Seminario sobre tecnologías energéticas para la Biomasa y Residuos

endesa cogeneración y renovables

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS DE VERTEDERO

Xavier Noguer

28 de junio de 2006

endesa cogeneración y renovables

INDICE

1. El biogás de vertedero
2. Tecnologías de valorizacion energética del biogás
3. Marco económico de la valorización energética del biogás
4. Ejemplos de aplicación

BIOGÁS DE VERTEDERO

La normativa europea sobre vertederos (directiva 1999/31/CE), y la transposición a la legislación española (Real Decreto 1481/2001) obligan a la recogida y tratamiento del biogás:

"En todos los vertederos que reciban residuos biodegradables se recogerán los gases del vertedero, se tratarán y se aprovecharán. Si el gas recogido no puede aprovecharse para producir energía, se deberá quemar"

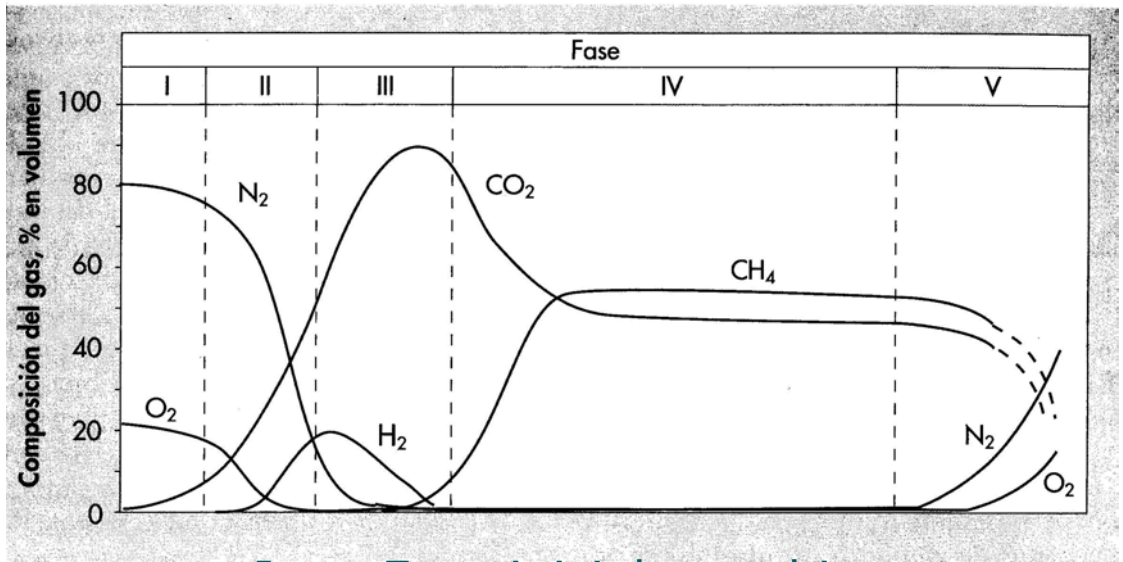
endesa cogeneración y renovables

BIOGÁS DE VERTEDERO

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010
OBJETIVOS PARA EL BIOGÁS

Situación 2004	141 MWe	825 GWh	267 ktep
Objetivo 2010	235 MWe	1417 GWh	455 ktep

BIOGÁS DE VERTEDERO
Fases de generación de biogás



I. Fase inicial, aerobia
II. Fase de transición
III. Fase ácida
IV. Fase metanogénica
V. Fase de maduración

BIOGÁS DE VERTEDERO
Estimación de la generación de biogás

Los modelos habitualmente utilizados son de la forma:

$$V = k \cdot L_0 \, e^{-kT}$$

Donde

- V Volumen de biogás producido en el año T (m^3)
- L_0 Volumen total de metano producido por la degradación completa de una tonelada de residuo (m^3/t)
- k Inversa del periodo de degradación ($años^{-1}$)

BIOGÁS DE VERTEDERO
Estimación de la generación de biogás. Incertidumbres

- L_0: valores muy dispares en función de tipo de residuo, condiciones del vertedero, etc.
  50 a 150 m^3/t

- K, periodo de degradación: los vertederos contienen residuos de muy distinta degradabilidad y con diferentes condiciones ambientales.

  Recomendaciones EPA según pluviometría:

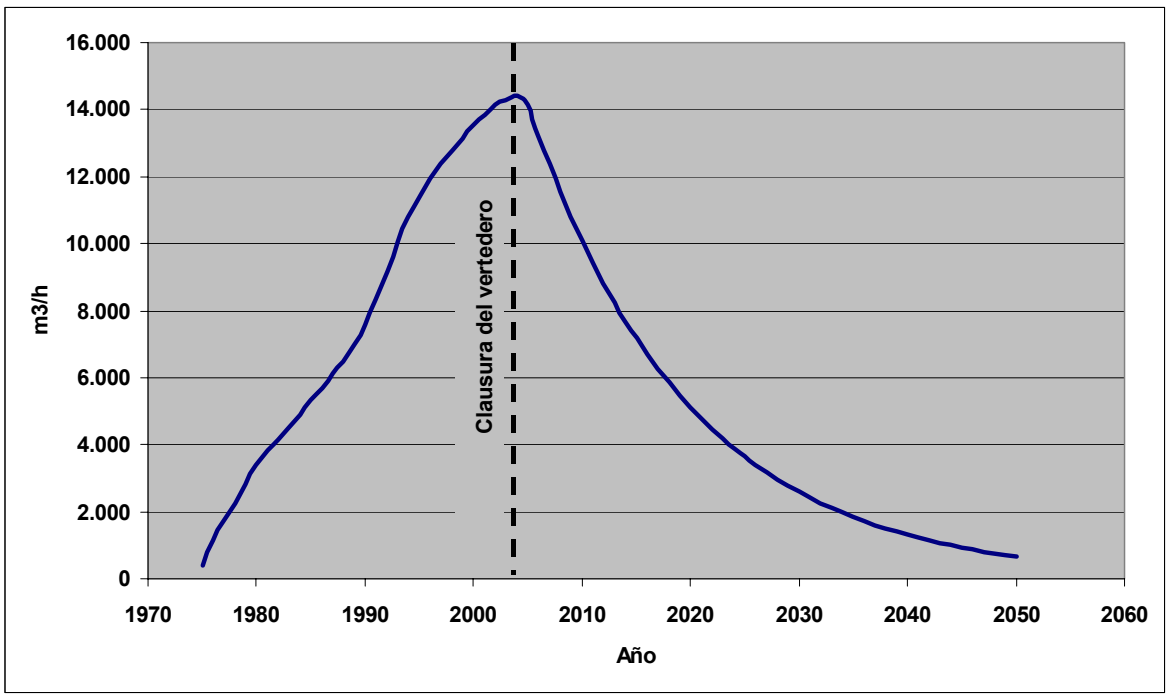
< 500 mm/año	k =0,020
500 – 1000 mm/año	k =0,038
> 1000 mm/año	k =0,057

