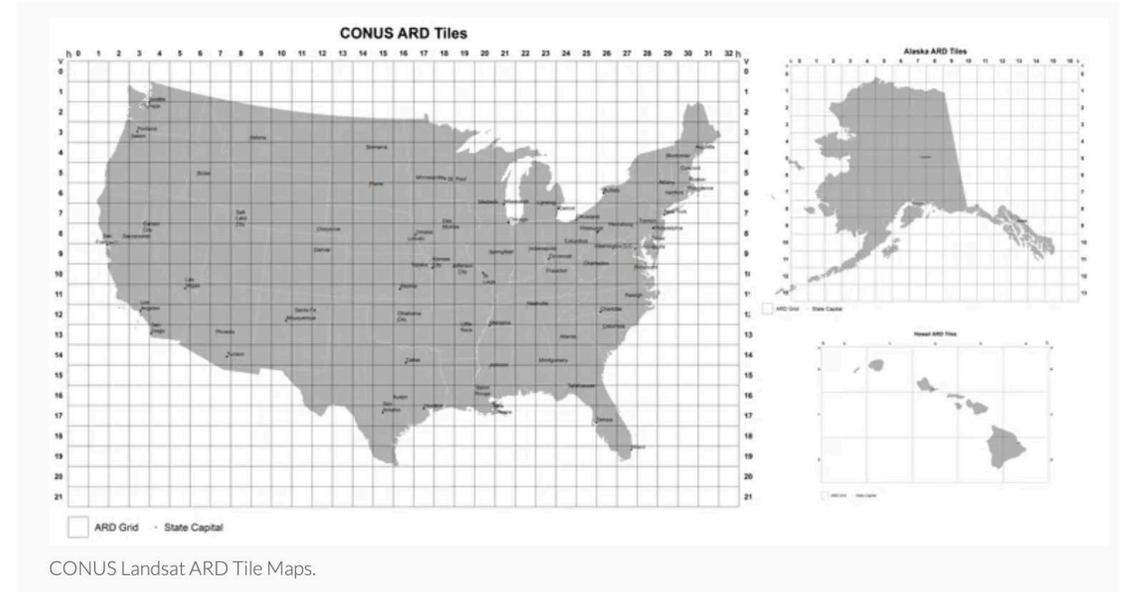




Productos de Datos de la Temperatura de la Superficie de la Tierra

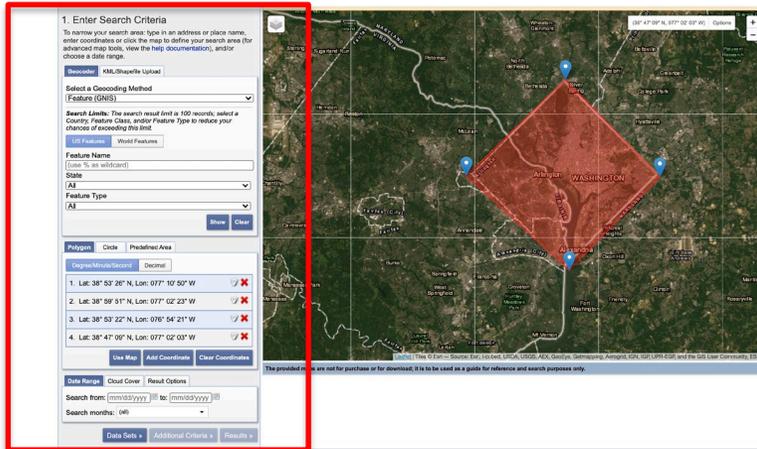
Datos de LST Landsat

- <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-provisional-surface-temperature-product-guide>
- Temperatura de la Superficie de la Tierra Provisional basada en el TIR de las misiones Landsat 4-8
- Parte de los productos de datos listos para el análisis (Analysis Ready Data o ARD) de Landsat para EE.UU. (1982 a Hoy)
- Se utilizan datos de la ASTER Global Emissivity Database (GED) y el NDVI
- Se extraen perfiles atmosféricos de altura geopotencial, humedad específica y temperatura atmosférica de datos de reanálisis
- Datos disponibles **para EE.UU.** a 30 m de resolución



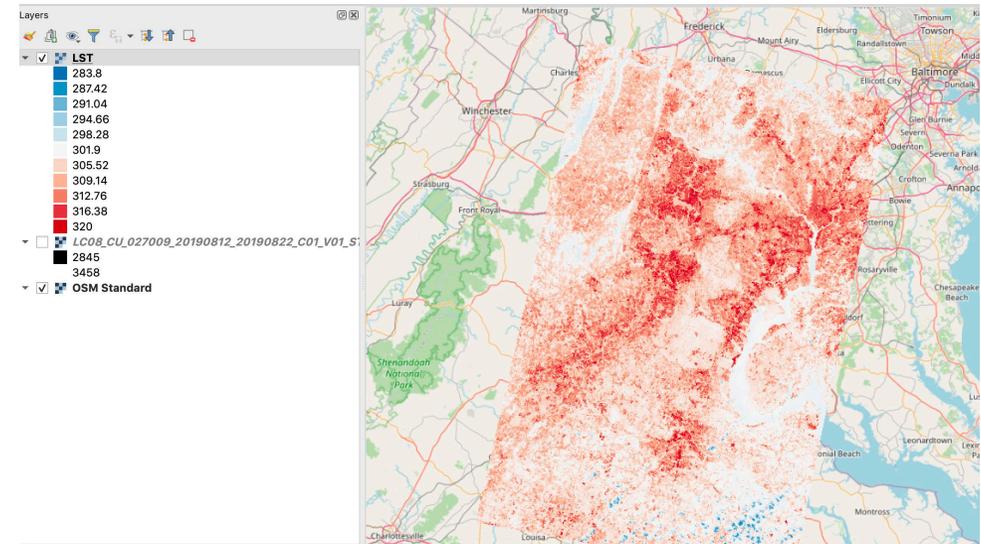
Acceso a Datos de LST de Landsat

<https://earthexplorer.usgs.gov/>



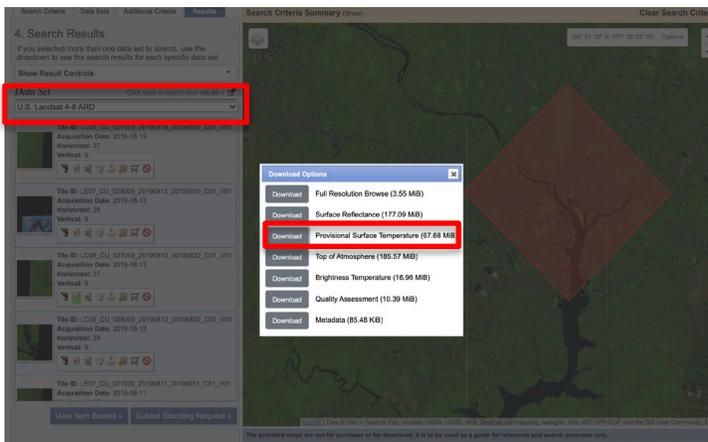
Formación de subconjuntos espaciales y temporales

LST para Washington DC (EE.UU) el 22 de agosto de 2019



Buscar datos ARD de Landsat. Seleccionar 'surface temperature', seleccionar tejas y descargar imágenes tiff.

