



Máster Smart Energy

Postgrado de DIGITAL ENERGY

Sesión 6 – Aplicación de AI en el sector eléctrico: Odit-e

Sara Barja : sara.barja@upc.edu

Albert Gonzalez: albert.gonzalez@odit-e.com

Luc Richaud: luc.richaud@odit-e.com



Calendario

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
ABRIL	10	11	12 S1 – Introducción a Machine Learning	13
	17 S2 – Introducción a Python	18	19 S3 – Estadística descriptiva	20
	24 S4 – Modelos aprendizaje supervisado (I): Clasificación	25	26 S5 – Modelos de aprendizaje supervisado (II): Regresión	27
	1	2	3 S6 – Aplicación de AI en el sector eléctrico: Odit-e ONLINE	4
MAYO	8 S7 – Modelos de aprendizaje no supervisado	9	10 S8 – Examen final	

Sara Barja : sara.barja@upc.edu
Marc Jené: marc.jene@upc.edu



Objetivos de la sesión

- Aplicación IA en la distribución de energía: caso Odit-e.
- Roles más comunes.



Aplicación IA en redes de distribución: Odit-e.

Roles más comunes.



Agenda

- Presentación de Odit-e
 - Presentadores
 - Odit-e
 - Referencias
- La IA en nuestras vidas
- La importancia de la digitalización
- Medios y sistemas de gestión de la distribución eléctrica
 - GIS
 - MDMS
 - SCADA
 - ADMS
- Ejemplos de hardware
- Aplicación en la distribución eléctrica
 - ¿Por qué en las redes de BT?
 - Datos requeridos
 - Datos / Ejemplos
- Proceso
- Soluciones
- Ejemplos de integración / Casos reales



Presentadores



Albert Gonzalez



Luc Richaud



THE DIGITAL ERA FOR ELECTRICAL NETWORK

Add a new dimension to your operating data



La empresa

Los programas de Odit-e acompañan las distribuidoras de energía en la transición energética

- Creacion en 2017
- 6 cofundadores
- 18 empleados, con una mezcla de competencias electrotécnicas y data sciences
- Sede social en Grenoble – Francia





HORIZON 2020
LE PROGRAMME DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DE L'UNION EUROPÉENNE

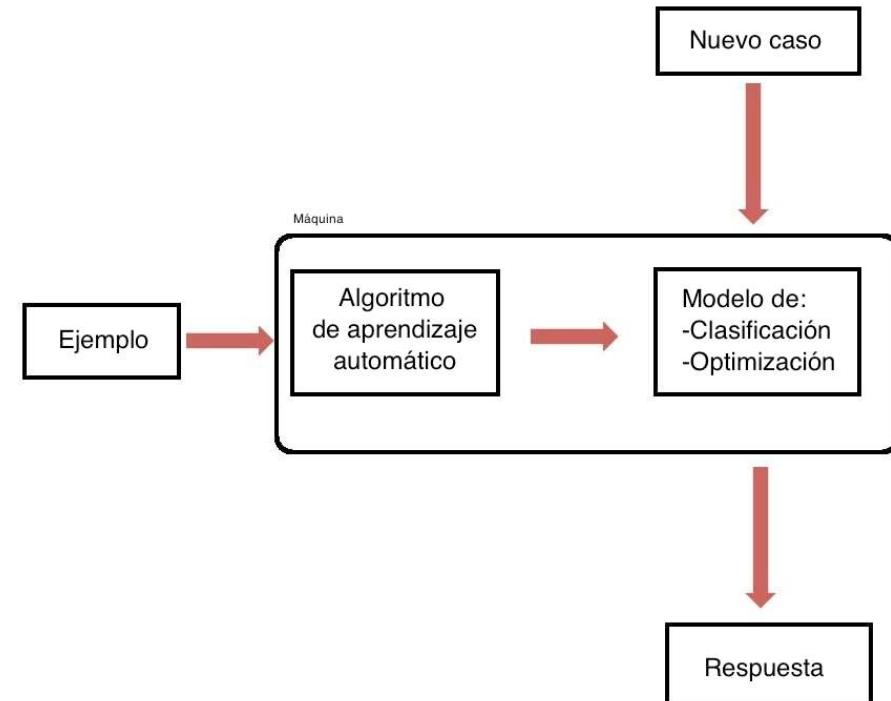


LE GRAND PLAN D'INVESTISSEMENT



La IA en nuestras vidas

- La IA tiene cada vez mas aplicación en la realidad
- Se esta integrando en todas nuestras aplicaciones diarias
- La IA nos suministra con muchas oportunidades de optimizaciones de processos
- La usamos sin darnos cuenta.





Importancia de la digitalización

- Menos inversión
- Rapidez en recibir información
- Rápida actuación en lo esencial
- Satisfacción del cliente
- Mejora de la imagen
- Buena reputación
- Mejor servicio
- Calidad de suministro
- Competitividad



www.ToyNostalgia.blogspot.com





MEDIOS Y SISTEMAS

Para desarrollar aplicaciones utilizando técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático, es necesario conocer los medios y sistemas de los que disponen las distribuidoras de energía para gestionar sus redes y datos.



GIS

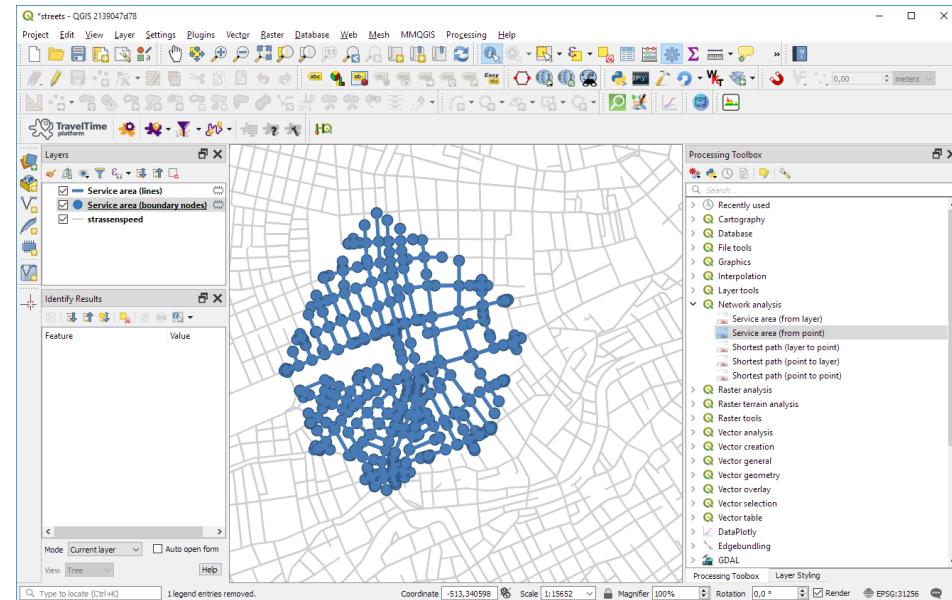
Tambien conocido por SIG, es el Sistema de Información Geográfica

Tipo de datos:

- Coordenadas geográficas
- Características técnicas
- Conexiones entre líneas

Ejemplos de aplicación:

- Soporte para intervenciones en la red
- Base de datos del patrimonio para gestión de activos
- Análisis de impacto con búsqueda de ruta



Captura de un GIS Open Source : QGIS



MDMS

Es el **Meter Data Management System**

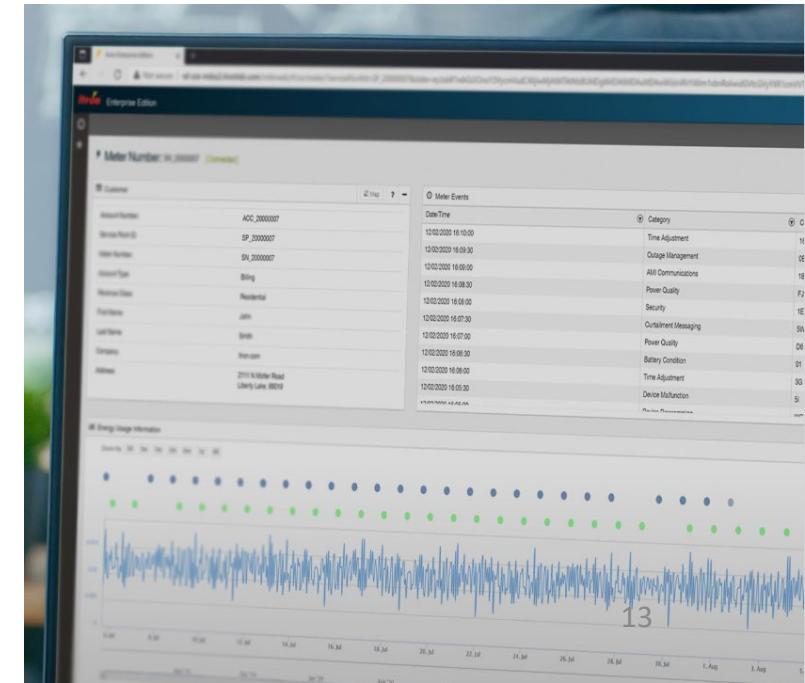
Tipo de datos:

- Datos de los smart meters (medidas, alarmas...)
- Coordenadas geográficas de la flota de Smart meters
- Cualidad de comunicación

Ejemplos de aplicación:

- Data colección y almacenamiento
- Asegurar la calidad y disponibilidad de los datos
- Calculación simples para comunicación al sistema de factura
- Distribución de los datos a otros sistemas

Captura de Itron MDMS



The screenshot shows the Itron MDMS Enterprise Edition software interface. At the top, there's a navigation bar with links like Home, Applications, Help, and Log Out. Below it is a search bar. The main area has two main sections: 'Meter Events' and 'Energy Usage Information'. The 'Meter Events' section lists various events with columns for Date/Time, Category, and a detailed description. The 'Energy Usage Information' section shows a graph of energy usage over time, with data points and a line plot.



