

Estado de salud de fondeos de plataformas eólicas flotantes:

soft sensors y herramientas para la estimación de la vida útil

BCAM - TECNALIA

Vincenzo Nava



02/11/2023



IA4TES

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PARA LA

TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Our Group in IA4TES at BCAM



Vincenzo Nava



Smriti Sharma



Ana Fernandez-Navamuel

Pranjal Tamuly

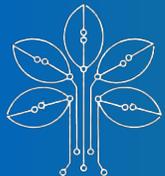


Hamed Fathnejat



SHM and FDI

GENERATIVE MODELS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Outline

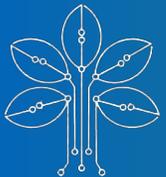
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | Our activities

3 | Soft Sensors of Mooring Lines

4 | Augmenting Data in damaged conditions

5 | Other Topics & Research Areas



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Outline

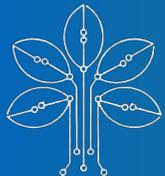
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | Our activities

3 | Soft Sensors of Mooring Lines

4 | Augmenting Data in damaged conditions

5 | Other Topics & Research Areas



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

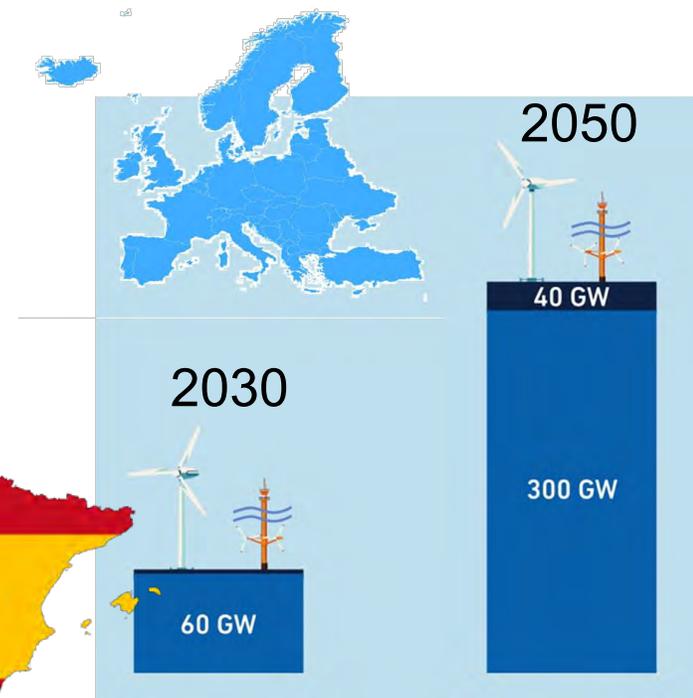
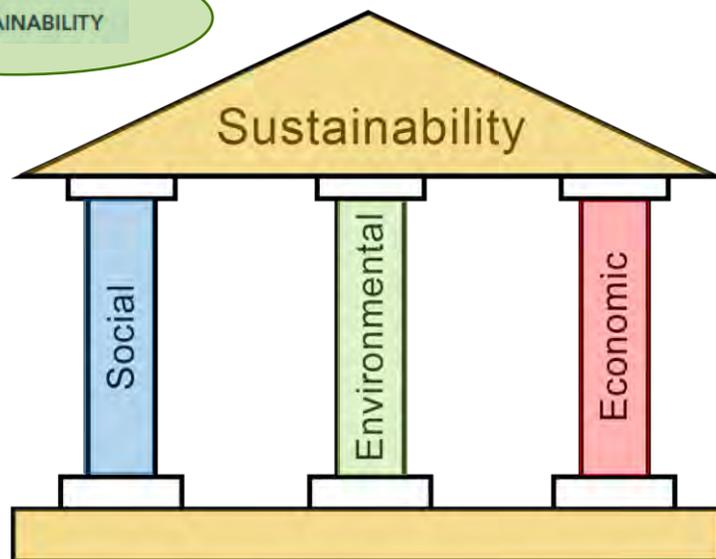
MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

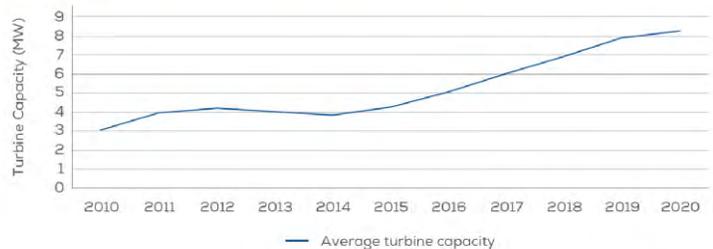
Secure, Affordable and Sustainable Offshore Wind Energy



(Floating) Offshore wind – Challenges (I)

Bigger and bigger turbines

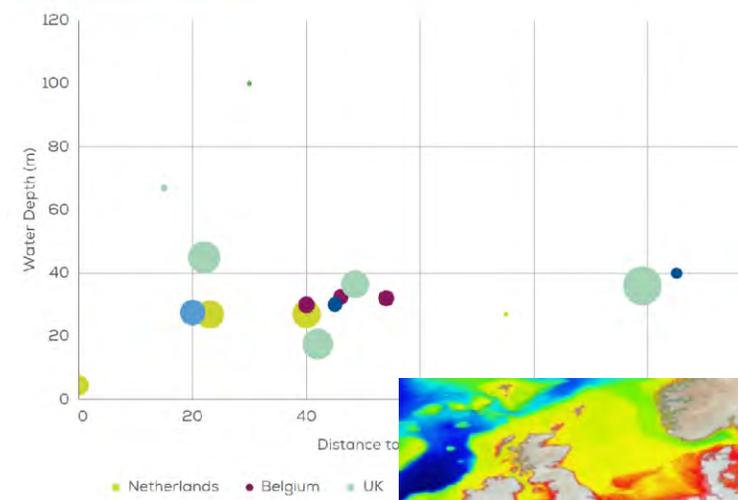
Yearly average of newly installed offshore wind turbine rated capacity (MW)



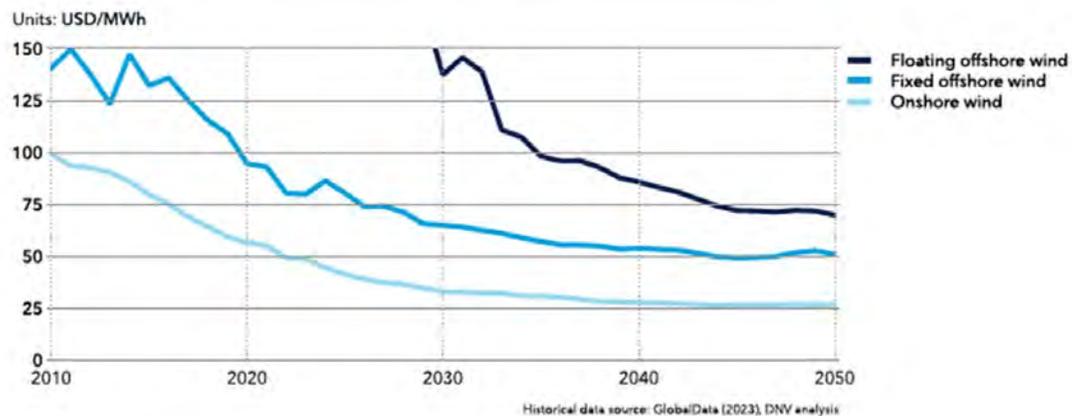
Source: WindEurope

Farther and farther / deeper and deeper sites

Average water depth and distance to shore of offshore wind farms under construction during 2020. The size of the bubble indicates the capacity of the site



(Floating) Offshore wind – Challenges (II)



$$LCOE = \frac{CAPEX: \$ (\text{Wind Turbine} + \text{Platform}) + OPEX: \$ (\text{Maintenance})}{LEP: \text{Energy Production}}$$

Components and Installation



Costs of O&M



Power Production



LCOE ↓ Profitability ↑



Outline

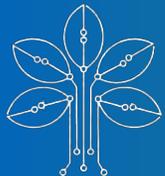
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | **Our activities**

3 | Soft Sensors of Mooring Lines

4 | Augmenting Data in damaged conditions

5 | Other Topics & Research Areas



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

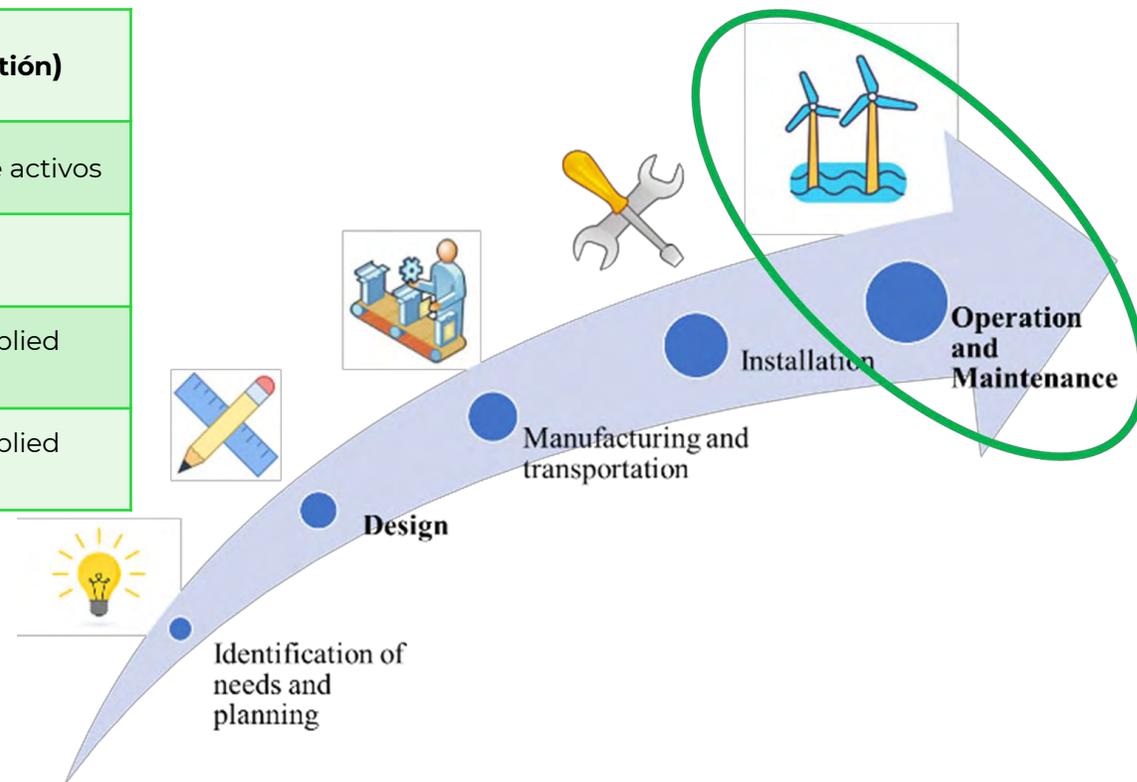
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



