



MEMORIA FINAL

**CONVOCATORIA DE AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE CURSO 2022-2023**

PROYECTO ID2021/067

**Incorporación de los ODS y Didáctica del Cambio Climático
en las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura**



Evelio Teijón López-Zuazo
Universidad de Salamanca
junio de 2023



MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

1. RESUMEN DE LA PROPUESTA (Debe rellenarse también en inglés)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Evelio Teijón López-Zuazo.

ENTIDAD Y CENTRO: Universidad de Salamanca. Escuela Politécnica Superior de Zamora. *University of Salamanca. Zamora Polytechnical School.*

TITULO DEL PROYECTO: Incorporación de los ODS y Didáctica del Cambio Climático en las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura

RESUMEN

El **aula invertida** supone que el alumno, previamente a la clase, aprende la lección individualmente fuera del aula visualizando vídeos entre otras herramientas, dedicando la clase al trabajo colaborativo con el Profesor y resto de alumnos en la resolución de problemas. Las lecciones mediante vídeos deben ser “píldoras educativas” de duración limitada a 10 minutos como máximo.

La **Asignatura Construcción IV** se imparte en el **3^{er} curso del Grado en Arquitectura Técnica**. Para la realización del **vídeo “Materiales de construcción sostenible”** del Proyecto de Innovación relacionado con la docencia de la asignatura, hemos efectuado traslados para efectuar las grabaciones al Laboratorio de Materiales de Construcción y al Laboratorio de Construcción de la Escuela Politécnica Superior de Zamora.



Con esta acción hemos desarrollado los siguientes **objetivos de aprendizaje:**

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.** Desarrollo de la industria de la construcción asociada a un desarrollo resiliente y sostenible mediante el fomento de la economía circular.
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.** Planificación de soluciones urbanísticas y de infraestructuras del transporte con Residuos de Construcción y Demolición (RCD) reciclados.
- **ODS 12: Producción y consumo responsables.** Comprender el concepto de vida útil de una estructura para prácticas de consumo y producción sostenibles.



- **ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.** Concebir la reutilización de los RCD evitando la degradación de suelos con canteras y la afección a los delicados ecosistemas fluviales con graveras en zonas consideradas reservas naturales.

La **Asignatura Obras marítimas** se imparte en el **3er curso del Grado en Ingeniería Civil (Mención en Construcciones Civiles)**. Para la realización del vídeo **“Construcción de un túnel bajo el Estrecho de Gibraltar: Más de un siglo para unir dos continentes. El insólito caso del Ingeniero de Caminos D. Fernando Gallego Herrera: del olvido a su legado universal”** del Proyecto de Innovación relacionados con la docencia de la asignatura, hemos efectuado traslado para efectuar las grabaciones a la Biblioteca Claudio Rodríguez, Campus Viriato, lugar donde se encuentra depositado en custodia el Cajón Histórico del Proyecto definitivo de unión de España con África de D. Fernando Gallego Herrera en 1925.



Con esta acción hemos desarrollado los siguientes **objetivos de aprendizaje**:

- **ODS 1: Fin de la pobreza.** Aprender como entre las estrategias y medidas de reducción de la pobreza está el desarrollo de infraestructuras del transporte que permitan el desarrollo y la atención de necesidades básicas en zonas de pobreza extrema como África como hubiera sido la unión en túnel.
- **ODS 2: Hambre 0.** El hambre y la malnutrición son conceptos asociados a nivel mundial a zonas pobres en las que debe concentrarse la acción contra el hambre. La distribución de alimentos, de ayuda humanitaria y tecnológica para el desarrollo de una industria agroalimentaria sostenible que generara territorios autosuficientes sería enormemente impulsada con la ejecución de una obra subterránea que permitiese trazar una red de transporte solidaria.
- **ODS 10: Reducción de las desigualdades.** Las diferencias en y entre los países se ve afectadas por decisiones discriminatorias. Una visión de un mundo justo e igualitario pasa por una igualdad de infraestructuras urbanas, del transporte que desarrollen ciudades y territorios sostenibles de países pobres.
- **ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos.** Fomentar entre los alumnos la importancia de la cooperación mediante alianzas mundiales, y que la impulsión de una gobernanza mundial y ciudadanía global pasa por la cooperación al desarrollo con infraestructuras responsables del acceso al conocimiento.