SCADA

Es el **Supervisory Control And Data Acquisition**

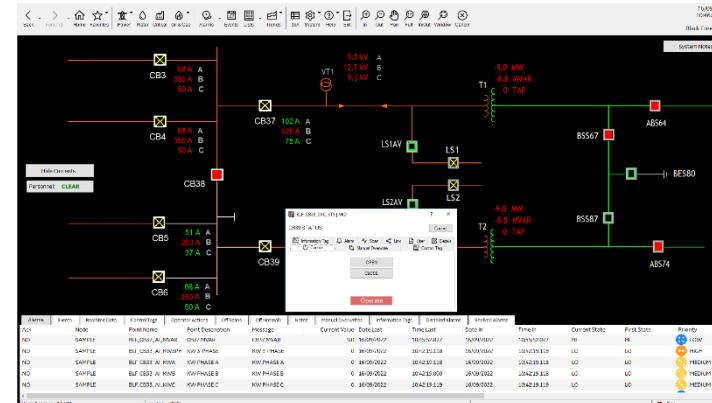
Tipo de datos:

- Medidas en tiempo real de tensión, corrientes, potencias... sobre todo en **alta y media** tensión
- Diagrama unifilar e información sobre qué alimenta qué

Ejemplos de aplicación:

- Tener una visualización y análisis en tiempo real para monitorear y controlar
- Realizar actividades de forma remota y segura
- Data colección y almacenamiento
- Asegurar la calidad y disponibilidad de los datos

Captura de Catapult SCADA





ADMS

Es el **Advanced Distribution Management System**

Tipo de datos:

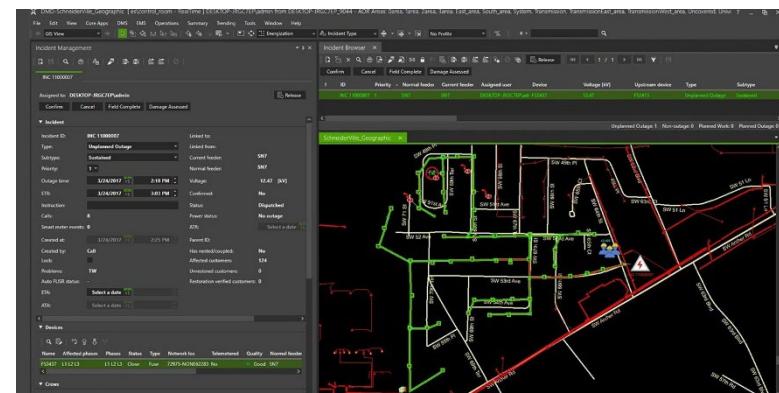
- Conjunto de los datos anterior
- Estrategia de optimización, algoritmos

Se enfoque sobre todo en media tensión

Ejemplos de aplicación:

- Automatizar la localización, aislamiento y restauración de defectos
- Optimizar el rendimiento de la red de distribución con Volt/VAR optimización
- Orquestación de renovables y DER
- Load Forecasting para red eléctrica y operador de mercado

Captura de Schneider ADMS





Ejemplos de Hardware

Contadores comunicantes

Aparato que mide el consumo de energía del consumidor



Concentrador

El concentrador está orientado a su uso en sistemas de adquisición y control de contadores. Su función básica es gestionar la adquisición de datos y su envío a los distintas plataformas de gestión eléctrica.



RTU y autómata

Datos en tiempo real y capacidades de actuación en la red, comunica sobre incidencias

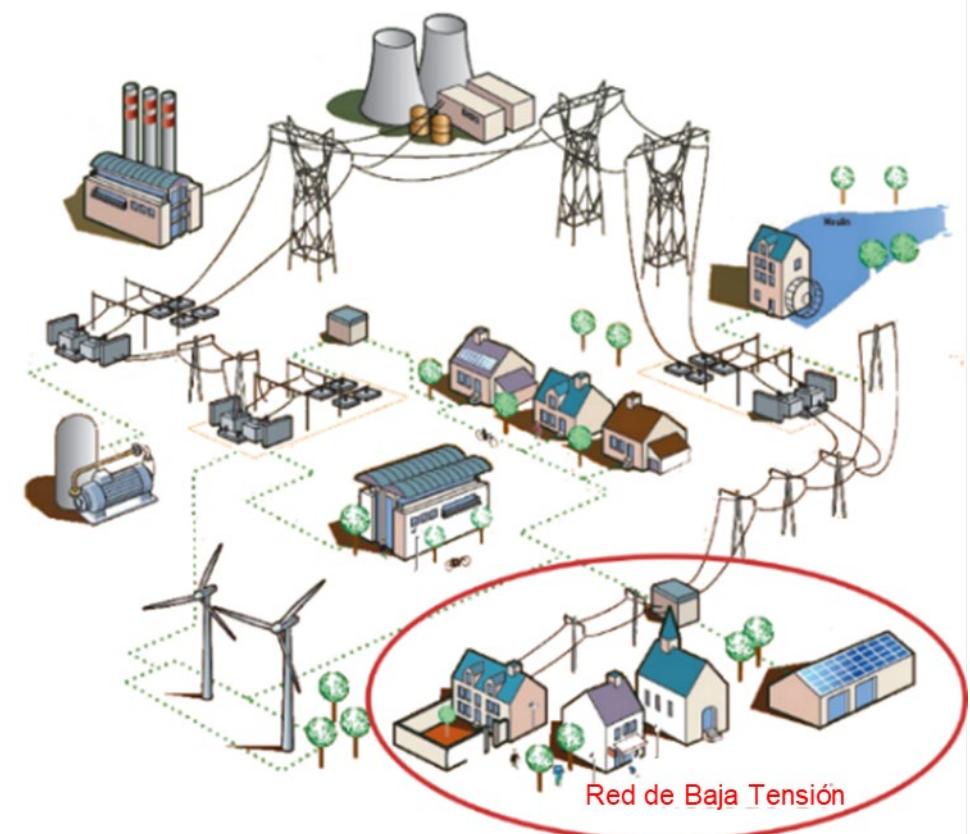


Estos aparatos interactúan con los sistemas vistos anteriormente



Aplicación en la distribución de energía

- Las redes de Baja Tensión
- Las “olvidadas” de la distribución de energía
- La necesidad de poder gestionarlas
 - ✓ Papel importante en la distribución
 - ✓ Volumen y costes
 - ✓ Cercanía del consumidor





¿Porque las redes de baja tensión?

Las redes de BT representan...



Del patrimonio de las distribuidoras de electricidad



De los costes de operación



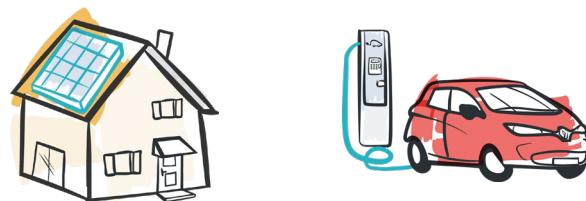
De los cortes

... sin estar bien conocidas

- Base de datos **incompleta o no fiable**
- Red ni **monitorizada, ni digitalizada**
- Con la más importante evolución de los 50 últimos años



Abordamos los desafíos de los DSO



Nuevas «amenazas» a la red:

- Principales disruptiones inducidas por la Transición Energética:
- en una red no diseñada originalmente para soportar tales cambios en los usos
 - Dando como resultado una pérdida de control sobre el plan de voltaje, insatisfacción del usuario e inversiones significativas en refuerzo

Sin embargo, Smart meters representan una oportunidad

Representan muchos "ojos" y "oídos" a lo largo de la red.

Generan millones de datos (kWh, V, A, kVAr, etc.).

Una vez analizados adecuadamente, estos datos tienen valor.

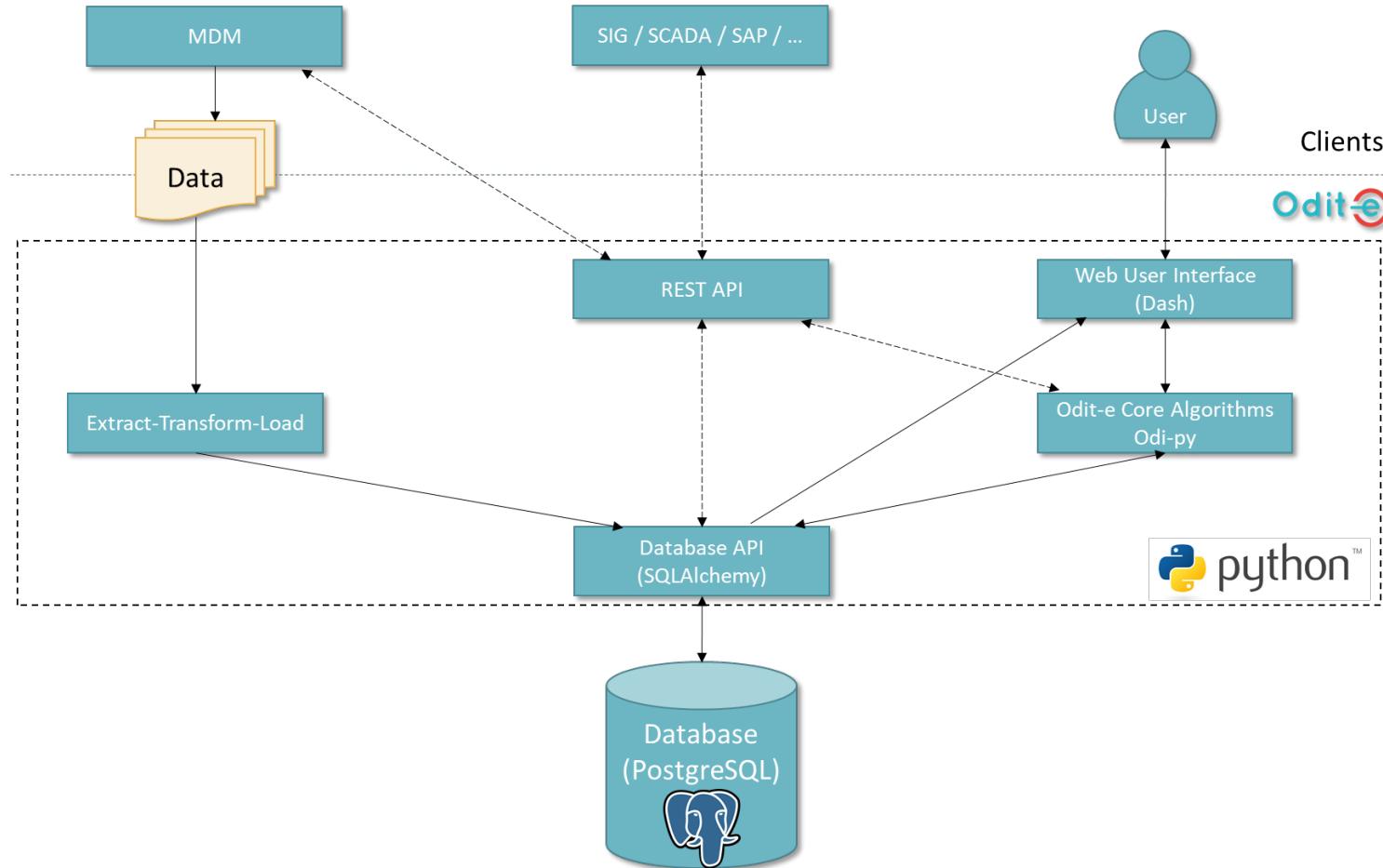
Odit-e aprovecha dichos datos para ofrecer servicios de DSO en la supervisión y planificación de sus operaciones.



- **Datos necesarios**
 - ✓ Desde el MDMS :
 - ✓ Las tensiones (Contadores)
 - ✓ Las potencias (Contadores)
 - ✓ Desde el SCADA (red de MT)
 - ✓ Desde el GIS
 - ✓ Datos meteorológicos (sol, viento, lluvia,...)
- **Tiene que ser:**
 - De forma histórica
 - ✓ 1mes, 2meses, 3 meses, 1 año, ...
 - ✓ Pasos de 15'
 - En tiempo real
 - ✓ SCADA



Ejemplo de arquitectura





Los datos: input y output

Screenshot of a data visualization interface showing energy consumption data.

