Preguntas de desarrollo con respuesta modelo

Energía Nuclear en la Transición Energética

Temas 1 a 6

Máster Universitario en Ingeniería de la Energía

ETSI Minas y Energía

Hugo Torres Orejudo

Noviembre 2026

Elaborado con IA a partir del material de la asignatura. Material no oficial.

Doce preguntas originales del tipo del examen escrito, con una respuesta modelo de unas pocas líneas: la extensión que cabe en un examen de una hora. Practica escribiendo tu respuesta antes de leer la propuesta.

Fuentes y conceptos

1. ¿Por qué no basta la potencia instalada para comparar tecnologías?

Respuesta modelo. Porque lo que cubre la demanda es la energía, y depende del factor de carga: $E = P \cdot 8760 \cdot FC$. Una central nuclear con $FC \approx 0{,}88$ produce con 1 GW unos 7,7 TWh/año; un parque solar de 1 GW con $FC \approx 0{,}20$, unos 1,8 TWh/año. Además, la potencia gestionable no vale lo mismo que la variable.

2. Define gestionabilidad y predictibilidad y aplícalas a la nuclear y a la eólica.

Respuesta modelo. Gestionable es la fuente cuya producción se puede ajustar a voluntad; predecible, aquella cuya disponibilidad se conoce de antemano. La nuclear es muy predecible y gestionable a escala de días, con seguimiento de carga limitado en los diseños actuales; la eólica es poco gestionable (depende del viento) y predecible solo con previsiones de horas a días.

3. ¿Qué diferencia hay entre recurso y reserva?

Respuesta modelo. El recurso es la cantidad total identificada o estimada; la reserva, la parte explotable hoy con la tecnología y los precios actuales. Las reservas de uranio crecen si sube su precio, porque yacimientos más pobres pasan a ser rentables.

4. Calcula el orden de magnitud del uranio que consume una central de 1000 MWe.

Respuesta modelo. Con rendimiento del 33 % y factor de carga del 90 % produce unos $8{,}6 \cdot 10^{16}$ J térmicos al año; a $8{,}2 \cdot 10^{13}$ J/kg de U-235 fisionado, fisiona del orden de una tonelada. Con un quemado de 45 MWd/kgU descarga unas 22 t de combustible enriquecido al año.

Planificación y adaptación

5. ¿Qué aporta una herramienta como EN-ROADS?

Respuesta modelo. Permite ver el efecto global de políticas (precio del carbono, electrificación, eficiencia, renovables, nuclear) sobre las emisiones y la temperatura en 2100, y sobre todo las interacciones: actuar sobre un elemento mueve los demás, por lo que ninguna palanca aislada basta.

6. Haz un DAFO breve de la energía nuclear en España.

Respuesta modelo. Fortalezas: baja emisión de ciclo de vida, gestionable, alta densidad energética. Debilidades: coste y plazos de nueva construcción, residuos de alta actividad, aceptación social. Oportunidades: operación a largo plazo, SMR, calor e hidrógeno, estabilidad de la red con mucha renovable. Amenazas: renovables y almacenamiento cada vez más baratos, precios bajos en horas solares, fiscalidad e incertidumbre regulatoria.

7. ¿Qué es la operación a largo plazo y por qué suele ser rentable?

Respuesta modelo. Extender la vida de una central más allá de su vida de diseño, con revisiones periódicas de seguridad y gestión del envejecimiento. La inversión inicial ya está amortizada: solo hay que pagar las mejoras y la operación, por lo que su coste por MWh es bajo comparado con nueva generación firme.

8. Ventajas y retos de los SMR.

Respuesta modelo. Ventajas: fabricación en serie en taller, seguridad pasiva, inversión unitaria menor, plazos más cortos y usos nuevos (calor industrial, sustituir carbón, sistemas aislados). Retos: demostrar el coste en serie, licenciamiento, cadena de suministro y gestión de residuos.

9. Explica la diferencia entre ciclo abierto y ciclo cerrado del combustible.

Respuesta modelo. En el abierto el combustible gastado se almacena (piscinas, almacén en seco) y se destina a un almacenamiento geológico profundo. En el cerrado se reprocesa para recuperar uranio y plutonio y fabricar combustible nuevo, reduciendo el volumen de residuos de alta actividad pero con más coste y complejidad.

Proyecciones y fusión

10. ¿Por qué el LCOE nuclear es tan sensible a la tasa de descuento?

Respuesta modelo. Porque su coste está dominado por la inversión, que se paga años antes de producir. Una tasa mayor encarece la anualidad del capital y los intereses durante la construcción; los retrasos multiplican el efecto.

11. Escribe la reacción D-T y explica qué es el criterio de Lawson.

Respuesta modelo. D + T $\rightarrow$ ^{4}He (3,5 MeV) + n (14,1 MeV). El criterio de Lawson fija el producto mínimo de densidad, temperatura y tiempo de confinamiento de la energía ($nT\tau_E$) para que la energía de fusión compense las pérdidas del plasma.

12. ¿Qué ventajas de seguridad tiene la fusión frente a la fisión y qué retos quedan?

Respuesta modelo. No hay reacción en cadena ni posibilidad de fusión del núcleo, el inventario de combustible en el reactor es mínimo y no genera residuos de alta actividad de larga vida. Quedan los materiales frente a neutrones de 14 MeV, la autosuficiencia en tritio, la extracción de calor y el coste, con horizonte comercial en la segunda mitad de siglo.