La Asignatura **Geomática y Sostenibilidad, del Máster en Geotecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura**, con el módulo de especial interés "Cálculo de Radiación Solar a partir de Datos Geomáticos" ha supuesto la grabación de **dos videos, uno con plantas fotovoltaicas que permiten la autosuficiencia de los proyectos de investigación en la Escuela Politécnica de Ávila junto a otro vídeo que recogiendo los depósitos solares.**



Con esta acción hemos desarrollado los siguientes **objetivos de aprendizaje:**

- **ODS 3: Salud y bienestar.** El alumno debe comprender que las dimensiones políticas y económicas de la salud y el bienestar pasan inexorablemente por el desarrollo de las energías renovables que permitan prevenir la transmisión de enfermedades propiciadas por la contaminación atmosférica.
- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante.** El alumno debe ser comprender que la eficiencia y suficiencia energética, en la era del desarrollo sostenible, pasa por la necesidad de energía asequible y limpia mediante tecnologías nuevas en innovadoras minimizadoras de impactos, aplicando como ejemplo el desarrollo de la energía solar fotovoltaica.
- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico:** Supone la comprensión por parte del alumno el desarrollo de energías limpias supone un nicho de trabajo en el que la innovación, el emprendimiento y las condiciones de trabajo justas deben encontrar refugio al desempleo potenciando derechos laborales de personas en riesgo de exclusión social como la desigualdad de género o la integración laboral de inmigrantes en proyectos de emprendimiento social.
- **ODS 13: Acción por el Clima.** El alumno debe comprender que la dinámica del cambio climático pasa por apoyar el desarrollo protegiendo el clima mediante el desarrollo de energías renovables que servan de prevención y mitigación al principal reto global de la humanidad. Conocer las consecuencias a través del impacto global y su incidencia desigual desde los países contaminantes en los grandes ecosistemas como bosques y océanos de los países en desarrollo.

INTRODUCCIÓN

Debe entenderse la **Ingeniería**, en el sentido de aprovechamiento de los recursos disponibles como Ciencia aplicada, dentro de los objetivos del milenio a través de **la Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas** buscando la disminución de los impactos ambientales generados por la huella de carbono.

Es necesario enlazar en los **Proyectos para intervención en el Aula** la investigación básica con la acción política de planificación de infraestructuras mediante una aproximación multidisciplinar, como hemos comentado en el desarrollo del **ODS 17 Alianzas para lograr objetivos**.

En esta línea, los actos de entrega del cajón histórico “Proyecto definitivo de Unión de España con África” del Ingeniero de Caminos D. Fernando Gallego Herrera han sido presentados en exposición pública a la sociedad salmantina y zamorana y abiertos a toda la Comunidad Universitaria en actos académicos que contaron con el inestimable apoyo de nuestro Rector Magnífico y el Sr. Vicerrector de Investigación y Transferencia.



Actos de entrega y exposición pública del Cajón Histórico “Unión de España y África” (Elaboración propia)



METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La metodología se ha estructurado en una serie de fases que se detallan a continuación con indicación de las tareas a realizar, agrupadas según las actividades y tareas:

- Reuniones de Coordinación del equipo investigador del Proyecto.
- Planificación con el Servicio de Protocolo de la Universidad de Salamanca y la Escuela Politécnica Superior de Zamora de los actos de entrega del cajón histórico de unión de España con África (1926) del Ingeniero de Caminos D. Fernando Gallego Herrera, incluyendo un ciclo de conferencias y visitas prácticas en la Biblioteca Claudio Rodríguez.