LST Visualizado en QGIS: Hay un factor de escala de 0.1



Datos de LST de MODIS

<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod21.php>

- Un algoritmo con base en la física para recuperar LST y emisividad simultáneamente
- Basados en bandas TIR con una resolución espacial de 1 km
- Basados en el algoritmo ASTER Temperature Emissivity Separation (TES)
- Una corrección para vapor de agua atmosférico mejorada
- Datos globales disponibles desde 2000

Nombre Producto

ID Producto Terra

ID Producto Aqua

LST & Emissivity (E) Daily 5-Min L2 Swath 1km
LST & E Daily L3 Global 1km Day
LST & E Daily L3 Global 1km Night
LST & E 8-Day L3 Global 1km

[MOD21_L2](#)
[MOD21A1D](#)
[MOD21A1N](#)
[MOD21A2](#)

[MYD21_L2](#)
[MYD21A1D](#)
[MYD21A1N](#)
[MYD21A2](#)



Datos de LST de VIIRS

<https://viirsland.gsfc.nasa.gov/Products/NASA/LSTESDR.html>

- La Temperatura de la Superficie de la Tierra (LST) y Emisividad (E) de VIIRS se desarrollan en sinergia con el producto de MODIS.
- Se utiliza la misma metodología algorítmica para asegurar la continuidad del producto de MODIS a VIIRS.

Nombre de Producto	ID de Producto
LST & E Twice-Daily 6-min L2 Swath 750 m	VPN21_L2
LST & E Day L3 Global 1 km	VNP21A1D
LST & E Night L3 Global 1 km	VNP21A1N
LST & E 8-day L3 Global 1 km	VNP21A2



Datos de LST de ECOSTRESS

<https://lpdaac.usgs.gov/products/eco2lstev001/>

- ECOSTRESS recolecta datos sobre EE.UU. Continental y también sobre biomas y zonas agrícolas clave alrededor del mundo, así como sitios FLUXNET seleccionados.
- Disponible en franjas con resolución de 70 m.
- Valores LST&E con corrección atmosférica derivados de cinco bandas TIRS.
- Se utiliza un algoritmo “Temperature/Emissivity Separation” (TES) basado en la física.
- Disponible desde 7/2018-07-09 hasta hoy con una resolución temporal variable

Nombre de Producto	ID Producto
LST & E	ECO2LSTE



Acceso a datos de ECOSTRESS de MODIS, VIIRS

<https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/>

USGS AppEEARS

Welcome to **AppEEARS!**

Application for **E**xtracting and **E**xploring **A**nalysis **R**eady **S**amples
(**AppEEARS**)

The Application for Extracting and Exploring Analysis Ready Samples (**AppEEARS**) offers a simple and efficient way to access and transform geospatial data from a variety of federal data archives. AppEEARS enables users to subset **geospatial datasets** using spatial, temporal, and band/layer parameters. **Two** types of sample requests are available: **point samples** for geographic coordinates and **area samples** for spatial areas via vector polygons. Sample requests submitted to AppEEARS provide **more not only with** data values, but also associated quality data values. Interactive visualizations with summary statistics are provided for each sample within the application, which allow users to preview and interact with their samples before downloading their data. Get started with a sample request using the Extract option above, or visit the [Help page](#) to learn more.

Para más información sobre los detalles de cómo utilizar AppEEARs, repase este webinar ARSET:
<https://www.youtube.com/watch?v=KJTyMDyvBik>

Creación de Subconjuntos Temporales

Búsqueda de Productos

Formato y Proyección

Creación de Subconjuntos Espaciales

Extract Area Sample

Enter a name to identify your sample

LST

Upload a file or draw a polygon using the or icon

Drop a vector polygon file containing the area feature(s) to extract or [click here](#) to select the file.

Supported file formats:

- ESRI Shapefile (.zip including .shp, .dbf, .prj, and .shx files)
- GeoJSON (.json or .geojson)

Start Date

End Date

Is Date Recurring?

Select the layers to include in the sample

Land Surface Temperature

Terra MODIS Land Surface Temperature & Emissivity (LST&E) MOD11A1.006, 1000m, Daily, (2000-02-24 to Present)

Terra MODIS Land Surface Temperature & Emissivity (LST&E) MOD11A2.006, 1000m, 8 day, (2000-02-18 to Present)

Aqua MODIS Land Surface Temperature & Emissivity (LST&E) MYD11A1.006, 1000m, Daily, (2002-07-04 to Present)

Aqua MODIS Land Surface Temperature & Emissivity (LST&E) MYD11A2.006, 1000m, 8 day, (2002-07-04 to Present)

Aqua MODIS Land Surface Temperature & Emissivity (LST&E)

Output Options

File Format:

Projection:

NOTE: Be aware that any reprojection of data from its source projection to a different projection will inherently change the data from its original format. All reprojections use GDAL's [gdalwarp](#) function in combination with the PROJ.4 string listed above. For additional information, see the [AppEEARS help documentation](#).



Datos de LST de ASTER

https://lpdaac.usgs.gov/products/ast_08v003/

- La temperatura cinética de la superficie de ASTER se genera usando cinco bandas TIR. (LST global disponible con resolución espacial de 90 m.)
- Disponible desde 03/2000 con resolución temporal variable
- Emisividad y LST se derivan iterativamente usando IR térmico.
- Se usa un algoritmo “Temperature/Emissivity Separation” (TES) con corrección atmosférica

Nombre de Producto	ID Producto
LST	AST_08
Emisividad	AST_03



Acceso a ASTER LST

- [https://search.earthdata.nasa.gov/search/granules?p=C1299783630-LPDAAC_ECS&pg\[0\]\[gsk\]=-start_date&q=C1299783630-LPDAAC_ES&tl=1588271332!4!!](https://search.earthdata.nasa.gov/search/granules?p=C1299783630-LPDAAC_ECS&pg[0][gsk]=-start_date&q=C1299783630-LPDAAC_ES&tl=1588271332!4!!)

Búsqueda de
Productos

The screenshot shows the NASA Earthdata Search interface for the collection 'ASTER L2 Surface Temperature V003'. The search results show 569 granules. A red box highlights the 'Download All 569 Granules' button. The main area displays a grid of granule thumbnails with their respective start and end dates. A temporal extent slider at the bottom shows the data range from 2013 to 2020.

