

Agua y producción de energía eléctrica. Las centrales convencionales.

Murcia, 17 de marzo de 2016

OBJETIVOS

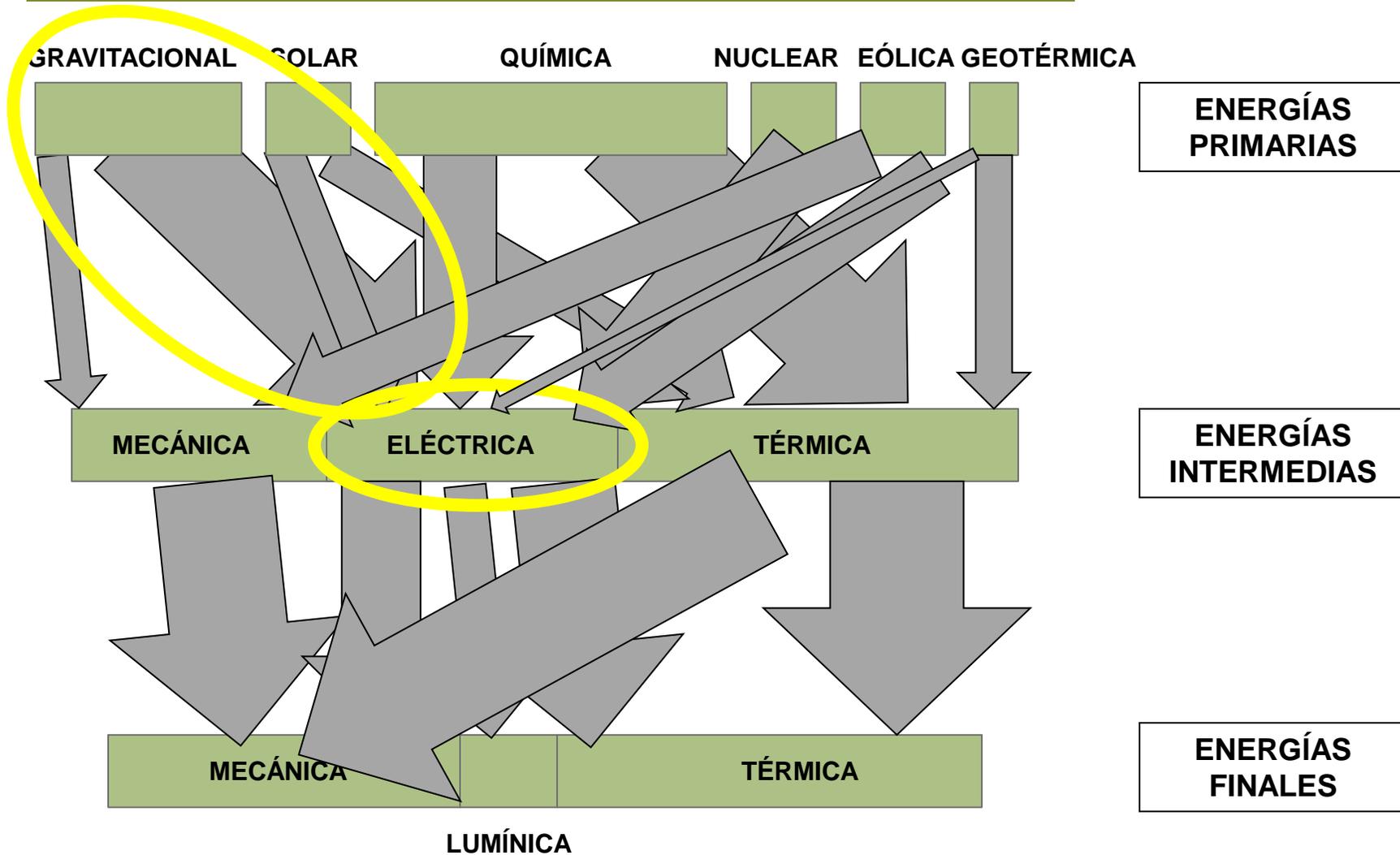
- ✓ *Visión global de las transformaciones energéticas.*
- ✓ *Entender valor social, medioambiental y eléctrico de la hidroelectricidad.*
- ✓ *Conocer la topología básica de los aprovechamientos hidroeléctricos y su modo de explotación.*

Índice

1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA
2. CUALIDADES AMBIENTALES DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA
3. CONSTITUCIÓN BÁSICA DE LOS APROVECHAMIENTOS
HIDROELÉCTRICOS
4. EXPLOTACIÓN DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS
5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN EL PLANETA

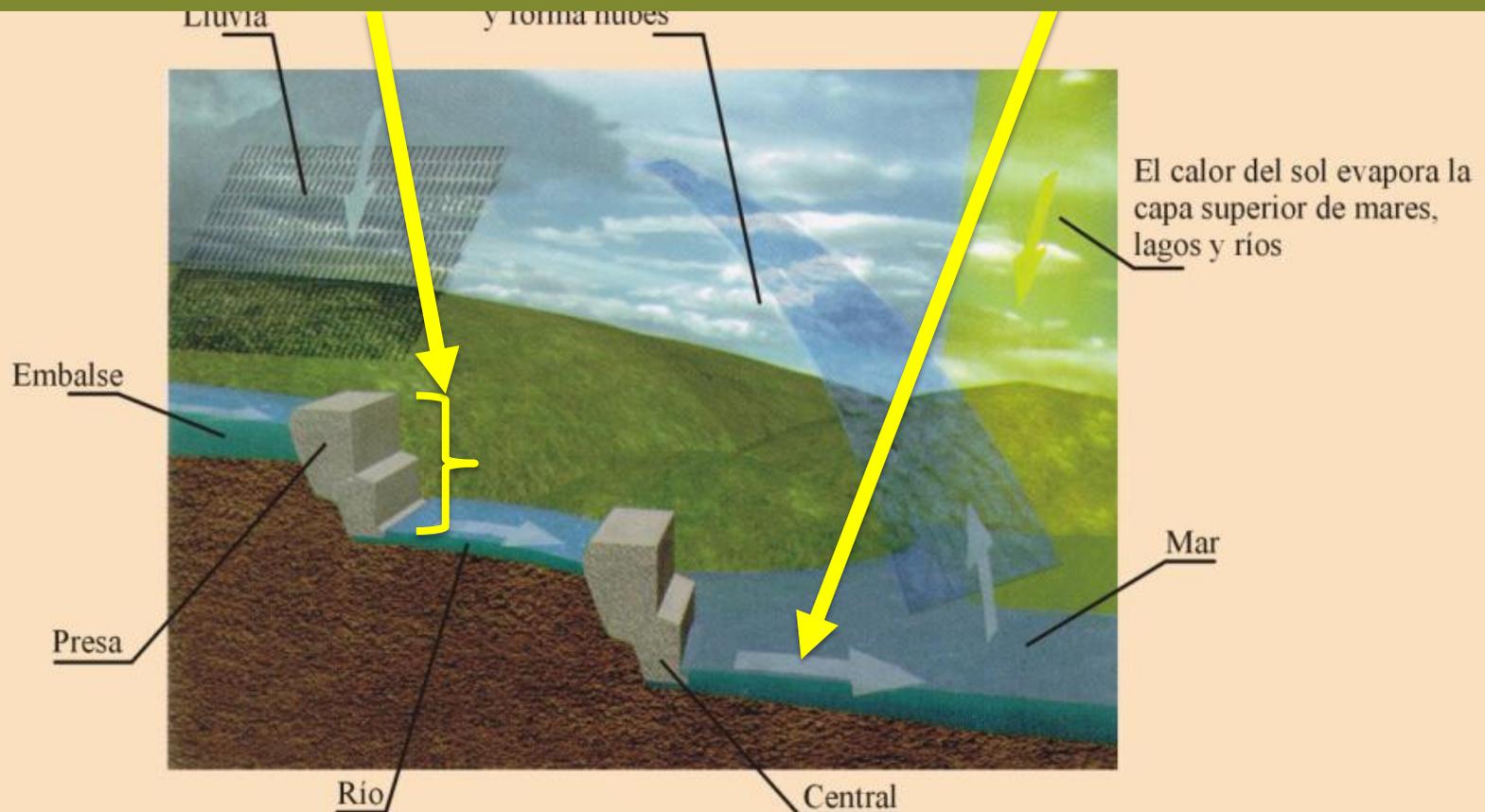


Introducción a la energía

- Posibilidad de realizar aprovechamientos energéticos hidráulicos:

- Salto (H)

- Caudal (Q)



POTENCIA Y ENERGÍA EN LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS

POTENCIA

$$P \text{ (kW)} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_a}{1000}$$

ρ : densidad agua = 1000 kg/m³

g : aceleración gravedad = 9.81 m/s²

Q : caudal, m³/s

H : salto neto, m

η_t : rendimiento turbina = 0.92

η_a : rendimiento alternador = 0.975

$$P \text{ (kW)} = 8,8 \cdot Q \cdot H$$

ENERGÍA

$$E = P \cdot t = 8,8 \cdot Q \cdot H \cdot t \text{ (kJ)}$$

$$E \text{ (GWh)} = \frac{V \text{ (hm}^3) \cdot H \text{ (m)}}{409}$$

Equivalente energético

$$\text{e.e. (kWh/m}^3) = \frac{H \text{ (m)}}{409}$$

2. CUALIDADES AMBIENTALES DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

POSITIVAS

- **Recurso renovable.**
- **Energía limpia.**
- **Instalaciones de larga vida útil.**
- **Tecnología madura.**
- **Moderados gastos de operación y mantenimiento.**
- **Rapidez para atender las variaciones de carga.**

LIMITACIONES

- **Recurso natural y escaso.**
- **Interferencia con otros usos del agua.**
- **Irregularidad hidrológica.**
- **Impacto ambiental.**
- **Inversión inicial elevada.**
- **Tramitación compleja.**
- **Necesidad de emplazamiento adecuado.**
- **Proyecto no estándar.**

VALOR MEDIOAMBIENTAL HIDROELECTRICIDAD

GESTIÓN
RECURSOS
HÍDRICOS

- **Regulación / laminación avenidas**
- **Garantía de Caudales ecológicos**
- **Creación de nuevos ecosistemas**

REDUCCIÓN
PROBLEMAS
AMBIENTALES
GLOBALES

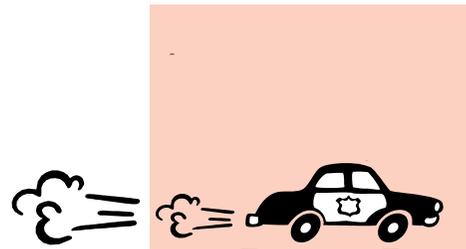
- **Lluvia ácida (SO₂)**
- **Efecto invernadero (CO₂)**
- **Reducción capa ozono (Nox)**

EMISIONES ANUALES EVITADAS (España)

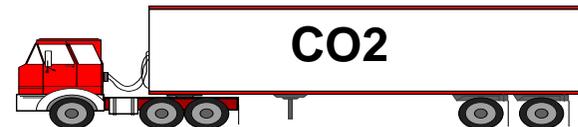
Comparativa frente a generación térmica (carbón, fuel, ...)

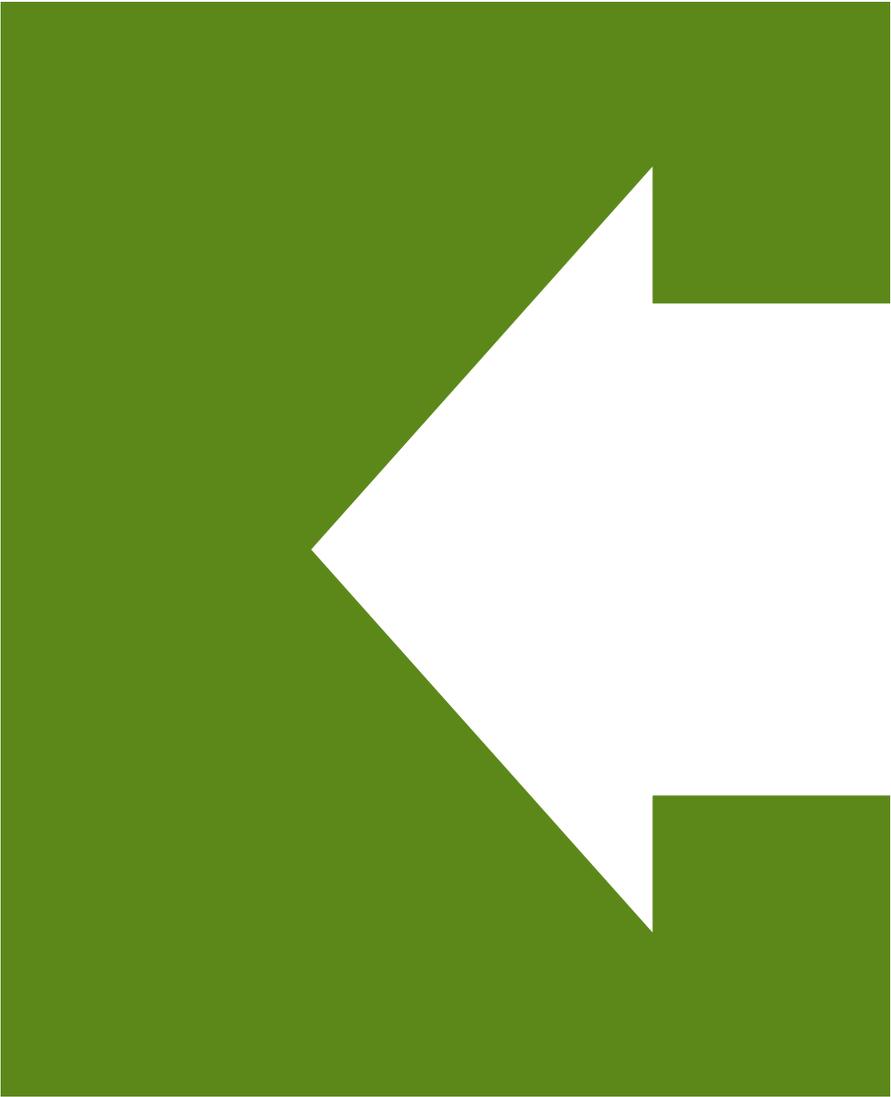
- **22 millones de t de CO₂** (efecto invernadero)
- **155 mil t de SO₂** (lluvia ácida)
- **70 mil t de NO_x** (capa de ozono)

30% emisiones CO₂ vehículos



550.000 camiones (40 t) de CO₂
(Madrid – Pekin)