**ACTOS DE ENTREGA DEL CAJÓN HISTÓRICO
"PROYECTO DEFINITIVO DE UNIÓN DE ESPAÑA CON ÁFRICA"
DEL INGENIERO DE CAMINOS D. FERNANDO GALLEGO HERRERA**

**Día: 12 de mayo de 2023. Hora: 12:30
Lugar: Sala de conferencias.**

PROGRAMA

Intervendrán:

1. D. José Miguel Mateos Roco. Vicerrector de Investigación y Transferencia.
2. D. José Luis Pérez Iglesias. Director de la EPS de Zamora.
3. D. Luis Javier Barrios Úbeda. Director Biblioteca "Claudio Rodríguez".
4. D. Tomás Polo Lou. Familiar de D. Fernando Gallego Herrera.
5. D. José Carlos González Navarro. Representante de la Plataforma para la recuperación de la memoria de D. Fernando Gallego Herrera.
6. D. Evelio Teijón López-Zuazo. Profesor de la EPS de Zamora.

A continuación, entrega del cajón y firma de documento de cesión. Biblioteca Claudio Rodríguez.



Escuela
politécnica superior
de zamora



POPULAR MECHANICS 211
STRANGEST TUNNEL TO JOIN EUROPE AND AFRICA



Sección Central

Sección vertical. Variaciones de alturas



- Traslados del Equipo del Proyecto con medios audiovisuales al Laboratorio de Materiales de Construcción, al Laboratorio de Construcción y a la Biblioteca Claudio Rodríguez en el Campus Viriato. Del mismo modo, traslado a la instalación de placas solares en el forjado de cubierta y a los depósitos de energía solar en la Escuela Politécnica Superior de Ávila.
- Preparación del contenido técnico del Módulo 3. Cálculo de Radiación Solar con Datos Geomáticos de la Asignatura Geomática y Sostenibilidad.
- Realización de presentación mediante estilo innovador del Módulo de Geomática y Sostenibilidad que facilite la inmersión del aula y la participación activa en la resolución de problemas con el programa nearpod.
- Elaboración de memoria final.
- Difusión de resultados en Congresos de investigación e innovación educativa.

Debido al tamaño, la entrega de la documentación audiovisual y la presentación innovadora se efectúa a través de la carpeta compartida en Google Drive [PID_ID2022_079](#)



Divulgación científica de planos históricos conexión España – África con túnel submarino (Elaboración propia)

La investigación en alianzas mundiales para lograr objetivos muestra como ejemplos de enfoque y métodos de aprendizaje la elección para el Proyecto de Investigación/Excelencia el Proyecto de Investigación titulado: “El insólito caso del Ingeniero de Caminos salmantino D. Fernando Gallego Herrera: del olvido a su legado universal” y la propuesta del análisis y simulación del sistema de gravedad invertida del túnel como Trabajo de Fin de Grado.