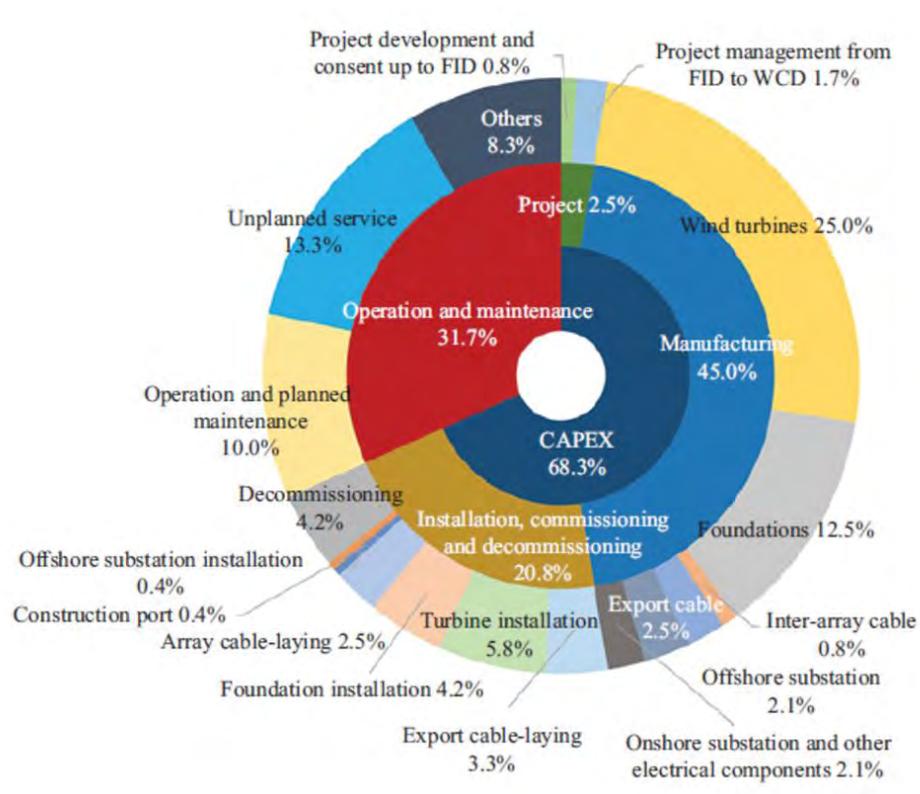
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

IA4TES for Floating Offshore Wind

PAQUETE DE TRABAJO (Según Plan de Proyecto)	ÁREA (según Manual de Gestión)
PT 3. Producción Sostenible Inteligente	3.MAN Mantenimiento óptimo de activos
ACTIVIDAD (o TAREA)	PARTICIPANTES
Act 3.16 Monitorización de la Salud Estructural de las Turbinas Eólicas Offshore	BCAM – Basque Centre for Applied Mathematics
Act. 3.17 Estimación de vida de componentes de las turbinas offshore	BCAM – Basque Centre for Applied Mathematics



Why Studying the O&M phase?

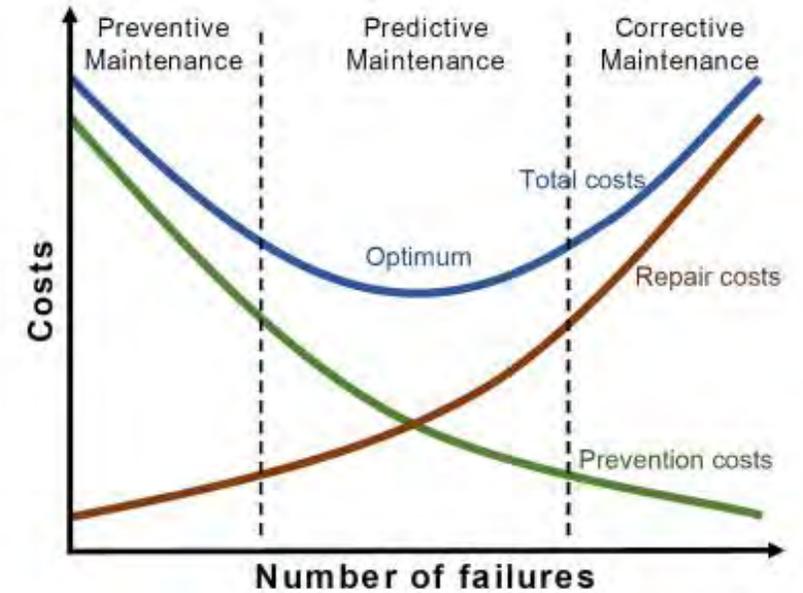


IET The Institution of Engineering and Technology

Renewable Energy from the Oceans

From wave, tidal and gradient systems to offshore wind and solar

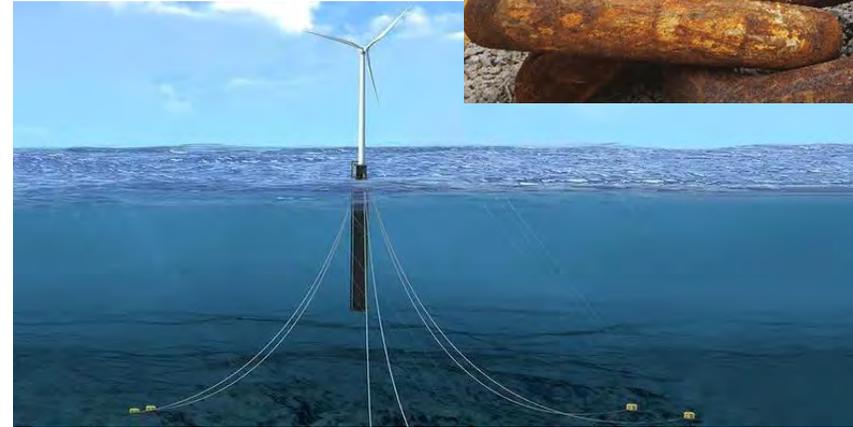
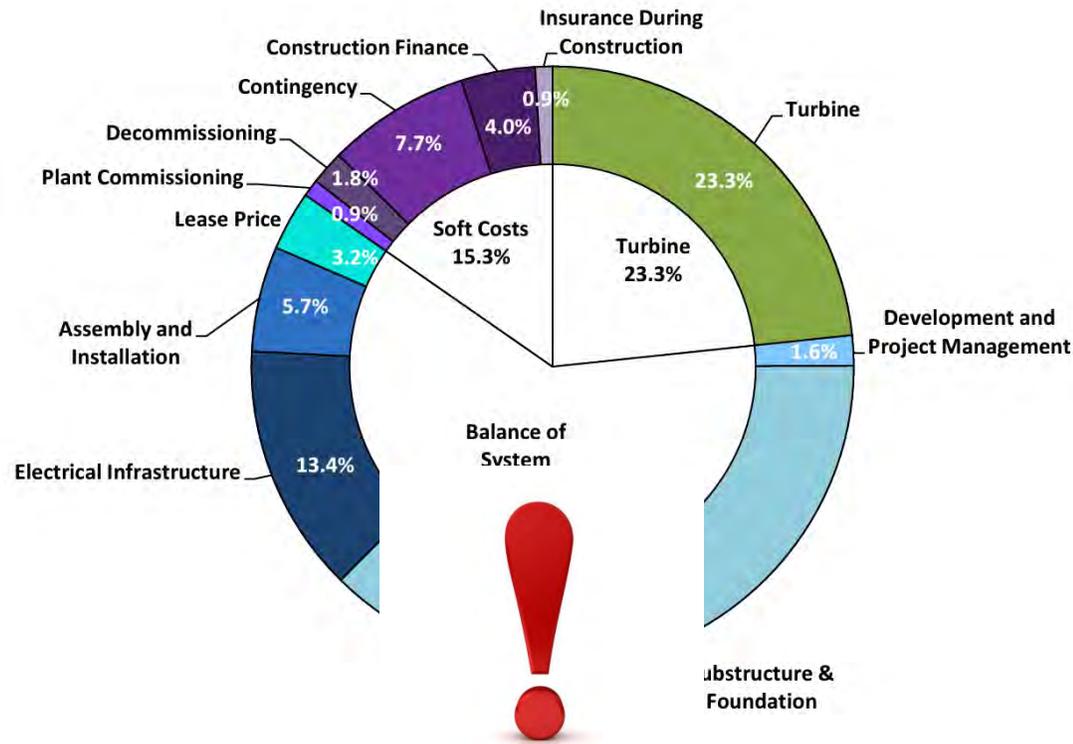
Installation, operation and maintenance of offshore renewables
 Vincenzo Nava, Pablo Ruiz-Minguela, Germán Pérez-Morán,
 Raúl Rodríguez-Arias, Joseba Lopez-Mendia,
 and José-Luis Villate-Martínez



High O&M costs keep FOW farms economically unfeasible. Our research aims at designing a DL-based method to predict mooring line degradation.

Why studying the mooring system?

Floating Offshore Wind System Component CapEX Breakdown



Mooring System

- It is a costly subsystem
- Critical subsystem in terms of survivability.
- How can be reliably monitored?