Creación de
subconjuntos
espaciales

Selección
Temporal



Datos de LST de GOES

https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/search?datatype_family=GRABIPRD

- La LST de GOES-16 y 17 contiene imágenes con valores de pixel instantáneos.
- Disponible con resolución de 10 km para el Disco Completo (Full Disk) y 2 km para EE.UU. continental.
- Disponible de la página de NOAA CLASS comenzando en 5/2017 con tiempo de intervalo de 60 minutos.

Spatial

49.92
-90 -64.69
30.94
Max Area

0.00, 0.00

Temporal
(maximum range is 366 days)

Start Date (format: YYYY-MM-DD) 2020-08-01 [calendar icon]

Start Time (UTC) (format: HH:MM:SS) 16:00:00

End Date (format: YYYY-MM-DD) 2020-08-10 [calendar icon]

End Time (UTC) (format: HH:MM:SS) 16:00:00

Specify the range of the times for: Each Day Or The Entire Range Of Days

Advanced Search

Datatype

- ABI L1b Radiances Data
- ABI L2+ Cloud & Moisture Imagery Data
- ABI L2+ Product Data (Select Product Type)

Product Type

- Hurricane Intensity
- Land Surface (Skin) Temperature
- Legacy Vertical Moisture Profile
- Rainfall Rate/QPE

ABI Channel

- C01
- C02
- C03
- C04

ABI Scan Sector

- Full Disk
- CONUS
- Mesoscale scene 1
- Mesoscale scene 2

Satellite

- G16
- G17





Productos de Datos Auxiliares para Análisis de Vulnerabilidad e Impacto de Islas de Calor Urbano

Datos Poblacionales

<http://sedac.ciesin.columbia.edu>

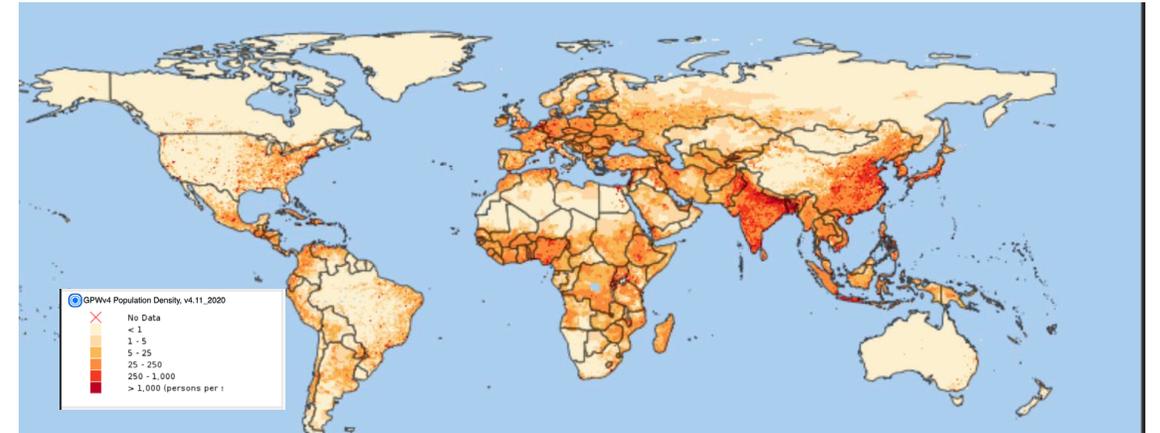
SOCIOECONOMIC DATA AND APPLICATIONS CENTER (SEDAC)
A Data Center in NASA's Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) — Hosted by CIESIN at Columbia University

DATA | MAPS | THEMES | RESOURCES | SOCIAL MEDIA | ABOUT | HELP

Data Collections (41)

1 of 2
Prev | Next

- Anthropogenic Biomes**
Describes 21 global anthropogenic biomes based on population density, land use, and vegetation cover, grouped into six categories—dense settlements, villages, croplands, rangeland, forested, and wildlands.
- Archive of Census Related Products (ACRP)**
A collection of value-added georeferenced data files derived from the 1990 U.S. Census, spanning the United States and its territories.
- China Dimensions**
A wide range of data from circa 1990, including administrative boundaries, population and agricultural census data, and other statistics, covering the administrative regions of China.
- Climate Effects on Food Supply**
Assessments of potential climate change impacts of temperature and precipitation on global staple crop production (wheat, rice, and maize), with a focus on quantitative estimates of yield changes based on multiple climate scenarios.
- Compendium of Environmental Sustainability Indicators**
A compilation of sustainability indicators from multiple sources incorporating multiple country codes. Methodological summaries are contained in an accompanying metadata database.
- Energy Infrastructure**
Data on the locations and status of nuclear power facilities along with estimates of the population residing near locations with at least one operating reactor.
- Environmental Performance Index (EPI)**
Released every two years since 2006, the EPI groups performance indicators into two policy categories, environmental health and ecosystem vitality, in order to gauge how close countries are to reaching established environmental policy goals.
- Environmental Sustainability Index (ESI)**
Released four times between 2000 and 2005, and based on a compilation of indicators derived from underlying data sets, the ESI measures overall progress towards environmental sustainability for 146 countries.
- Environmental Treaties and Resource Indicators (ENTRI)**
Information on treaty participation by country, environmental treaty texts, and a Conference of Party (COP) decision search tool for major multilateral environmental agreements.
- Georeferenced Population Data sets of Mexico**
Administrative boundaries, settlement locations and populations, and gridded population data for Mexico circa 1990. Includes place names, geographic coordinates of more than 30,000 urban and metropolitan places, and elevation data for
- Global Agricultural Lands**
Combines satellite data with agricultural inventory data to estimate the proportion of land area in cropland and pasture for the year 2000.
- Global Fertilizer and Manure, v1**
Global gridded data sets of fertilizer application rates and manure production of nitrogen and phosphorus for circa 2000.



Otros Conjuntos de Datos Útiles:

- Global Human Built-up And Settlement Extent (HBASE) de Landsat
- Cuadrícula Global de Probabilidades de Expansión Urbana o Global Grid of Probabilities of Urban Expansion hasta 2030, v1 (2000–2030)



Datos del Dpto. del Censo de EE.UU.

<https://www.census.gov/data.html>

Una variedad de datos socioeconómicos disponibles por estado, condado y ciudad.