Contador #1										Contador #2		Contador #3	
	Timestamp	Tension (V)	Puissance apparente (VA)	Puissance active (W)	Tension (V)	Puissance apparente (VA)	Puissance active (W)	Tension (V)	Puissance apparente (VA)	Puissance active (W)			
ff8081815a3d237f015a7ed074140352	01/01/2020 00:00	237,163	465	417	239,821	199	103	236,499	215	194			
	01/01/2020 00:10	237,163	538	497	239,821	199	103	236,499	286	274			
	01/01/2020 00:20	237,828	523	489	239,821	196	102	238,492	234	214			
	01/01/2020 00:30	239,156	727	624	240,485	200	103	238,492	176	151			
	01/01/2020 00:40	238,492	477	433	240,485	228	209	240,485	177	136			
	01/01/2020 00:50	237,163	471	443	240,485	212	202	237,828	176	131			
	01/01/2020 01:00	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 01:10	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 01:20	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 01:30	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 01:40	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 01:50	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			
	01/01/2020 02:00	237,828	561	548	241,149	200	103	239,821	240	215			

Left sidebar details:

- Unique Id of the meter: ff8081815a3d237f015a7ed074140352
- Index: 0
- Timestamp: 1996-10-01 01:00:00
- Timestamp: 1996-10-01 02:00:00
- feeder_1_phase_1: 5404.359500
- Timestamp: 1996-09-23 01:00:00
- Timestamp: 1996-09-23 02:00:00
- ES0031102849004001AS0F
- ES0031102849005001RA0F
- ES0031102849006001KZ0F
- ES0031102849008001QJ0F
- ES0031102849009001ZR0F
- 324_TR1 5 1 0.000000
- 324_TR1 5 1 0.000000

- El ID del contador (de forma anonimizada RGPD)
- Curva de carga de la potencia activa y reactiva, perfil de tensión
- Los recibimos habitualmente en ficheros CSV
- GIS a corregir



El CT, la salida, y la fase



Ejemplo de la topología

Definición de un proceso

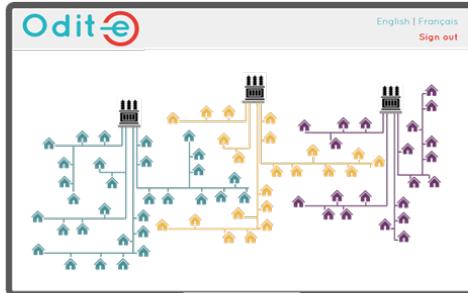
- El sistema de Odit-e se basa en el análisis de los datos de contadores
- El algoritmo propuesto se basa en una combinación de varias técnicas de aprendizaje automático y ha demostrado su eficacia en los conjuntos de datos reales recopilados por el DSO. Incluye las siguientes etapas:



- Una vez que se recupera la topología, se puede usar para corregir bases de datos existentes como GIS, utilizando el siguiente proceso:
 - a. Identificar la topología de los patrones de tensiones con un índice de confianza relativo a su posición.
 - b. Verificación cruzada de cualquier error en el GIS sobre la conexión del transformador / feeder / contadores

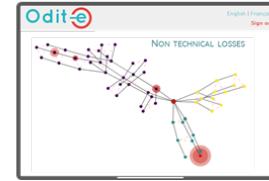
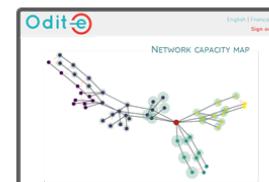
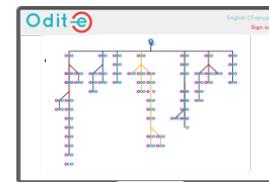
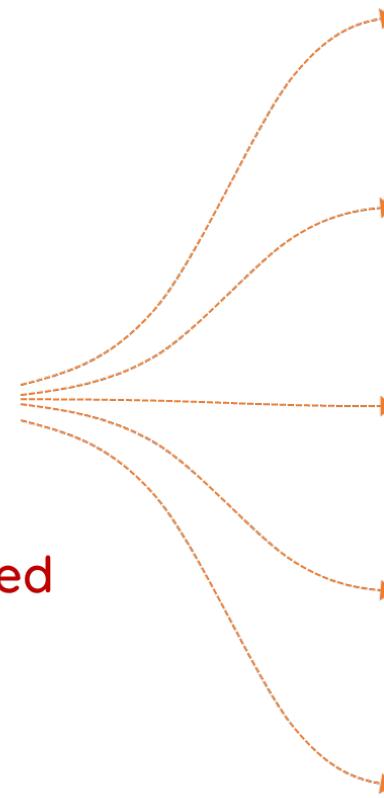


Las soluciones



Gemelo Digital de la Red

Reproduce exactamente el comportamiento real de la red



Topología

Identificación de las características de la red

Análisis de la red

Analysis del CT así como el plan de tensió

Predicción de impacto

Simulaciones y optimización

Perdidas No Técnicas

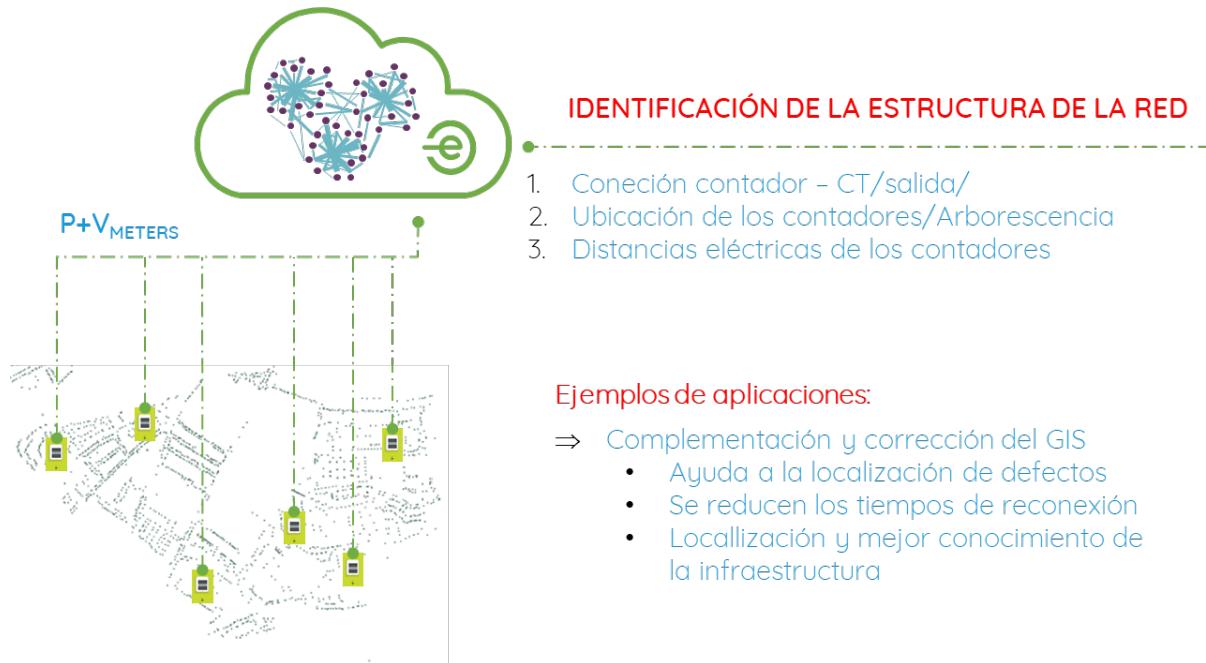
Localización y cuantificación de la energía no facturada

Estimación en tiempo real del estado de la red

Supervisión y control de la red de BT

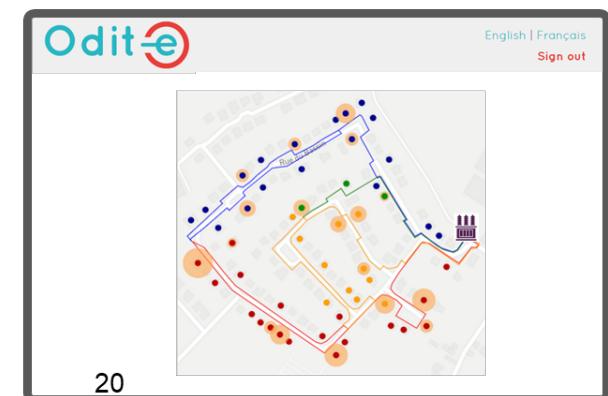
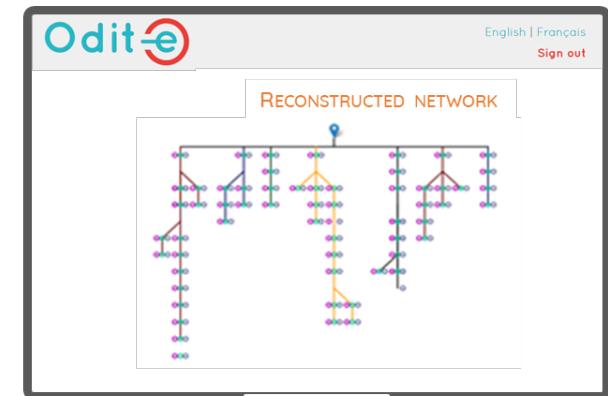


Topología



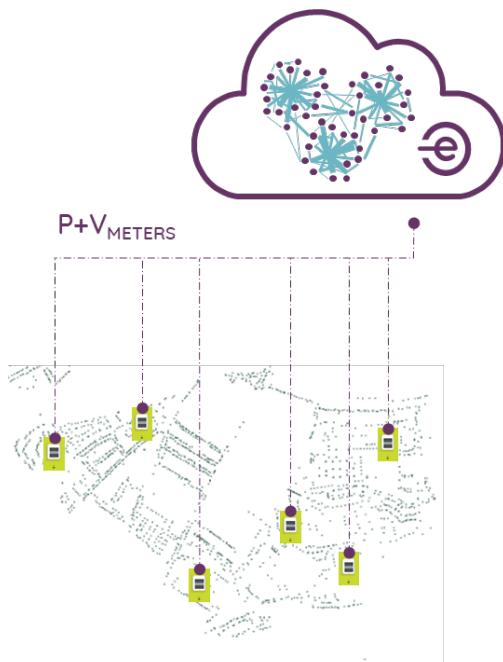
Ejemplos de aplicaciones:

- Complementación y corrección del GIS
- Ayuda a la localización de defectos
 - Se reducen los tiempos de reconexión
 - Localización y mejor conocimiento de la infraestructura



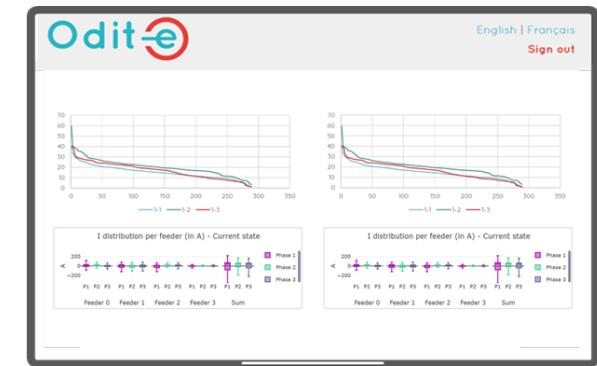


Análisis de la red



ANALISIS DE LA RED BT

1. Análisis del estado de los CCTT
2. Análisis del plan de tensión



Ejemplos de uso:

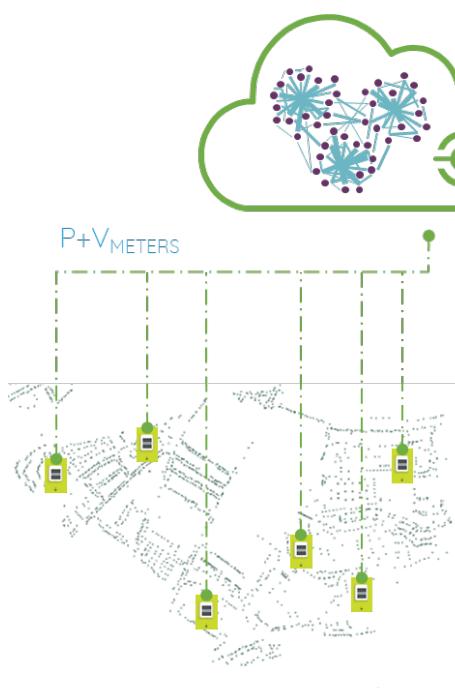
- Carga y desequilibrio
- Détection des clients mal alimentés
- Localisation des PVs installés

⇒ Rééquilibrage réseau conseillé





Capacidad de inserción



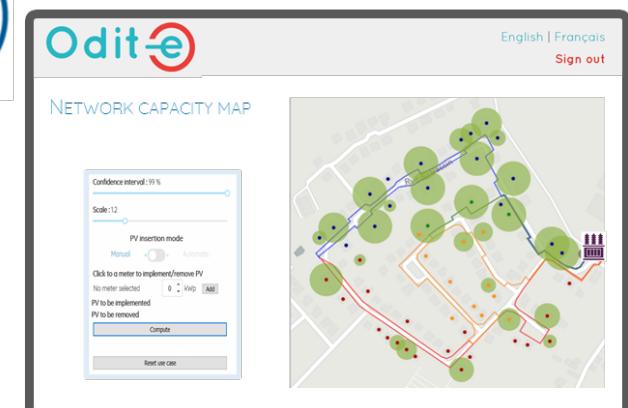
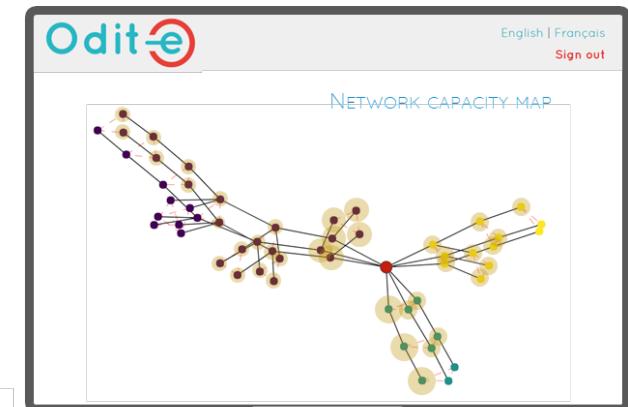
ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE INSERCIÓN

1. Capacidad disponible de la red
2. Sin refuerzo
3. Con o sin flexibilidad



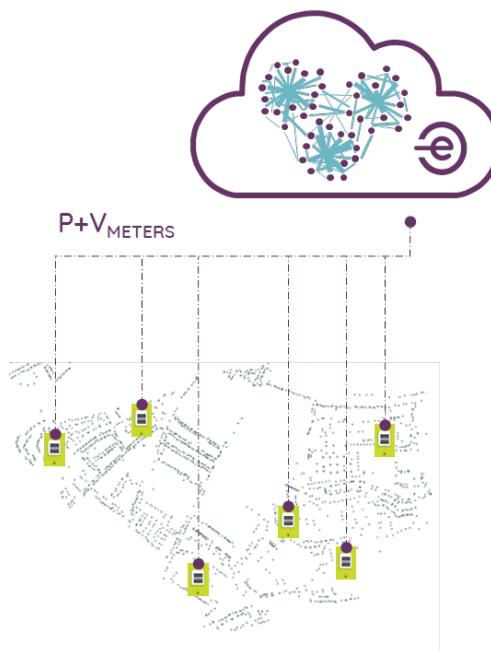
Ejemplos de proyectos

- ⇒ Cartografía de la capacidad de acogida
- ⇒ Optimización de las conexiones (actuales y futuras)
 - Comunidades energéticas
 - Flexibilidad, dimensionamiento y



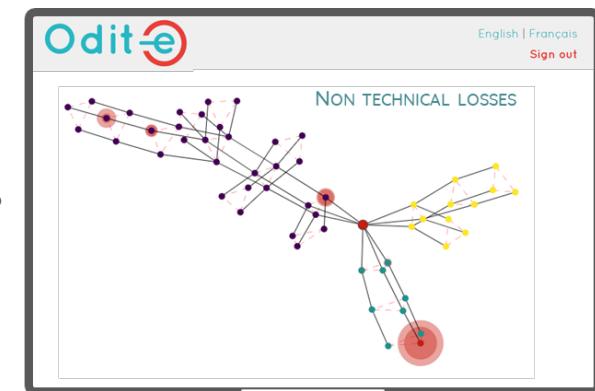


Energía no medida



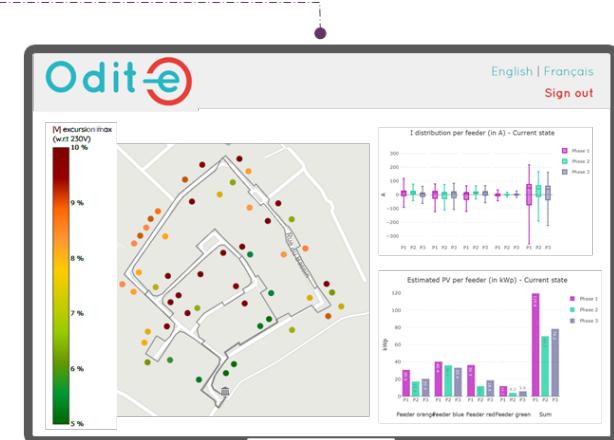
DETECCIÓN DE LAS PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

1. Localización
2. Estimación de los perfiles de carga faltantes
3. Reconstrucción de la carga real del transformador





Observabilidad


SCADA MT


1. **Fase de aprendizaje: Son necesarios los datos de los contadores**
2. **Operación: los datos de los contadores no son necesarios**

Reconstitución del estado de la red

- Carga del CT
- Plan de tensión
- Tiempo real o previsión a muy corto plazo

**ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA
DEL ESTADO DE LA RED**



Oportunidades de I+D

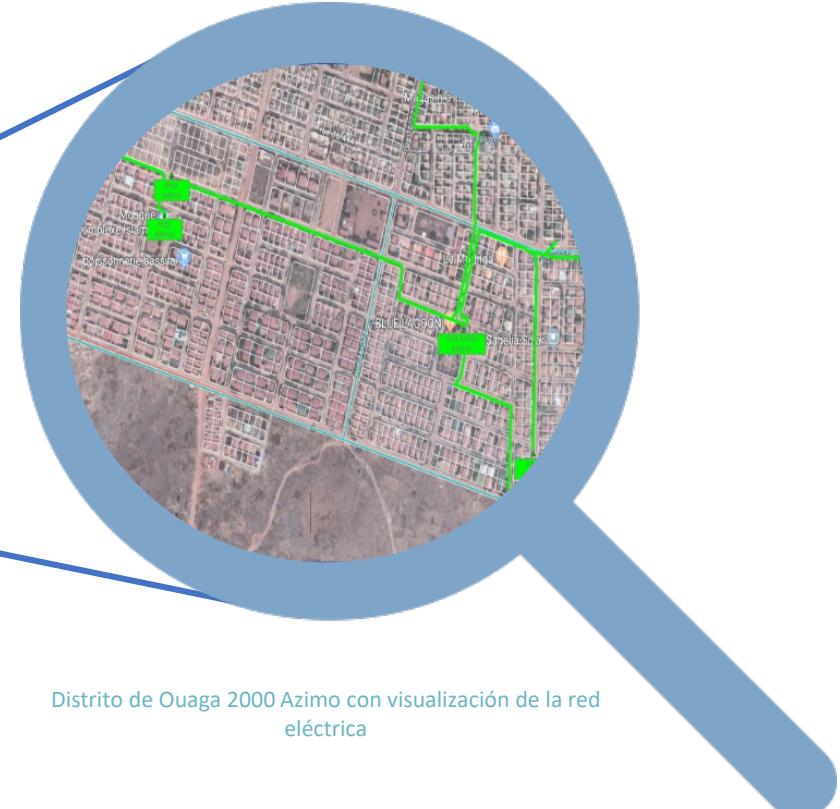
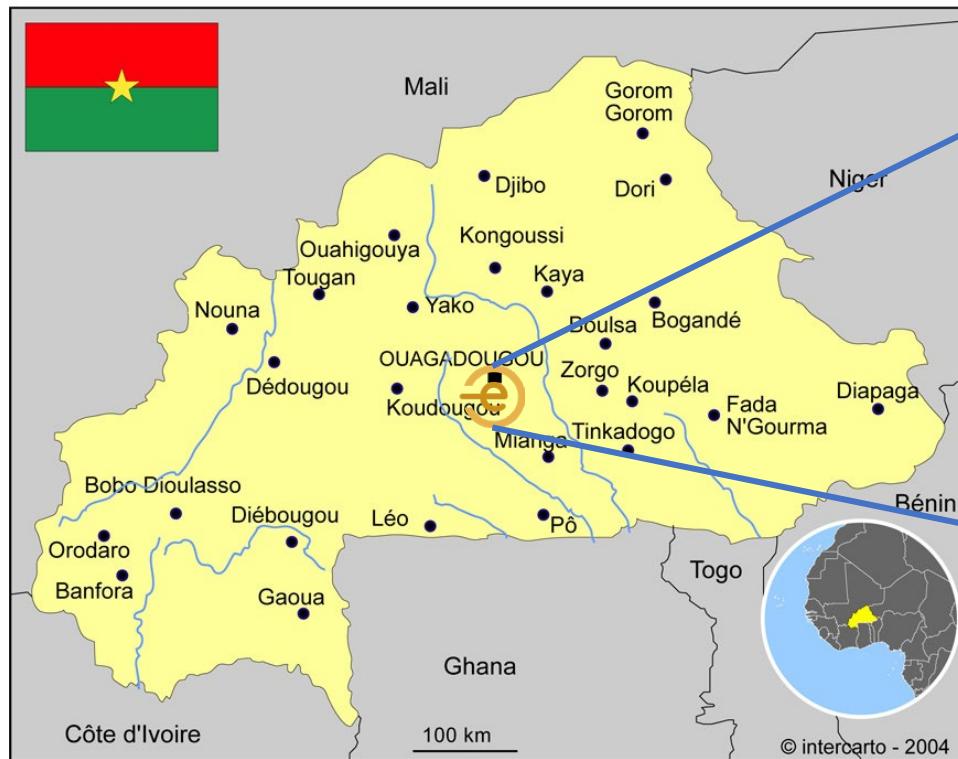
El sistema eléctrico se vuelve más complejo para:

- Mejorar el servicio al consumidor (continuidad del servicio, SAIDI y SAIFI)
- Integrar las energías renovables para cumplir con los objetivos de la transición energética
- Digitalizar
 - De las operaciones
 - De la relación cliente

La inteligencia artificial tiene un papel para gestionar esta complejidad.