- Factor de captación del biogás generado

endesa cogeneración y renovables

BIOGÁS DE VERTEDERO
Estimación de la generación de biogás

Curva de generación de biogás de un vertedero



endesa cogeneración y renovables

BIOGÁS DE VERTEDERO
Composicion típica

- CH_4 45 – 50 %
- CO_2 35 – 40 %

Proceden de la degradación de la materia orgánica

- O_2 1 – 1,5 %
- N_2 5 – 8%

Proceden de intrusiones de aire en los residuos

- H_2S
- Cl, F
- Siloxanos y una larga lista de compuestos minoritarios
- El biogás está siempre saturado de humedad

endesa cogeneración y renovables

BIOGÁS DE VERTEDERO

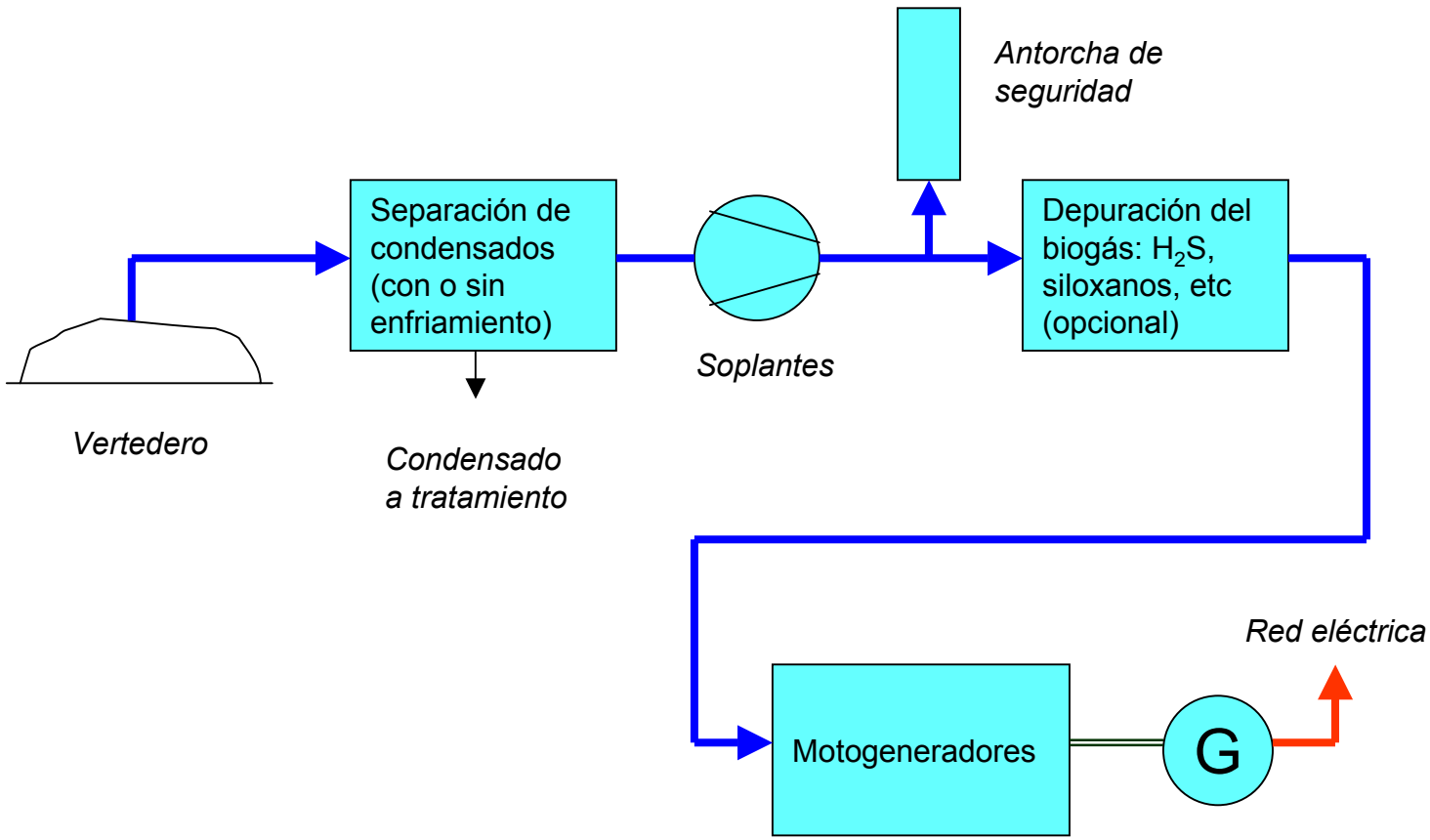
- El biogás es una fuente de energía renovable, según la Directiva 2001/77/CE sobre promoción de electricidad generada a partir de fuentes renovables
- El biogás es un biocarburante, según la Directiva 2003/30/CE de Fomento del Uso de Biocarburantes en el Transporte

endesa cogeneración y renovables

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS

- Para generación de energía eléctrica
  - ✓ En motogeneradores
  - ✓ En turbinas de biogás
- Depuración y utilización directa como combustible
  - ✓ Combustible en calderas de biogás
  - ✓ Inyección a la red de gas natural
  - ✓ Combustible para automoción
- La utilización mayoritaria en generación de energía eléctrica es, con gran diferencia, en motogeneradores

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: MOTORES



endesa cogeneración y renovables

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: MOTORES

- Rendimiento eléctrico 33 – 37 %
- Rendimiento eléctrico + térmico 45 – 80 %
- Estado de la tecnología: madura e implementada

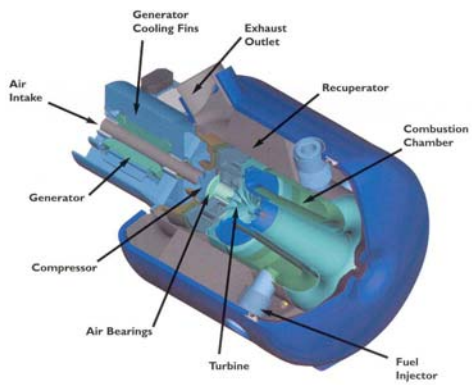
- Ventajas:
  - ✓ Gran gama comercial de equipos.
  - ✓ Instalaciones modulares y transportables
  - ✓ Facilidad de vertido de energía a la red eléctrica
  - ✓ Posibilidad de aprovechamiento térmico (gases de escape a 500ºC y agua caliente a 90ºC)

- Inconvenientes
  - ✓ El biogás debe tener más del 40 % de CH_4
  - ✓ Muy crítico con la presencia de elementos corrosivos
  - ✓ Coste de mantenimiento