Outline

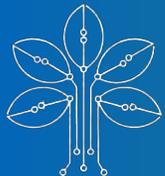
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | Our activities

3 | **Soft Sensors of Mooring Lines**

4 | Augmenting Data in damaged conditions

5 | Other Topics & Research Areas



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

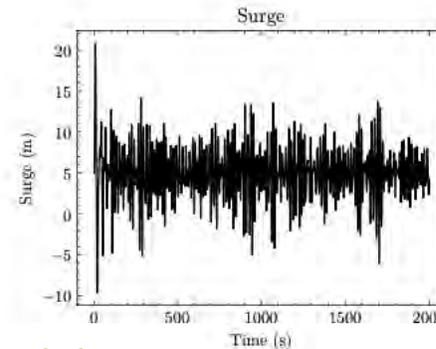
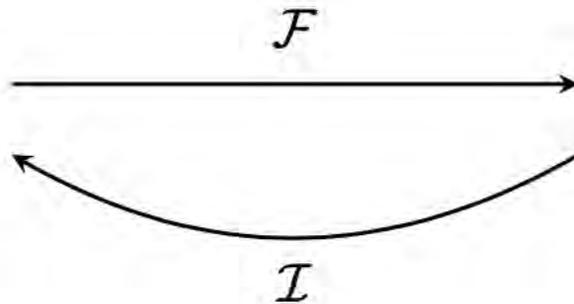
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

An inverse problem

DIRECT MEASUREMENTS OF TENSIONS IN MOORING LINES CAN BE UNRELIABLE



Measurements, u

The goal is to minimize the loss function, i.e., the difference between predicted and true values

$$\mathcal{F}_{\phi^*}(P, r) := \arg \min_{\phi \in \Phi} \sum_{i=1}^N \|\mathcal{F}_{\phi}(P_i) - F(P_i)\|$$

$$\mathcal{I}_{\theta^*}(u, r) := \arg \min_{\theta \in \Theta} \|(\mathcal{F}_{\phi^*} \circ \mathcal{I}_{\theta})(u) - u\|$$



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

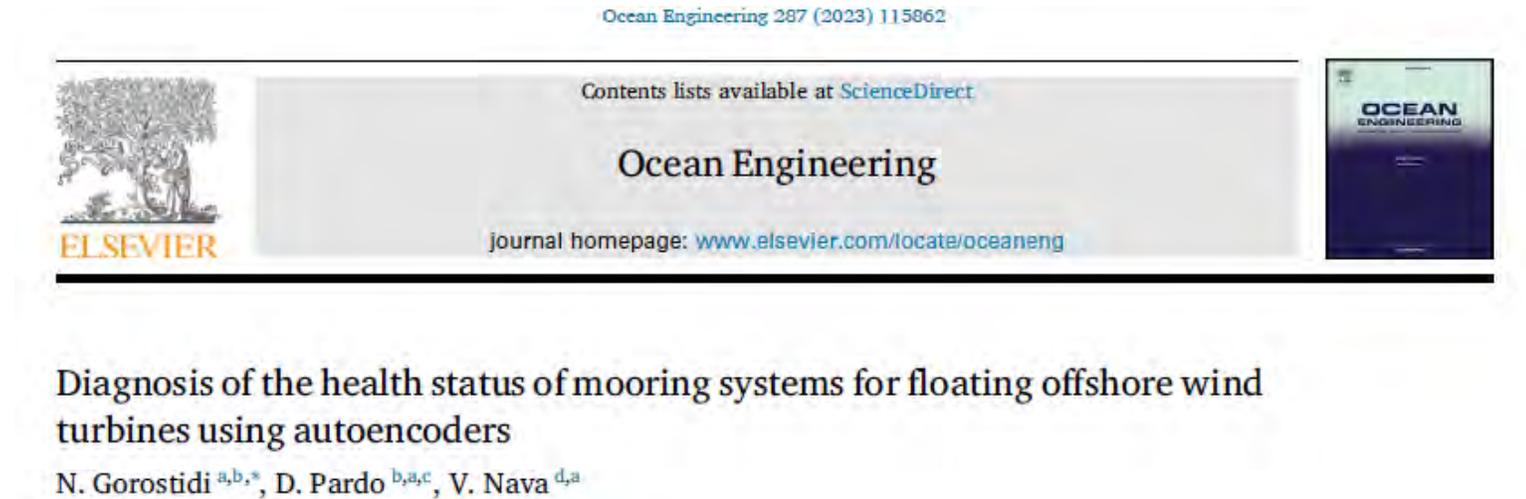
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



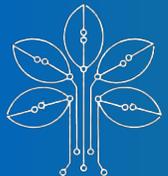
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Different approaches

- Autoencoders using statistics



- AR + CNN – for real time SHM



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

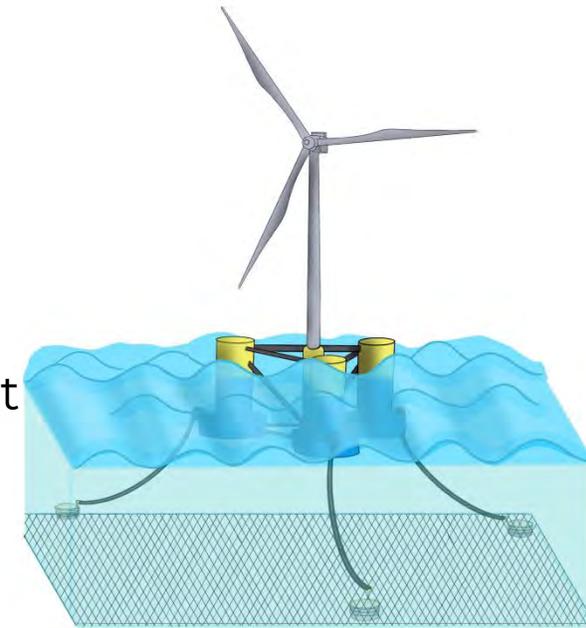
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

TR Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

The AR+CNN approach

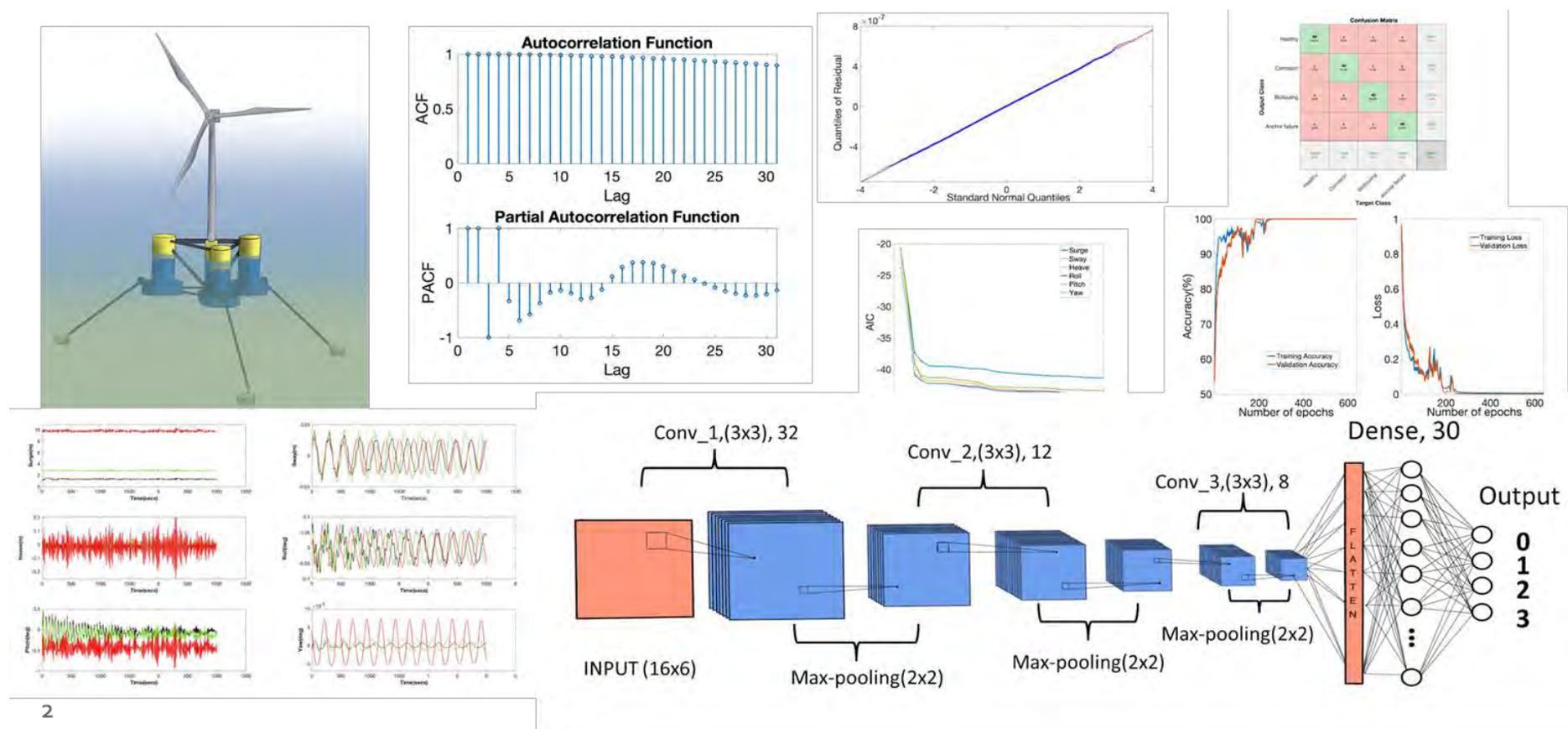
The methodology

- A **two-step approach** is proposed:
 - An **Auto-Regressive (AR)** model is used to identify **damage-sensitive features (DSFs)**
 - Deciding model order
 - Normality test
 - The coefficients from the AR model are taken as DSFs and given as input to the **CNN-based** classifier network to identify and classify damages
- Platform motions (surge, sway, heave, pitch, roll, yaw) are considered as measurements
- **Damage scenarios:** Biofouling, Pitting corrosion and Anchorage displacement



The AR+CNN approach

The outcomes



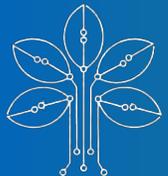
2

Challenges

Numerical experimentation has been performed on a semi-submersible type of floating offshore wind turbine.

The **randomness** of the excitation must be accounted for.