Sus aplicaciones están en fase de I+D, a continuación unos ejemplos de proyectos.

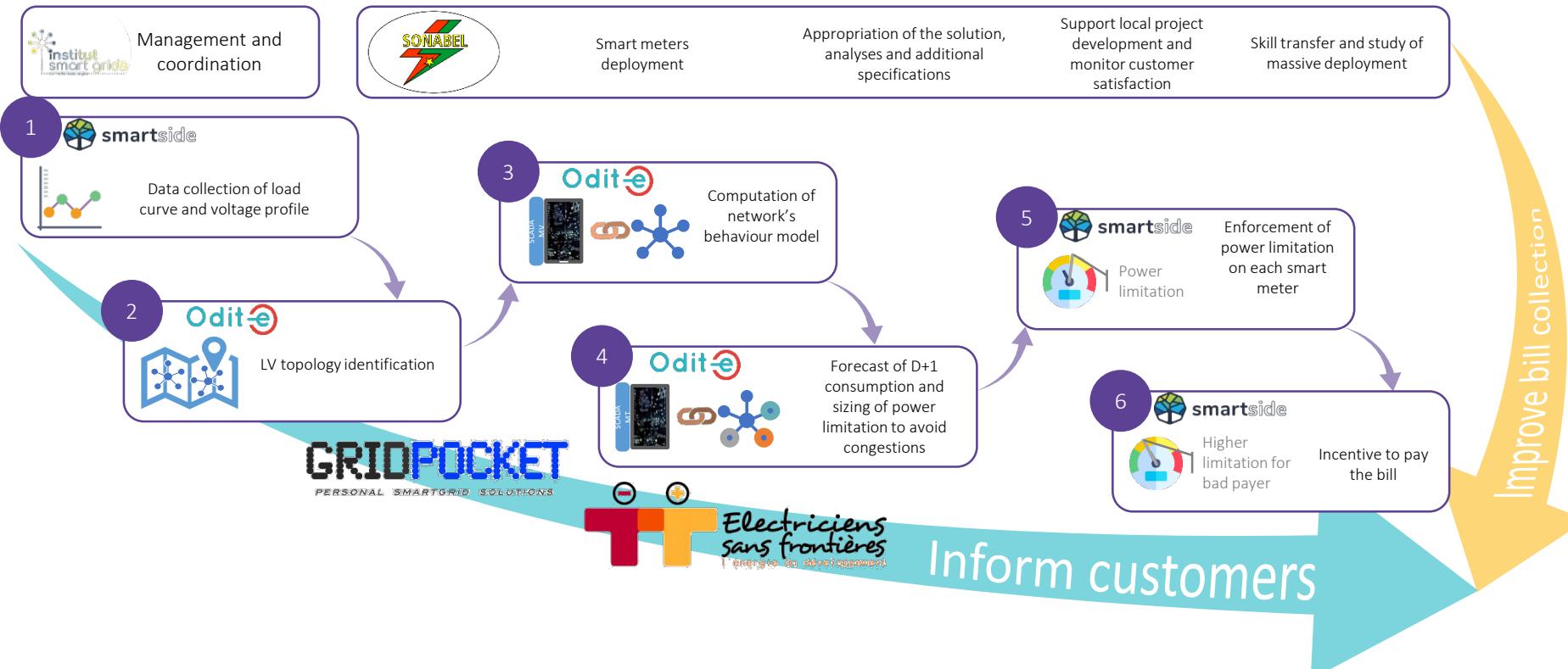
AFRICIT·e



Distrito de Ouaga 2000 Azimo con visualización de la red eléctrica



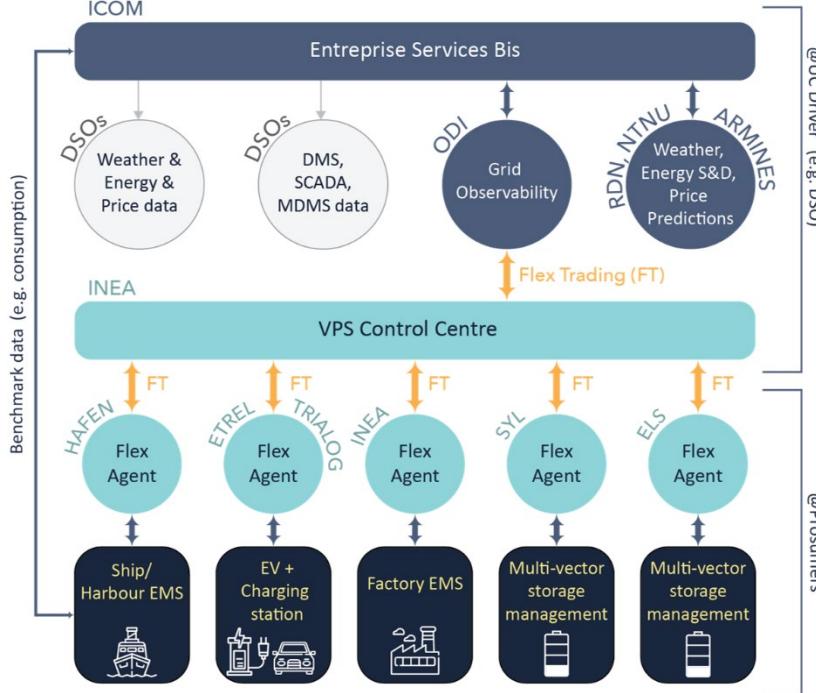
AFRICIT·e



Mas informaciones (en French)
<https://odit-e.com/es/noticias/>

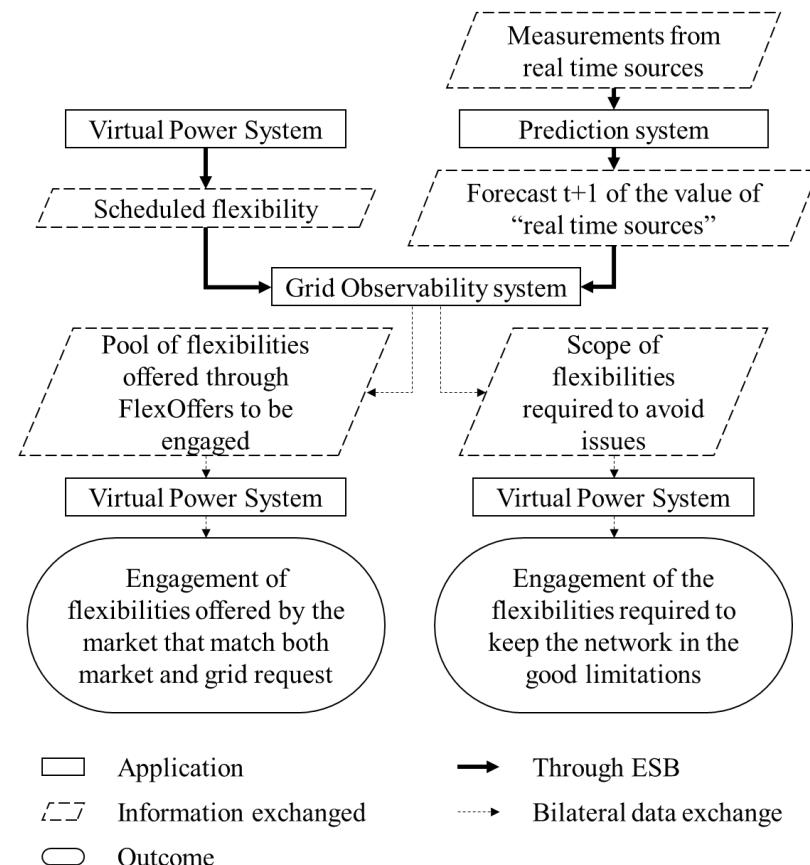


G I F T



Mas informaciones (en Inglés)

<https://odit-e.com/wp-content/uploads/2020/10/IMPLEMENTATION-OF-A-LOCAL-FLEXIBILITY-MARKET-FOR-SOLVING-NETWORK-ISSUES.pdf>

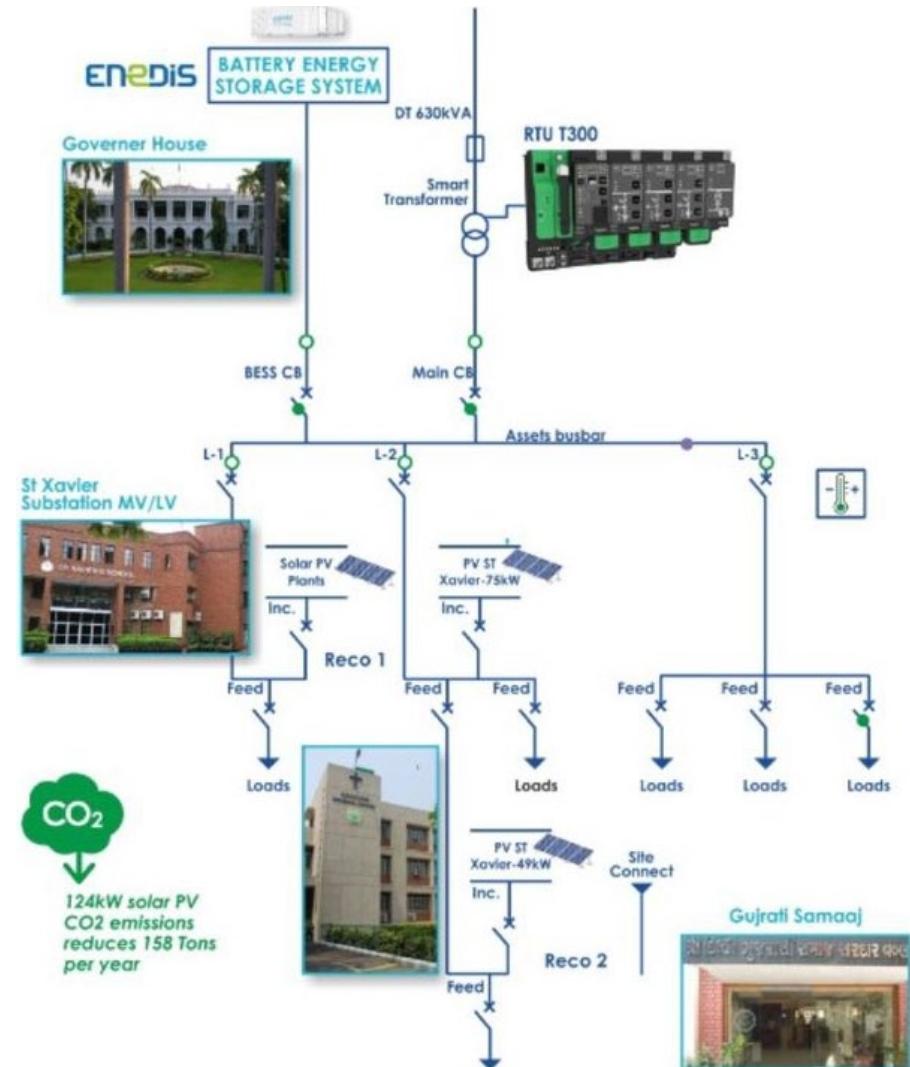





IElectrix

Arquitectura y tamaño del piloto

- Modo conectado a la red:
 - funcionamiento «normal» de la red de BT
 - Activación del programa DR gestión de las excusiónes de tensión
- Modo fuera de la red:
 - Modo « Emergencia » por ejemplo en caso de corte en la red
 - Activación de flexibilidades para hacer frente a la limitación de capacidad de la batería
- 38 cargas finales
- Capacidad fotovoltaica de 198 kWp