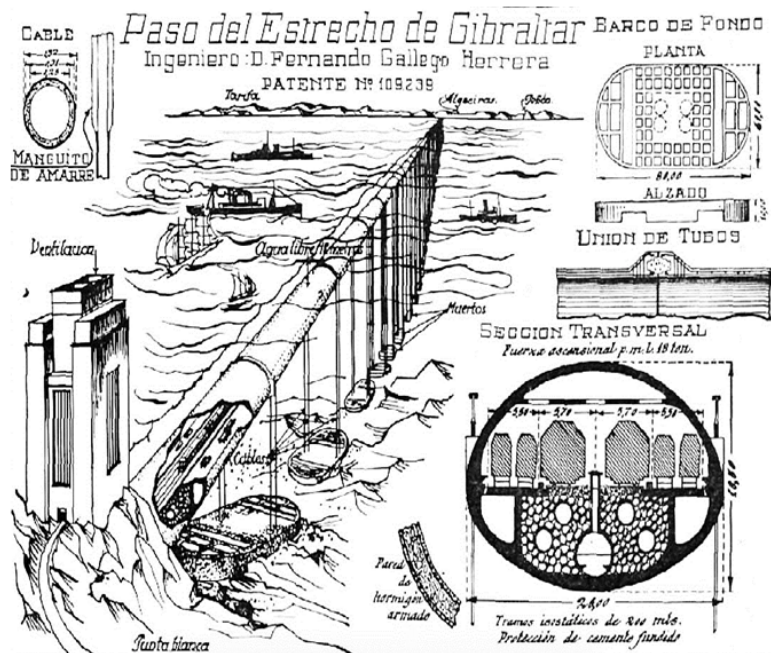
El aerogenio



El arco funicular



PROYECTO DEFINITIVO DE UNIÓN DE ESPAÑA CON ÁFRICA



Presentación D. Fernando Gallego Herrera y la solución de para el Desarrollo Sostenible

A efectos de recoger en la memoria la participación y coordinación efectuada en el Proyecto, se adjuntan como anexos capturas de las actividades elaboradas para la realización de las píldoras educativas y presentaciones interactivas con tecnología CLIL del Flipped Classroom.



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA



ANEXOS



MÁSTER UNIVERSITARIO GEOTECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS

GEOMÁTICA Y SOSTENIBILIDAD
Módulo 3. Cálculo de Radiación Solar con Datos Geomáticos



Lección: Geomática y Sostenibilidad

1/31



MÁSTER UNIVERSITARIO
GEOTECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS

CÁLCULO DE RADIACIÓN SOLAR CON DATOS GEOMÁTICOS

- Radiación Solar
- ¿Cómo se calcula?
- Componentes geométricos de influencia

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Lección: Geomática y Sostenibilidad

2/31



Radiación Solar

- Energía del Sol que se convierte en ENERGÍA TÉRMICA o ELÉCTRICA (solar térmica o solar fotovoltaica)

