



Proyecto Generación Eléctrica con Gas de Relleno Sanitario Central Loma Los Colorados I y II

Taller de Biogás de Rellenos Sanitarios

Alejandro Keller Hirsch
Gerente Técnico

Presentación de la Empresa

- KDM S.A. es una empresa privada, dedicada a la gestión y tratamiento integral de residuos.
- Es dueña del Relleno Sanitario Loma Los Colorados (RSLLC), entre otros rellenos sanitarios.
- En 1995 se adjudicó con el RSLLC una licitación internacional por 16 años (renovables) para el tratamiento, transporte y disposición final de los RSU de los municipios del Área Norte de Santiago, proyecto pionero en Chile.



kdm

GESTIÓN Y TRATAMIENTO
INTEGRAL DE RESIDUOS



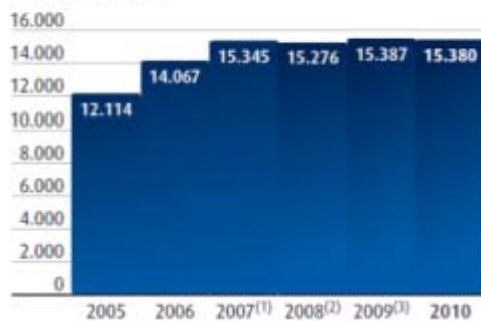
Presentación de la Empresa

- KDM es filial del Grupo ACS



Cifra de negocio

Millones de euros



Presencia en el mundo

Países en los que el Grupo ACS está presente

Alemania	China	India	Reino Unido
Andorra	Colombia	Irlanda	Rep. Dominicana
Angola	Costa Rica	Italia	Túnez
Arabia Saudí	Ecuador	Libia	Uzbekistán
Argelia	Egipto	Marruecos	Venezuela
Argentina	El Salvador	Mauritania	
Australia	Emiratos Árabes Unidos	México	
Bolivia	España	Noruega	
Brasil	Estados Unidos	Panamá	
Camerún	Francia	Perú	
Canadá	Grecia	Polonia	
Chile	Guatemala	Portugal	

Presentación de la Empresa

KDM ENERGÍA S.A.:

- Desarrolló, construyó y opera el **Proyecto de Reducción de emisiones de GEI y Generación Eléctrica en base a Biogás** del RSLLC (Central Loma Los Colorados I y II).
- Actualmente desarrolla otros proyectos ERNC y MDL en Chile.



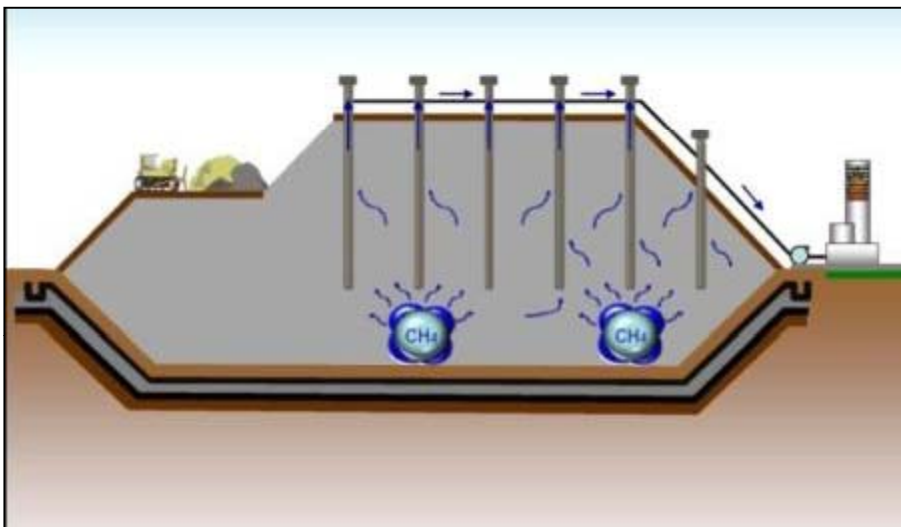
PROYECTOS DE GENERACIÓN ENERGÍA
RENOVABLE NO CONVENCIONAL



Proyecto Generación Eléctrica con Biogás

OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Generar reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mediante la destrucción de metano (CH_4) y el desplazamiento de combustibles fósiles de la red (1 ton de CH_4 equivale a 21 ton de CO_2).
- Generar energía eléctrica en base a biogás para su inyección a la red eléctrica.



Proyecto Generación Eléctrica con Biogás

LOCALIZACIÓN

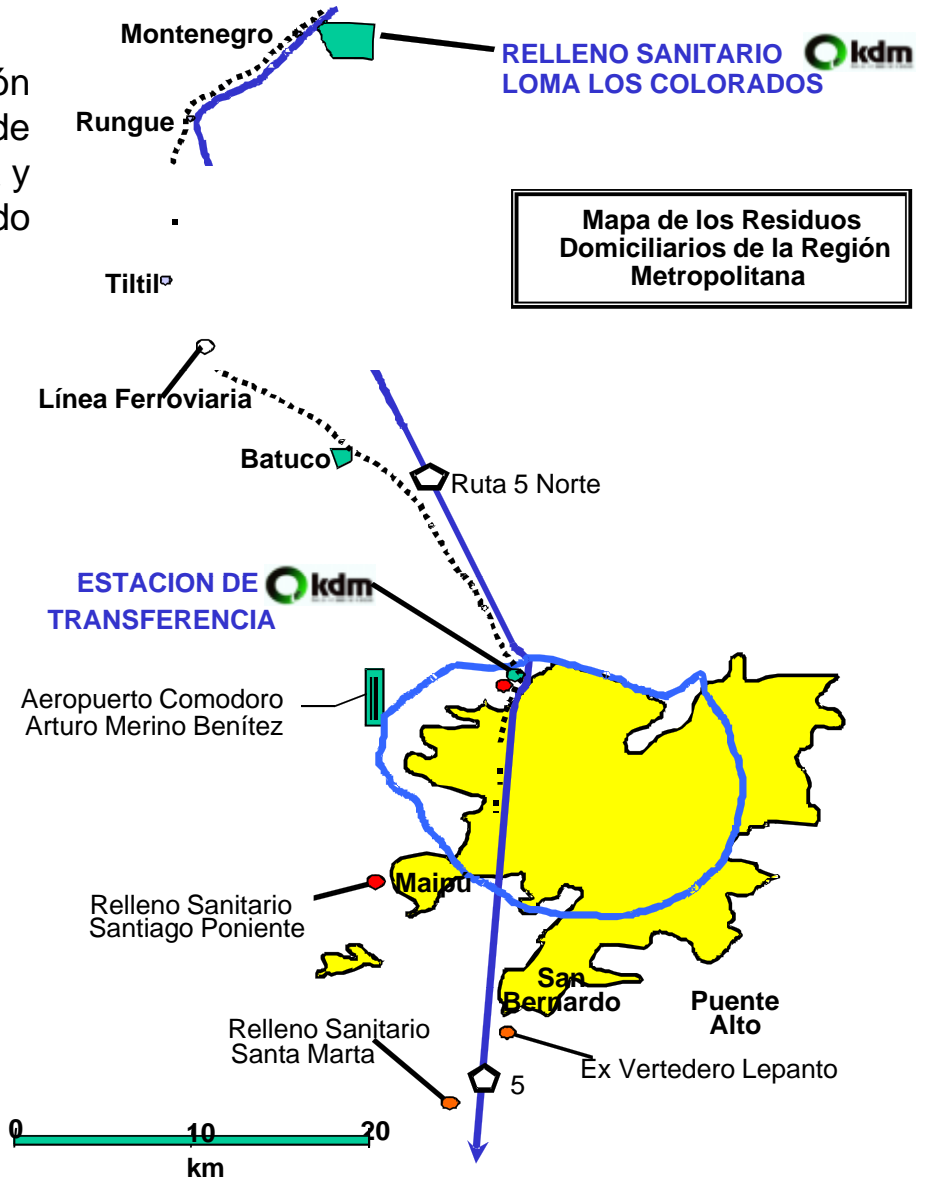
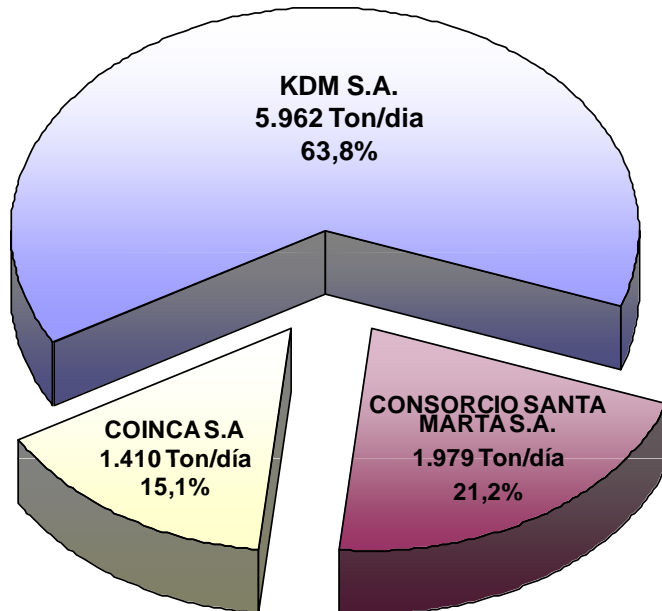
- El proyecto de Generación Eléctrica en base a Biogás se ubica dentro del relleno sanitario Loma Los Colorados, a 60 km al norte de Santiago de Chile.



Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

LAS OPERACIONES DE KDM

- Las operaciones de KDM en la Región Metropolitana comprenden una Estación de Transferencia ubicada en la comuna de Quilicura y el Relleno Sanitario Loma Los Colorados ubicado en la comuna de Til-Til.
- Recibe el 64% de los RSU generados en la Región Metropolitana.
- Contratos por más de 16 años con 24 municipios



Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA QUILICURA (ETQ)

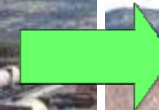
- La ETQ recibe más de 6.000 ton/día de RSU.
- Sobre 1.000 camiones recolectores por día.
- En la ETQ los RSU son transferidos a silos herméticos de 26 ton capacidad, donde son compactados.
- Luego son enviados por ferrocarril al relleno sanitario



Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

TRANSPORTE FERROVIARIO A RELLENO SANITARIO

- Inicialmente se transportaba en camiones, lo que implicaba más de 200 viajes por día al RS.
- Desde 2003 el transporte se realiza por ferrocarril, disminuyendo de 200 viajes por camión a 8 trenes día.
- Al llegar al relleno sanitario, los silos son transferidos a camiones que los llevan a frente de trabajo para su disposición final.



Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

RELLENO SANITARIO LOMA LOS COLORADOS (RSLLC)

- El RS Loma Los Colorados fue construido de acuerdo a exigentes estándares ambientales:



Ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

RELLENO SANITARIO LOMA LOS COLORADOS (RSLLC)

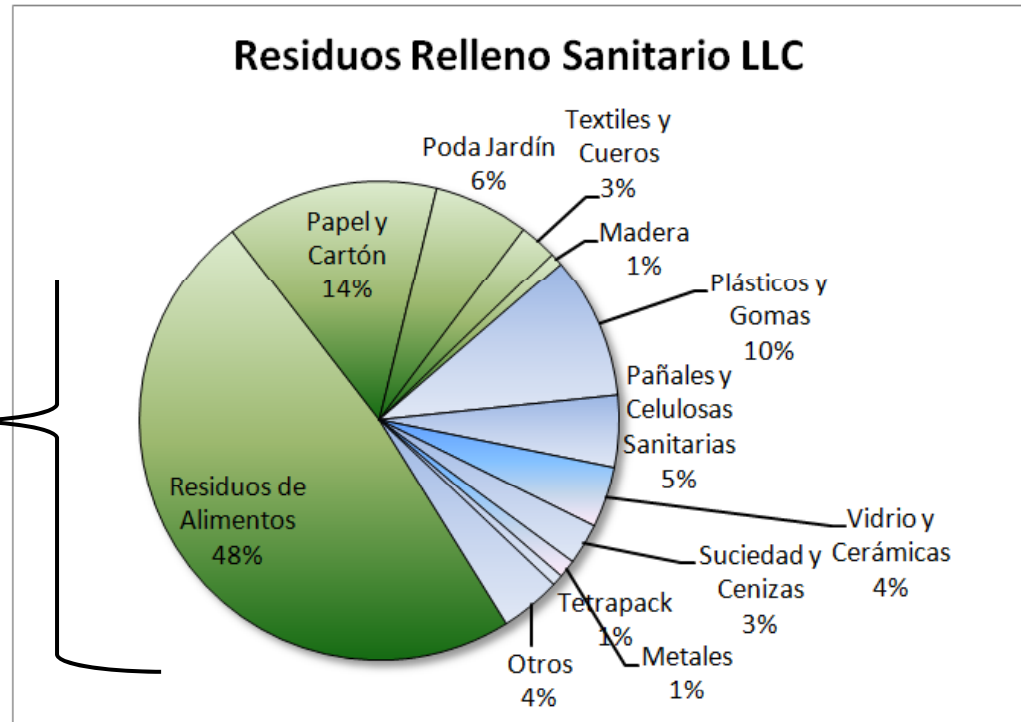


PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

BIOMASA : ORIGEN DEL BIOGÁS

Los **RESIDUOS SÓLIDOS** urbanos en general, domiciliarios y algunos industriales, tienen una gran proporción de **MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE** ó **BIOMASA**.