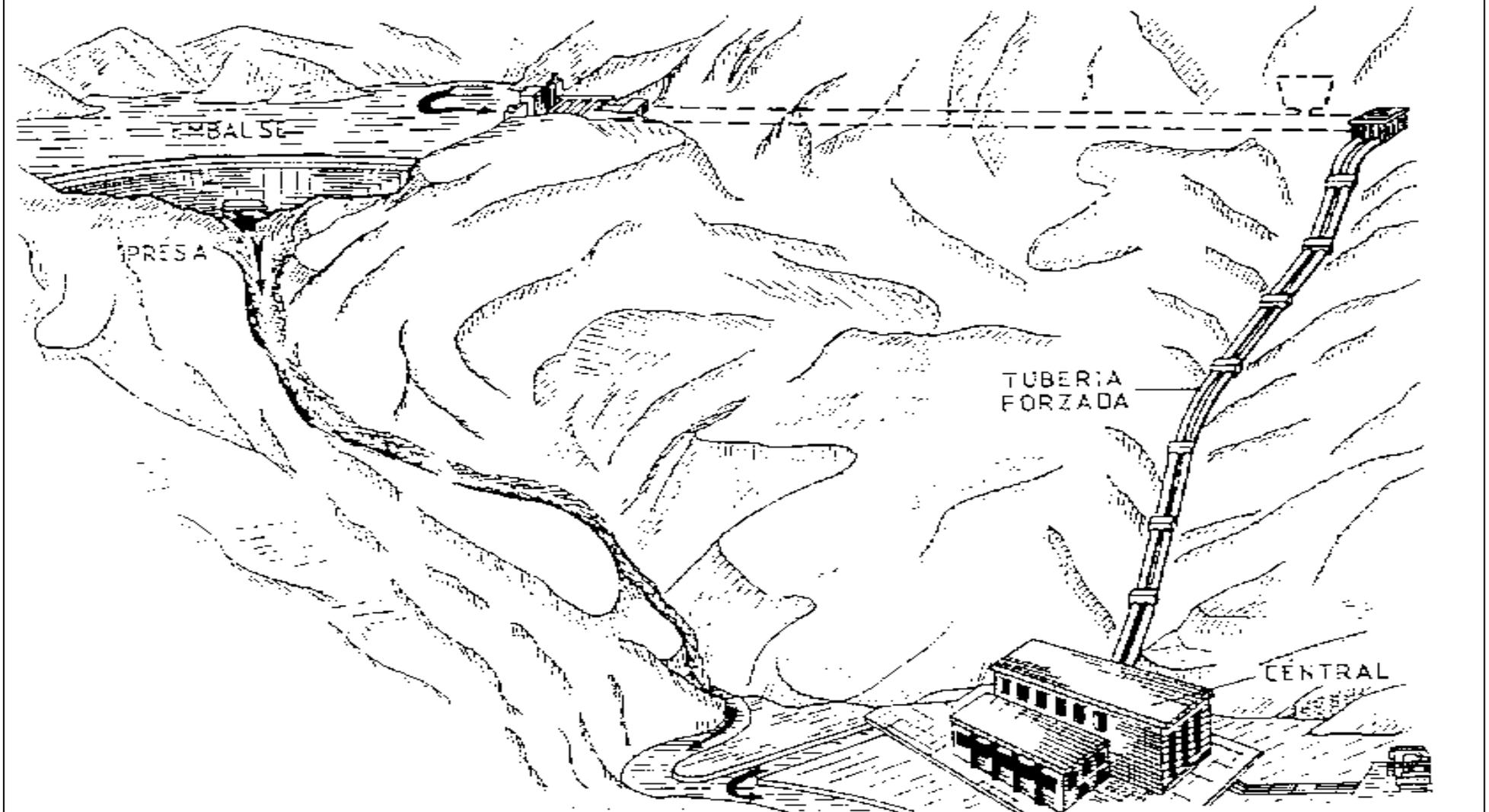




3. CONSTITUCIÓN BÁSICA DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS

Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Tipo 1: CENTRAL DE AGUA FLUYENTE



Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.



Tipo 1: CENTRAL DE AGUA FLUYENTE

Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Tipo 1: CENTRAL DE AGUA FLUYENTE



Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.



Acueducto
Tajo-Segura

CH EL PICAZO

PRESA

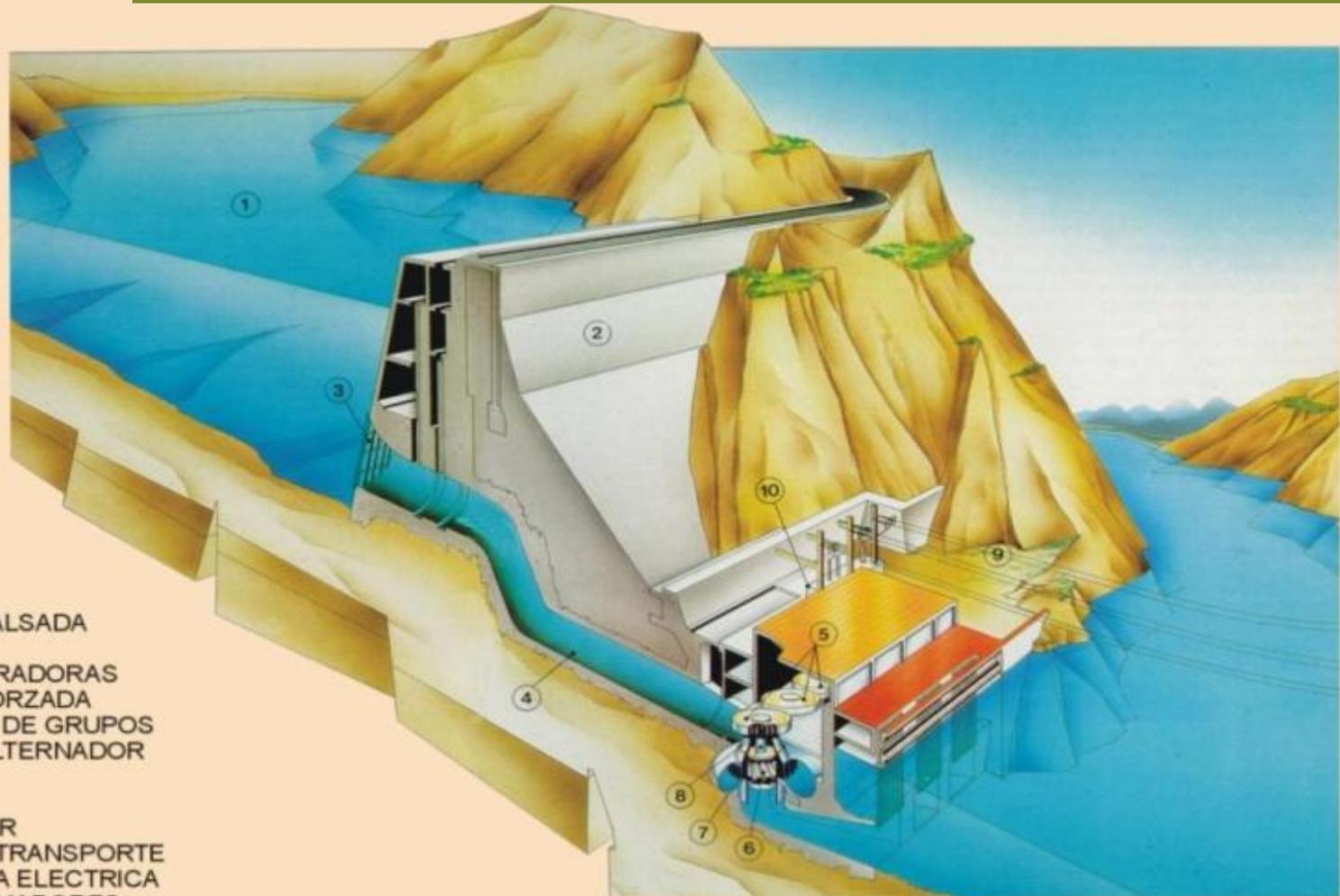
- Tipo: gravedad
- Altura: 17 m
- Salto: 49 m
- Aliviadero: 3.000 m³/s
- Canal: 35 m³/s, 7.100 m

CENTRAL

- Tipo: edificio
- N° grupos: 2
- Potencia: 2 x 9 MW
- Caudal: 2 x 21 m³/s

Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Tipo 2: CENTRAL DE AGUA REGULADA



- 1 - AGUA EMBALSADA
- 2 - PRESA
- 3 - REJAS FILTRADORAS
- 4 - TUBERIA FORZADA
- 5 - GONJUNTO DE GRUPOS TURBINA-ALTERNADOR
- 6 - TURBINA
- 7 - EJE
- 8 - GENERADOR
- 9 - LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA
- 10 - TRANSFORMADORES

Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.