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: MICROTURBINAS

- No existen prácticamente utilizaciones en turbinas grandes
- Existen microturbinas de pequeña potencia (30 kW cada una) que pueden utilizar biogás como combustible, con excelentes resultados en emisiones de NO_x

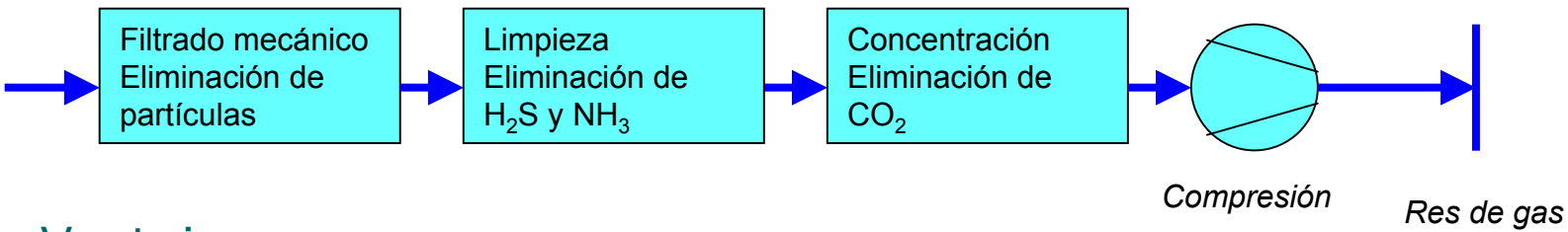
- Menos partes móviles que los motogeneradores y costes de mantenimiento menores, pero rendimiento también inferior (25 % frente al 35 %)
- Inversiones específicas elevadas, debido al pequeño tamaño de las microturbinas



TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: MICROTURBINAS

- Utilización condicionada por su pequeño tamaño unitario.
- Ejemplo: Vertedero de Lopez Canyon, California, USA, 50 microturbinas de 30 kWe cada una

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: INYECCIÓN EN RED DE GAS NATURAL



- Ventajas:
  - ✓ Permite cualquier tipo de uso (igual que el gas natural)
- Inconvenientes:
  - ✓ Necesidad de una depuración muy estricta, que cumpla con la normativa de distribución de gas natural
  - ✓ Compresión del biogás hasta la presión de distribución
  - ✓ No hay regulación de referencia para conexión a red
  - ✓ Costes de inversión y explotación muy elevados

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: UTILIZACIÓN EN AUTOMOCIÓN

- El uso del biogás como combustible en el transporte es similar tecnológicamente al del gas natural.
- Para su utilización es necesario eliminar previamente todos los compuestos distintos del metano hasta convertirlo en un gas asimilable al gas natural
- Una vez transformado, las posibilidades de uso son las mismas que las del gas natural
    - Comprimido (como GNC)
    - Licuado (como GNL)

TECNOLOGÍAS DE VALORIZACIÓN: UTILIZACIÓN EN AUTOMOCIÓN

- Ventajas ambientales
  - ✓ Efecto incremental nulo sobre el ciclo de CO_2
  - ✓ Disminución de los niveles de emisión de gases
  - ✓ Reducción del nivel de ruidos del motor

gr/kWh	CO	NO_x	HC	Partículas
Biogás	2,0	3,6	0,4	0,05
EURO II	4,0	7,0	1,1	0,15

- Suecia es líder en utilización de biogás en transporte. Objetivos para 2006: 35 estaciones de servicio que distribuyan biogás, 7000 vehículos que lo utilicen y substitución de 14 millones de litros de gasolina.

MARCO ECONÓMICO DE LA VALORIZACIÓN DEL BIOGÁS

- Régimen económico: RD 436, grupo b7

- Hay dos posibilidades de venta de la energía:

A tarifa: { 90 % TEM los 20 primeros años de operación
80 % TEM a partir de los 20 años

A mercado: precio de venta → Pm + Prima + Incentivo

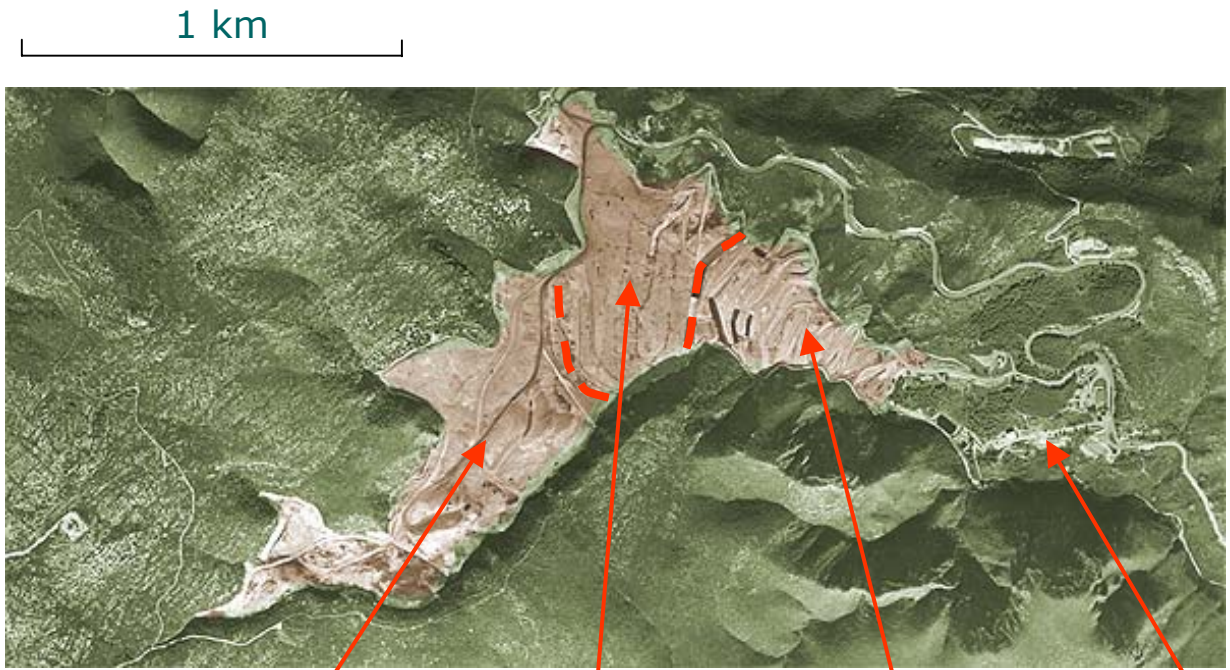
Precio medio del mercado eléctrico — 40 % TEM — 10 % TEM

(TEM: tarifa eléctrica media. Para 2006: 76,588 €/MWh)