BIOMASA EN RELLENO SANITARIO LOMA LOS COLORADOS= 72%



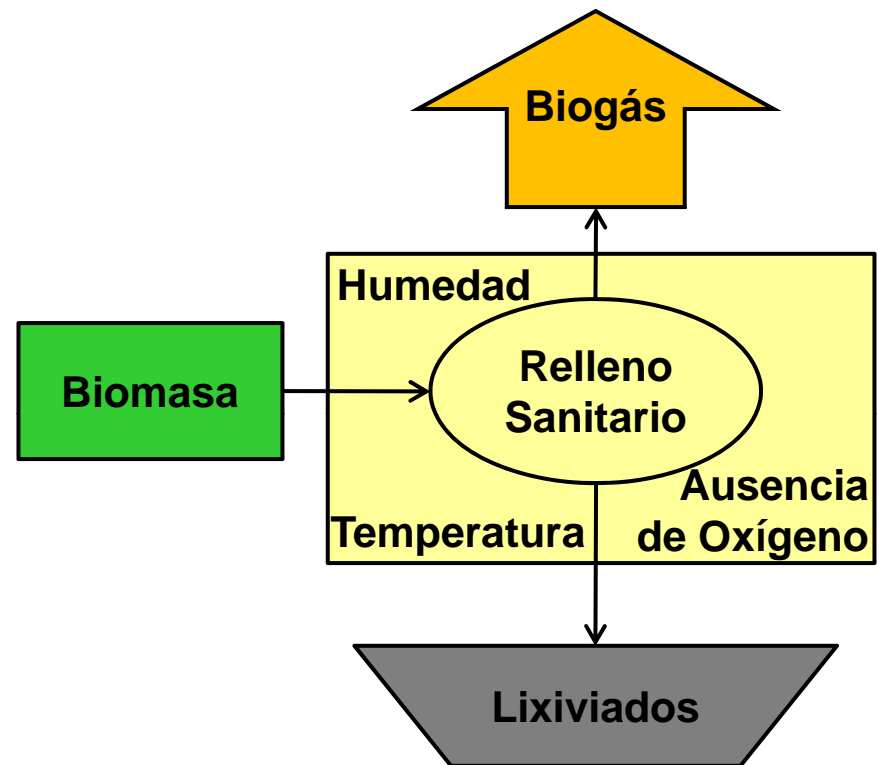
PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

ORIGEN DEL BIOGÁS

- Se forma durante la **DESCOMPOSICIÓN BIOLÓGICA** de las sustancias orgánicas bajo condiciones **ANAERÓBICAS**.

Composición del Biogás Relleno Sanitario LLC:

Metano CH ₄ :	48,5 %
Dióxido de Carbono CO ₂ :	40,2%
Oxígeno O ₂ :	2,3 %
Nitrógeno N ₂ :	9 %

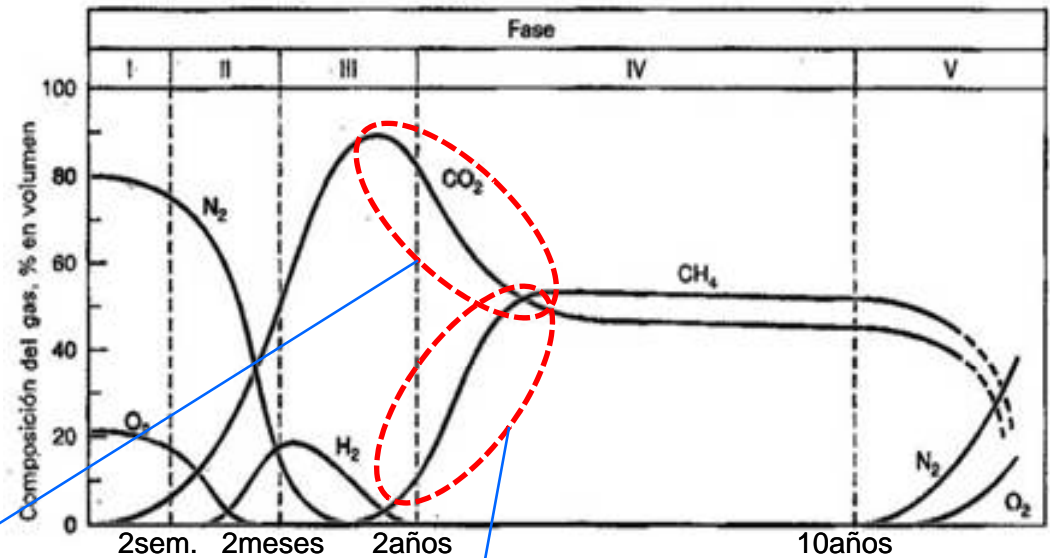


PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

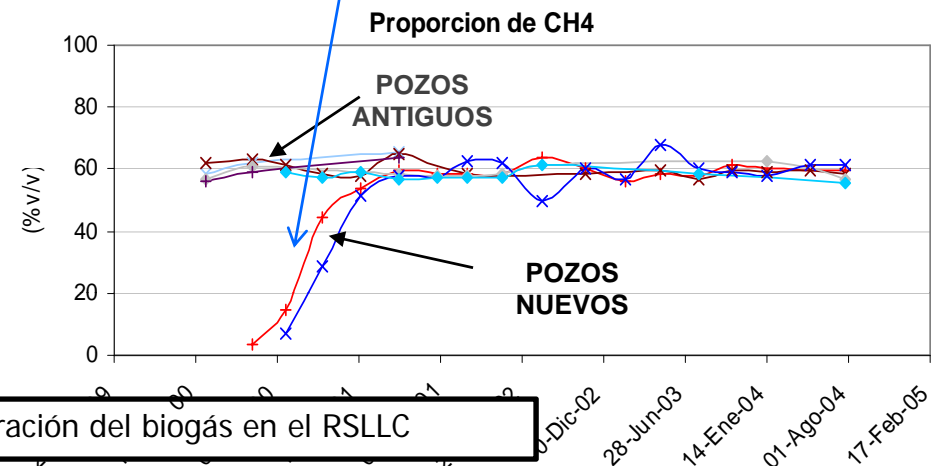
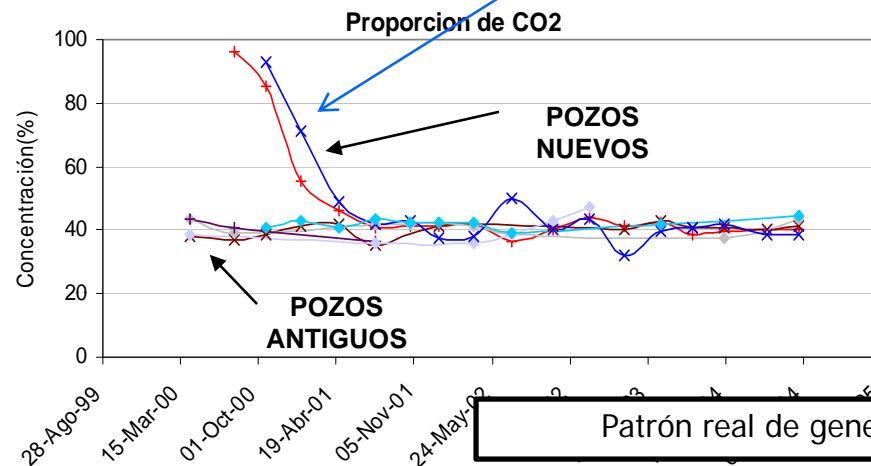
PROCESO BIOLÓGICO

Fases de la composición del biogás durante la descomposición de los residuos:

- Fase I: Ajuste inicial (aerobia).
- Fase II: Fase de transición.
- Fase III: Fase ácida.
- Fase IV: Metanogénica estable (anaerobia).
- Fase V: Fase de maduración.