CH CORTES II

PRESA

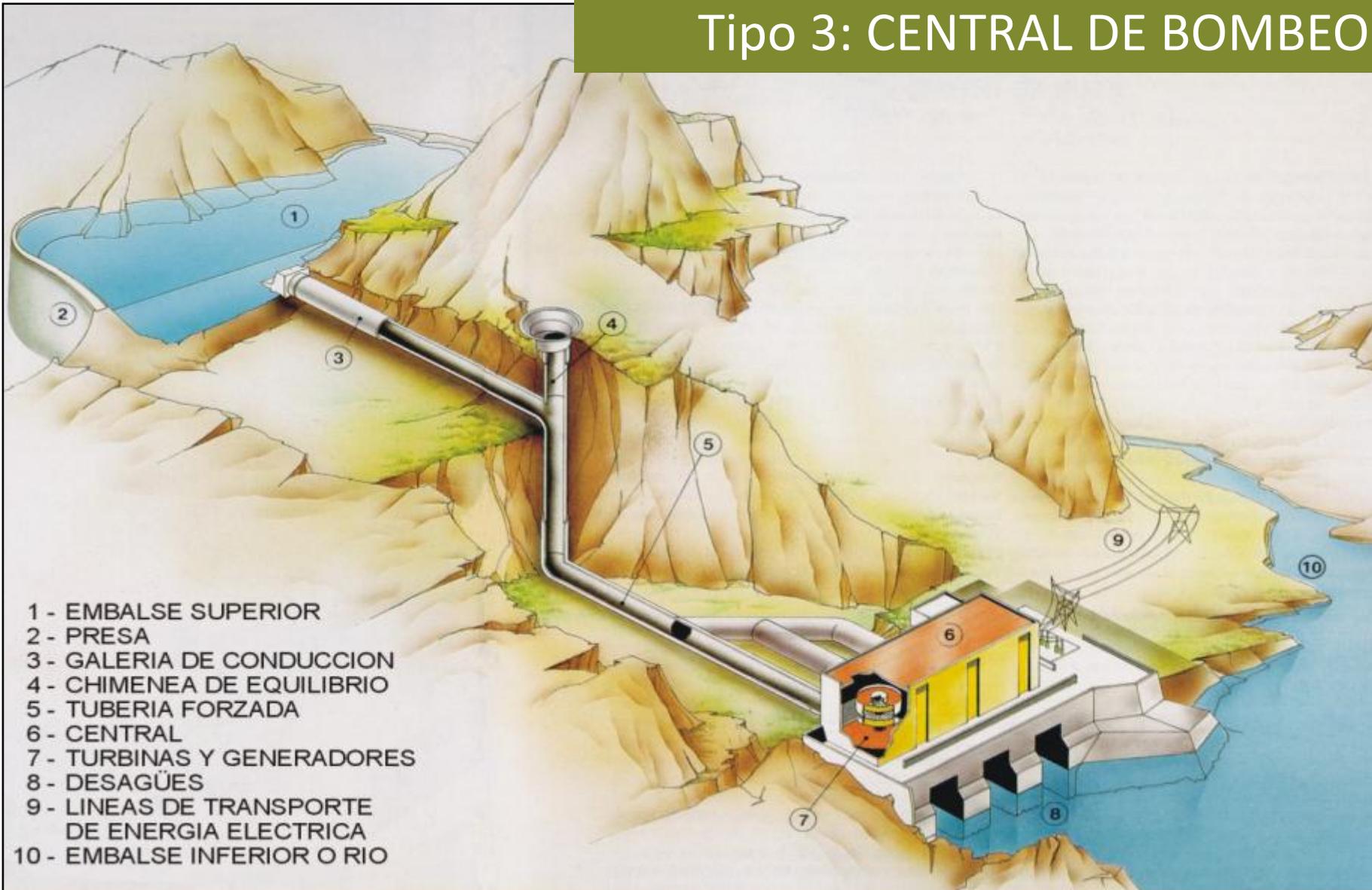
- Tipo: arco-gravedad
- Altura: 116 m
- Salto: 74 a 96 m
- Aliviadero: 6900 m³/s

CENTRAL

- Tipo: pozo cilíndrico
- N° grupos: 2
- Potencia: 2 x 140 MW
- Caudal: 2 x 160 m³/s

Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Tipo 3: CENTRAL DE BOMBEO



Constitución básica de los aprovechamientos hidroeléctricos.