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

- El DC de la Vall d'en Joan es uno de los mayores de España; a su cierre contendrá mas de 25 millones de toneladas de residuos.
- Ocupa más de 64 Ha.
- El vertido de residuos se inició en el año 1974 y está previsto el cierre a 31.12.2006
- La duración de la concesión de la desgasificación del vertedero se extiende hasta el 31 de diciembre de 2017

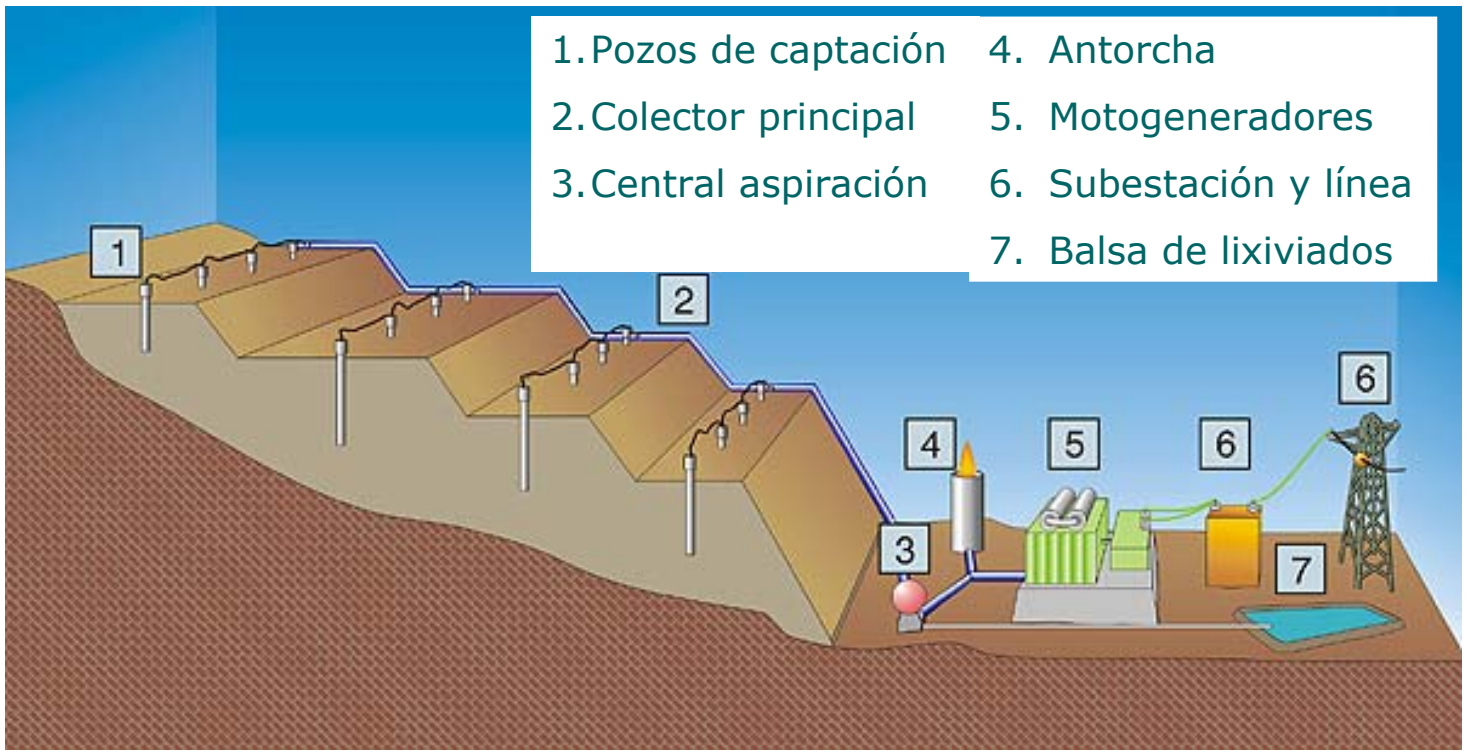
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF



endesa cogeneración y renovables

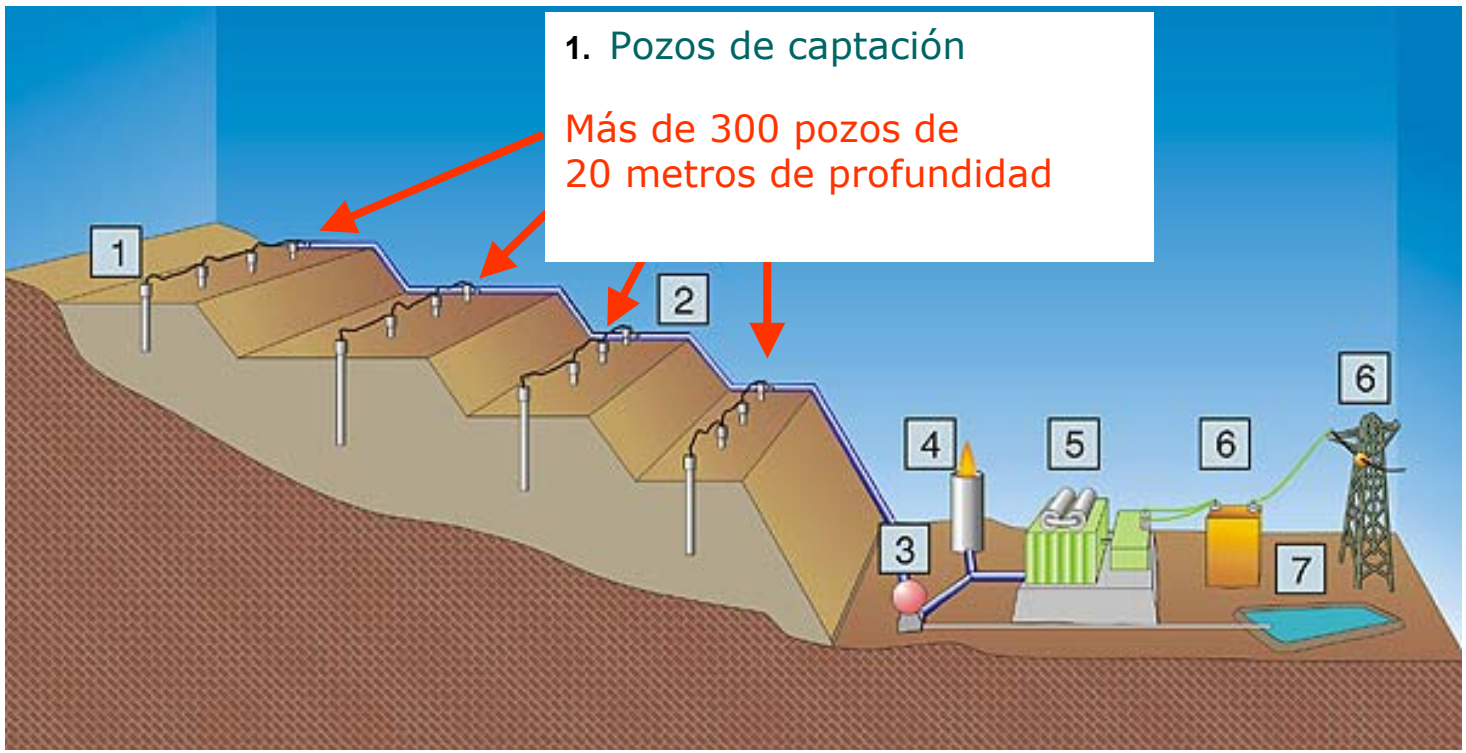
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