Patrón típico de generación del biogás (Farquar y Rovers, 1973)



Patrón real de generación del biogás en el RSLLC



PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

PRODUCCIÓN TEÓRICA DE BIOGÁS

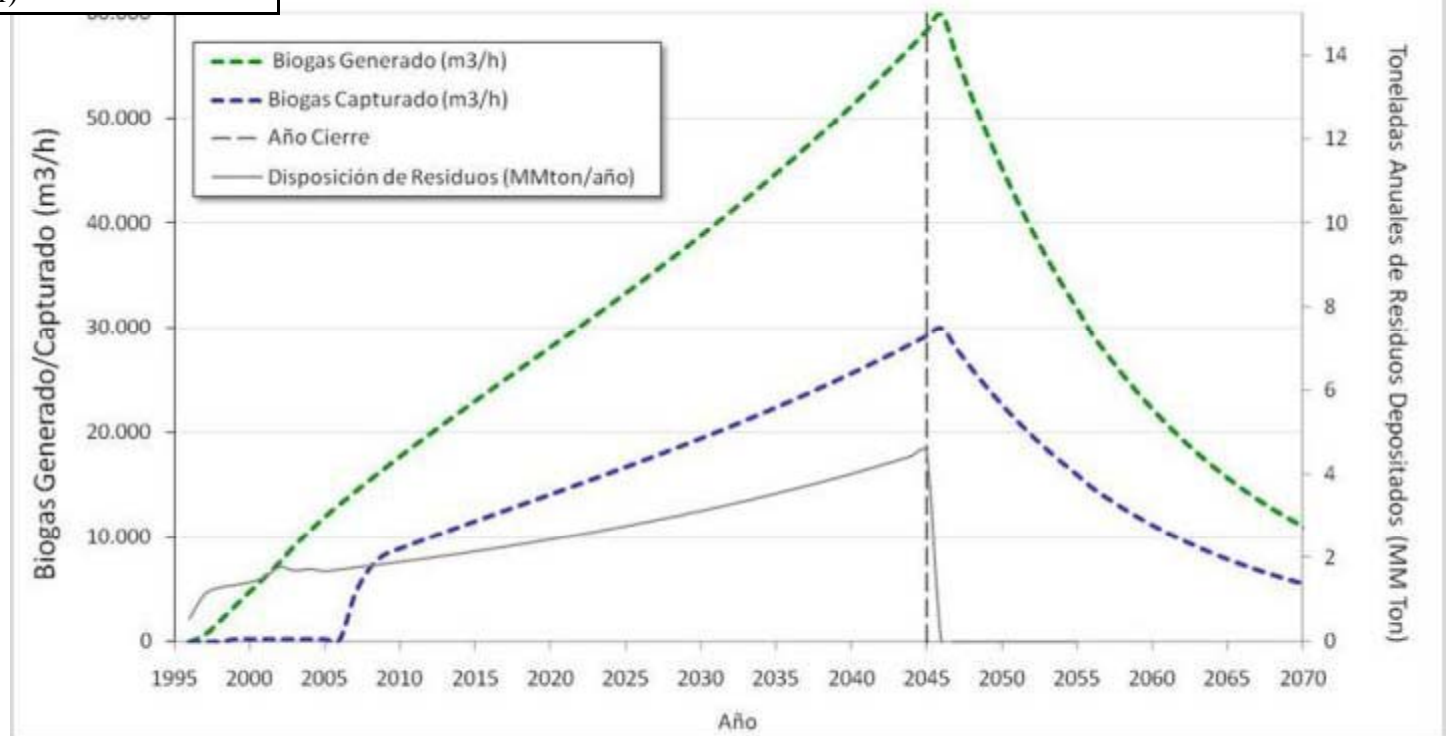
$$Q_t = k \cdot L_0 \cdot \sum_{i=1}^n M_i \cdot e^{-kt_i}$$

Modelo Cinético:

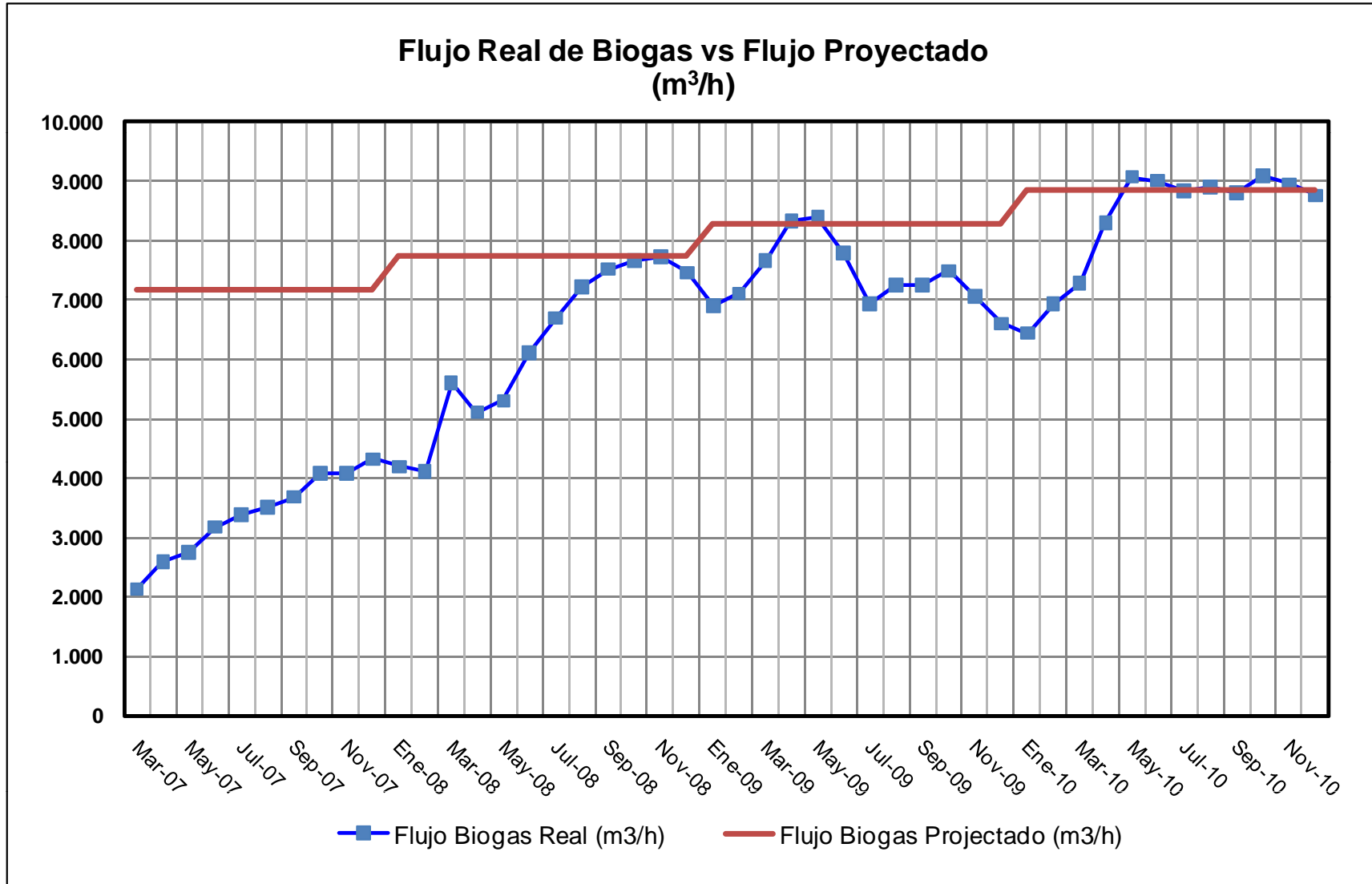
- Q_t = Tasa de producción anual (m³/año)
- k = constante de degradación (depende de clima)
- L_0 = Potencial de generación de gas (m³/ton), (tipo RSU)
- M_i = Masa dispuesta en el año i (ton)
- t_i = edad de la sub-masa i (años)

