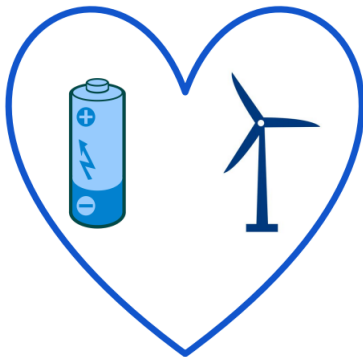


Renovables y baterías: un romance del siglo XXI

Seminario EII

Salvador Pineda Morente

(Ingeniería Eléctrica + Investigación Operativa)



¿Qué son los sistemas eléctricos?

- Un sistema eléctrico es el conjunto de instalaciones y equipos necesarios para producir y transportar la energía eléctrica a los usuarios. Los elementos principales son:



Generadores



Líneas



Demanda

- Los sistemas eléctricos son **infraestructuras críticas** ya que la mayoría de actividades económicas dependen de su buen funcionamiento.
- Los sistemas eléctricos son **infraestructuras extremadamente complejas** desde el punto de vista de la ingeniería.

¿Cuáles son los principales problemas a resolver?

	OPERACIÓN	PLANIFICACIÓN
Horizonte	1 segundo - 1 semana	1 año - 20 años
Decisiones	Generación de cada central Transporte por cada línea	Inversión en centrales nuevas Inversión en líneas nuevas
Objetivo	Min coste producción	Min coste prod. + inversión
Restricciones	Generación = Demanda Límites técnicos centrales Límites técnicos líneas	Generación = Demanda Límites técnicos centrales Límites técnicos líneas
Resolución	Asumible	Muy compleja

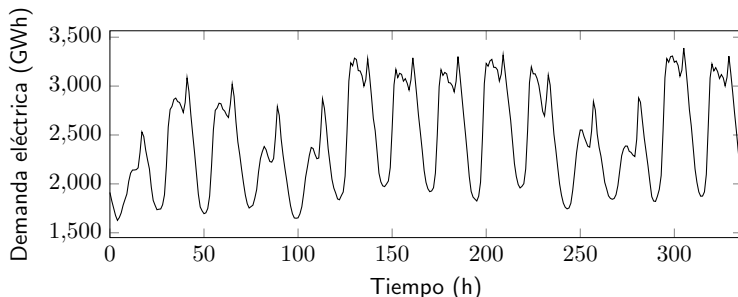
¿Por qué son tan complejos los problemas de planificación?

- Un mismo problema de optimización tiene que incluir las condiciones del sistema eléctrico durante varios años.
- Incluso considerando variables horarias, el elevado número de ecuaciones y variables hace que la carga computacional crezca significativamente.



¿Cómo se ha resuelto la planificación hasta ahora?

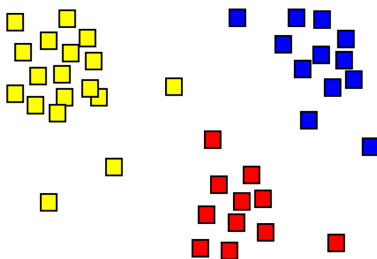
- Aprovechando el hecho de que la demanda eléctrica muestra marcados patrones diarios, semanales y anuales.



- Usando técnicas de aprendizaje estadístico como el *clustering* para agrupar periodos de tiempo y reducir el coste computacional del problema de planificación

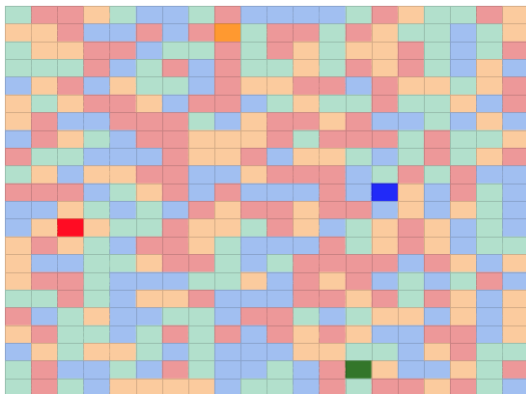
¿Y qué es eso del *clustering*?