United States Census Bureau

QuickFacts
United States

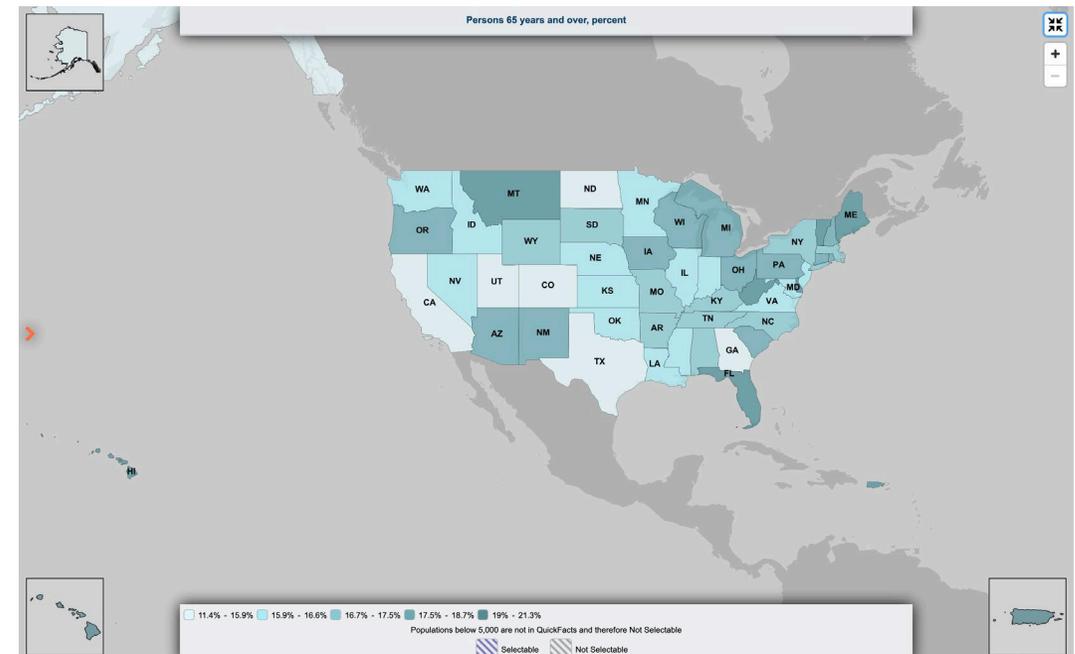
QuickFacts provides statistics for all states and counties, and for cities and towns with a population of 5,000 or more.

Enter state, county, city,

Select a fact --

- Population
 - Population estimates, July 1, 2019, (V2019)
 - Population estimates base, April 1, 2010, (V2019)
 - Population, percent change - April 1, 2010 (estimates base) to July 1, 2019, (V2019)
 - Population, Census, April 1, 2010
- Age and Sex
 - Persons under 5 years, percent
 - Persons under 18 years, percent
 - Persons 65 years and over, percent
 - Female persons, percent
- Race and Hispanic Origin
 - White alone, percent
 - Black or African American alone, percent (a)
 - American Indian and Alaska Native alone, percent (a)
 - Asian alone, percent (a)
 - Native Hawaiian and Other Pacific Islander alone, percent (a)
 - Two or More Races, percent
 - Hispanic or Latino, percent (b)
 - White alone, not Hispanic or Latino, percent
- Population Characteristics
 - Veterans, 2014-2018
 - Foreign born persons, percent, 2014-2018
- Housing
 - Housing units, July 1, 2019, (V2019)
 - Owner-occupied housing unit rate, 2014-2018
 - Median value of owner-occupied housing units, 2014-2018
 - Median selected monthly owner costs -with a mortgage, 2014-2018
 - Median selected monthly owner costs -without a mortgage, 2014-2018
 - Median gross rent, 2014-2018
 - Building permits, 2019
- Families & Living Arrangements

United States	Value
Population estimates, July 1, 2019, (V2019)	328,239,523
Population estimates base, April 1, 2010, (V2019)	308,758,105
Population, percent change - April 1, 2010 (estimates base) to July 1, 2019, (V2019)	6.3%
Population, Census, April 1, 2010	308,745,538



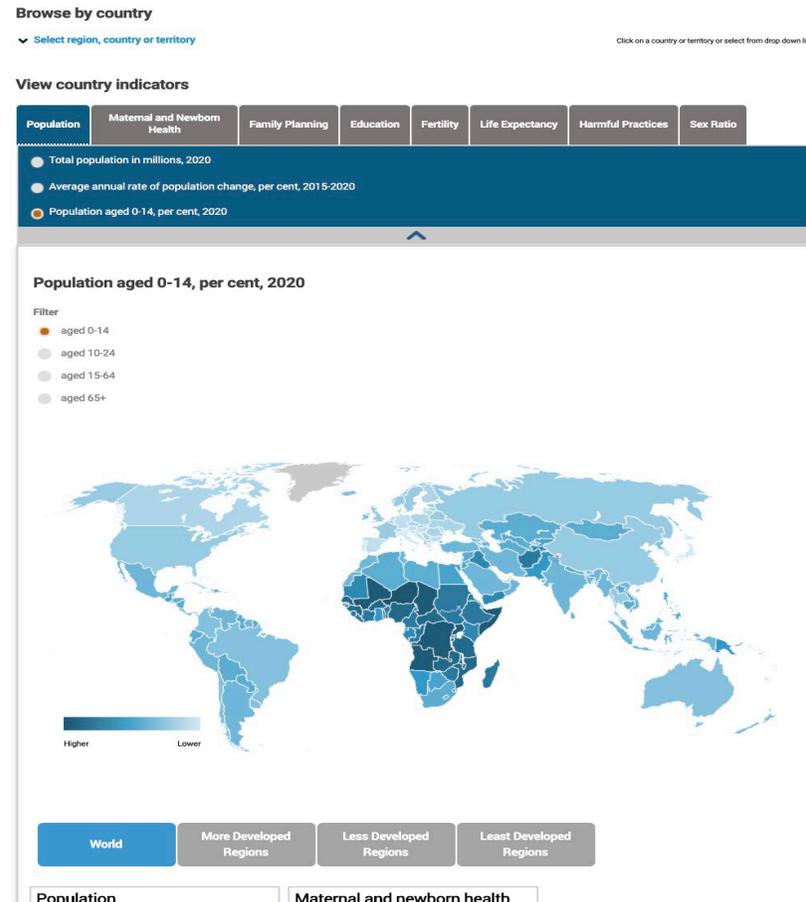
Población (%) mayor de 65 años



Datos Poblacionales de la ONU

<https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard>

Datos poblacionales e indicadores de desarrollo



Limitaciones de la Teledetección para Islas de Calor Urbano

- Los horarios de adquisición de los satélites heliosíncronos normalmente no coinciden con la hora del día en la que las SUHIs están en su mínimo o máximo.
- El satélite más utilizado para la detección de SUHIs (Landsat) solo tiene datos diurnos.
- Los sensores ópticos no pueden penetrar a través de las nubes o la cobertura vegetal, lo que puede ocasionar vacíos en los datos y una menor utilidad de datos.
- La exactitud de las estimaciones de la LST depende fuertemente de las correcciones de efectos atmosféricos y una estimación precisa de la emisividad de la superficie.
- Las radiancias recibidas por los sensores son influidos por el ángulo de captura del sensor.
- Es difícil obtener una resolución espectral, espacial y temporal alta con el mismo instrumento.
- Existe una gran cantidad de datos con varias resoluciones espaciales y temporales, formatos de archivo y de múltiples fuentes.