CH LA MUELA

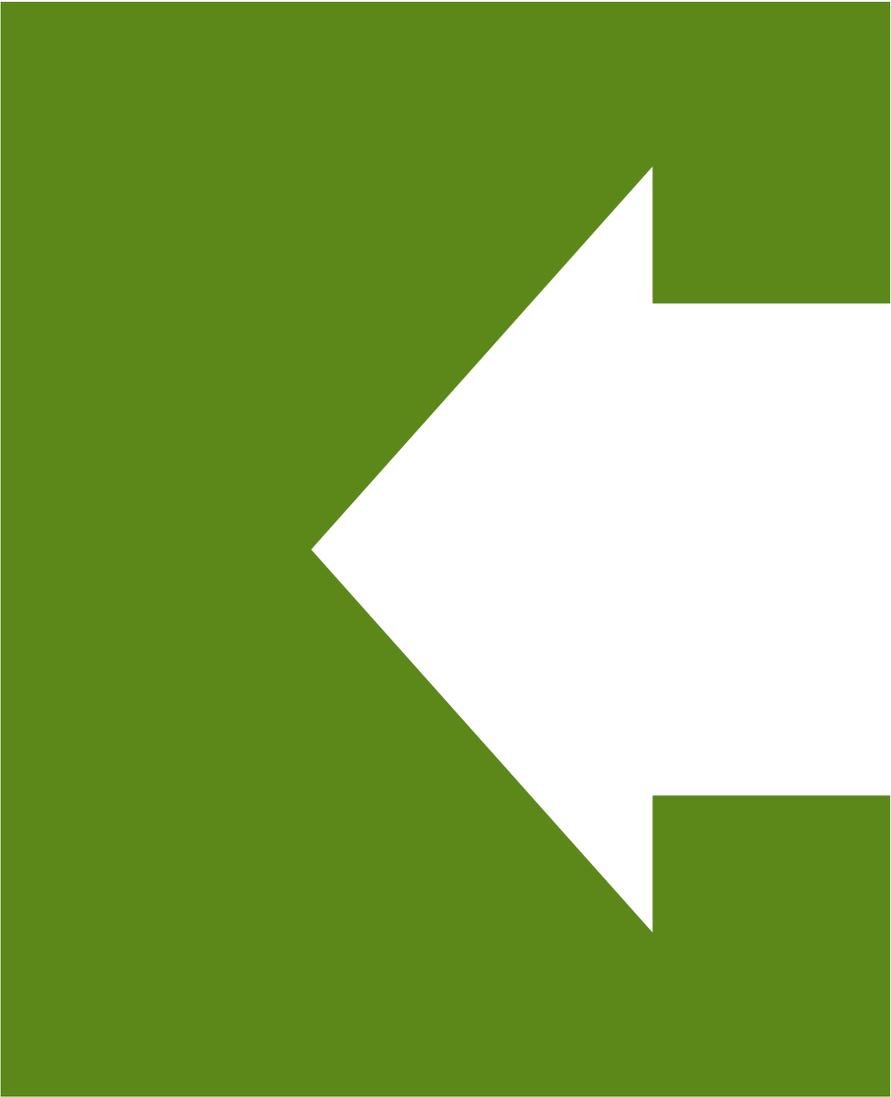
DEPÓSITO SUPERIOR

- Tipo: escollera
- Altura dique: 30 m
- Salto: 486 a 512 m

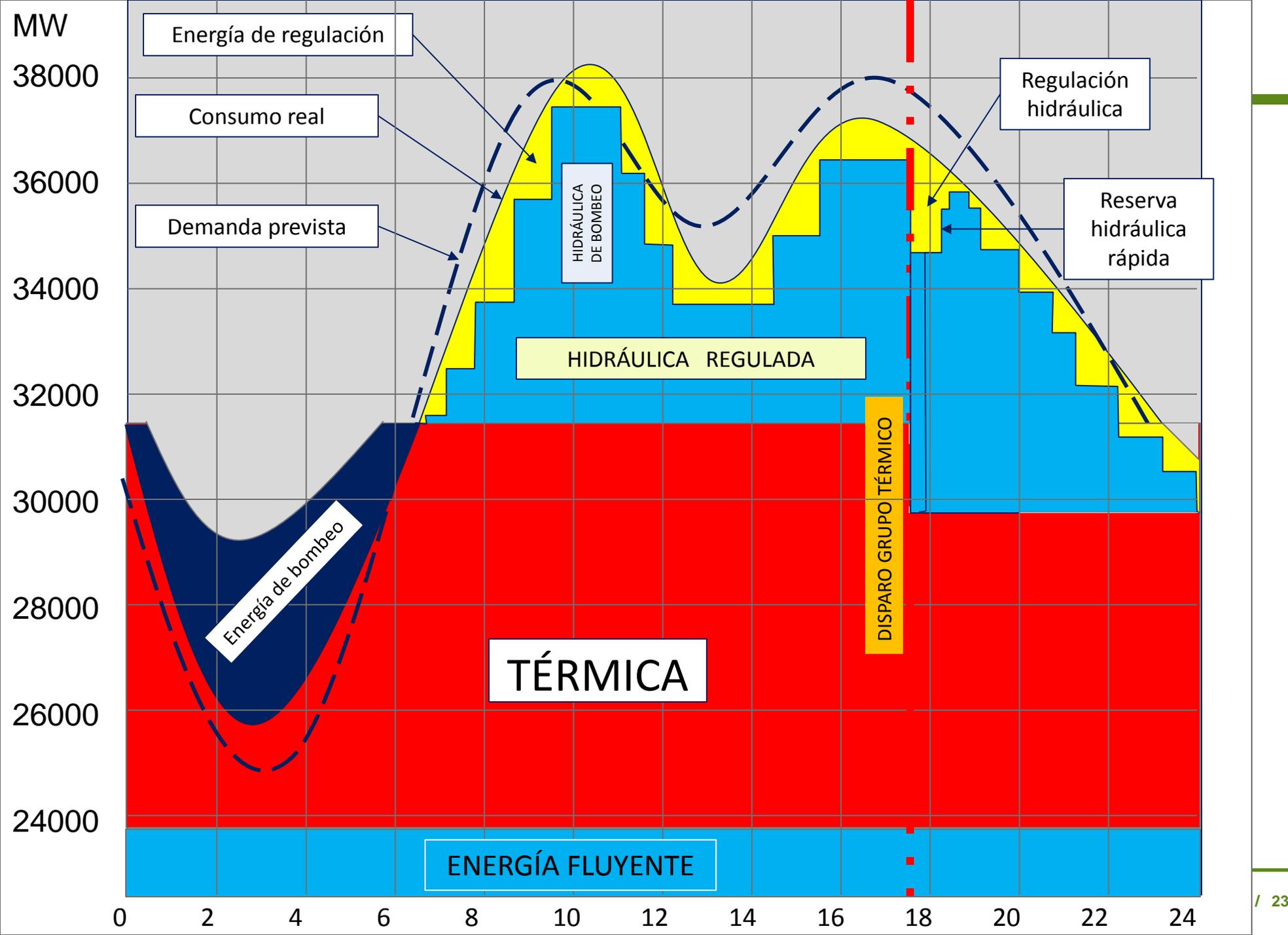
CENTRAL

- Tipo: caverna
- N° grupos: 3 + 4
- Potencia turbinación:
 - 3 x 210 MW
 - 4 x 219 MW
- Potencia bombeo:
 - 3 x 183 MW
 - 4 x 183 MW
- Caudal turbinación:
 - 135 + 192 m³/s





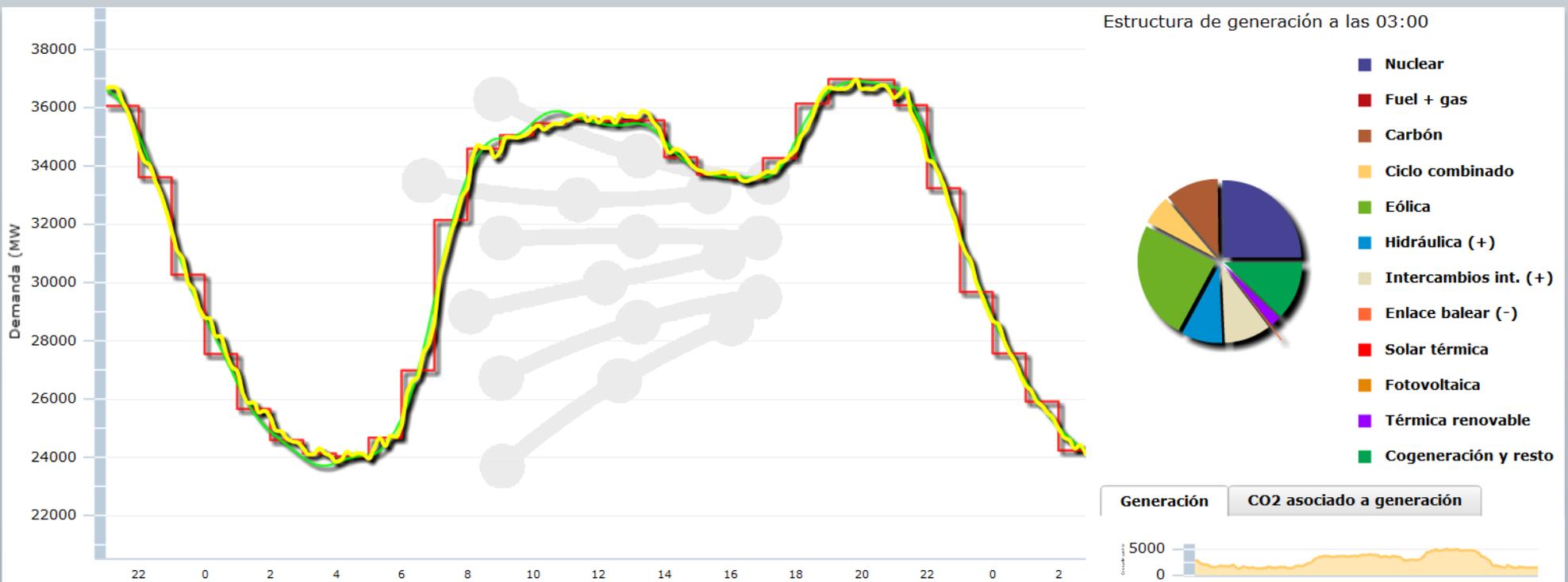
4. EXPLOTACIÓN DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS



Explotación de los aprovechamientos hidroeléctricos.