The treatment of **random uncertainty** is a problem of interest, given that the models are based on synthetic data.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Outline

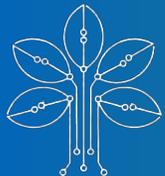
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | Our activities

3 | Soft Sensors of Mooring Lines

4 | **Augmenting Data in damaged conditions**

5 | Other Topics & Research Areas



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

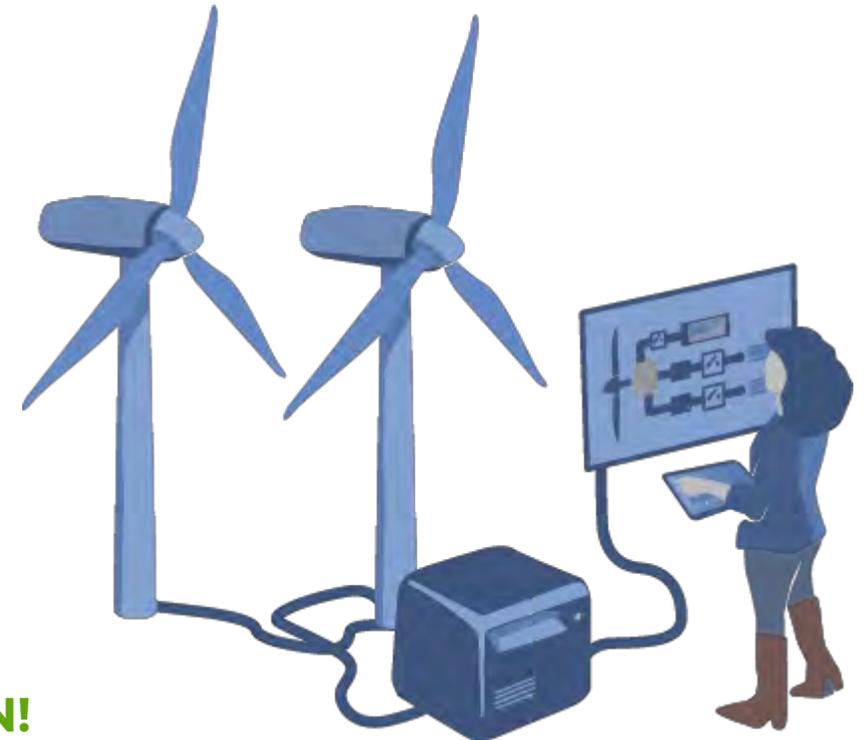
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



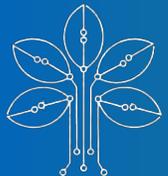
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Sources of Data

- Sensing systems → SCADA, CMS, not many FOWT installed, proprietary data, ...
- Measures from physical experiments → small scale effects, uncertainty, controlled inputs
- Synthetic data → random uncertainty to account for, epistemic uncertainty to account for, noise-free signals...



... BUT WE NEED DATA REPRESENTATIVE OF ANY CONDITION!



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



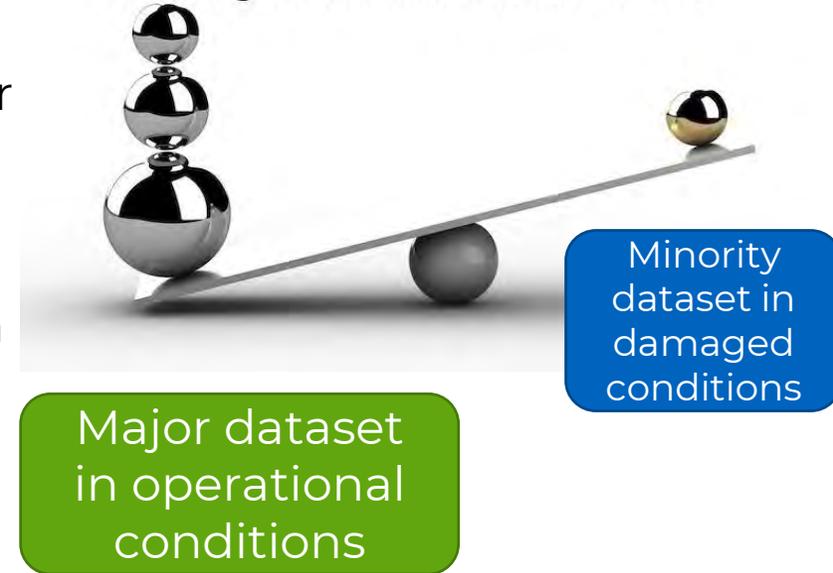
Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Augmentation of Datasets

The problem

- When they are available, most of the data from FOWT will be under undamaged conditions. Dataset in damaged conditions will be **minor**
- For the development of SHM architectures, we need a lot of data in damaged conditions under different metoceanic and operational conditions → **IMBALANCED DATASETS**
- Can we apply **GENERATIVE MODELS** based on **TRANSFER LEARNING** to augment the dataset?
 - ❑ GANS – Generative Adversarial Networks
 - ❑ VAE – Variational Autoencoders

Handling Imbalanced Dataset in ML



Our approach: a novel HVAE

PRETRAINING

A VAE with conventional architecture is trained on the majority (healthy state) data to build the majority latent space.

FINE-TUNING

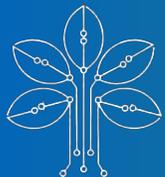
the HVAE model is fine-tuned on minority (damaged state) data, utilizing corresponding majority latent features.

TESTING (EFFECTS OF RANDOMNESS OF THE EXCITATION)

healthy state data belonging to different seed values are fed into HVAE, and the similarity of real and generated data is studied.

EVALUATION

the similarity of real and generated damaged state responses belonging to different metocean conditions or sea states are comprehensively investigated in terms of visual comparison, reconstruction error, statistical distribution, power spectral density, and downstream application.



Outline

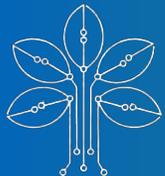
1 | Floating Offshore Wind for Sustainability

2 | Our activities

3 | Soft Sensors of Mooring Lines

4 | Augmenting Data in damaged conditions

5 | **Other Topics & Research Areas**



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

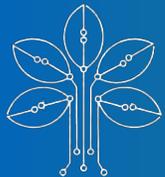
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Other Topics & Research Areas

- Estimation of hydrodynamic forces in offshore structures using AI and TL techniques
- Accelerating CFD simulation with embedded AI
- FDI for components in offshore wind farms
- AI-based tools for estimation of RUL of mooring systems and components in FOWTs
- Co-design framework for ORE devices based on Human-in-the-Loop Bayesian optimisation



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACION DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

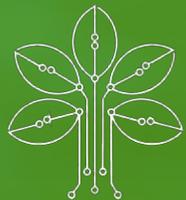


Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

¡GRACIAS!

vnav@bcamath.org

vincenzo.nava@tecnalia.com



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



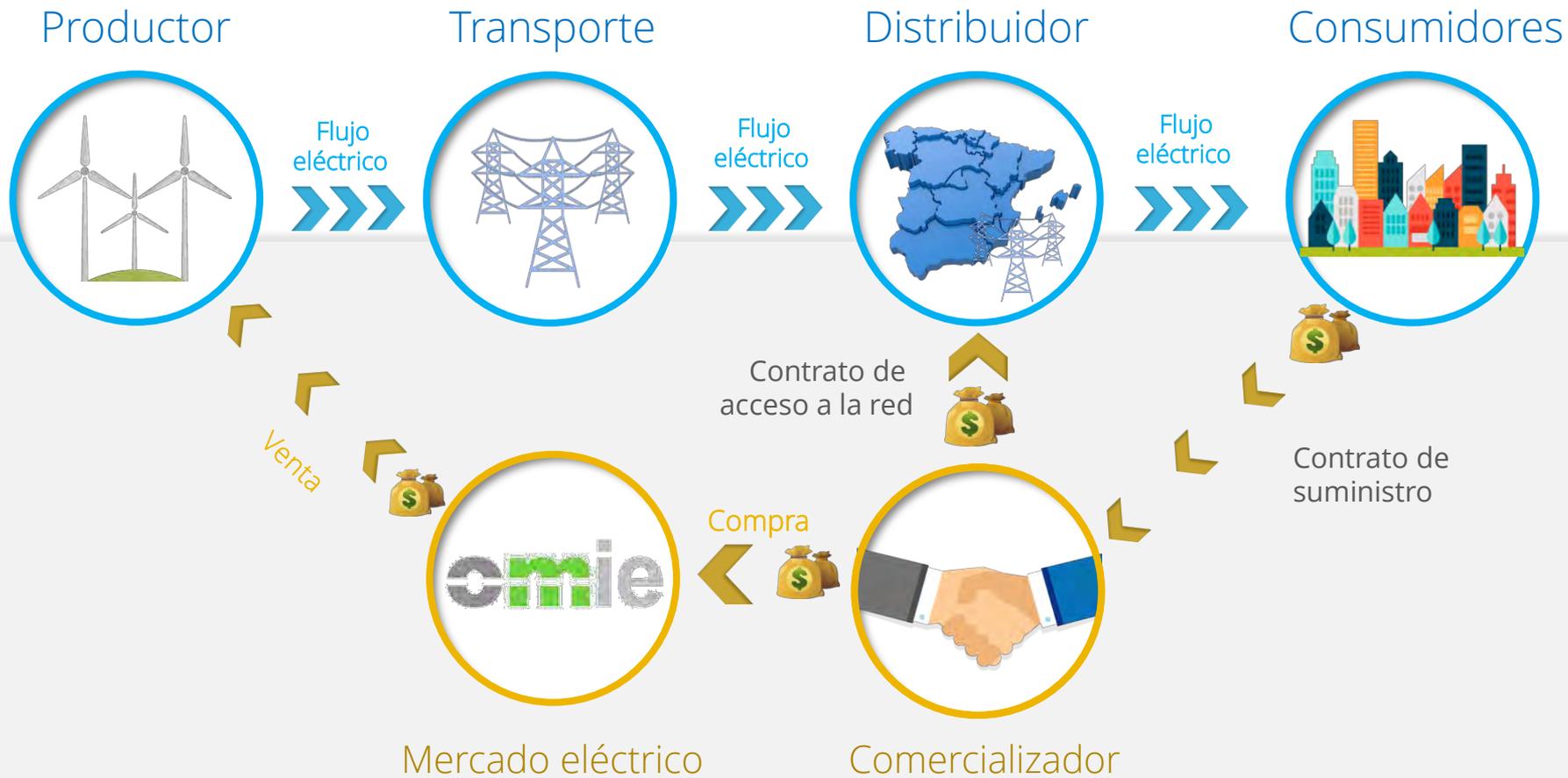
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