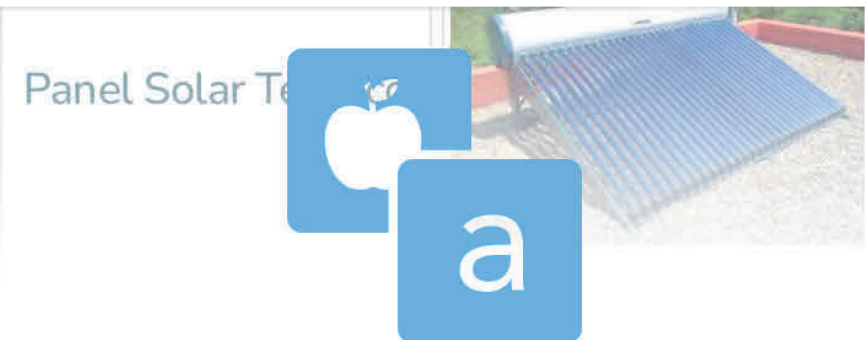


UNIVERSIDAD B SALAMANCA

Selecciona el tipo de Panel Solar

Instructions

Panel Solar Térmico



Matching Pairs




Instructions



Panel Solar Fotovoltaico

Matching Pairs

Instructions

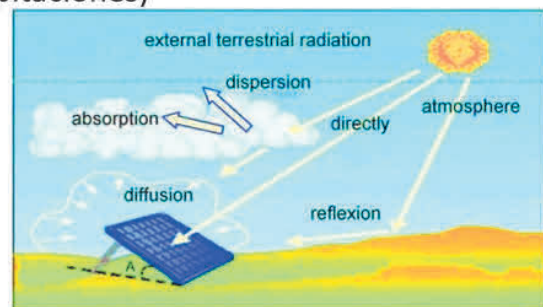


Panel Solar Fotovoltaico

Matching Pairs

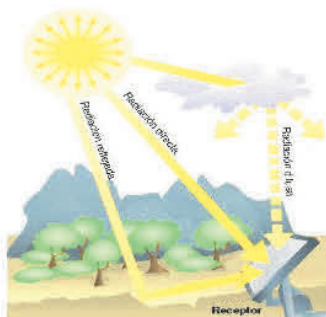
Radiación Solar

- Energía del Sol que se convierte en ENERGÍA TÉRMICA o ELÉCTRICA (solar térmica o solar fotovoltaica)
- La RADIACIÓN SOLAR recibida en cada punto de la Tierra depende de:
 - Localización geográfica
 - Hora del día
 - Fecha del año / estación
 - Entorno local (sombras)
 - Tiempo local (cobertura nubosa, precipitaciones)
- La RADIACIÓN SOLAR se divide en:
 - Radiación Solar Directa
 - Radiación Solar Difusa
 - Radiación Solar Reflejada



UNIVERSIDAD B SALAMANCA

Radiación Solar



R. Directa - Incide directamente del Sol, sin sufrir cambios de dirección

R. Difusa - Llega después de ser reflejada por otra superficie Emitida por las moléculas después de sufrir un calentamiento por efecto de la absorción de radiación solar directa

La participación de la radiación directa y la radiación difusa en el global varía desde un 20% de radiación difusa en un día claro, a un 100% de radiación difusa en un día nublado.

Las nubes difunden la radiación solar más fuertemente que el aire seco, por lo que en un día nublado toda la radiación que podemos obtener será radiación difusa. En un día despejado la radiación directa es varias veces superior a la difusa.

UNIVERSIDAD B SALAMANCA

Fill in the Blanks

reflejada

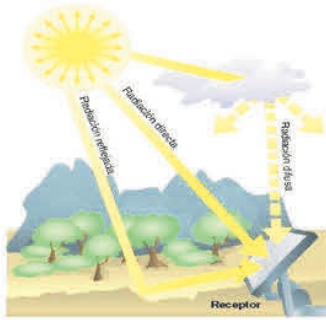
directa

difusa

La radiación solar _____ es la que llega a la superficie terrestre, sin cambios de dirección. La radiación solar _____ es la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todos los lugares de la atmósfera. La radiación solar _____ se conoce como albedo.