Más informaciones (en Inglés)

<https://udit-e.com/wp-content/uploads/2020/10/FLEXIBILITY-PLATFORM-AND-ASSOCIATED-ROLE-OF-FUTURE-DSO-WITHIN-IELECTRIX-SHAKTI-PILOT-PROJECT.pdf>




IElectrix



TATA POWER-DDL
Schneider Electric

Data collection

Odit-e

Data Analysis & Network Digitization



Activation of the Demand Response scheme, involving Energy Warriors prosumers.

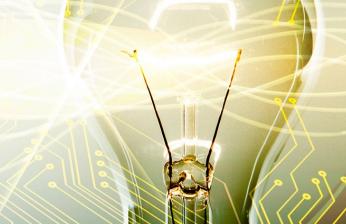
TATA POWER-DDL
GECO Global
Green Energy Consultancy



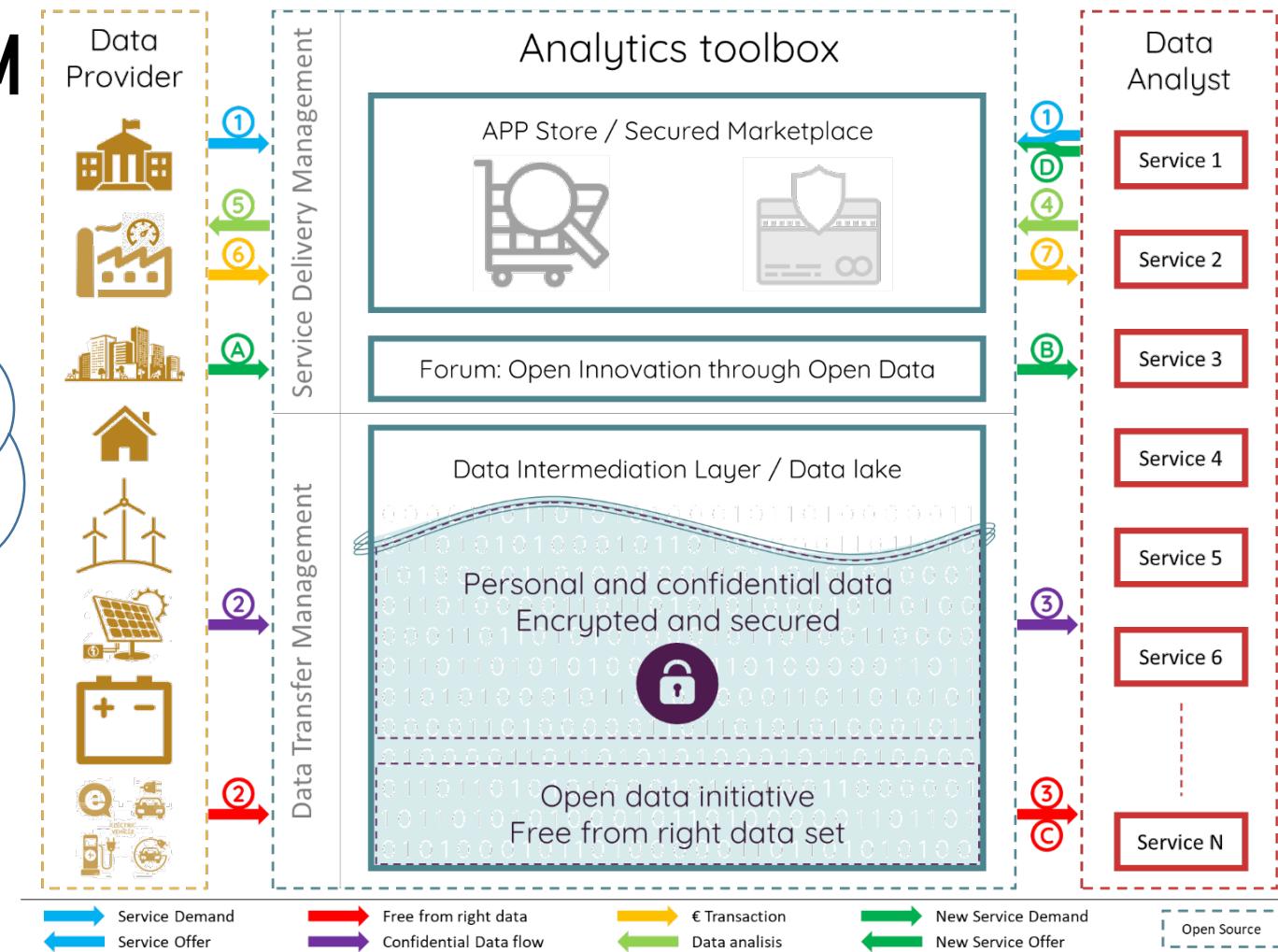
<https://ielectrix-h2020.eu/>



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud de los acuerdos de subvención No 824392.



BD4OPEM



<https://bd4opem.eu/>



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud de los acuerdos de subvención No 872525



Demostración de nuestra plataforma

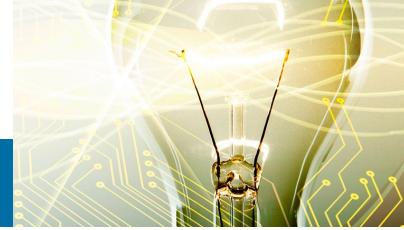
Visualización de un caso real

<https://app.odit-e.com/>



PREGUNTAS / RESPUESTAS





Aplicación IA en redes de distribución: Odit-e.
Roles más comunes.



Roles más comunes

Data Scientist

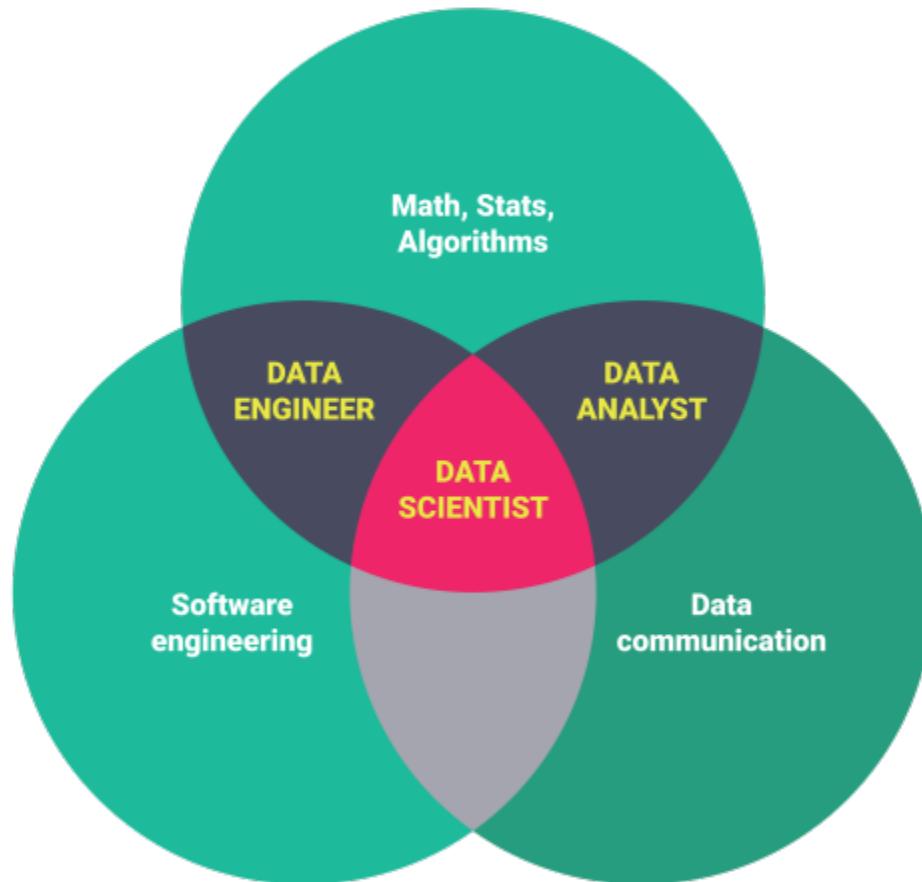
Data
Engineer/Architect

Data Analyst

IT



Roles más comunes





Data Scientist

Está implicado en el **desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos** para explotar datos y obtener nueva información de ellos. Esto requiere conocimiento de bases de datos, ya que es de esas bases de datos de las que hay que extraer información que serán procesados o actuarán como entrada a nuestro modelo matemático.

Extrae el valor de los datos al aplicar algoritmos eficientes. Descubre los insights que hay tras los datos.

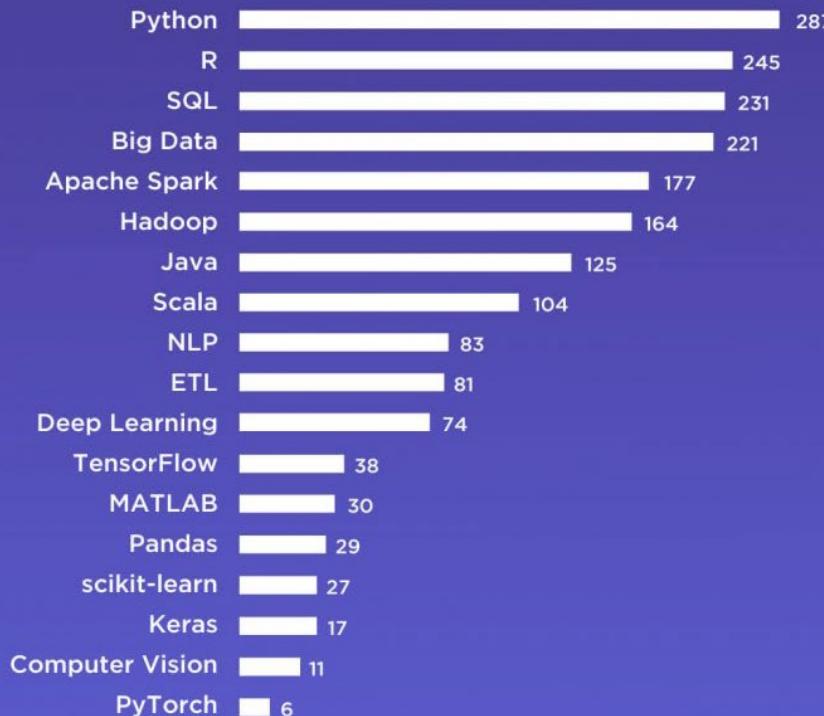
- Experiencia en Data Mining
- Resolución analítica
- Buena base matemática/ estadística
- Experiencia en Aprendizaje automático
- Conocimientos de Inteligencia Artificial

Conocimientos clave: matemáticas, estadística, SQL, Python, Big Data.