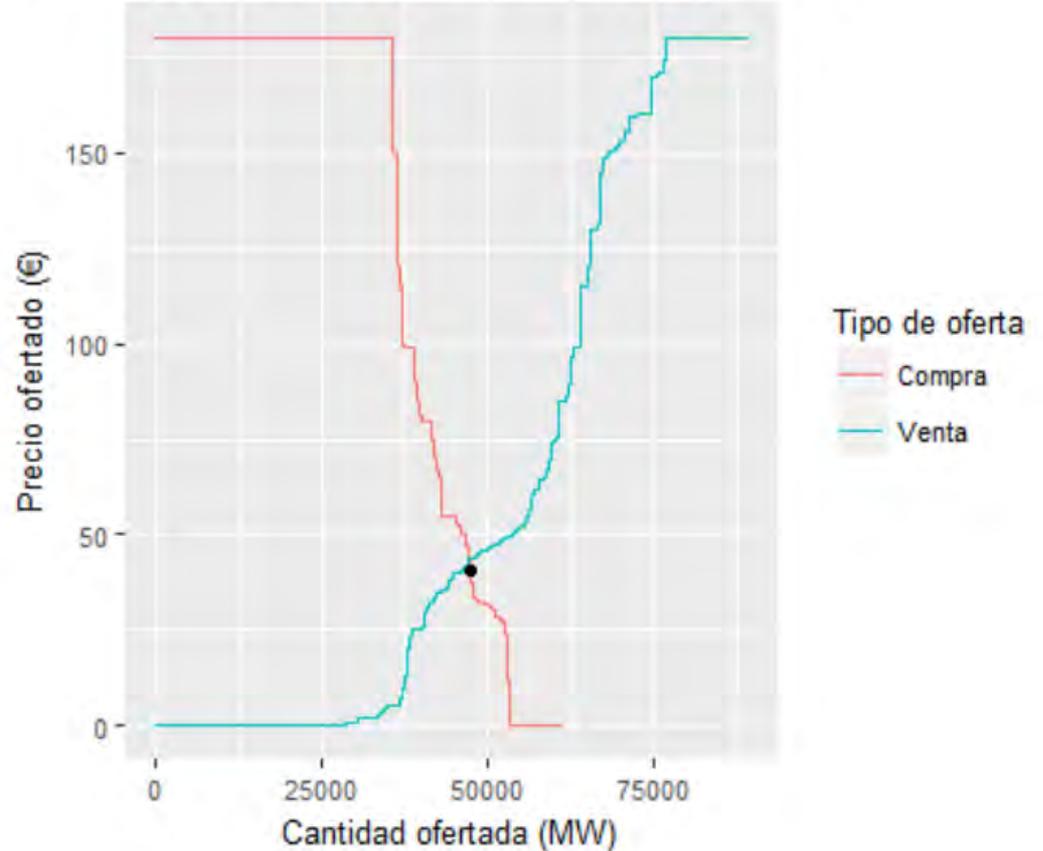
R Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

IA para la predicción de renovables

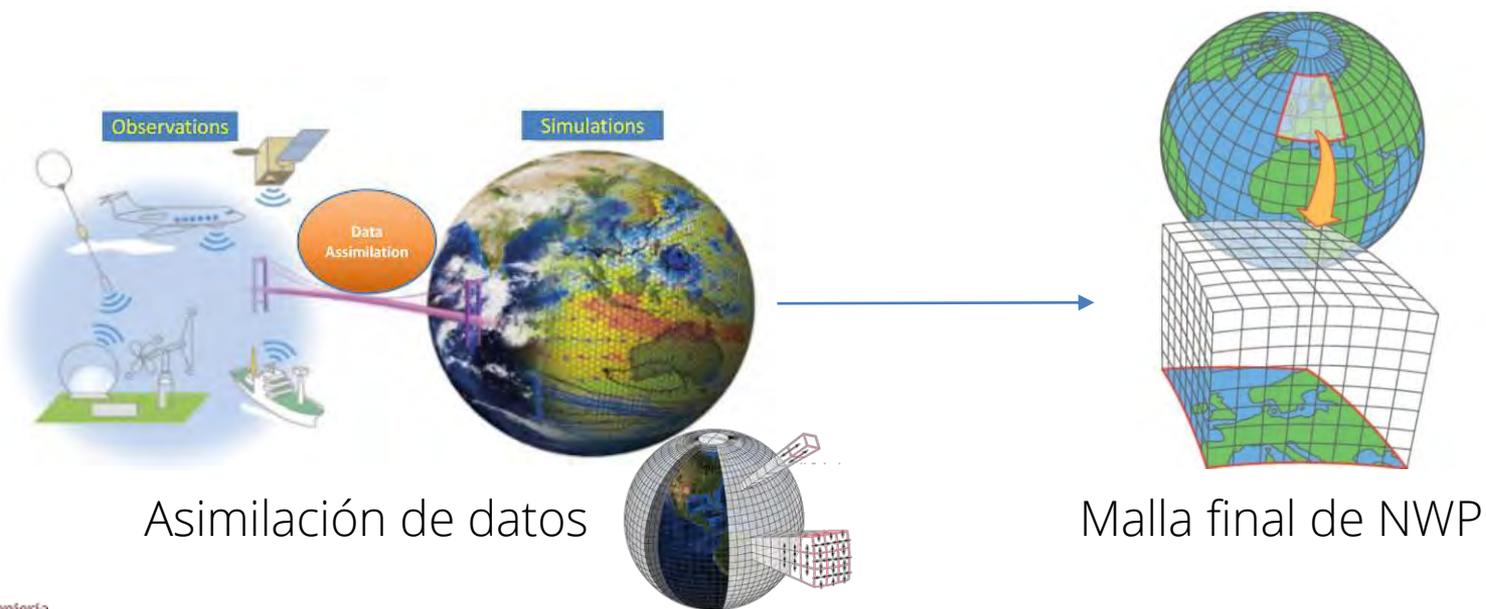


Formación del precio

Curvas de oferta de compra y venta



Numerical Weather Prediction



Predicción de producción Energía Por horizontes

HORIZONTES DE PREDICCIÓN



NOWCASTING

Fotovoltaica



CORTO PLAZO

(hasta 2hrs)



MEDIO PLAZO

(Hasta 10 días)



ESTACIONAL

(con meses de antelación)



Problema

(actividad 3.20 y 3.23)

Objetivo

Predicción de la generación de energía renovable para mercados



SOLAR



EOLICO

Valor de producción en Hora-1



Se usan:

1. Ubicación del parque y datos estructurales
2. Histórico horario de producciones
 - El modelo alcanza su plena precisión si se tienen 2 años de histórico o más
 - Cuando el histórico es bajo o inexistente, se han probado aproximaciones basadas en la física con éxito
 - Modelado de machine learning de predicción, se está probando Deep learning

Resultado:

Mejoras de la precisión en torno al 20% de mejora con respecto a modelos previos

Nowcasting fotovoltaico

(actividad 3.24)

Objetivo

Realizar predicciones para los próximos minutos / horas

Se utiliza la predicción de producción horaria modulada con la previsión de nubosidad según las imágenes de los satélites.

También se puede utilizar imágenes del cielo con cámaras cenitales

Se usan:

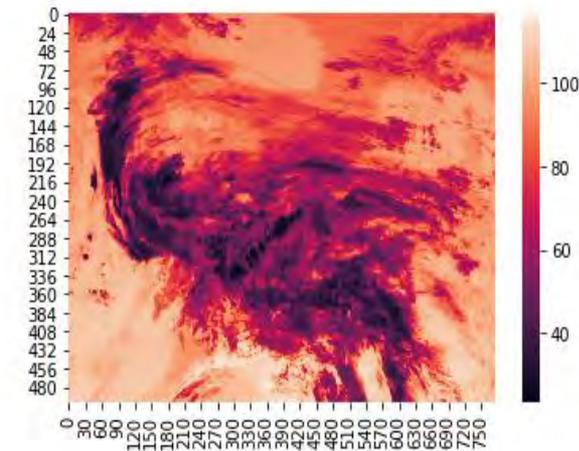
Previsiones de producción

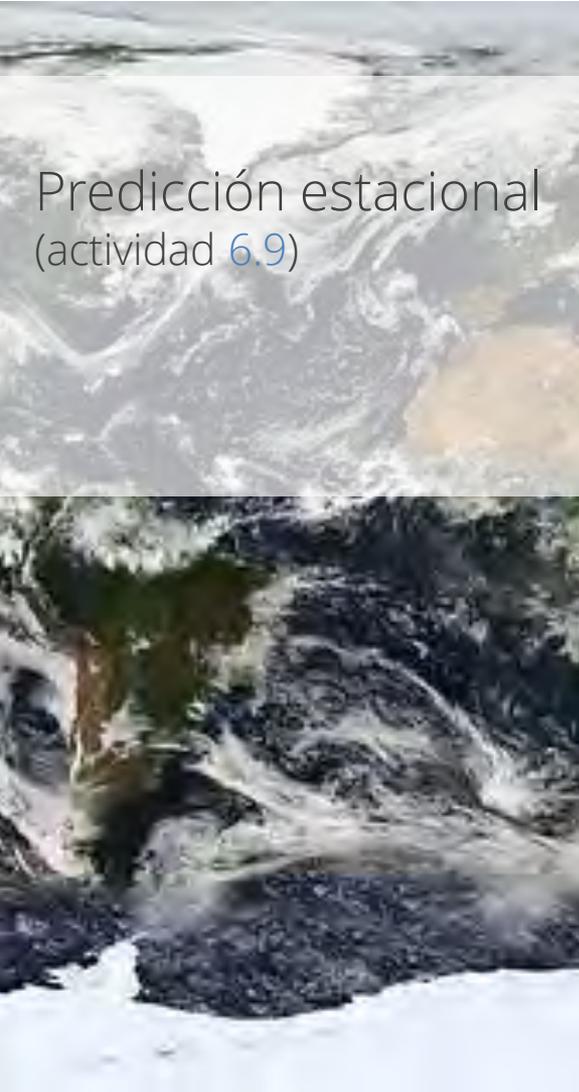
Imágenes de proveedores de satélite para las zonas de ubicación de las centrales fotovoltaicas

Datos de piranómetro, si se dispone de ellos

Resultado

Se está trabajando para obtener predicciones de producción para las centrales en estudio con la cadencia y granularidad acordadas en minutos. Dificultades en la obtención del dato





Predicción estacional (actividad 6.9)

Objetivo

Realizar predicciones a 6-7 meses con una resolución temporal en ocasiones inferior al día. Efectuar predicciones de generación a largo plazo de energía ajustada a estas resoluciones.