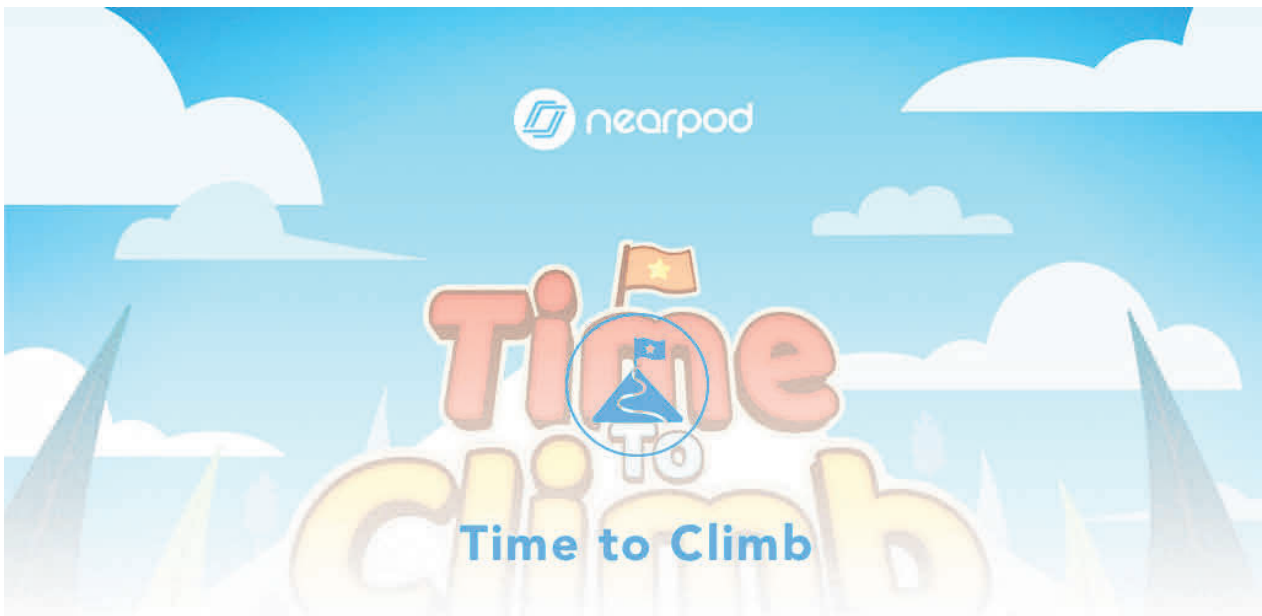
Radiación Solar



VARIACIÓN SOLAR

- VARIACIÓN **MENSUAL**:
 - Localización geográfica
 - Posición cambiante de la superficie con respecto de los rayos de Sol (declinación solar)
- VARIACIÓN **DIARIA**:
 - Cambios de nubosidad
- VARIACIÓN **HORARIA**:
 - Movimiento de rotación de la Tierra (ángulo horario)

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA



Time To Climb



¿Cómo se calcula?

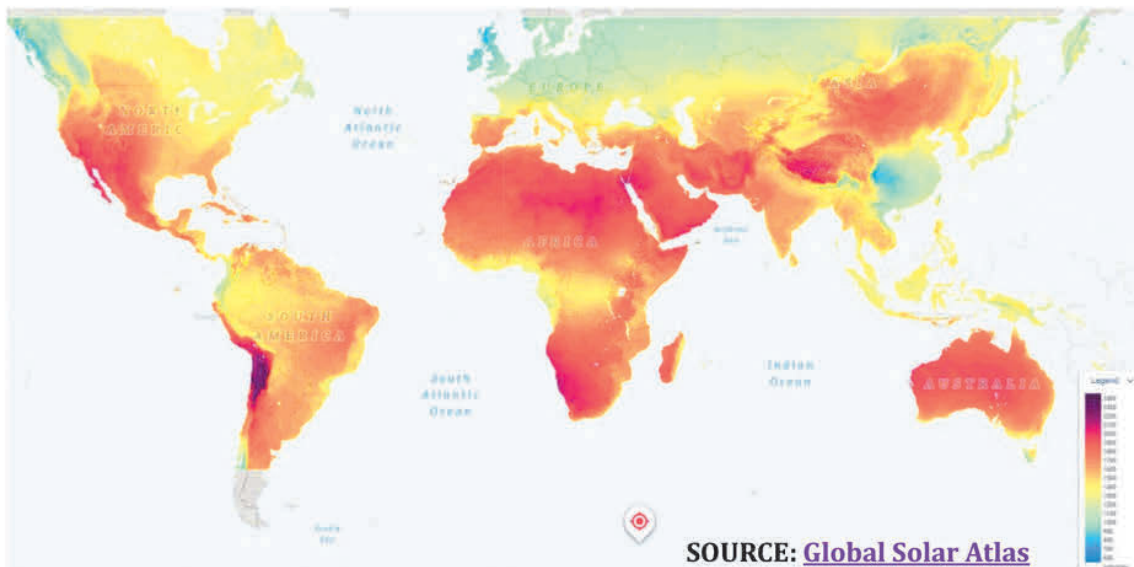
- El POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR se calcula como las HORAS SOL PICO (PSH) de la ubicación en estudio.
- $PSH = 1$ hora de sol con una potencia media de 1000 W/m^2 .
- Las horas totales de incidencia solar, y la intensidad de la radiación en cada hora, se añaden a la suma, que se expresa en Unidades de 1000 W/m^2 .
- El número de PSH por día aumenta cuanto más cerca del Ecuador, y típicamente en los meses de verano.
- La PRODUCCIÓN SOLAR estimada se calcula como: $PSH * \text{Potencia del sistema}$

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA



¿Cómo se calcula?