- El *clustering* consiste en la tarea de agrupar un conjunto de objetos de tal manera que los miembros del mismo grupo (llamado *clúster*) sean más similares, en algún sentido u otro.



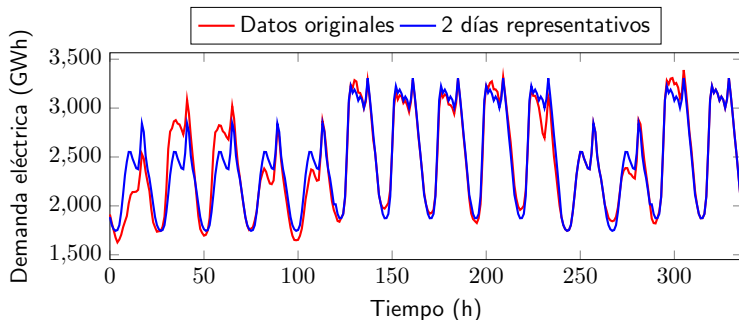
¿Cómo se usa el *clustering* en problemas de planificación?

- El enfoque más común es agrupar los días del horizonte temporal en un número reducido de *clústers* y resolver el problema de optimización considerando únicamente los días representativos.



¿Y cómo funcionan los días representativos?

- Usar días representativos funciona bastante bien como se demuestra en la siguiente figura



- Hemos pasado de 14 días (336 horas) a 2 días representativos (48 horas), reduciendo la carga computacional.

¿Y los sistemas eléctricos actuales?

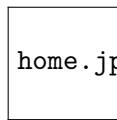
- Los sistemas eléctricos actuales tienen nuevos actores



Generadores



Líneas



Demanda



Renovables

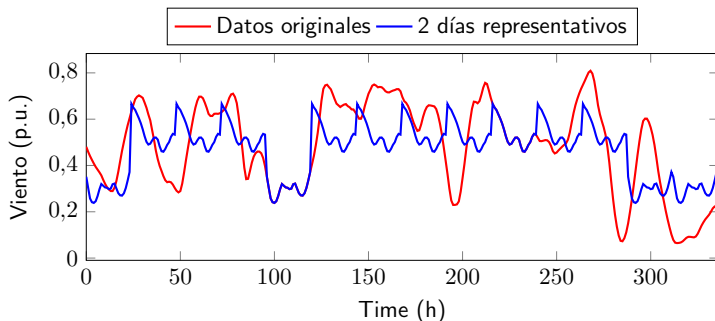


Baterías

- Las energías renovables son gratis y no contaminan
- Las energías renovables no suelen estar cuándo se les necesita
- Las baterías son el compañero perfecto para las renovables:
 - Si el viento sopla y la demanda es baja, la batería almacena energía
 - Si el viento no sopla y la demanda es alta, usamos la energía de la batería

¿Por qué no podemos seguir usando días representativos?

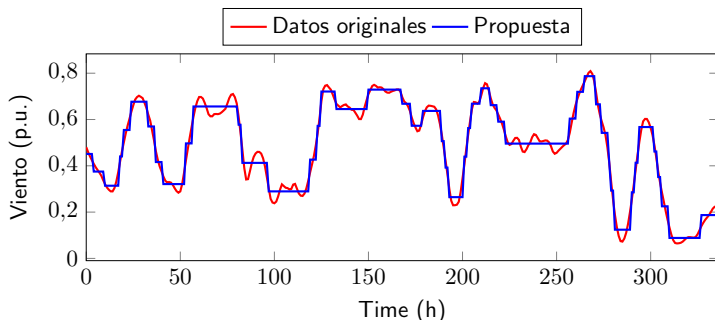
- Algunas renovables no tienen un marcado patrón diario



- La energía almacenada por algunas baterías puede ser usada varios días después

¿Qué es lo que proponéis?