Se usan:

Variables estacionales relativas a la velocidad y dirección del viento, la temperatura, la presión, etc. Modelo base + ensemble de 50 predicciones para capturar la incertidumbre.

Resultado

Se han obtenido predicciones de producción de agrupaciones de parques, y se ha realizado una prueba a pasado, que nos ha servido para contrastar la precisión del sistema. En general la precisión es alta (mayor del 90%)

Predicción caudal hidrológico

(actividad 3.22)

Objetivo

La predicción de caudal hidrológico permite la predicción de la producción hidroeléctrica

Se usan:

- Resolución espacial meteorológica lo más pequeña posible, actualmente 0.1°
- Enorme cantidad de información a manejar
- Se usan tecnologías Big Data / IA, de Machine Learning y Deep Learning

Resultado

- Prueba de concepto con informe de rendimiento, se mejoran los resultados que obtenían las utilities en su operativa habitual

Objetivo

Optimizar la instalación renovable para explotar al máximo los puntos de acceso a red

Plantas con distintas configuraciones y componentes:

1. **Generación** renovable
2. Almacenamiento por batería
3. **Electrolización** de hidrógeno
4. **Vertido** a red

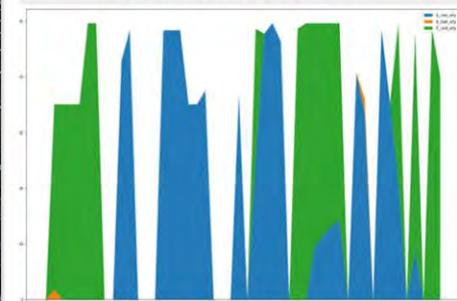
Resultados

- Se optimiza la operación a corto plazo. Actualmente en prueba contra datos reales
- En estudio la optimización del diseño y la instalación de la planta

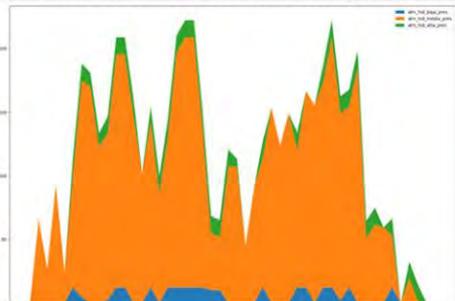
Optimización de la instalación híbrida (actividad 6.8)



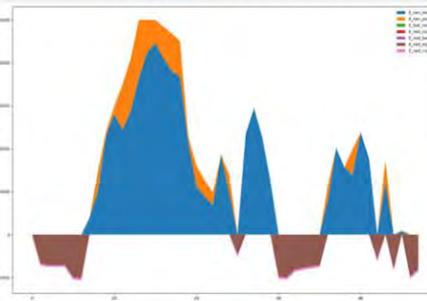
Consumo electrolizador



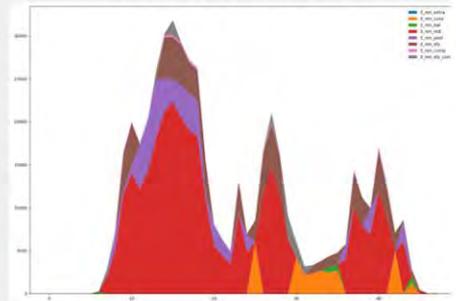
Almacenamiento de hidrógeno



Compraventa en red



Producción renovable



Gracias por su tiempo

iic

instituto de ingeniería
del conocimiento

www.iic.uam.es

C/ Francisco Tomás y Valiente, nº 11

EPS, Edificio B, 5ª planta

UAM Cantoblanco. 28049 Madrid

Tel.: (+34) 91 497 2323

Puedes consultar los artículos de
innovación en nuestro Blog:

www.iic.uam.es/blog/



Elementos gráficos de apoyo obtenidos en:

designed by  freepik.com

pixabay 



Quiénes somos

Pioneros en
inteligencia
artificial desde
1989

NUESTROS ASOCIADOS

Investigamos, innovamos
y desarrollamos aplicaciones
basadas en el conocimiento que
nos proporcionan los datos.



Nuestro ADN

Cómo trabajamos

Unimos conocimiento y optimización de procesos de negocio



Universidad



iic

Transferencia de Conocimiento



Clientes

- Investigaciones propias o en colaboración
- Patrocinio de **3 Cátedras de Investigación**:
 - Ciencia de datos y aprendizaje automático
 - Modelos y aplicaciones psicométricos
 - Lingüística Computacional

Expertos en investigación aplicada
Conocimiento profundo de **algoritmia**
Trabajo colaborativo en proyectos retadores y útiles para la sociedad

- Rápida capacidad de respuesta a las necesidades del mercado
- Adaptabilidad y soluciones a medida
- Aplicación de las últimas tecnologías Big Data

Realizamos análisis de datos en cualquier sector



Entorno Bancario



Entorno RRHH



Entorno Seguros



Entorno Salud



Entorno Energía



Entorno Digital



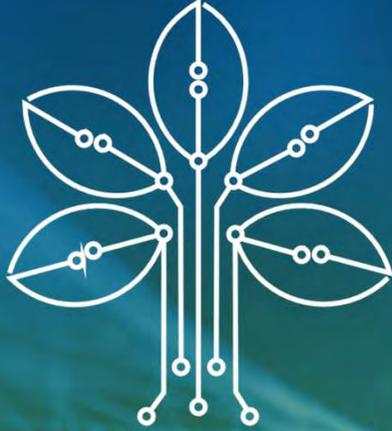
Entorno Inteligencia de Cliente

Optimización automática del diseño de plantas fotovoltaicas en el software pvDesign

RatedPower

Ignacio Álvarez Iberlucea

02/11/2023



IA4TES
INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO DE DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

- 01 Contexto
- 02 RatedPower
- 03 pvDesign
- 04 Conceptos clave
- 05 Objetivos de optimización
- 06 Flujo de optimización en pvDesign
- 07 Objetivos del proyecto
- 08 Estado del proyecto y conclusiones



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Contexto

IA4TES

Inteligencia artificial para la Transición Energética Sostenible como propuesta para el desarrollo de un proyecto de investigación en la convocatoria Misiones de I+D en Inteligencia Artificial, en el sector de Energía del siglo XXI. Consorcio liderado por IBERDROLA España.

Paquete de trabajo 3

Producción sostenible inteligente

En el PT3, se agrupan todos aquellos proyectos encaminados a la optimización desde el punto de vista de la O&M, de los activos empleados en la generación eléctrica renovable, principalmente generación eólica y fotovoltaica, así como cuestiones relativas a la optimización de la producción y a cómo integrar de la mejor forma posible la generación renovable, con sus especiales características, dentro del Mercado de Generación Eléctrica (Integración de Recursos Energéticos Distribuidos, RED o DER, Distributed Energy Resources).

Actividad 3.8

Inteligencia en decisión de diseño

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de sugerencias que dé apoyo al usuario en la definición de sus diseños. El sistema aprendería y se adaptaría de los inputs introducidos y los resultados obtenidos, facilitando el flujo del diseño al proporcionar valores sugeridos en relación a las necesidades específicas detectadas

Proyecto Guided Batch



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

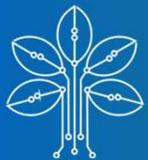
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

RatedPower



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

RatedPower y pvDesign

+300

Clientes

+30000

Usuarios

+50k

Localizaciones
de proyectos

+100k

Diseños solares



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

RatedPower

2017 - 2020

RatedPower se constituye

Seleccionados en Techstars

Ganadores del
"Top energy innovator"
World Energy Council

2021

Financiación de €2M H2020

Elemental Accelerator

Ronda de inversión de 6M\$
liderada por VC Seaya

+900 usuarios

2022

Incremento de uso de +45%
Crecimiento de equipo a 80 trabajadores

+1,400 usuarios

Parte de
ENVERUS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

pvDesign



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

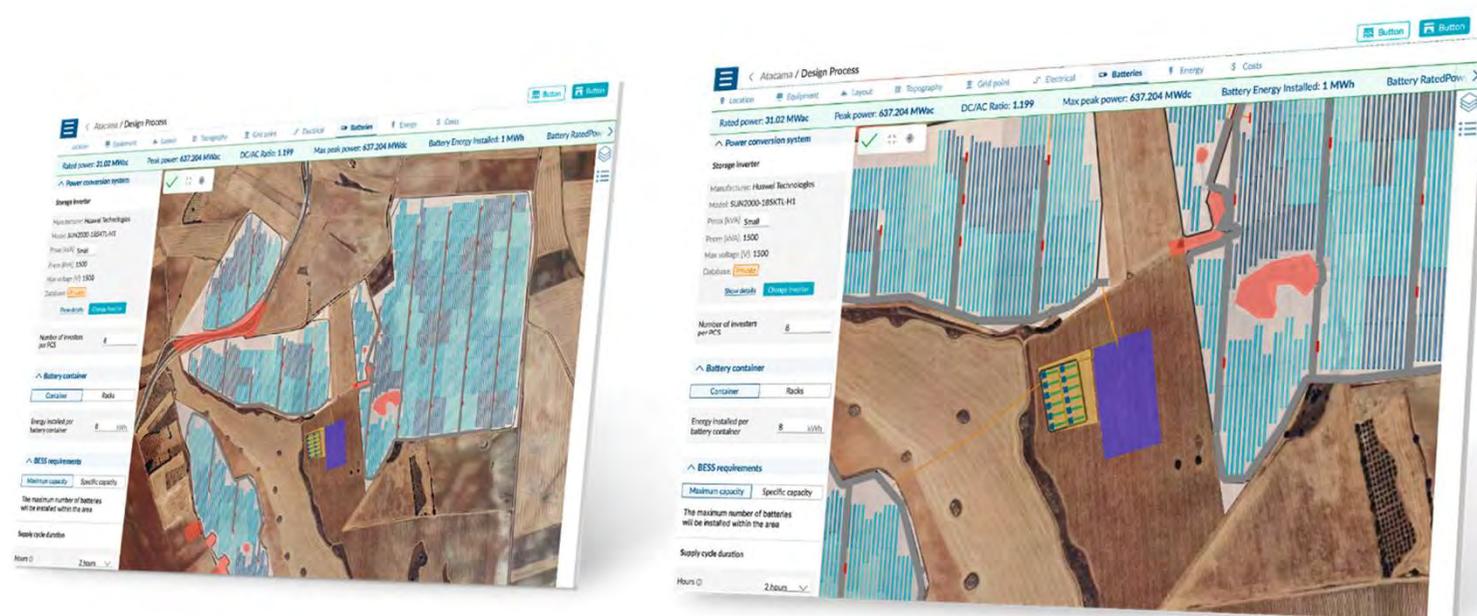
SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

pvDesign, SaaS para el diseño, ingeniería y optimización de las plantas solares fotovoltaicas.