Parameter	Value	Units
LO (SINGLE-K MODEL)	80.64	m ³ of methane (@ 1.0 atm and 0°C) per tonne of total waste.
K	0.07	(1/yr)

Generación de Biogás en el RSLLC-KDM



PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS



PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

POTENCIAL ENERGÉTICO DEL BIOGÁS DEL RSLLC

- 1 m³ de Biogás contiene 48,5% de metano (CH₄).
- Valor calorífico del metano (CH₄) es 10 kWh/m³.

Luego, el potencial energético de 1 m³ biogás es:

$$1 \text{ m}^3 \times 48,5\% \times 10 \text{ kWh/m}^3 = 4,85 \text{ kWh.}$$

Considerando una producción actual de biogás de 9000 m³/hora, el potencial energético contenido es:

$$9000\text{m}^3/\text{h} \times 4,85 \text{ kWh/m}^3 = \mathbf{43,7 \text{ MWh/h}}$$



Quemadores Planta
Biogás KDM (Julio, 2010)

PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA

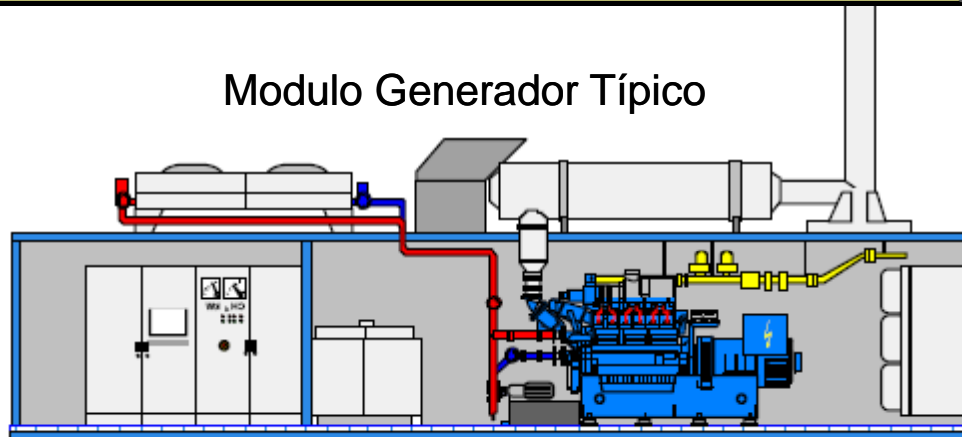
La tecnología disponible y más ampliamente utilizada para la conversión energética del biogás, son los motores de combustión interna, los cuales alcanzan eficiencias de:

Eficiencia Eléctrica: 42%
Eficiencia Térmica: 43%

Con esta tecnología, la energía contenida en 9000 m³/hora de biogás, puede ser convertida a energía eléctrica y energía térmica, obteniendo los siguientes valores:

Energía Eléctrica = 43,7 MWh/h x 42% = **18,4 MWh_{elec}/h**
Energía Térmica = 43,7 MWh/h x 43% = **18,8 MWh_{term}/h**