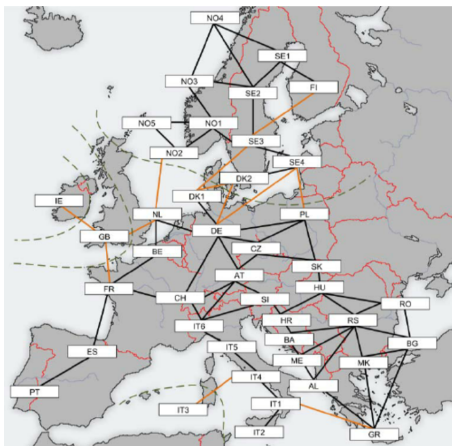
- En vez de usar días representativos, nosotros proponemos agrupar horas que sean **consecutivas**
- Si una hora y la siguiente son “parecidas”, estas dos horas son agrupadas en un único periodo de dos horas de duración



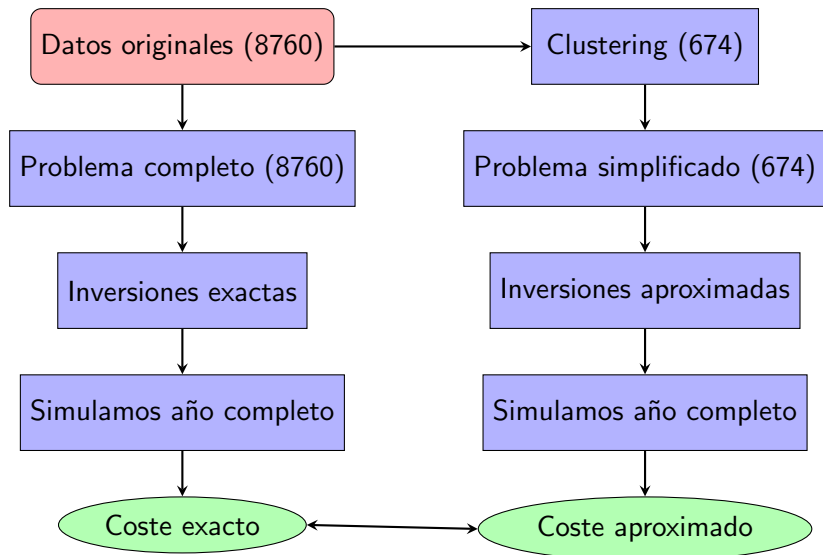
- Con solo 48 periodos conseguimos representar el viento mucho mejor
- Además, podemos modelar de manera más exacta la operación de las baterías ya que mantenemos la **cronología** de los datos

¿Lo habéis probado en un caso realista?

- Sistema eléctrico Europeo (28 países) para 2030
- Inversiones en generación convencional, generación renovable, líneas y distintas tecnologías de almacenamiento



¿Lo habéis probado en un caso realista?



¿Y cuáles han sido los resultados?

- En la tabla mostramos los incrementos de coste de cada metodología con respecto al caso en el que las inversiones se han decidido teniendo en cuenta las 8760 horas del año 2030.

Método	Número periodos	Incremento coste	Tiempo
Referencia	8760	0 %	~ 10 h
28 días	$28 \times 24 = 672$	13.1 %	~ 100 s
4 semanas	$4 \times 168 = 672$	48.1 %	~ 100 s
Propuesto	672	6.1 %	~ 100 s

- Con el mismo coste computacional conseguimos reducir el error de la aproximación del horizonte temporal

- La operación y planificación de los sistemas eléctricos se basa en la resolución problemas de optimización complejos.
- La integración del romance renovables + baterías hacen que esos problemas sean todavía más difíciles de resolver.
- Necesitamos aplicar técnicas avanzadas de tratamiento de datos y de *machine learning* en los sistemas eléctricos.

¡Gracias por la atención!

¿Preguntas?



Más info: oasys.uma.es