Conceptos clave



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Emplazamiento

Áreas de exclusión

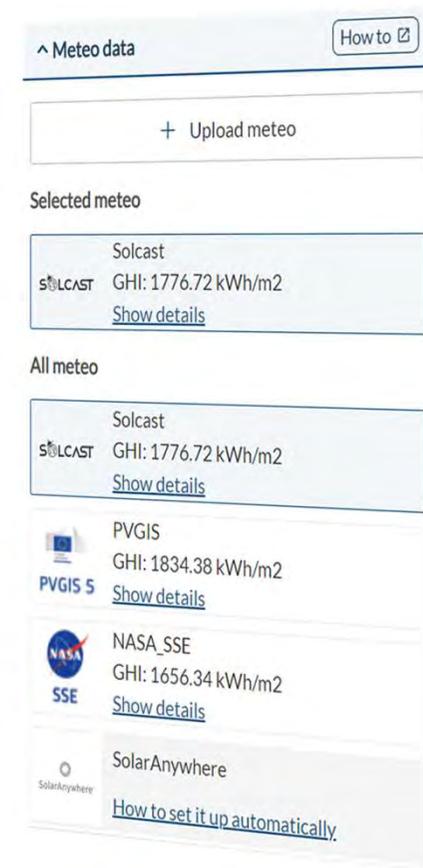
Archivo kml o kmz y con soporte de zonas disponibles o restringidas

Datos topográficos

Google Earth o cualquier fichero topográfico custom

Datos meteorológicos

PVGIS, NASA SSE, o cualquier fichero custom con datos mensuales, horarios o minutales



Equipos fotovoltaicos

Módulos

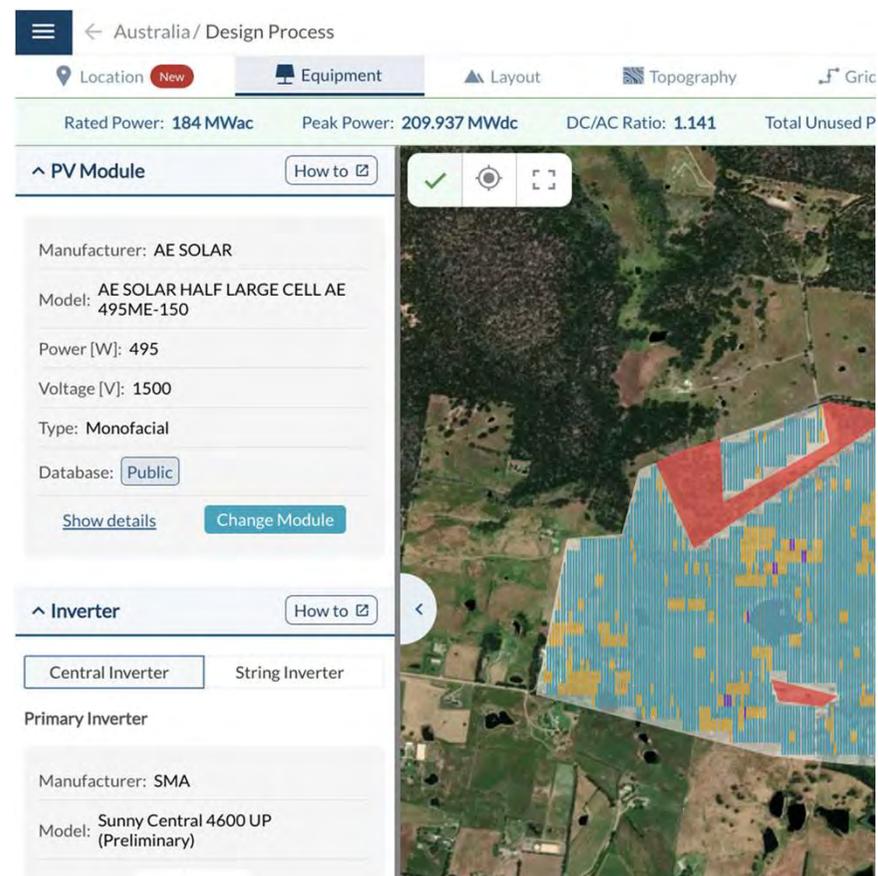
Usa los más de 7,000+ módulos de pvDesign para obtener un layout FV bien fundamentado con el menor esfuerzo posible. pvDesign soporta módulos mono y bifaciales.

Inversores

Diseña la planta solar FV utility scale con inversores centrales o de string.

Estructuras

Diseña la planta solar FV utility scale con seguidores a un eje o estructuras fijas.



Topografía

Movimientos de tierra

Calcula el volumen de movimiento de tierras necesario para instalar las estructuras.

Australia / Design Process

Location Equipment Layout Topography

Rated Power: 239.2 MWac Peak Power: 272.97 MWdc DC/AC Ratio: 1.141

^ Topography

Slope limits: North-South

- Structure installation limit: 10.0 %
- Apply earthworks up to: 15.0 % (Min: 10.0%)

10.00 % 15.00 %

Installed structures w/o earthworks Installed structures with earthworks Structures exceeding the installation limit

Slope limits: East-West

- Structure installation limit: 10.0 %
- Apply earthworks up to: 15.0 % (Min: 10.0%)

Layout

Tipo de layout

Elige entre campos solares regulares o un bloque solar adaptado a las características irregulares del emplazamiento

Configuración eléctrica

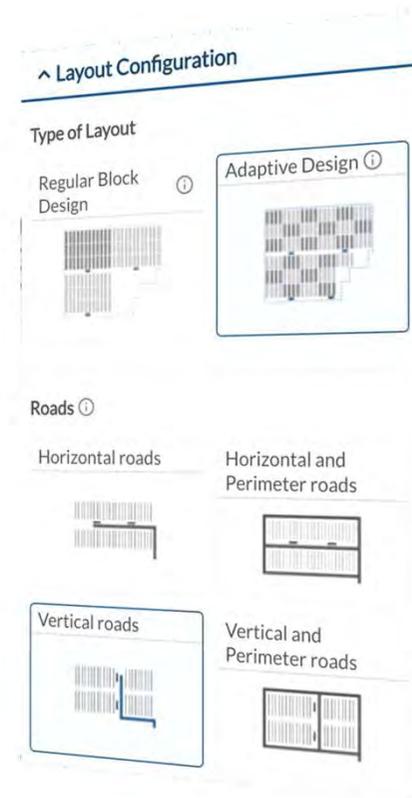
Elige entre máxima capacidad o capacidad específica, el ratio DC/AC de la planta o los strings por caja.

Dimensionado de cables

Define el material, aislante, circuitos o secciones de cables, entre otros muchos parámetros

Layout civil

Define diferentes tipos de carreteras o posicionamiento del centro de transformación



Interconexión

Centro de seccionamiento

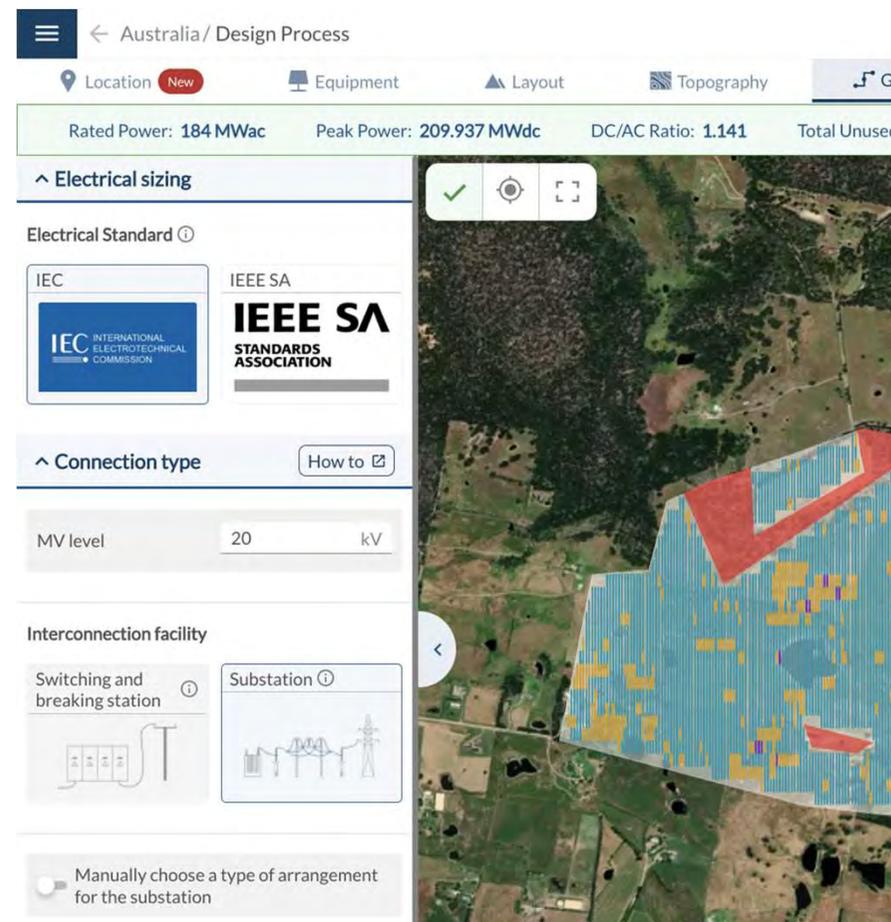
Centro de seccionamiento modular para la conexión en media tensión

Subestación eléctrica

Subestaciones línea-trafo, simple o doble barra para media o alta tensión

Líneas de transmisión/distribución

Diseño de líneas áreas de alta tensión con diferentes tipos de estructura, conductores o circuitos



Almacenamiento

Hibridación con baterías

Diseño automático del layout del sistema de almacenamiento por baterías conectado a la planta en AC o DC.