Data Scientist

The skills Data Scientists need today
(based on 300 job listings from tech companies in June 2019)





Data Engineer/Architect

Está implicado en el **desarrollo del software** que ha de procesar los datos tanto que actuarán de entrada a los desarrollos de los *data scientist* como de almacenar la salida procesada, el resultado del trabajo. Es de los tres roles que tratamos hoy el que más se alinea con el puesto de desarrollador de software *de toda la vida*, si bien es un desarrollador de software con conocimientos en sistemas de *big data*.

Diseña y optimiza las infraestructuras de forma que sean escalables y tolerantes a fallos. Tiene que asegurar la disponibilidad y el correcto funcionamiento.

- Conocimientos TIC
- Arquitecturas DataWarehouse
- Experiencia en Cloud
- Experiencia en bases de datos SQL y NoSQL

Conocimientos clave: Scala, Python, Hadoop (y toda la utilería habitual de *big data*), Spark



Data Analyst

Es un rol más próximo al desarrollo de negocio.

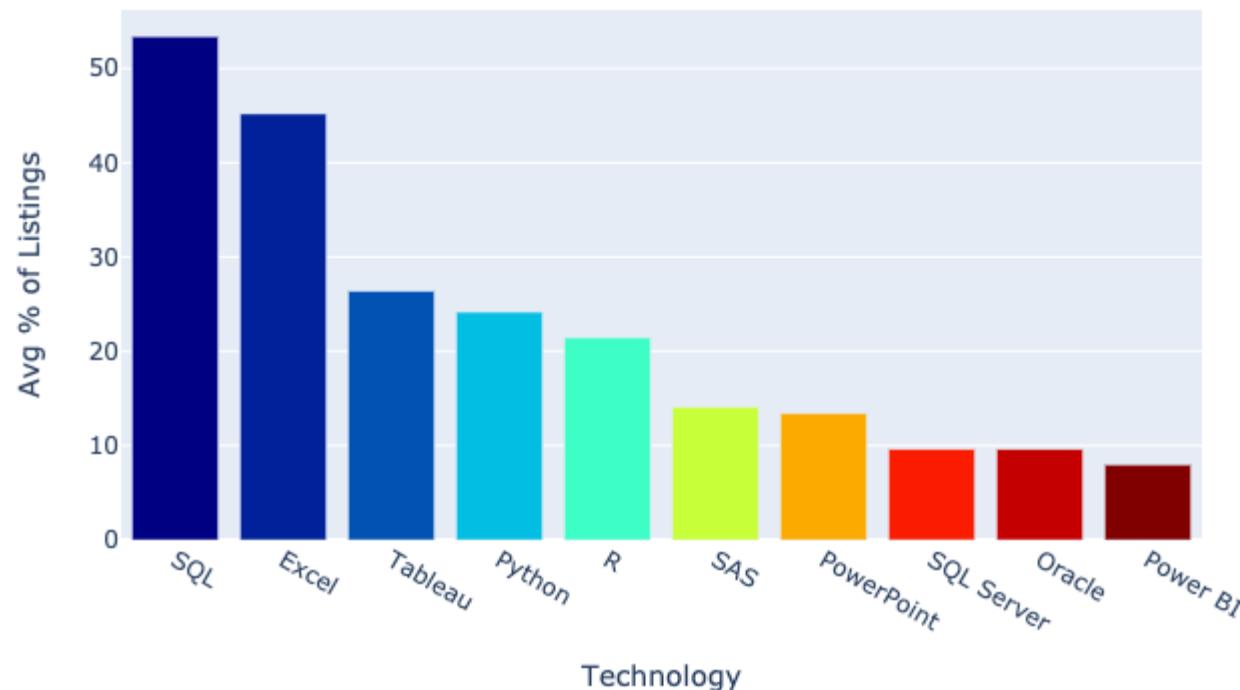
Su función es **interpretar datos** (también los datos de salida de los sistemas desarrollados por los *Scientist* y los *Engineer*) y extraer a partir de ellos conclusiones e implicaciones para el mundo real que faciliten la toma de decisiones de negocio correctas.

Conocimientos clave: estadística, software de generación de reports (Tableau, Qlikview), hojas de cálculo, SQL.