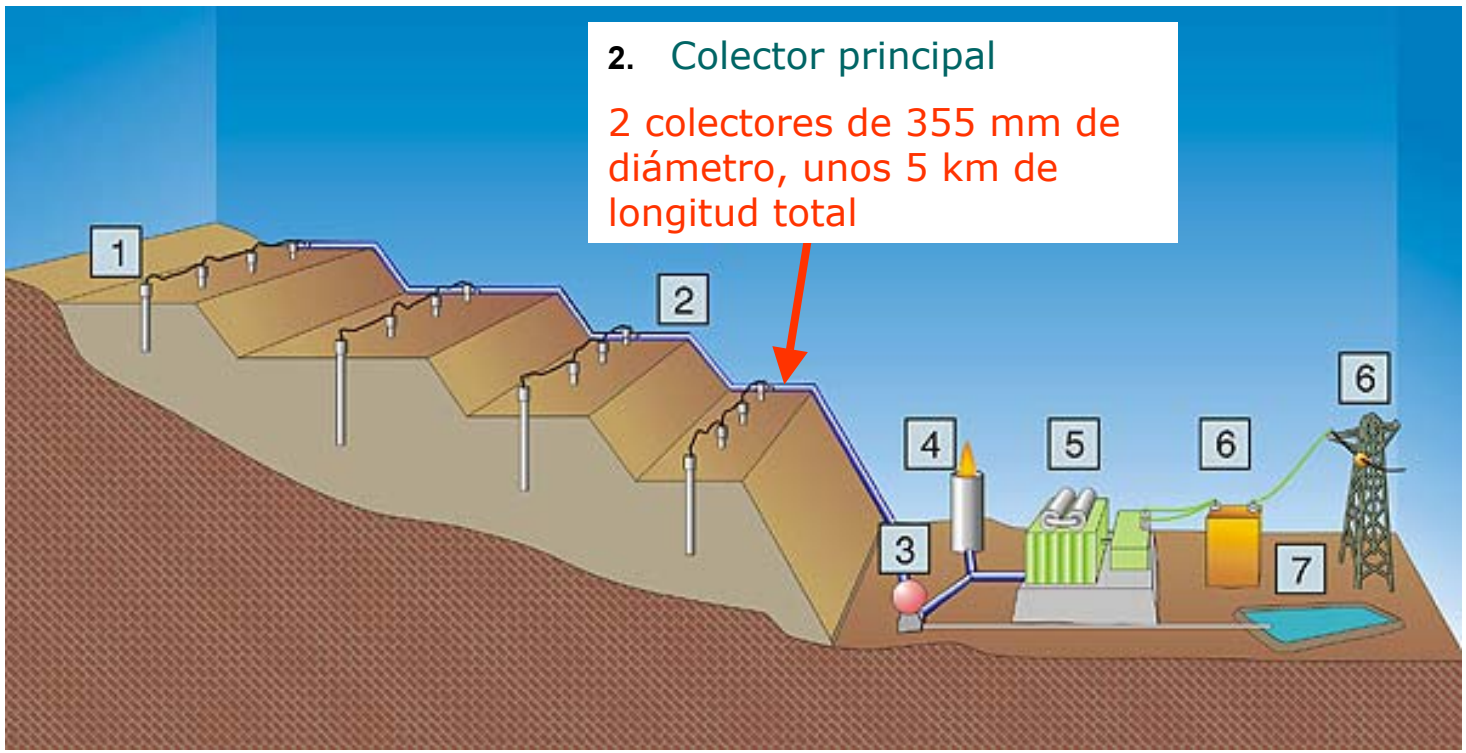
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



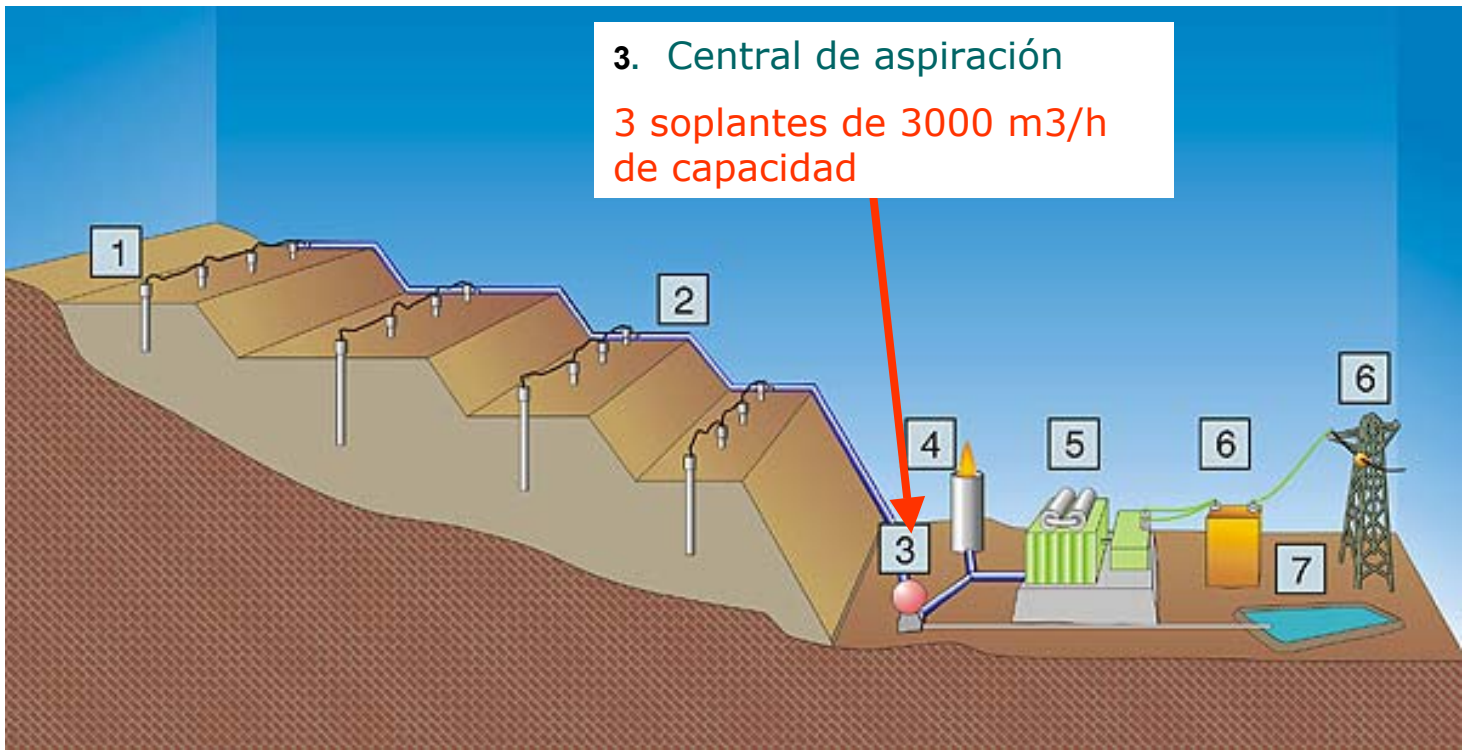
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