Beneficios de la Teledetección para Islas de Calor Urbano

- Cobertura espacial continua comparado con datos in situ
- Proporciona datos donde no hay mediciones in situ sistemáticas disponibles y los complementa donde los hay
- Observaciones simultáneas de LST, emisividad de la superficie y cobertura terrestre de varios satélites (p. ej. Landsat/TM, ETM+, OLI y TIRS, MODIS, VIIRS, AVHRR)
- Cobertura de datos global y consistente de múltiples satélites
- Disponibilidad de datos de fuente abierta

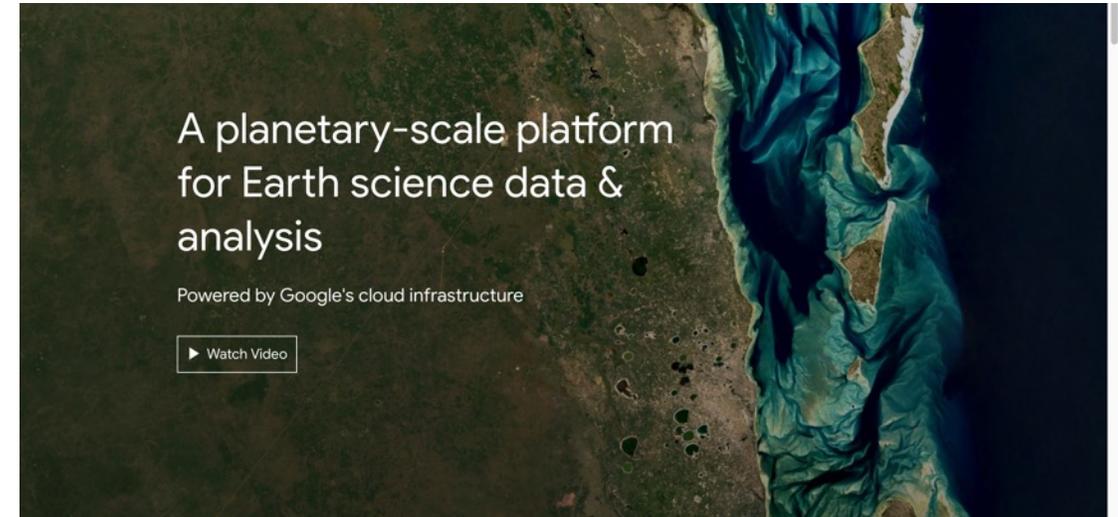




Demostración: Convirtiendo Datos Infrarrojo Térmicos de la Serie de Satélites Landsat en Estimaciones de la Temperatura de la Superficie de la Tierra Usando Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE)

- Es una plataforma de procesamiento geoespacial basada en la nube
- Disponible para científicos, investigadores y desarrolladores para el análisis de la Tierra
- Cuenta con la potencia computacional de Google
- Interfaz de Programación para Aplicaciones (Application Programming Interface o API)
- Editor de código JavaScript (Python disponible)
- Contiene un catálogo de imágenes satelitales y conjuntos de datos geoespaciales:
 - <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/>
- Regístrese para abrir una cuenta gratis:
 - <https://earthengine.google.com/>



Fuente: [Google](#)



Google Earth Engine (GEE)

The image shows a screenshot of the Google Earth Engine web interface. The interface is divided into several sections:

- Search bar:** At the top, with the text "Search for datasets or places" pointing to it.
- Script manager:** On the left, with "API documentation" and "Asset manager" pointing to it.
- Code Editor:** In the center, containing a JavaScript script for cloud masking. It has "Get a link (URL) to the script" and "Save the script" pointing to the top, and "Run the script" pointing to the "Run" button.
- Inspector/Console/Task manager:** On the right, with "Help button" and "Feedback button" pointing to the top right, and "Task manager", "Console output", and "Inspect locations, pixel values, objects on the map" pointing to the respective panels.
- Map:** At the bottom, with "Geometry Tools" and "Zoom" pointing to the left side, and "Layer manager" pointing to the bottom right.

```
1 // This example uses the Sentinel-2 QA band to cloud mask
2 // the collection. The Sentinel-2 cloud flags are less
3 // selective, so the collection is also pre-filtered by a
4 // CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE flag, to use only relatively
5 // cloud-free samples.
6
7 // Function to mask the Sentinel-2 QA band.
8 function maskQA(img) {
9   // Sentinel-2 QA band.
10  var qa = img.select('QA60');
11
12  // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
13  var cloudMask = qa.select(10, 11).eq(0);
14
15  // Both flags are 1, indicating clear conditions.
16  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudMask).eq(0).and(
17    qa.bitwiseAnd(cirrusMask).eq(0));
18
19  // Return the masked and scaled data, without the QA band.
20  return img.updateMask(mask).divide(10000)
21    .select(['B_*']);
22}
```

Fuente: [Google](https://earthengine.google.com/)



Google Earth Engine (GEE)

- Recursos para aprender más sobre Google Earth Engine:
 - [Developer's Guide](#)
 - [Google Earth Engine Developers Group](#)

Welcome to Google Earth Engine

Google Earth Engine is a geospatial processing service. With Earth Engine, you can perform geospatial processing at scale, powered by Google Cloud Platform. The purpose of Earth Engine is to:

- Provide an interactive platform for geospatial algorithm development at scale
- Enable high-impact, data-driven science
- Make substantive progress on global challenges that involve large geospatial datasets

[Get Started!](#)



About Google Earth Engine

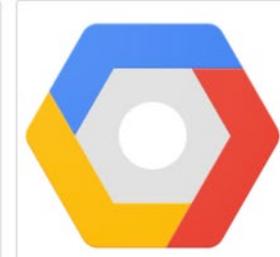
Earth Engine is a public data catalog, compute infrastructure, geospatial APIs and an interactive app server.

 <p>Datasets</p> <p>Petabyte scale catalog of public and free-to-use geospatial datasets.</p> <p>Explore the Data Catalog</p>	 <p>Compute</p> <p>Leverage Google's cloud platform for planetary-scale analysis of Earth science data.</p> <p>Read the publication</p>	 <p>APIs</p> <p>Full-featured JavaScript, Python and REST APIs.</p> <p>Developer guides</p>	 <p>Apps</p> <p>Dynamic, publicly accessible user interfaces for Earth Engine analyses.</p> <p>Apps gallery</p>
---	---	---	---

How to use Google Earth Engine

[Developer Guides](#)

Connect to the Earth Engine service through one of the APIs. Client libraries for JavaScript and Python translate complex geospatial analyses to Earth Engine requests. Or connect directly to Earth Engine servers using the REST API.