Modulo Generador Típico

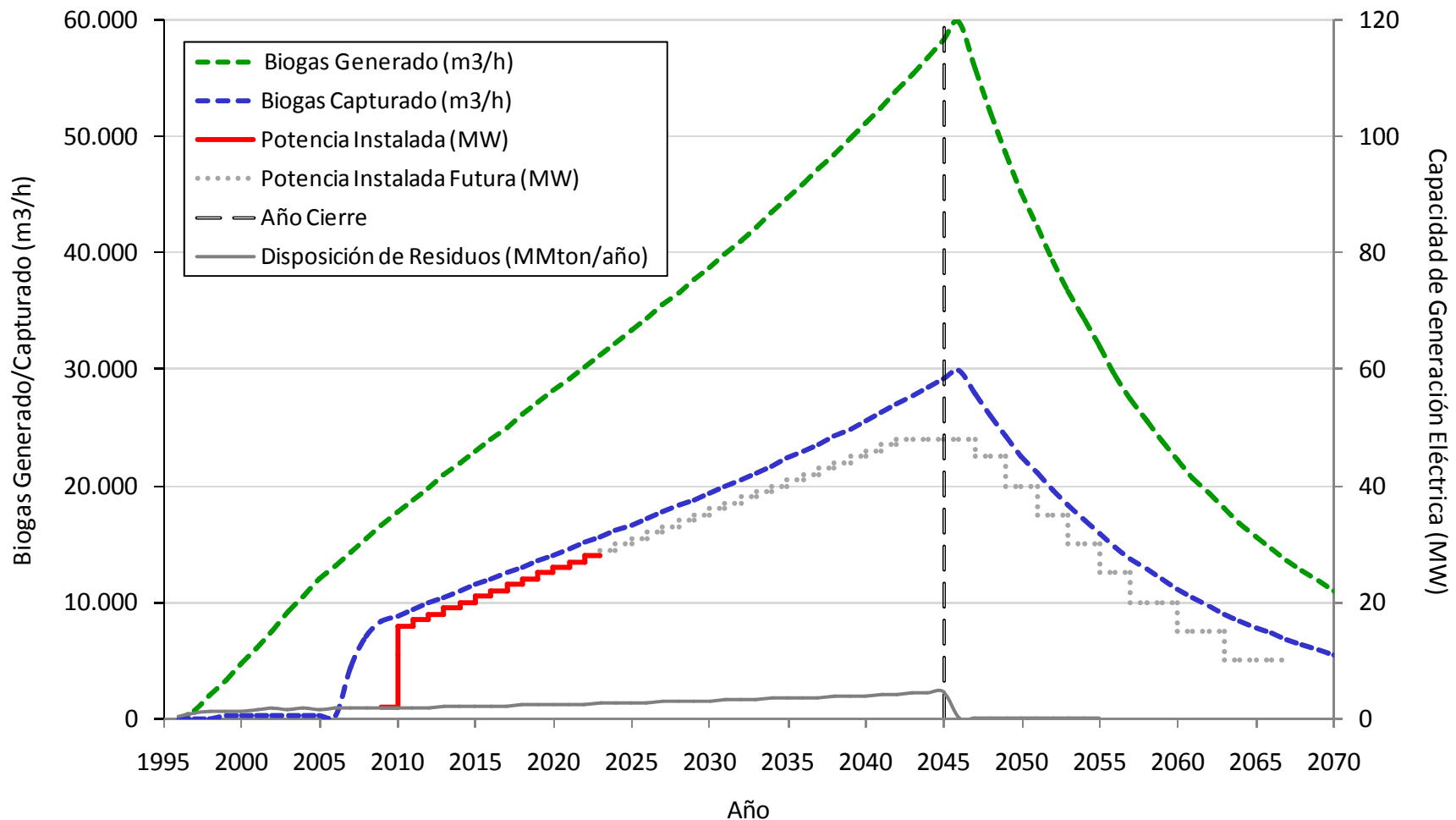




Proyecto Generación Eléctrica con Biogás

POTENCIA INSTALADA EN FUNCIÓN DE LA GENERACIÓN DE BIOGÁS

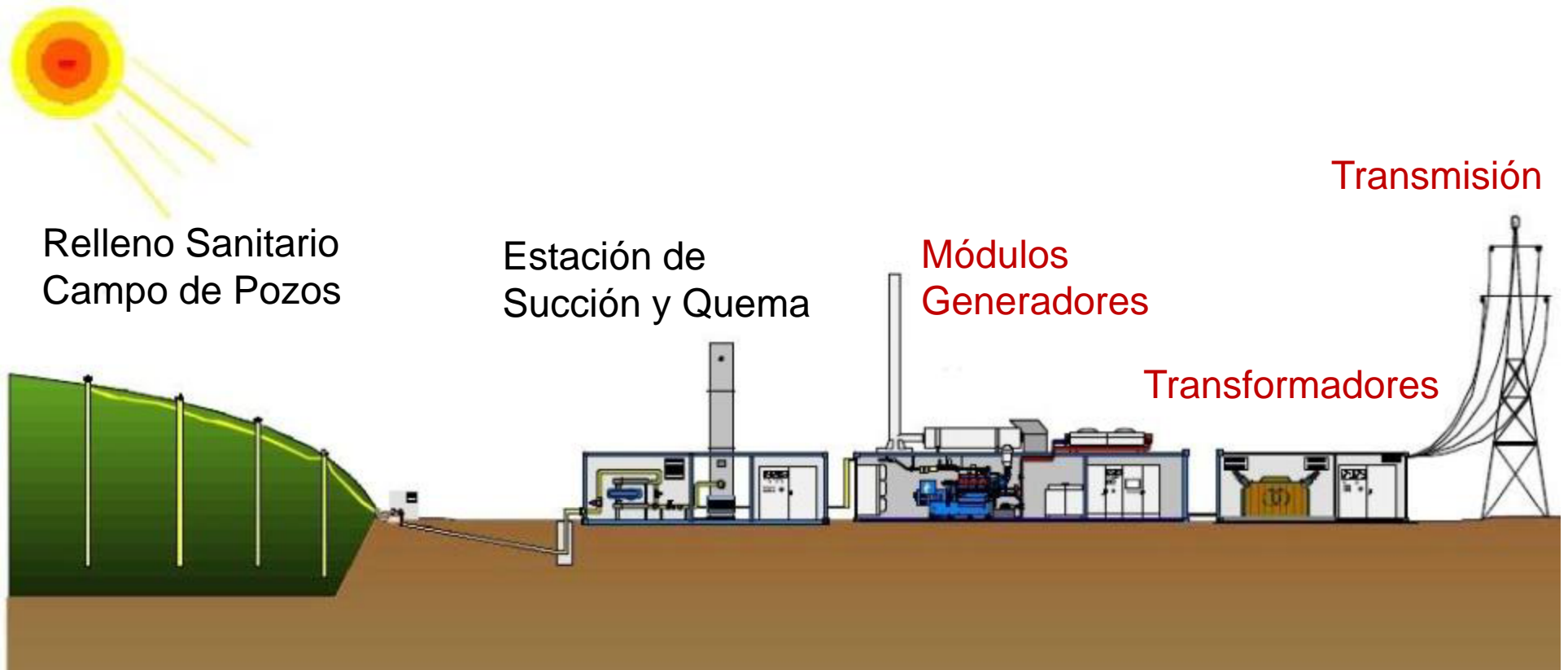
- Tasa de producción de residuos = 2,5% anual
- Eficiencia de captación = 50% de eficiencia en la captura del biogás.



Proyecto Generación Eléctrica con Biogás

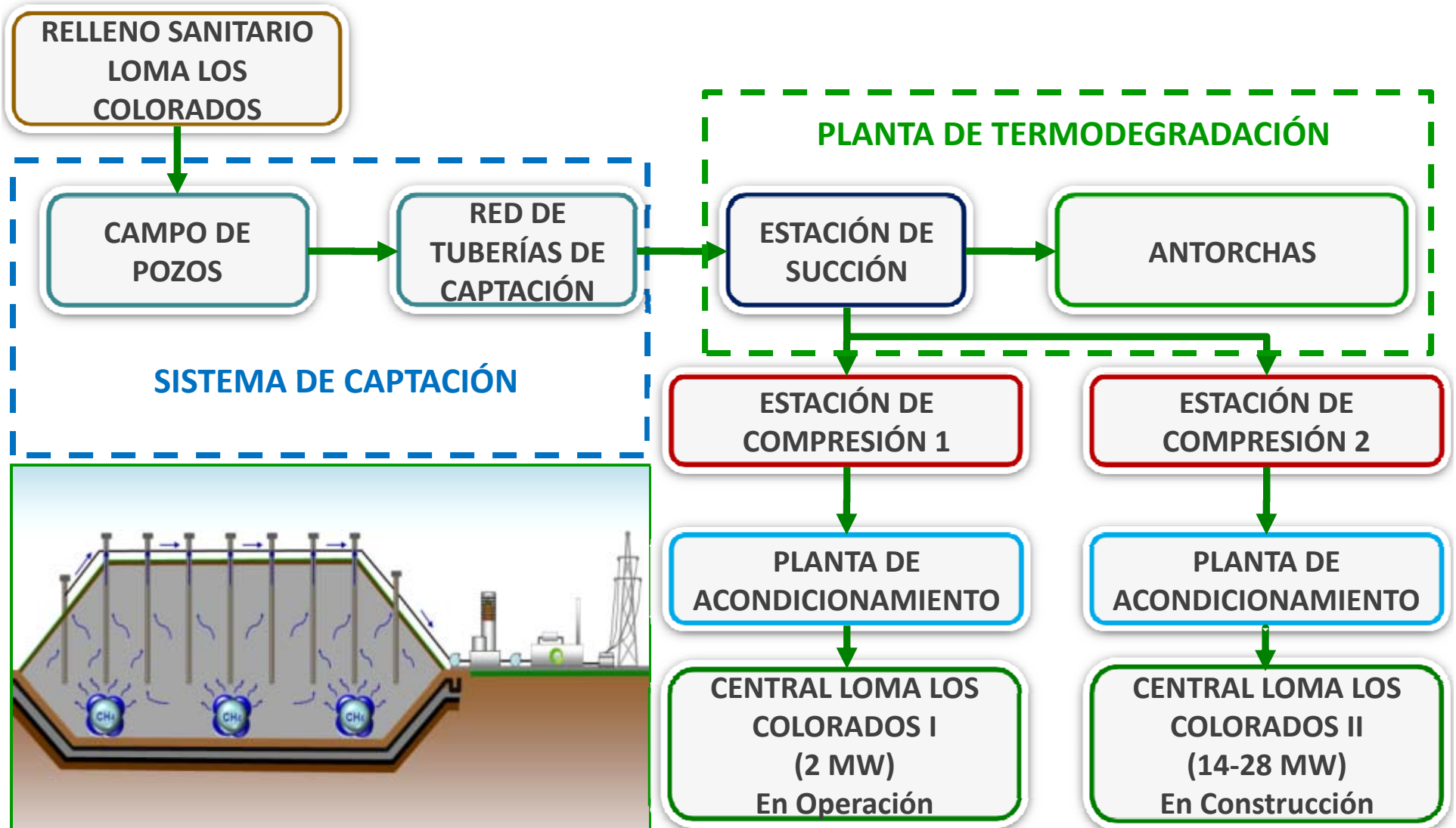
DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL