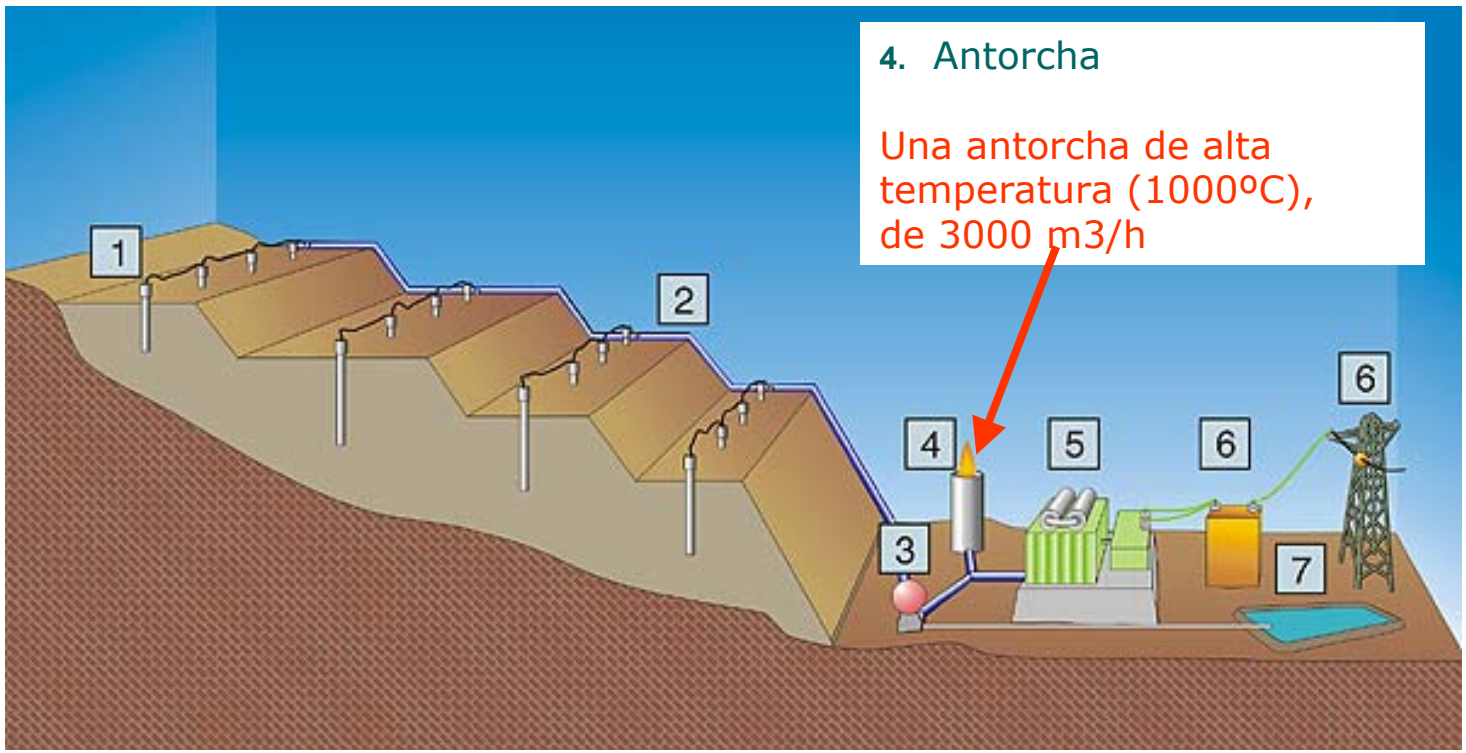
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



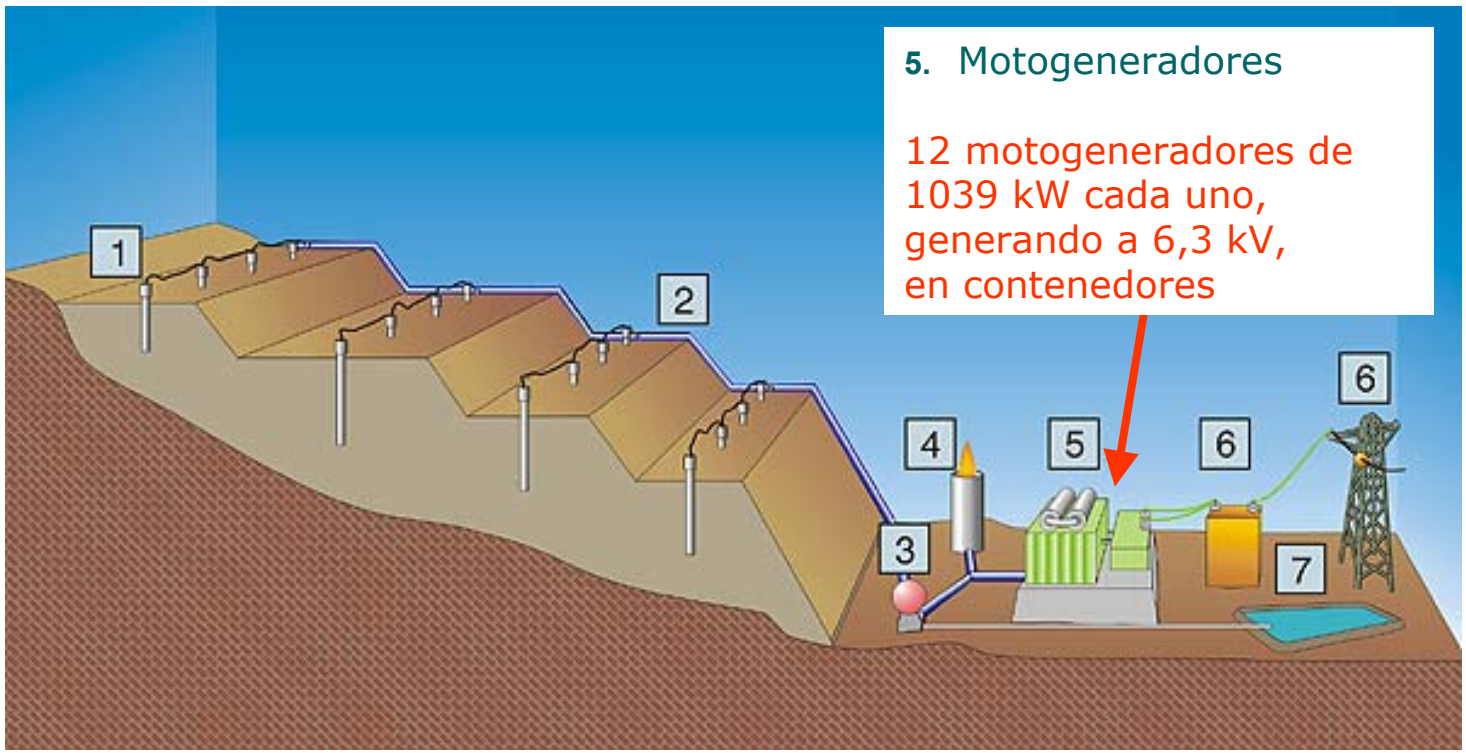
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO

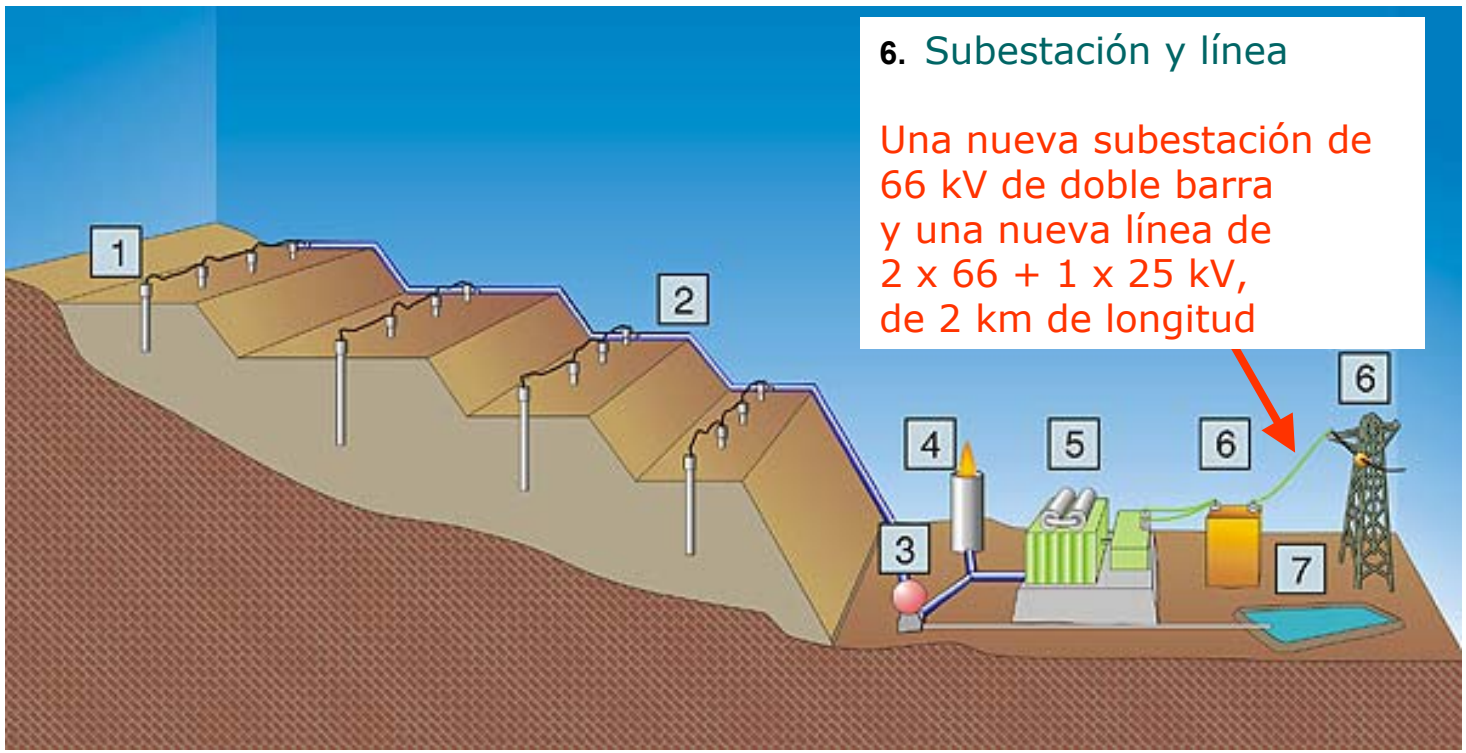


5. Motogeneradores

12 motogeneradores de 1039 kW cada uno, generando a 6,3 kV, en contenedores

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



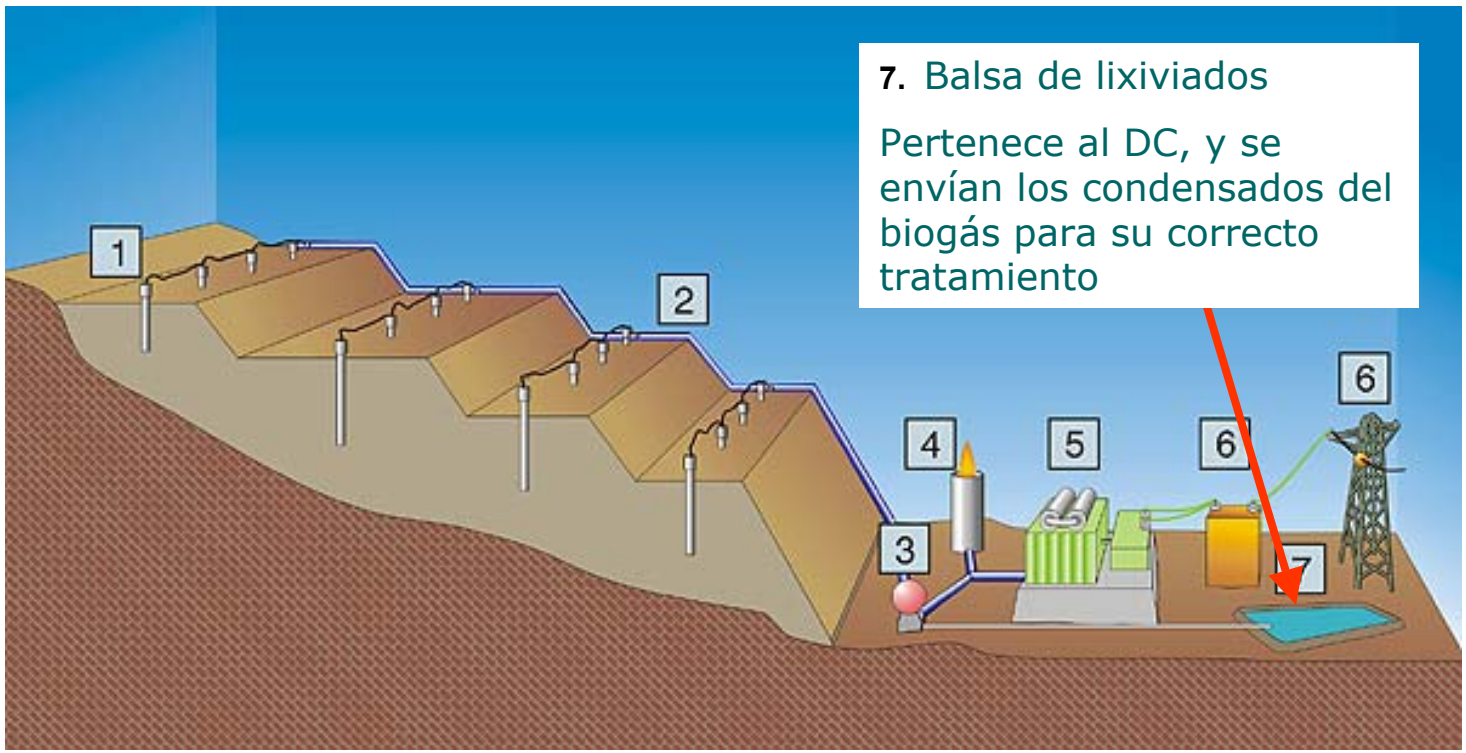
6. Subestación y línea

Una nueva subestación de 66 kV de doble barra y una nueva línea de 2 x 66 + 1 x 25 kV, de 2 km de longitud

endesa cogeneración y renovables

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

ESQUEMA BÁSICO DE FUNCIONAMIENTO



7. Balsa de lixiviados

Pertenece al DC, y se envían los condensados del biogás para su correcto tratamiento

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Circunstancias especiales del proyecto

- El Depósito Controlado presenta tres problemáticas distintas:
  - ✓ Una zona restaurada
  - ✓ Una zona fuera de explotación pero no restaurada
  - ✓ Una zona en explotación para vertido
- Fue necesario simultanear la construcción del campo de biogás con la restauración en una parte del Depósito
- El Depósito controlado se halla en el interior del Parque Natural del Garraf → requisitos mas estrictos:
  - ✓ Impacto visual
  - ✓ Nivel sonoro

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Vista general de la planta de valorización

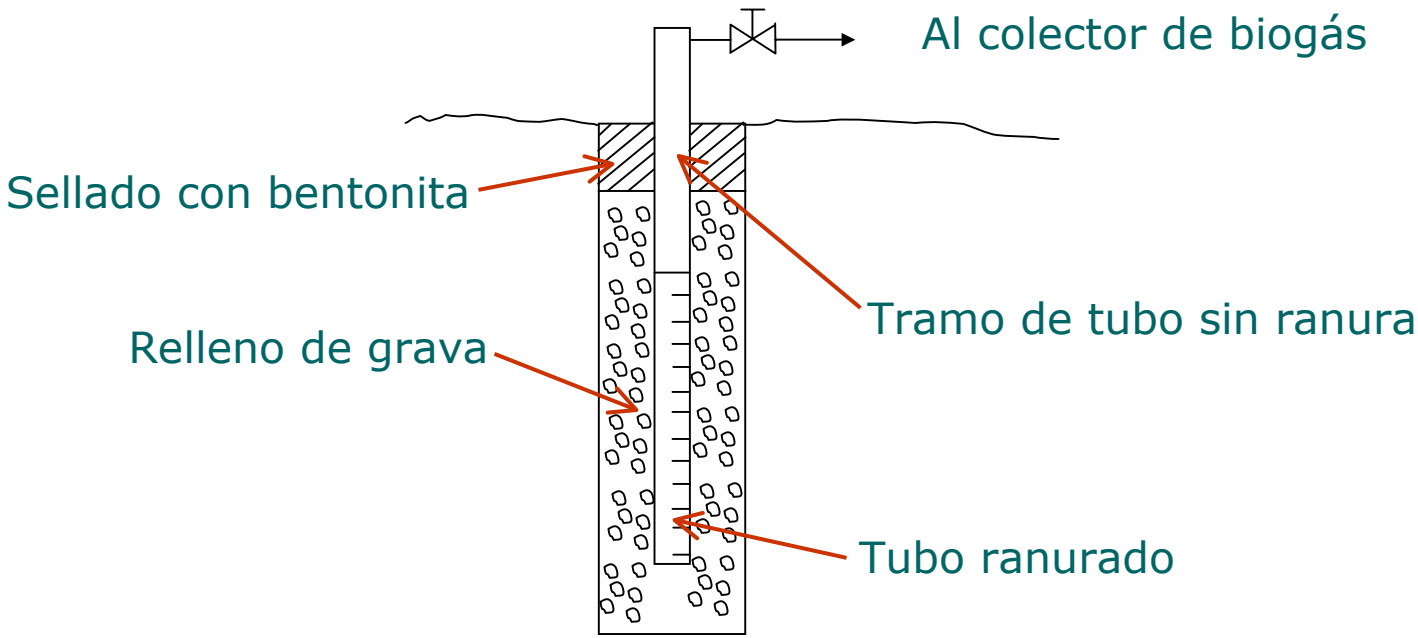
EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Proceso de perforación de un pozo

endesa cogeneración y renovables

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Esquema de un pozo de biogás



EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Arquetas de pozos en zonas restauradas

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Pozo y conexión a colector en zona no restaurada

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

Zona 3 del Depósito con los tubos de captación

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

endesa cogeneración y renovables

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF
Efectos ambientales

- Localmente: minimización de los olores, al captarse el biogás y tratase mediante combustión controlada a alta temperatura en los motores.
- Globalmente: minimización de la contribución de la emisión de gases de efecto invernadero generados en la biodegradación de los RSU en el seno del vertedero.

  El efecto del CH_4 en cuanto a calentamiento de la atmósfera (GWP) es 21 veces superior al del CO_2

  Además, se genera energía eléctrica a partir de un combustible renovable, con lo que se desplazan combustibles fósiles de centrales convencionales y se evita emisión de CO_2

EJEMPLO: EL VERTEDERO DEL GARRAF

- La planta evita la emisión de 0,4 a 0,5 millones de t/año equivalentes de CO_2 a la atmósfera
- La planta de valorización de biogás produce unos 100 GWh/año de energía eléctrica
- Esta energía es equivalente al consumo de toda la iluminación viaria, artística, túneles, etc., del conjunto de la ciudad de Barcelona (97 GWh/año).