 <p>JavaScript</p> <p>Interactive JavaScript using the Code Editor, the open source JavaScript library in Node.js (learn more about Earth Engine in Node.js), or Earth Engine Apps.</p>	 <p>Python</p> <p>The open source Python library running in Colab, your Python environment, or App Engine (learn more about Earth Engine powered App Engine apps).</p>	 <p>REST</p> <p>Authenticated HTTP requests (learn more about the Earth Engine REST API). The REST API contains new and advanced features that may not be suitable for all users. If you are new to Earth Engine, please get started with the JavaScript guide.</p>
--	---	--

Fuente: [Google](#)



Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

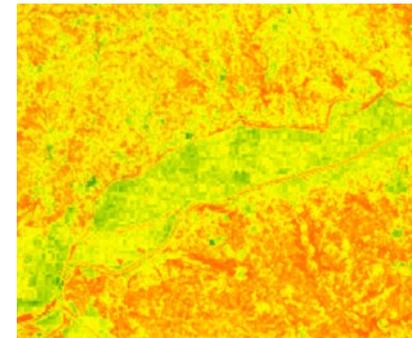
- La cadena de producción fue completamente codificada en JavaScript por Ermida et al. (2020) usando la plataforma del Editor de Código.
- El repositorio está disponible de manera gratuita de los siguientes repositorios de GEE o Git:
- GEE:
https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/sofiaermida/landsat_smw_lst
- Git:
https://earthengine.googlesource.com/users/sofiaermida/landsat_smw_lst

Ermida, S.L., Soares, P., Mantas, V., Götsche, F.-M., Trigo, I.F., 2020. Google Earth Engine open-source code for Land Surface Temperature estimation from the Landsat series. *Remote Sensing*, 12 (9), 1471; <https://doi.org/10.3390/rs12091471>



Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- La Temperatura de la Superficie de la Tierra se computa a partir de datos de Landsat 4-8 (TM, ETM+, OLI, TIRS) usando el algoritmo “Statistical Mono-Window” (SMW) desarrollado por CM-SAF.
- Este método está basado en la relación empírica entre las temperaturas de luminosidad en la cima de la atmósfera en un canal IR térmico y la LST utilizando una regresión lineal simple (Freitas et al., 2013).
- Todas las entradas al algoritmo de LST se obtienen del [GEE Data Catalog](#).
 - Datos de Landsat (USGS)
 - Datos Atmosféricos (NCEP y NCAR)
 - Emisividad de la Superficie de ASTER GED (NASA JPL)



Datos de Landsat Utilizados para Estimar la Temperatura de la Superficie de la Tierra

- Satelitales Landsat con instrumento(s)
- Bandas utilizadas con los instrumento(s)
- Long. de onda en micrómetros (μm)
- GEE
- Resolución Espacial
- Hora de Cruce Ecuatorial
- Rango de Fechas

Satellite	Used Bands	Wavelength (μm)	Dataset	Spatial Resolution	E.C.T.	Date Range
Landsat 4 (TM)	Red: B3	0.63–0.69	C01/T1_SR	30 m	9:45 am (16-day)	22 August 1982 to 14 December 1993
	NIR: B4	0.76–0.90	C01/T1_SR	30 m		
	TIR: B6	10.4–12.5	C01/T1_TOA	120 ² m		
Landsat 5 (TM)	Red: B3	0.63–0.69	C01/T1_SR	30 m	9:45 am (16-day)	1 January 1984 to 5 May 2012
	NIR: B4	0.76–0.90	C01/T1_SR	30 m		
	TIR: B6	10.4–12.5	C01/T1_TOA	120 ² m		
Landsat 7 (ETM+)	Red: B3	0.63–0.69	C01/T1_SR	30 m	10:00 am (16-day)	1 January 1999 to present
	NIR: B4	0.77–0.90	C01/T1_SR	30 m		
	TIR: B6 ¹	10.4–12.5	C01/T1_TOA	60 ² m		
Landsat 8 (OLI; TIRS)	Red: B4	0.64–0.67	C01/T1_SR	30 m	10:00 am (16-day)	11 April 2013 to present
	NIR: B5	0.85–0.88	C01/T1_SR	30 m		
	TIR: B10	10.6–11.19	C01/T1_TOA	100 ² m		

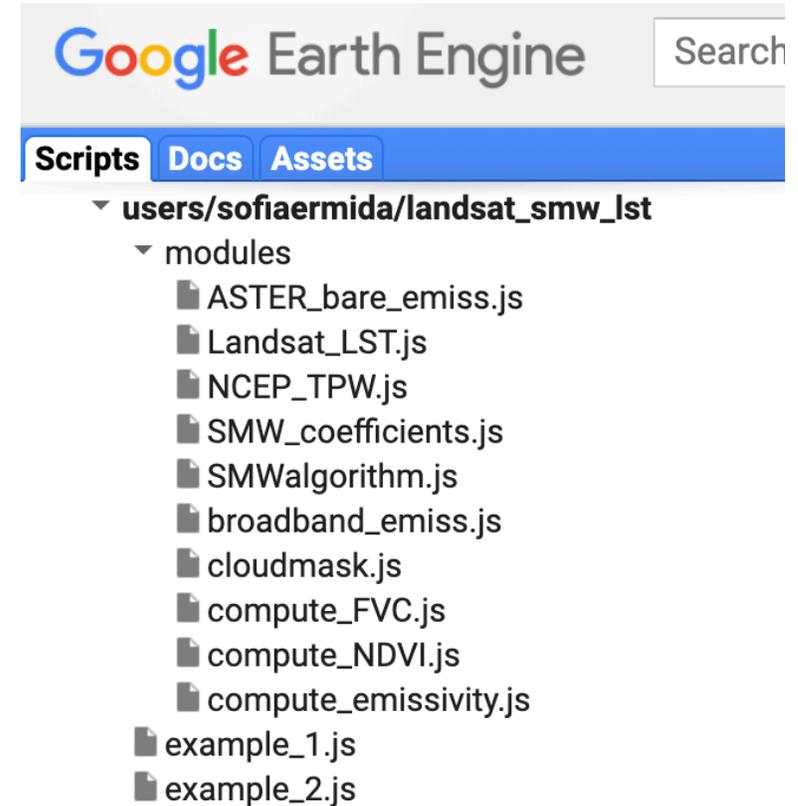
Note: ¹ low gain band (B6_VCID_1); ² resampled to 30 m.