- El sistema de Generación Eléctrica se conecta al sistema de captación y planta de termogradación de biogás del Relleno Sanitario Loma Los Colorados.



PROYECTO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON BIOGÁS

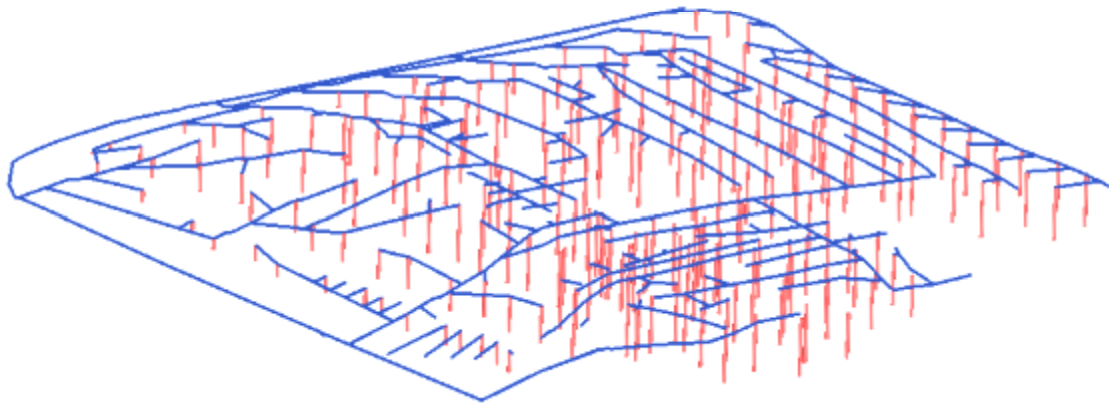
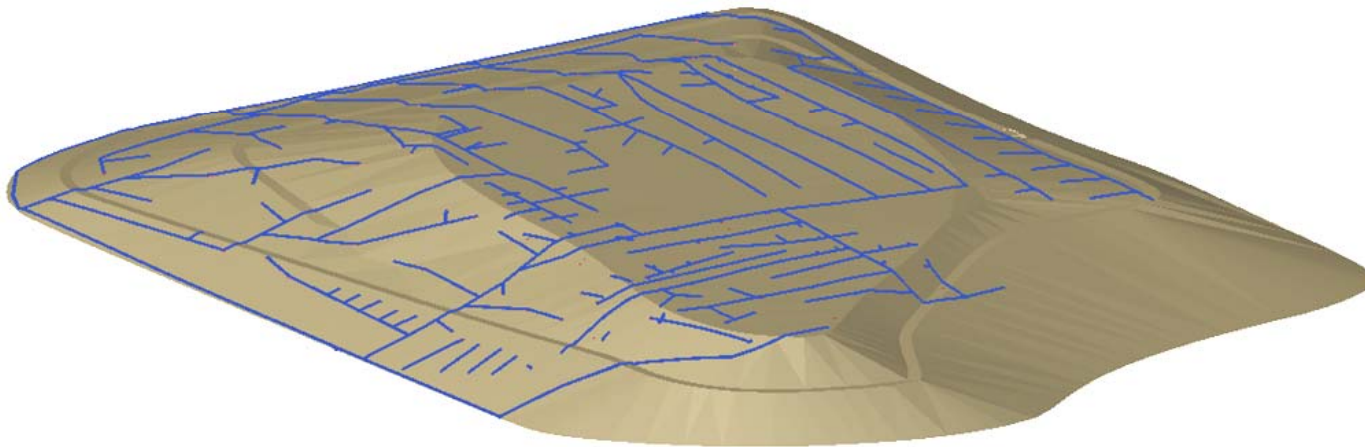
DIAGRAMA DE FLUJO



Sistema Captación de Biogás

CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS

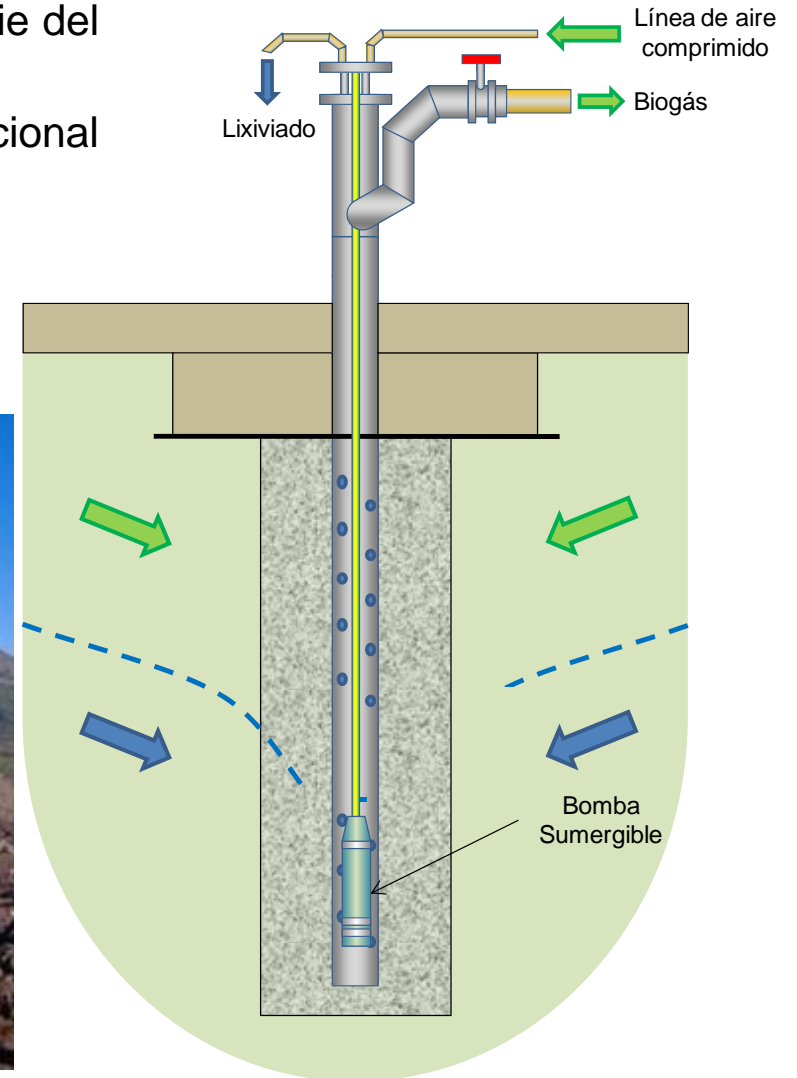
- Red de tuberías de HDPE extendidas sobre la superficie (70 hectáreas) del relleno sanitario.
- Posee una matriz de transporte del biogás con capacidad de hasta 35.000 m³/hora.