- Horas Sol Pico



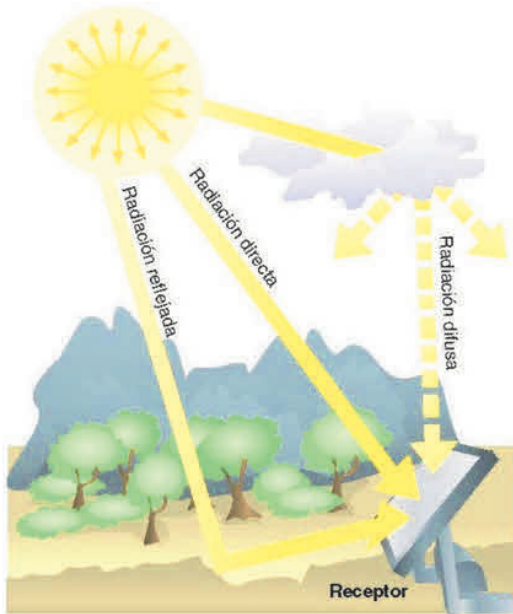
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Open Ended Question

Considerando los valores de potencial de energía solar proporcionados por Global Solar Atlas, calcula la producción solar para un panel solar fotovoltaico de 550W instalado en Ávila.



Componentes Geométricos de Influencia



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

R. Directa Posición relativa del sol
Ubicación del tejado
Hora del día
Época del año

R. Difusa Ratio de contribución a la
dispersión de los rayos en
presencia de nubes

R. Reflejada Albedo

Empareja las opciones correctas

Instructions

Radiación directa	  difusa	Presencia de nubosidad
-------------------	--	------------------------

Matching Pairs



Componentes Geométricos de Influencia

Radiación solar recibida (modelos actuales) = DIRECTA + DIFUSA

ALTERNATIVAS DE MODELADO:

- Modelo de **fracción correlacionada**: cálculo de % de radiación directa y radiación difusa en la radiación total (cobertura nubosa)
- Modelos basados en la **duración del brillo solar**
- Modelos basados en el **índice de claridad**
- Modelos **multivariable**: AI, NN

FUENTES DE DATOS:

Datos históricos de radiación
Datos meteorológicos
Datos atmosféricos



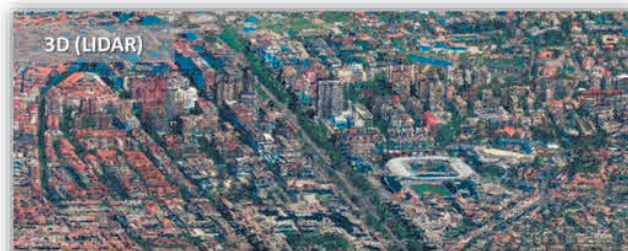
Quiz

Cuál de los siguientes datos no se emplea en los modelos de radiación solar

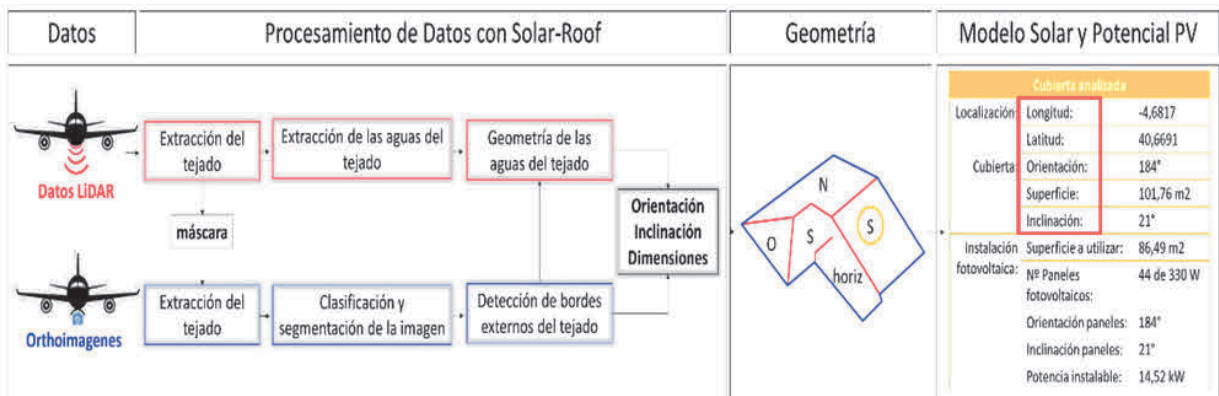
- Histórico de radiación
- Histórico de precipitaciones
- Meteorológicos
- Ubicación
- Todos se emplean



Componentes Geométricos de Influencia



Componentes Geométricos de Influencia



Martín-Jiménez et al. (2020). Multi-scale roof characterization from LiDAR data and aerial orthoimagery: automatic computation of building photovoltaic capacity. *Automation in Construction*, 109, 102965

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Fill in the Blanks

aguas geométricos LiDAR orientación,
dimensiones, inclinación, sur.

Las nubes de puntos obtenidas a partir de datos _____ permiten calcular los parámetros _____ de un tejado para optimizar las instalaciones fotovoltaicas. A partir de la extracción de las _____ del tejado, es posible calcular:

- La _____ que influirá en el ángulo de incidencia solar.
- La _____ siendo la idónea en España hacia el _____
- Las _____ que permitirán determinar el número de paneles solares.



Modelos para el Cálculo de Radiación Solar

PVGIS Solar Model

Histórico de radiación (30 años)

Tiempo: radiación solar

Datos Atmosféricos: % nubes

Radiación Directa : para cada posición, de acuerdo a la posición relativa entre el punto de interés y el Sol (ángulo de incidencia solar). **CÁLCULO HORARIO**

Absorción Atmosférica: se calcula a partir de la cobertura nubosa

CENTRADO EN EUROPA

The screenshot shows the PVGIS website interface. At the top, there's a navigation menu with links like 'About Us', 'Research', 'Knowledge', 'Working With Us', 'Procurement', 'News & Events', and 'Our Communities'. Below the menu is a world map with a color-coded overlay representing solar radiation potential. The main heading is 'Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)'. Underneath, there are three main tool categories: 'PV Performance' (with sub-options for Grid connected, Tracking PV, and Off-grid), 'Solar radiation' (with sub-options for Monthly, Daily, and Hourly), and 'TMY' (Typical Meteorological Year). A sidebar on the left contains sections for 'Tools', 'Downloads', 'Documentation', 'Releases', and 'About us'. The 'About us' section mentions 'PVGIS 6.1' and 'PVGIS 5'. At the bottom, there's a section titled 'PVGIS provides free and open access to:' followed by a list of data types and services provided.

Modelos para el Cálculo de Radiación Solar

PVGIS Solar Model

Histórico de radiación (30 años)
Tiempo: radiación solar
Datos Atmosféricos: % nubes

CENTRADO EN EEUU



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Modelos para el Cálculo de Radiación Solar

<https://ener3dmap.usal.es/ide>



Sánchez-Aparicio et al. (2020). A geospatial web-based platform for photovoltaic potential computation: ENER3DMap-SolarWeb Roofs. Renewable and Sustainable Energy Reviews

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Poll

¿Cuál de los modelos para el cálculo de radiación solar consideras que es más adecuado?

- PVGIS
- PVWatts
- Solar Web Roofs

MÁSTER UNIVERSITARIO
**GEOTECNOLOGÍAS
CARTOGRÁFICAS**

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA © 2016