Fuente: Ermida et al., 2020



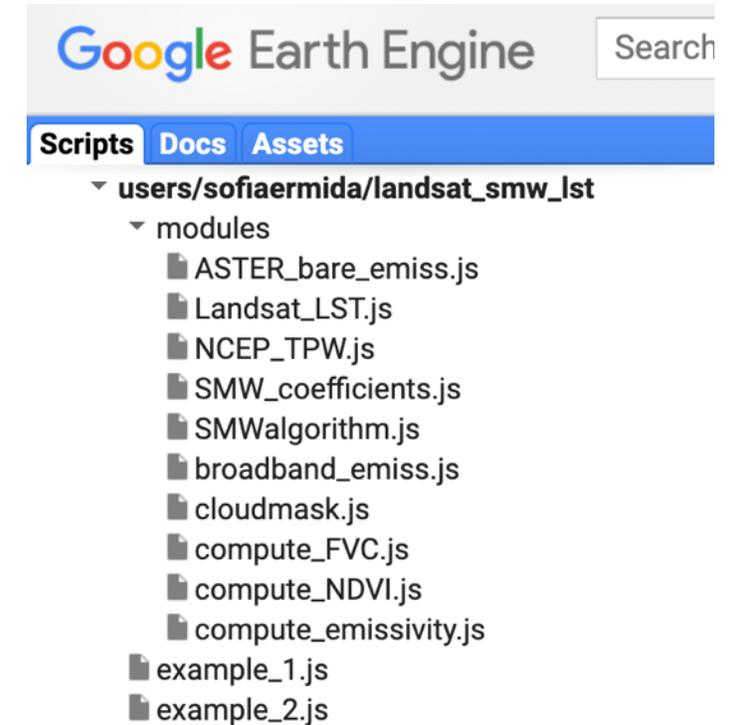
Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- Abra la aplicación Google Earth Engine.
- Agregue el repositorio de Ermida et al. (2020).
 - https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/sofiaermida/landsat_smw_lst
- Confirme que el repositorio y todos los módulos asociados se hayan agregado a su administrador de Scripts.



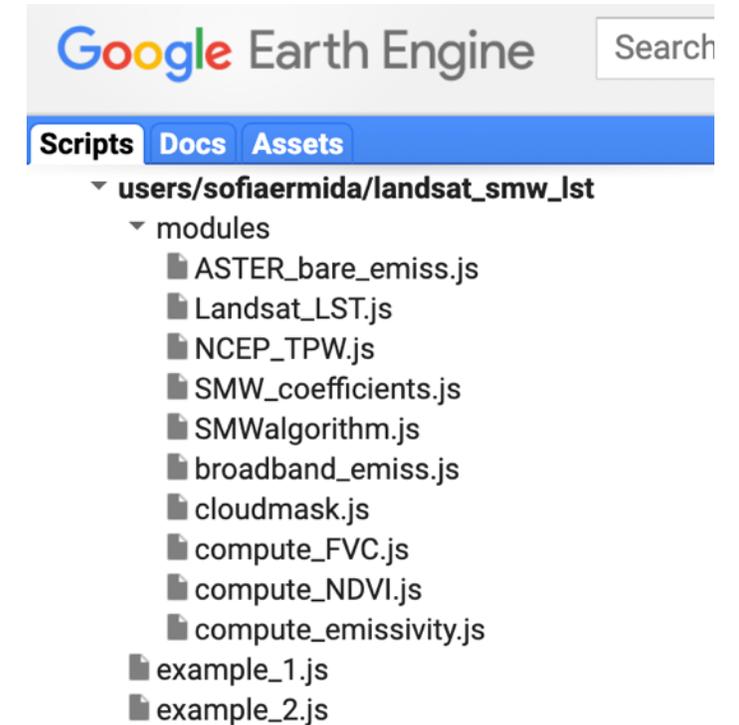
Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- Cada módulo contiene código reutilizable (o sea, funciones) que se comparte entre scripts para calcular la LST.
- **ASTER_bare_emiss.js** – Aplica una corrección de la cobertura de vegetación a la emisividad de ASTER para obtener la emisividad del suelo desnudo para cada componente en cada pixel
- **Landsat_LST.js** – Selecciona los datos de Landsat en base a entradas del usuario y realiza el cómputo del LST
- **NCEP_TPW.js** – Compara datos de vapor de agua atmosférico del reanálisis de NCEP para cada imagen Landsat
- **SMW_coefficients.js** – Coeficientes para el Algoritmo “Statistical Mono-Window”
- **SMWalgorithm.js** – Aplica el Algoritmo “Statistical Mono-Window” para calcular LST



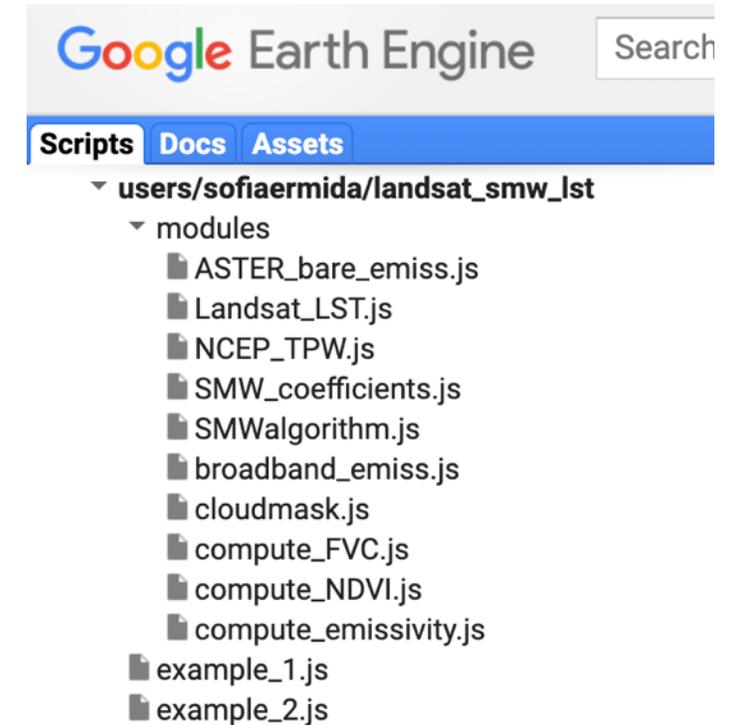
Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- Cada módulo contiene código reutilizable (o sea, funciones) que se comparte entre scripts para calcular la LST.
- **Broadband_emiss.js** – Computa la sensibilidad de banda ancha a partir de ASTER GED
- **cloudmask.js** – Enmascara las nubes y la sombra de estas usando la banda para calidad
- **compute_FVC.js** – Computa la Fracción de la Cobertura Vegetal a partir del NDVI
- **compute_NDVI.js** – Computa valores del NDVI para Landsat
- **compute_emissivity.js** – Computa la emisividad de la superficie para Landsat. Requiere valores de “compute_FVC.js”



Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- **example_1.js**
 - Muestra cómo calcular LST de Landsat a base de Landsat-8 sobre Coímbra, Portugal
 - Corresponde a las imágenes mostradas como ejemplo en Ermida et al. (2020)
- **example_2.js**
 - Muestra cómo obtener las series temporales de LST en la página web de SURFRAD DRA
 - Corresponde al método utilizado para extraer series temporales para comparar con la LST medida por estaciones utilizada en Ermida et al. (2020)