DEMANDA DE ENERGÍA ENERGÍA ELÉCTRICA 15/01/2016

Demanda de energía eléctrica en tiempo real, estructura de generación y emisiones de CO2



Demanda (MW) a las 03:00 de 15/01/2016 Real = 24122 Prevista = 24089 Emisiones CO2 (t/h) = 4140

© RED ELECTRICA DE ESPAÑA - www.ree.es • Todos los derechos reservados

2016-01-14

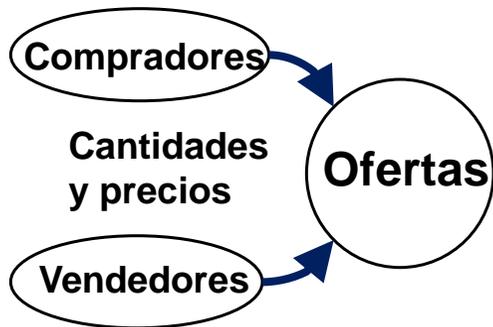
Ver fecha

Máximo diario 37097 a las 14/01/2016 19:53 Mínimo diario 23671 a las 14/01/2016 03:58

Ayuda

FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DIARIO DE ENERGÍA

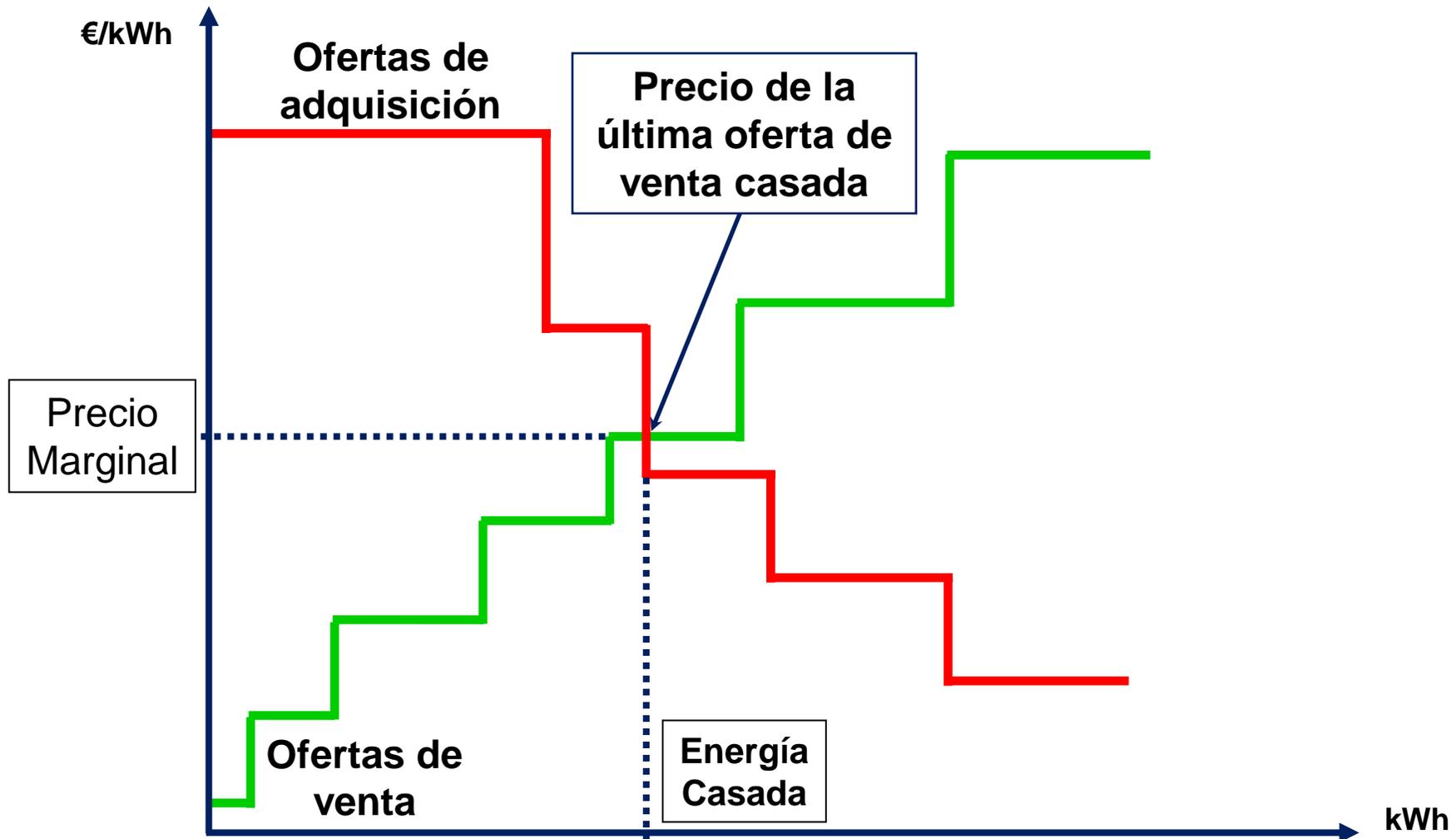
OPERADOR DEL MERCADO



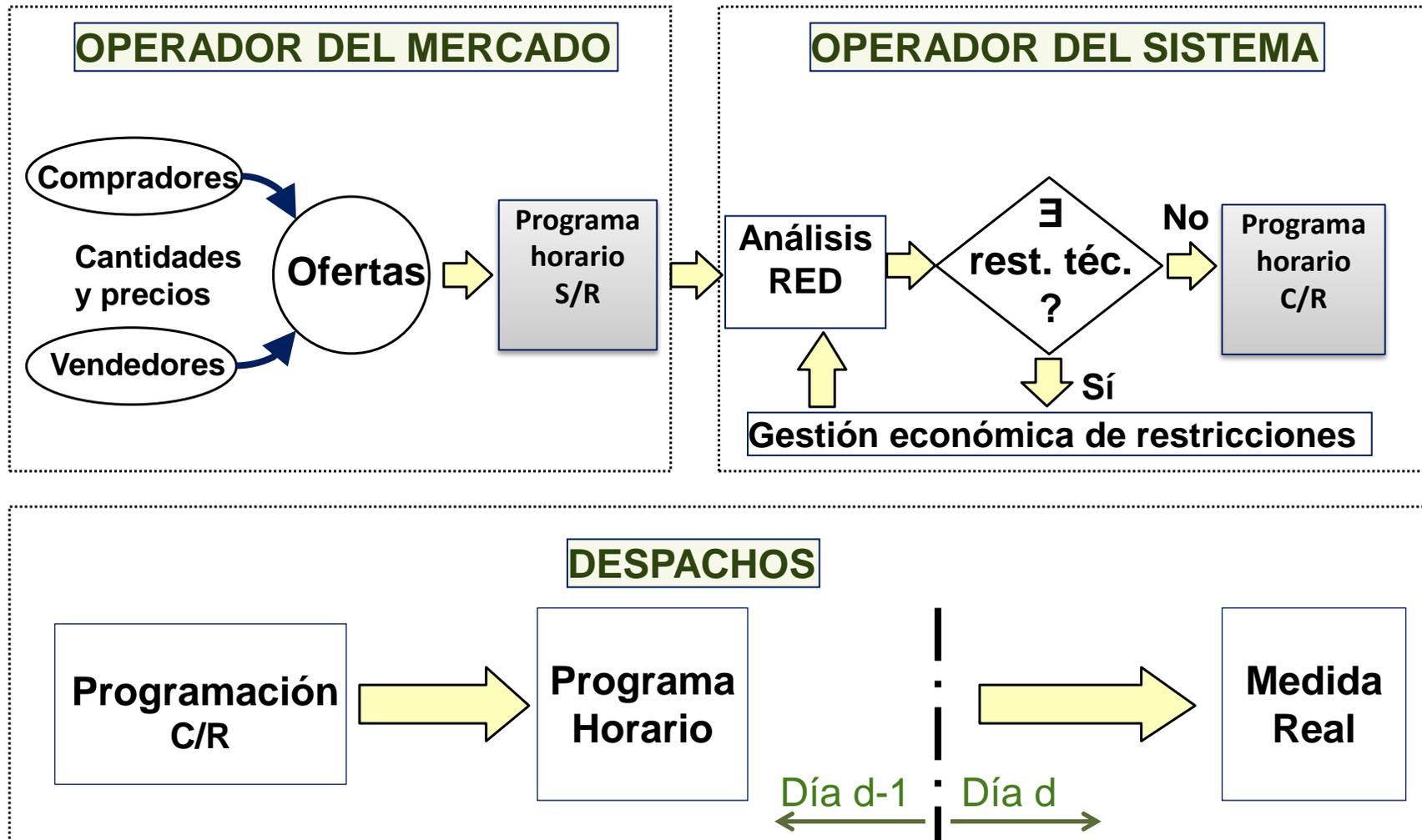
OPERADOR DEL SISTEMA

DESPACHOS

PROCEDIMIENTO DE CASACIÓN (para 24 períodos)



FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO **DIARIO** DE ENERGÍA



MERCADO INTRADIARIO DE ENERGÍA

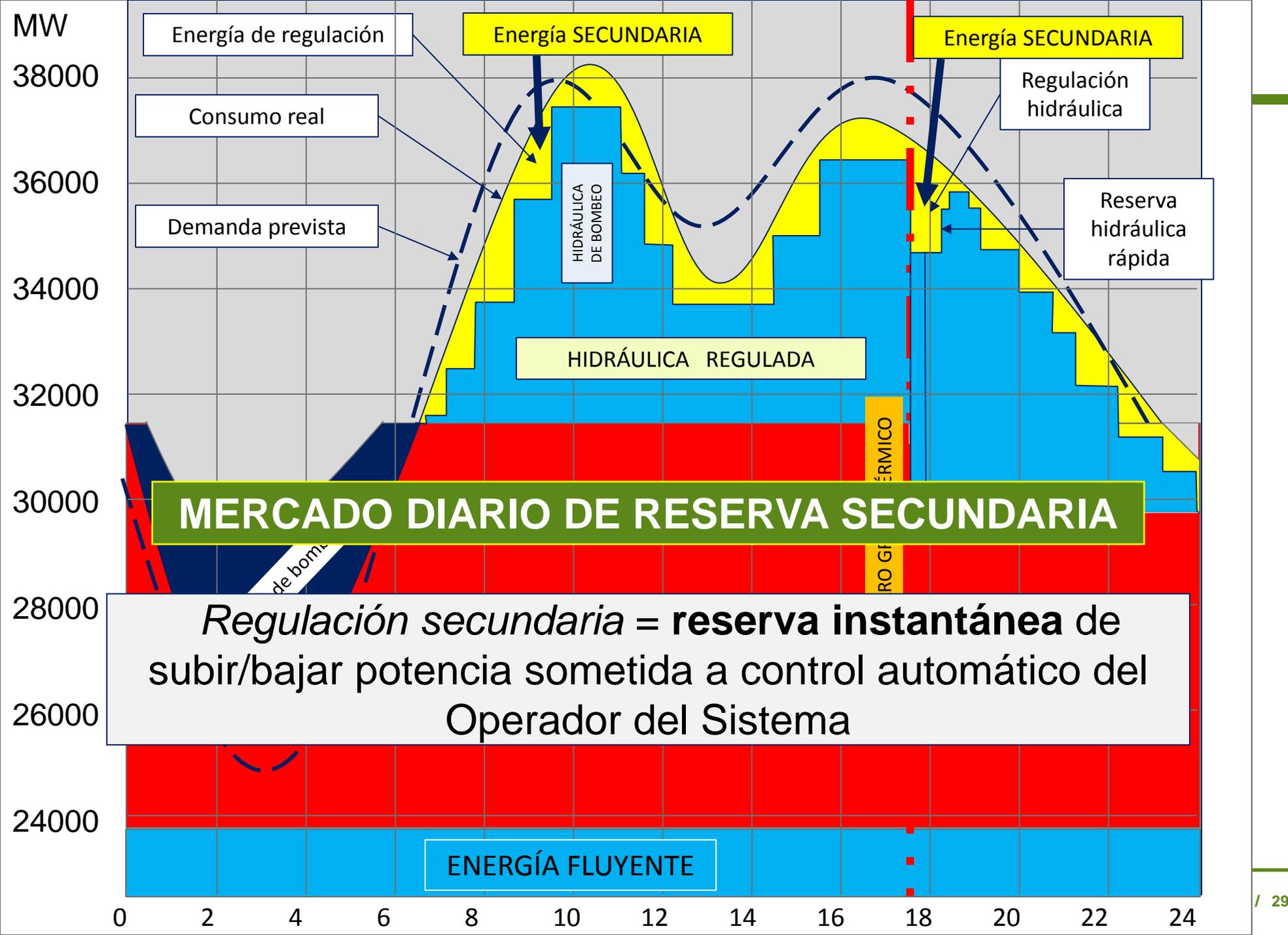
6 Mercados intradiarios: cada 4 horas, para reajustar la casación a la demanda