^ BESS layout

PCS dimensions

Length	<input type="text" value="6,1"/>	m
Width	<input type="text" value="2,438"/>	m
Height	<input type="text" value="2,59"/>	m

Battery container dimensions

Length	<input type="text" value="7"/>	m
Width	<input type="text" value="7"/>	m
Height	<input type="text" value="3"/>	m

Distances

Distance between opposite blocks	<input type="text" value="4"/>	m
Distance between consecutive blocks	<input type="text" value="3"/>	m

[Schematic diagram](#)



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Objetivos de optimización



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Objetivos de optimización

Minimizar el LCOE

Para cualquier empresa de la industria

Minimizar el CAPEX

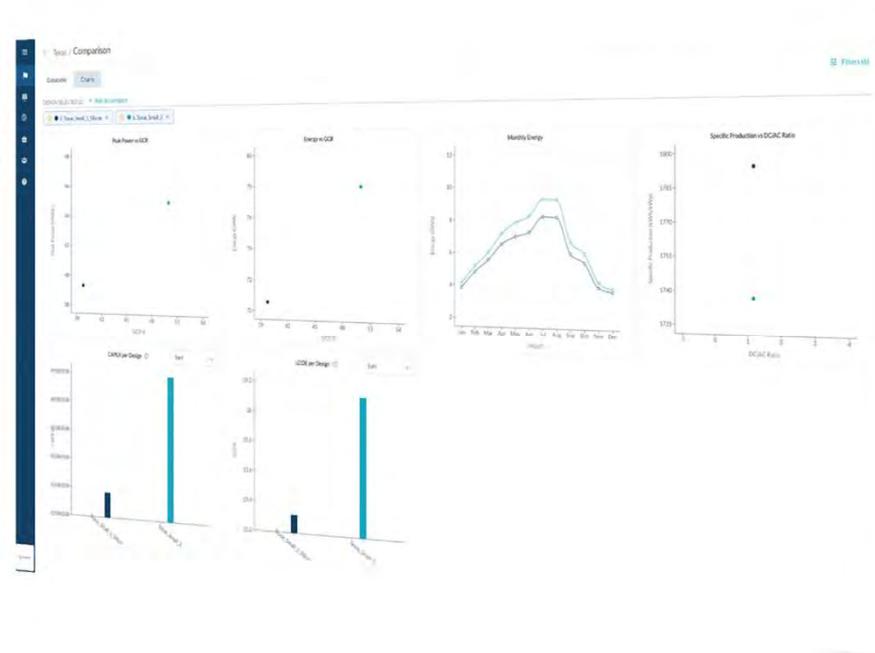
Especialmente enfocado para EPCistas e ingenierías y consultorías

Maximizar la producción de energía

Especialmente enfocado para desarrolladores solares

Maximizar el ratio de ocupación del terreno

Especialmente enfocado para desarrolladores solares



Flujo de optimización



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Itera y compara

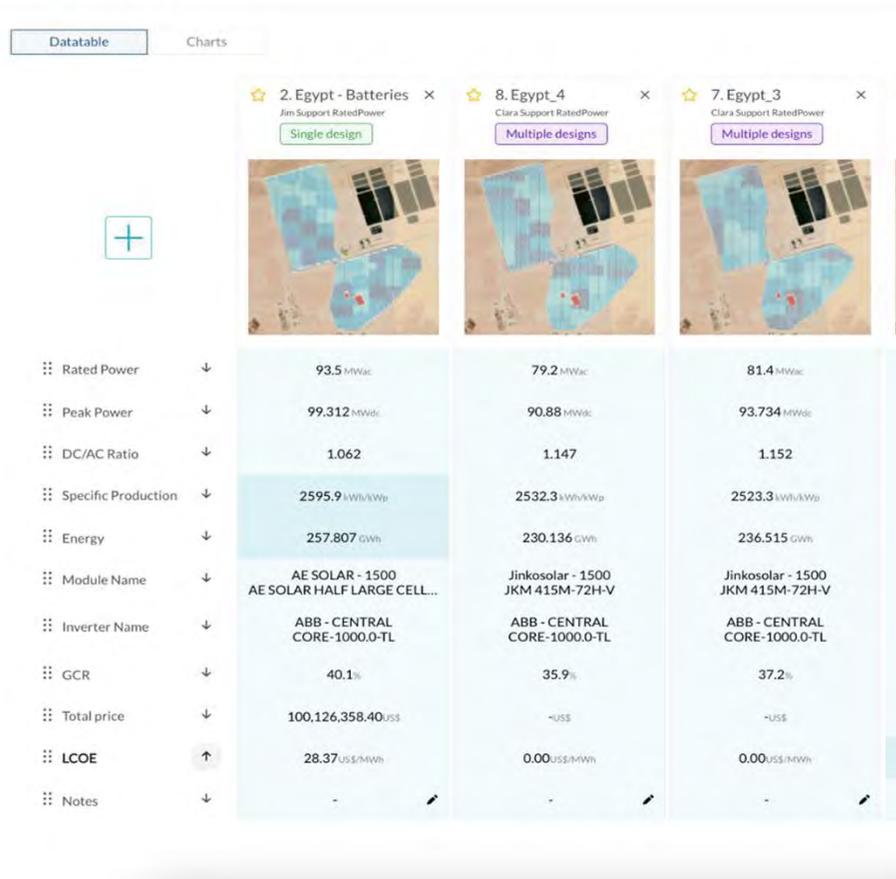
Crea diseños individuales

Para crear tantas iteraciones de diseño como sean necesarias para estudiar diferentes escenarios.

Crea diseños múltiples

Cree diseños por lotes, clónelos y compare los resultados con la herramienta de comparación para optimizar rápidamente su proyecto.

Egypt / Comparison



Diseños múltiples

Distancia pitch

Modificar la distancia pitch para encontrar el mejor ratio de rendimiento de la planta solar reduciendo el sombreado entre estructuras

Ratio DC/AC

Hasta 10 diseños para encontrar el mejor sobredimensionamiento del inversor

Ángulo de inclinación

Hasta 10 diseños para encontrar el mejor ángulo de inclinación

Min. Pitch distance meters
Minimum: 5.08 m

Pitch distance step value

Designs data table [Refresh data table](#)

<input checked="" type="checkbox"/> Designs	Pitch distance	Clearance dist
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_1	12,30 meters	7,22
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_2	12,50 meters	7,42
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_3	12,70 meters	7,62
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_4	12,90 meters	7,82
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_5	13,10 meters	8,02
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_6	13,30 meters	8,22
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_7	13,50 meters	8,42
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_8	13,70 meters	8,62
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_9	13,90 meters	8,82
<input checked="" type="checkbox"/> Australia_10	14,10 meters	9,02

Objetivos



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Objetivos del proyecto Guided Batch

- Diseño e implementación de una **herramienta inteligente** capaz de optimizar de forma guiada el diseño de las de plantas solares fotovoltaicas.
- La herramienta realiza una **búsqueda guiada** del espacio de soluciones de plantas posibles que minimicen/maximicen un parámetro clave para el usuario, bien sea el LCOE, la potencia instalada, la producción energética, etc...
- La herramienta acepta como entrada unos **rangos o valores** aceptables de inputs de interés.
- La herramienta será capaz de encontrar el óptimo de las soluciones sin necesidad de aplicar el criterio de la “fuerza bruta”.



Objetivos del proyecto Guided Batch

Criterios de diseño

- Emplazamientos
- Inversores
- Módulos
- Otros

Plantillas financieras

- Plantillas de CAPEX
- OPEX anual

Rango de análisis

- Estructura
- Carreteras
- Ratio de ocupación del terreno
- Ángulo de inclinación
- Ratio DC/AC

Coste terreno (Millones \$)	GCR	Ratio	Inclinación	Orientación de carreteras	Estructura	LCOE (\$/mWh)	Potencia nominal (mW)	Coste total (\$)	% costo terreno sobre total
-	20%	1,10	-	Horizontal	Seguidor NX Horizon	22,23	11,50	13.198.659,19	0%
10,00	62%	1,15	-	Vertical	Seguidor NX Horizon	31,00	35,25	52.261.065,48	19%
40,00	88%	1,15	-	Vertical	Seguidor NX Horizon	46,42	49,13	98.928.458,30	40%
40,00	64%	1,10	22°	Horizontal	Estructura fija 3H	48,23	43,63	89.599.800,28	45%
100,00	94%	1,15	-	Vertical	Seguidor NX Horizon	73,73	52,38	162.801.908,52	61%
100,00	84%	1,10	8°	Horizontal	Estructura fija 3H	73,99	53,13	160.395.289,24	62%

Estado del proyecto y conclusiones



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008

Estado del proyecto

- El estado actual del proyecto consiste en la serie de discoveries que se han efectuado, de forma que podamos identificar los puntos a atacar en los próximos meses.

Conclusiones

- Para alcanzar el objetivo, nuestro primer enfoque es llevar a cabo un **algoritmo constructivo que lance múltiples simulaciones en un proceso iterativo**
- El algoritmo evalúa diferentes parámetros e inputs, combinándolos entre ellos y **presenta al usuario el diseño recomendado que cumple con sus objetivos de optimización.**
- No se puede asegurar que la herramienta provea la mejor solución, pero presenta un **punto de partida para que los usuarios puedan iterar y mejorar el diseño.**
- El número de iteraciones necesarias todavía no ha sido establecido y deberá cumplir con requisitos de tiempos de simulación.

¡GRACIAS!

Iberdrola - RatedPower
IA4TES



INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA SOSTENIBLE



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ASUNTOS ECONÓMICOS
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SECRETARÍA DE ESTADO
DE DIGITALIZACIÓN
E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

R Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

Financiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital dentro del proyecto IA4TES MIA.2021.M04.0008