Computando la Temperatura de la Superficie de la Tierra en GEE

- Para modificar el código para su área de estudio, debe especificar las siguientes entradas en `example_1.js`
 - geometry: <ee.Geometry>
 - Region of interest
 - landsat: <string>
 - The Landsat satellite id
 - Valid Inputs: 'L4', 'L5', 'L7' and 'L8'
 - date_start: <string>
 - Start date of the Landsat collection
 - Format: YYYY-MM-DD
 - date_end: <string>
 - End date of the Landsat collection
 - Format: YYYY-MM-DD
 - use_ndvi: <boolean>
 - Si es cierto, los valores NDVI se utilizan para obtener una emisividad dinámica; si es falso, la emisividad se obtiene directamente de ASTER.

```
// select region of interest, date range, and landsat satellite
var geometry = ee.Geometry.Rectangle([-8.91, 40.0, -8.3, 40.4]);
var satellite = 'L8';
var date_start = '2018-05-15';
var date_end = '2018-05-31';
var use_ndvi = true;
```



Involúcrese – GLOBE Ciencia Ciudadana

- El programa Global Learning and Observations to Benefit the Environment (GLOBE) es un programa científico y educativo internacional que da la oportunidad a estudiantes y al público a nivel mundial de participar en la recolección de datos y el proceso científico.
- Campaña de Recolección de Datos GLOBE UHI: <https://www.globe.gov/web/surface-temperature-field-campaign>
- Capacitación en línea GLOBE Surface Temperature Protocol:

<https://www.globe.gov/get-trained/protocol-ettraining/etraining-modules/16867642/12267>



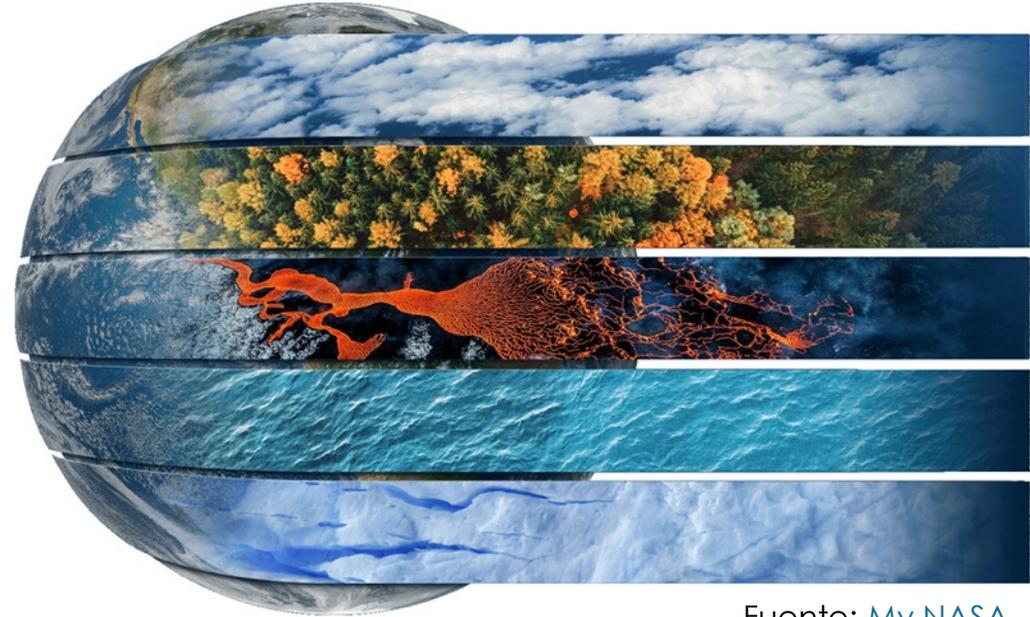
THE GLOBE PROGRAM

Fuente: [GLOBE](https://www.globe.gov)



Actividades para Estudiantes – My NASA Data

- My NASA Data ofrece acceso para profesores de 3^{er} a 12^o grado a datos de misiones de la NASA mediante herramientas únicas que ayudan a los estudiantes a aprender sobre la ciencia de los sistemas terrestres. El valor del proyecto está en lo que brinda recursos sobre datos científicos útiles para instructores y estudiantes.
- Recursos My NASA sobre fenómenos asociados con Islas de Calor Urbano: <https://mynasadata.larc.nasa.gov/phenomenon/creation-of-urban-heat-islands>
- My NASA Data UHI Story Map: <https://mynasadata.larc.nasa.gov/lesson-plans/creation-urban-heat-islands-story-map>



Fuente: [My NASA Data](https://mynasadata.larc.nasa.gov/)



Referencias

- Anniballe, R.; Bonafoni, S.; Pichierri, M. Spatial and temporal trends of the surface and air heat island over Milan using MODIS data. *Remote Sensing of Environment* 2014, 150, 163–171.
- Ermida, S.L., Soares, P., Mantas, V., Götsche, F.-M., Trigo, I.F., 2020. Google Earth Engine open-source code for Land Surface Temperature estimation from the Landsat series. *Remote Sensing*, 12 (9), 1471; <https://doi.org/10.3390/rs12091471>
- Freitas, S.C.; Trigo, I.F.; Macedo, J.; Barroso, C.; Silva, R.; Perdigão, R.; Freitas, S.C.; Trigo, I.F.; Macedo, J.; Barroso, C.; et al. Land surface temperature from multiple geostationary satellites. *Int. J. Remote Sens.* 2013, 1161, 3051–3068.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp
- Rozenstein, O.; Qin, Z.; Derimian, Y.; Karnieli, 2014, Derivation of Land Surface Temperature for Landsat-8 TIRS Using a Split Window Algorithm, *Sensors*. 4(4):5768-5780 DOI [10.3390/s140405768](https://doi.org/10.3390/s140405768)
- Tomlinson, C.J., Chapman, L., Thornes, J.E. and Baker, C., 2011, Remote sensing land surface temperature for meteorology and climatology: a review. *Met. Apps*, 18: 296-306. doi:[10.1002/met.287](https://doi.org/10.1002/met.287).
- U.S. Environmental Protection Agency. 2008. Reducing urban heat islands: Compendium of strategies. Draft. <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>
- U.S. Environmental Protection Agency. *Heat Island Effect*. 2020, <https://www.epa.gov/heatislands>
- Weng, Q. Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2009, 64, 335–344.
- Zhou, Decheng, et al. "Satellite Remote Sensing of Surface Urban Heat Islands: Progress, Challenges, and Perspectives." *Remote Sensing*, vol. 11, no. 1, 2018, p. 48., doi:10.3390/rs11010048.
- Zhou S., and J. Cheng, 2020, An Improved Temperature and Emissivity Separation Algorithm for the Advanced Himawari Imager, in *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 58, 7105-7124, doi: 10.1109/TGRS.2020.2979846.



Preguntas

- Por favor escriban sus preguntas en el cuadro para preguntas. Las responderemos en el orden que las recibimos.
- Publicaremos las preguntas y respuestas en la página web de la capacitación después de la conclusión del curso.



Fuente: [NASA](#)



Contactos

- Capacitadores
 - Sean McCartney: sean.mccartney@nasa.gov
 - Amita Mehta: amita.v.mehta@nasa.gov
- Página Web de la Capacitación:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/satellite-remote-sensing-urban-heat-islands>
- Página Web de ARSET:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>