+

MERCADO DIARIO DE RESERVA SECUNDARIA

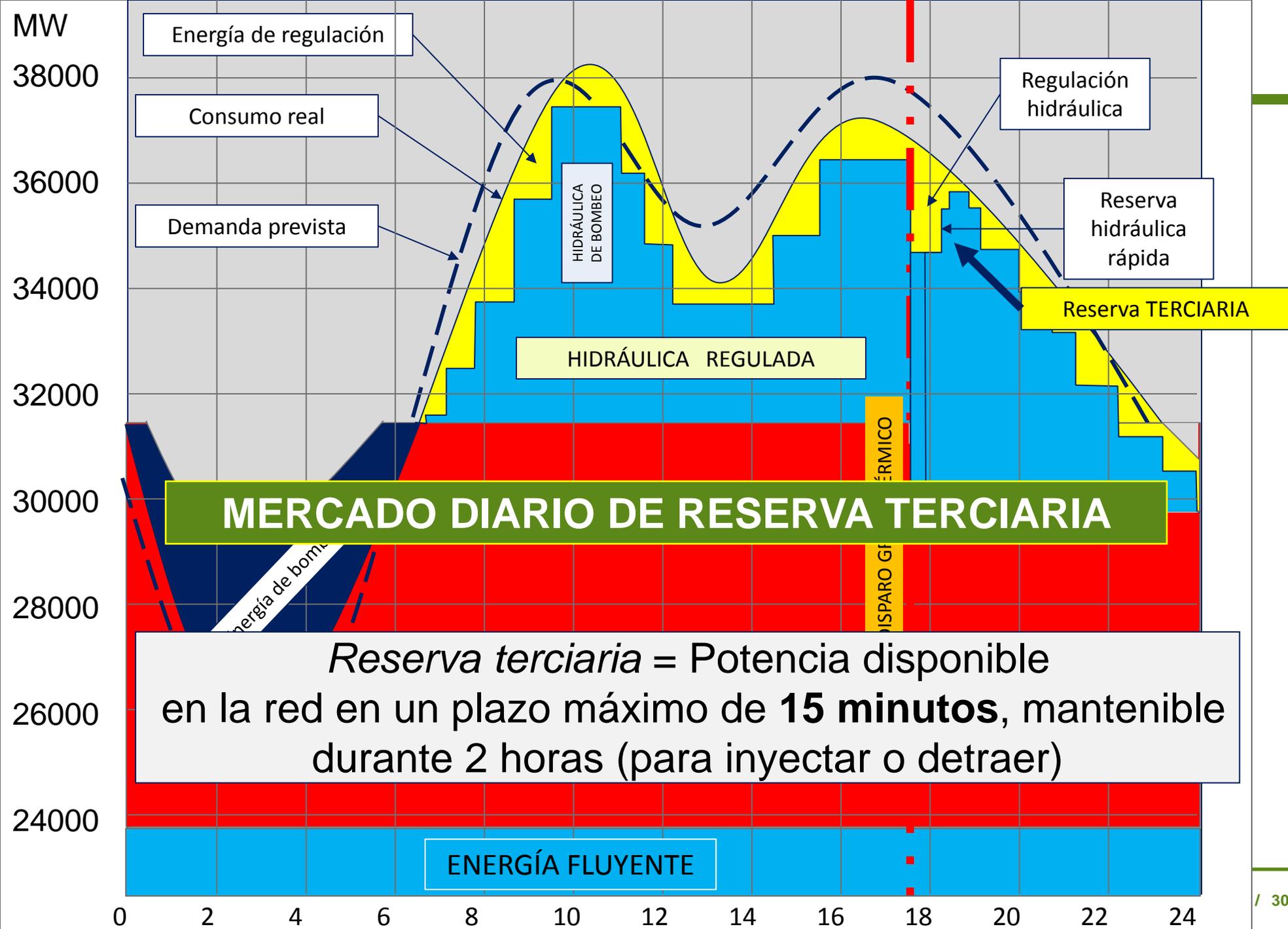
+

MERCADO DIARIO DE RESERVA TERCIARIA



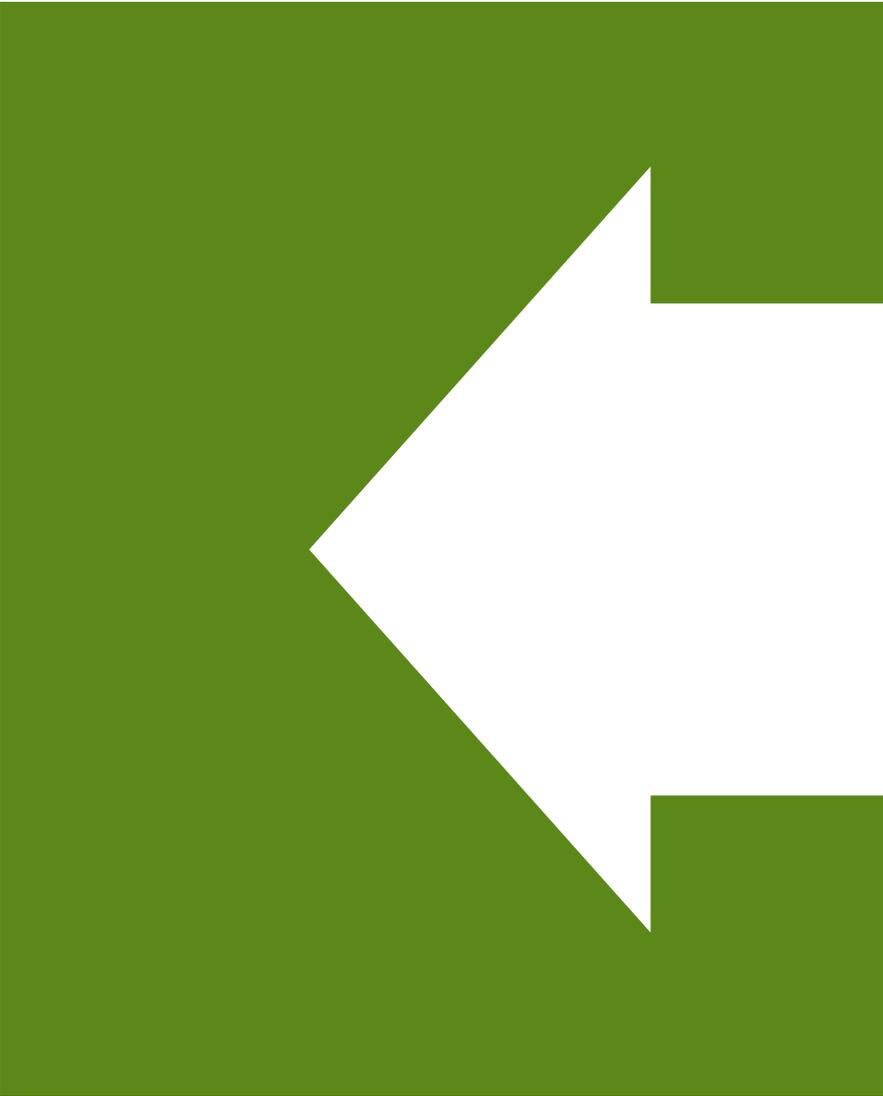
MERCADO DIARIO DE RESERVA SECUNDARIA

Regulación secundaria = reserva instantánea de subir/bajar potencia sometida a control automático del Operador del Sistema



MERCADO DIARIO DE RESERVA TERCIARIA

Reserva terciaria = Potencia disponible en la red en un plazo máximo de **15 minutos**, mantenible durante 2 horas (para inyectar o extraer)



5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

CONCLUSIONES

- Utilizan una parte del ciclo natural del agua >>>> **ENERGÍA RENOVABLE**
- Las CCHH han venido satisfaciendo la demanda eléctrica desde el origen del sistema eléctrico, con total flexibilidad.
- Complementan a otros tipos de Centrales de producción, tanto convencionales como las nuevas renovables.
- Son **IMPRESCINDIBLES** en la cobertura de la curva de carga.
- Son instalaciones automatizadas y teledirigidas, operadas desde centros de control remoto.
- Proyecto no estándar >>>> Gran diversidad de instalaciones.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

- Mayor demanda de CCHH de punta y/o bombeo por:
 - Progresivo aumento de la demanda, que exigirá mayores transferencias de energía de horas valle a horas punta.
 - Nuevas centrales renovables pero no programables y/o regulables.
 - Disminución progresiva de las centrales basadas en combustibles fósiles que, aunque lentas, tienen capacidad de regulación.
- Construcción de nuevas CCHH de puntas y/o bombeo, de gran potencia y disponibilidad inmediata:
 - Ejemplos: CH La Muela II, Valencia (4 grupos, 878 MW, p.e.s. 2015)
Complejo Alto Támeaga, Portugal (1.154 MW)
CH Santa Cristina, Galicia (728 MW)



IBERDROLA

MUCHAS GRACIAS !!!
Centrales eléctricas convencionales.

Murcia, 17 de marzo de 2016