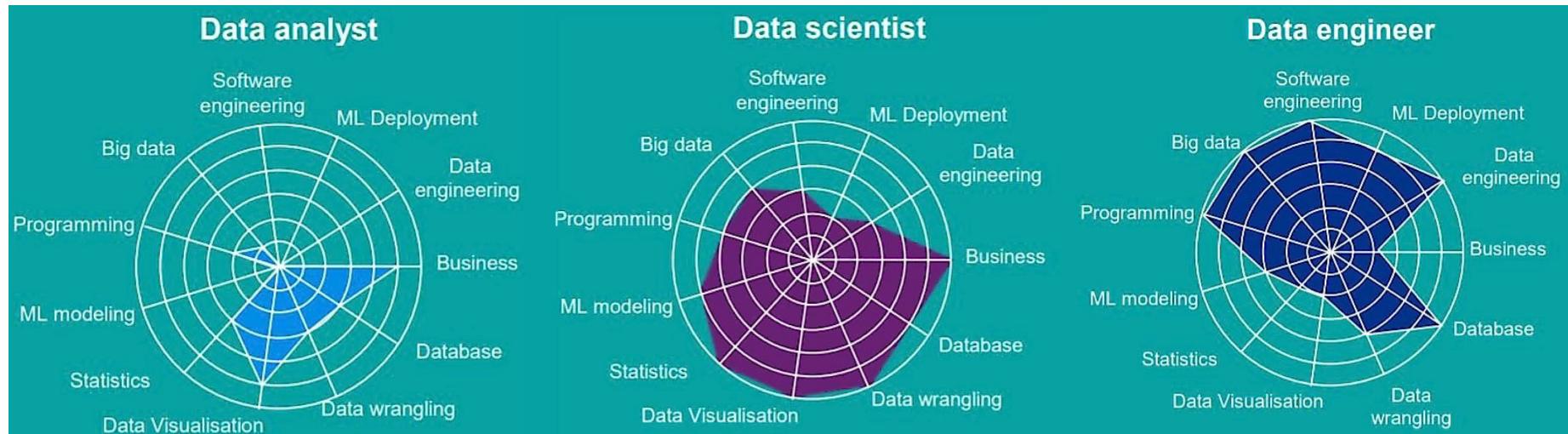
Data Analyst

Technologies in Data Analyst Job Listings 2020



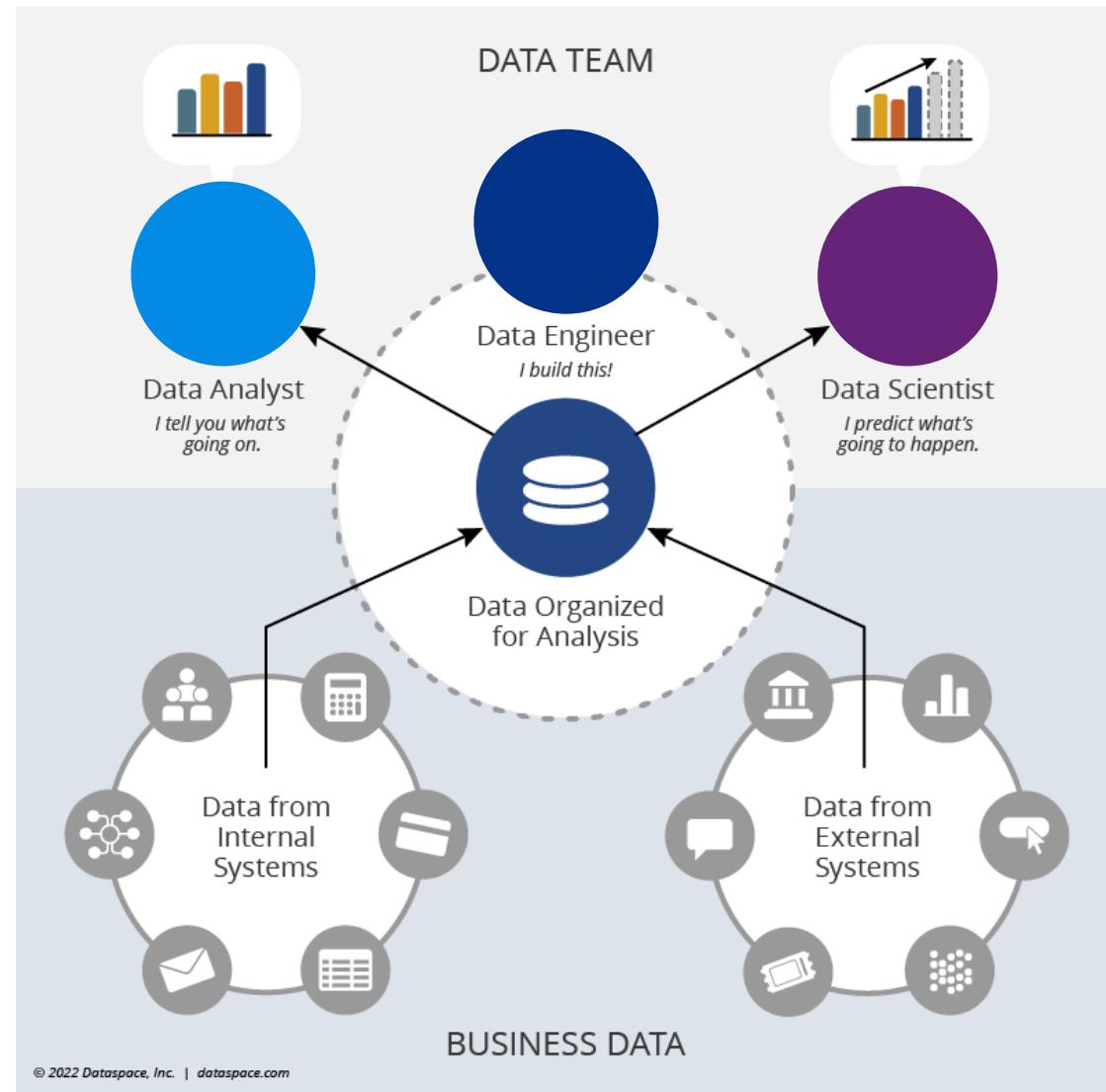


Data Analyst vs Data Scientist vs Data Engineer





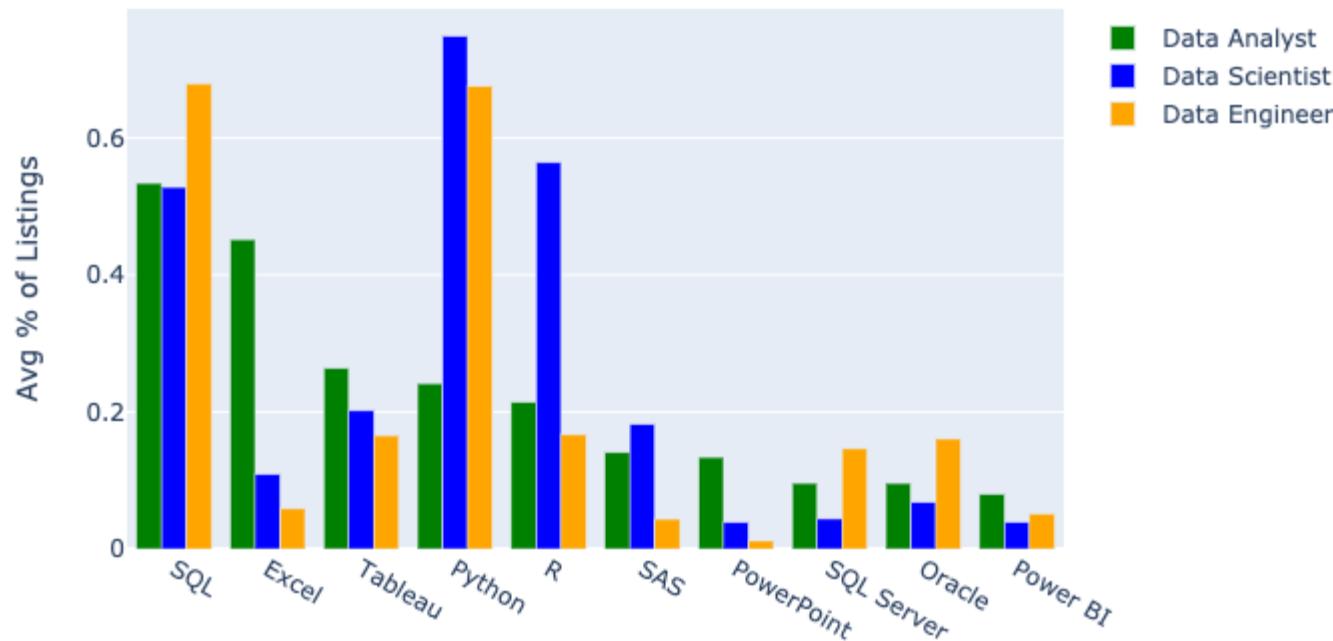
Data Analyst vs Data Scientist vs Data Engineer



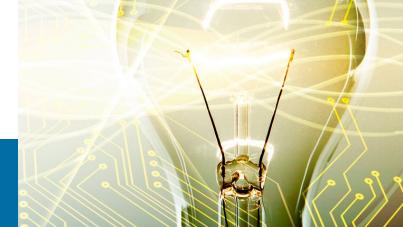


Data Analyst vs Data Scientist vs Data Engineer

Most Common Keywords for Data Analyst vs. Data Scientist, Data Engineer



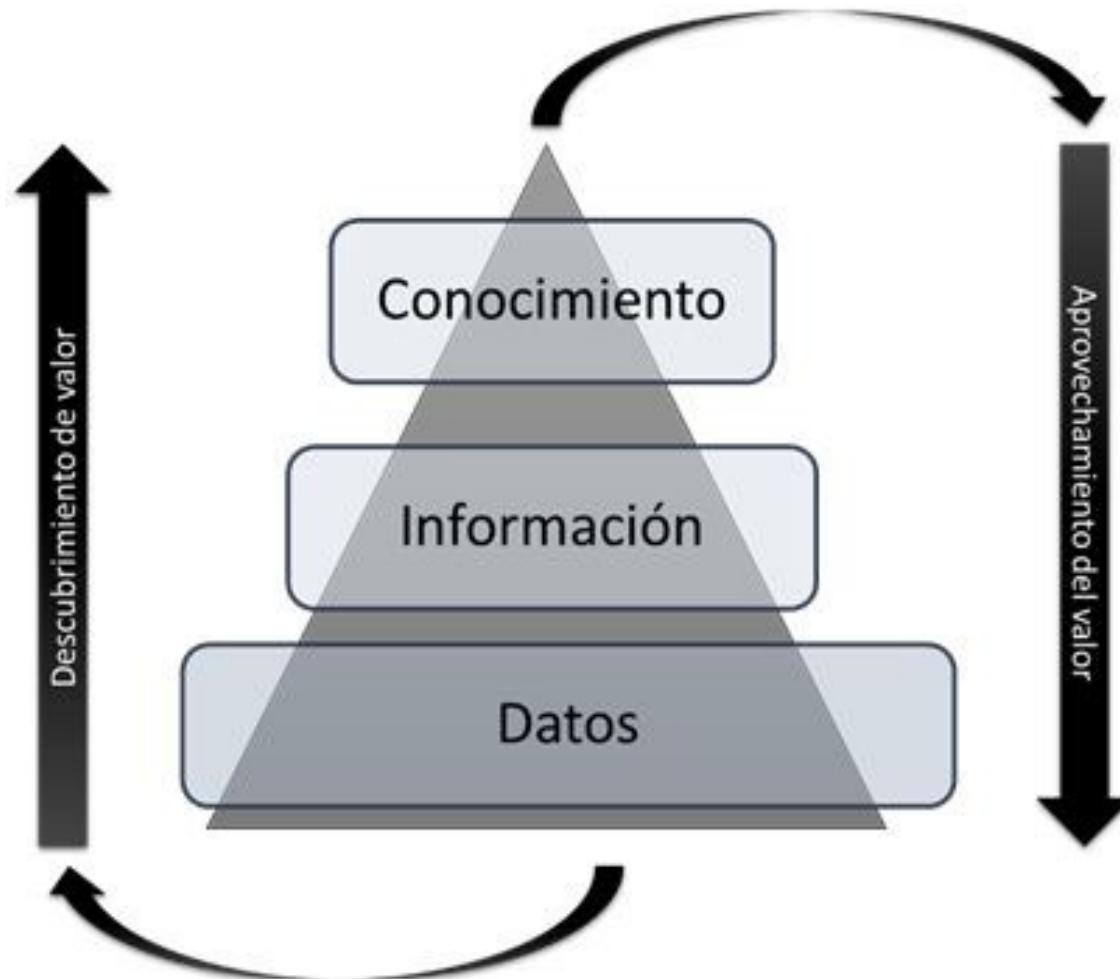
Fuente: towardsdatascience.com



IT (Information Technology)

Perfiles relacionados con la tecnología y el objetivo de almacenar, recuperar, transmitir y manipular datos con el fin de gestionarlo en beneficio para una organización.

- Desarrollador Web
- Programador
- Big Data IT.





Roles más demandados laboralmente

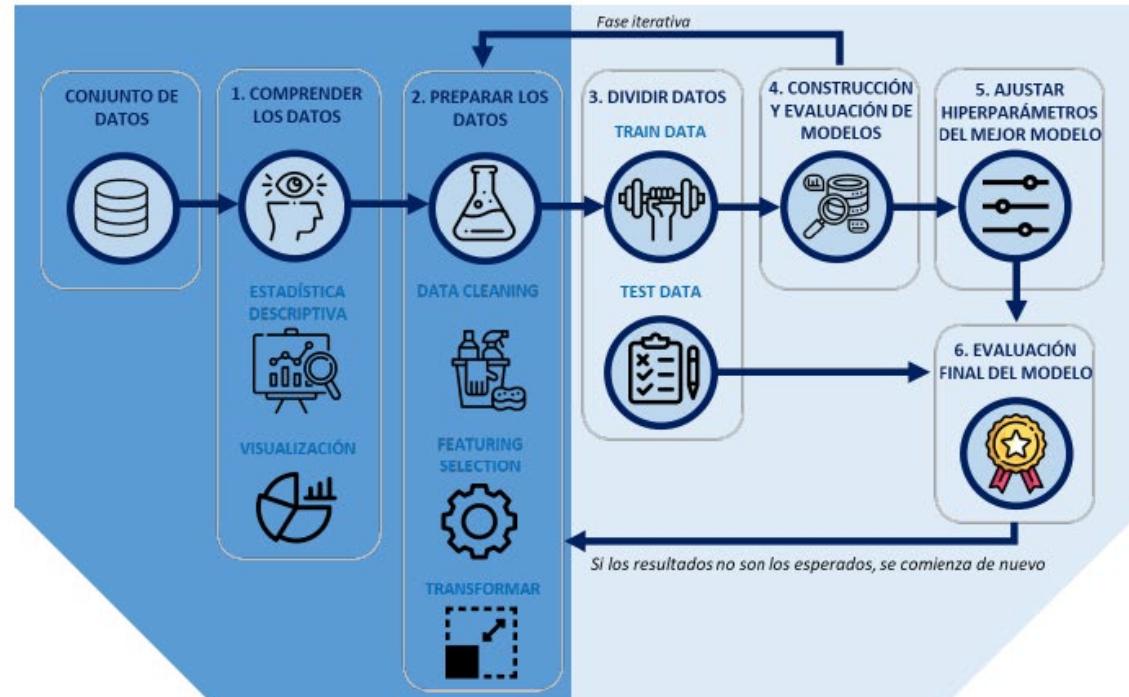
Top 10 jobs involving AI skills

Top jobs seeking machine learning or artificial intelligence skills

Rank	Job title	% of postings containing AI or machine learning	Rank	Job title	% of postings containing AI or machine learning
1.	Machine learning engineer	75.0%	6.	Algorithm developer	46.9%
2.	Deep learning engineer	60.9%	7.	Junior data scientist	45.7%
3.	Senior data scientist	58.1%	8.	Developer consultant	44.5%
4.	Computer vision engineer	55.2%	9.	Director of data science	41.5%
5.	Data scientist	52.1%	10.	Lead data scientist	32.7%

Source: Indeed

The Indeed logo, consisting of the word "indeed" in a blue sans-serif font with a registered trademark symbol.



Negocio	Acceso datos	Analizar datos	Desarrollo modelo	Implementación
Objectives	Sensors Databases	Data exploration Preprocessing	AI model Algorithm development	Desktop apps Enterprise systems



Negocio	Acceso datos	Analizar datos	Desarrollo modelo	Implementación
 Objectives	 Sensors	 Data exploration	 AI model	 Desktop apps
	 Databases	 Preprocessing	 Algorithm development	 Enterprise systems

Data scientist / ML engineer					
Data engineer / Data architect					
Data analyst / Business analyst					
IT					