Sistema de Captación de Biogás

CARACTERÍSTICAS CAMPO DE POZOS

- Sistema de pozos verticales ubicados sobre la superficie del relleno sanitario.
- Esquema progresivo de instalación de pozos, proporcional al crecimiento del relleno sanitario.
- N° total de pozos verticales: 280
- Distanciamiento entre pozos: 40 (m) aprox.
- Profundidad de pozos: 20-40 (m).



Planta Termodegradación Biogás

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE CAPTACIÓN Y TERMODEGRADACIÓN DE BIOGÁS



Perforación y construcción campo de pozos

Construcción Red Tuberías de Captación



Construcción Sala de Control

Montaje de Antorchas



Planta Termodegradación Biogás

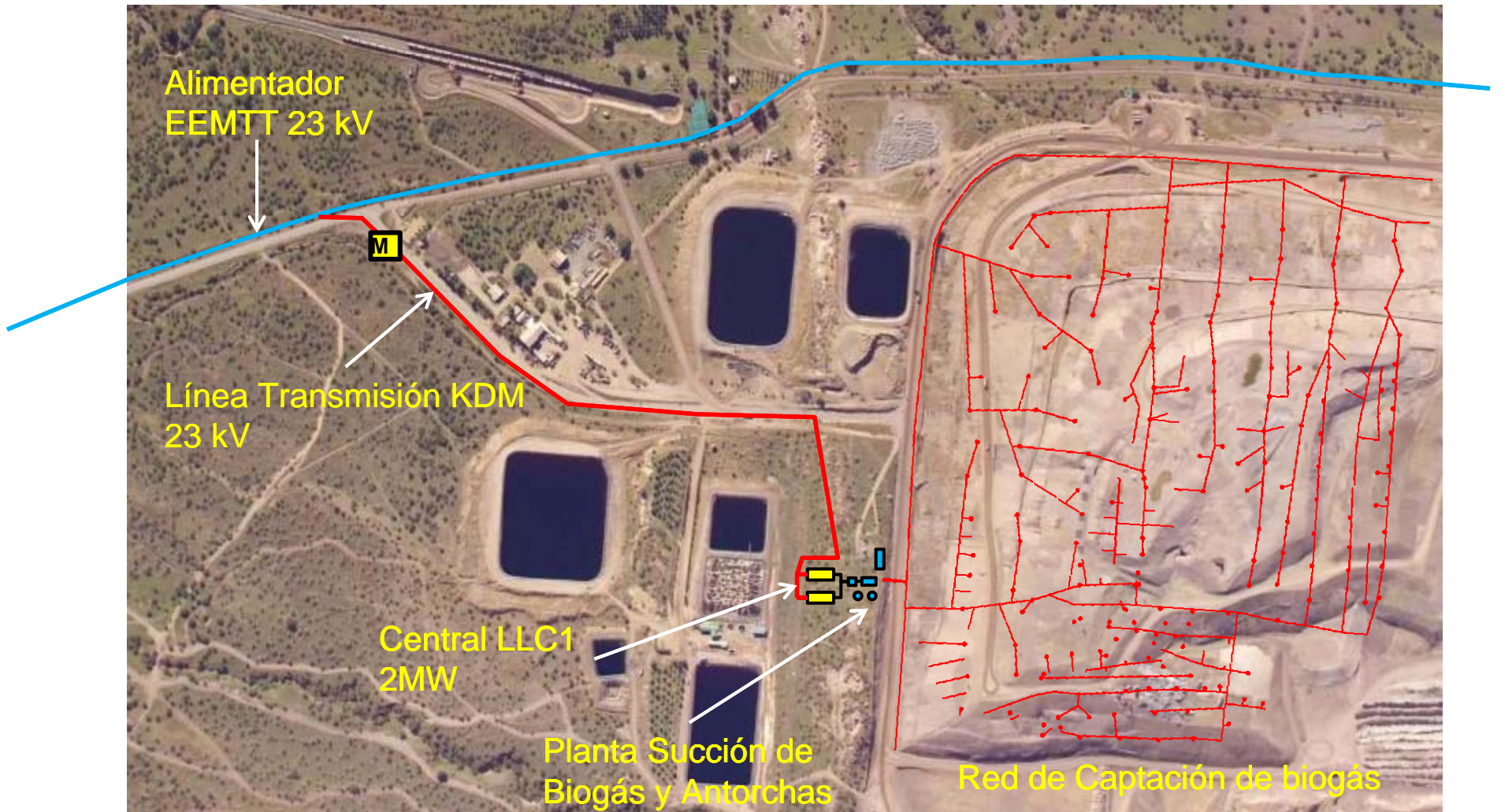
CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Capacidad máxima de 10.000 m³/hora de biogás. Actualmente termodegrada aprox. 9.000 m³/hora.
- Se compone principalmente de un sistema de succión y un sistema de quema por medio de antorchas de alta eficiencia (99,9%)



Etapa 1 : Central Loma Los Colorados I

DIAGRAMA FÍSICO

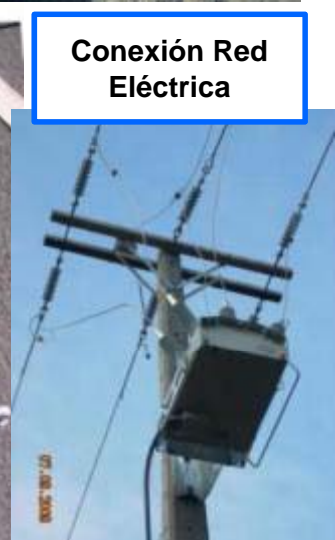


Etapa 1 : Central Loma Los Colorados I

SITUACIÓN ACTUAL



Etapa 1 : Central Loma Los Colorados I



Etapa 1 : Central Loma Los Colorados I

EQUIPOS DE GENERACIÓN


- Capacidad instalada: 2 MW.
- Grupos Generadores WAUKESHA APG1000.

Características:

- Potencia Nominal: 1000 kWe
- Configuración: V16 - 48 Lt - Turboalimentado.
- Tecnología de “combustión pobre” que minimiza las emisiones.
- Tensión de generación: 400 Volts.
- Eficiencia eléctrica: 42%.

MD
Maestranza Diesel

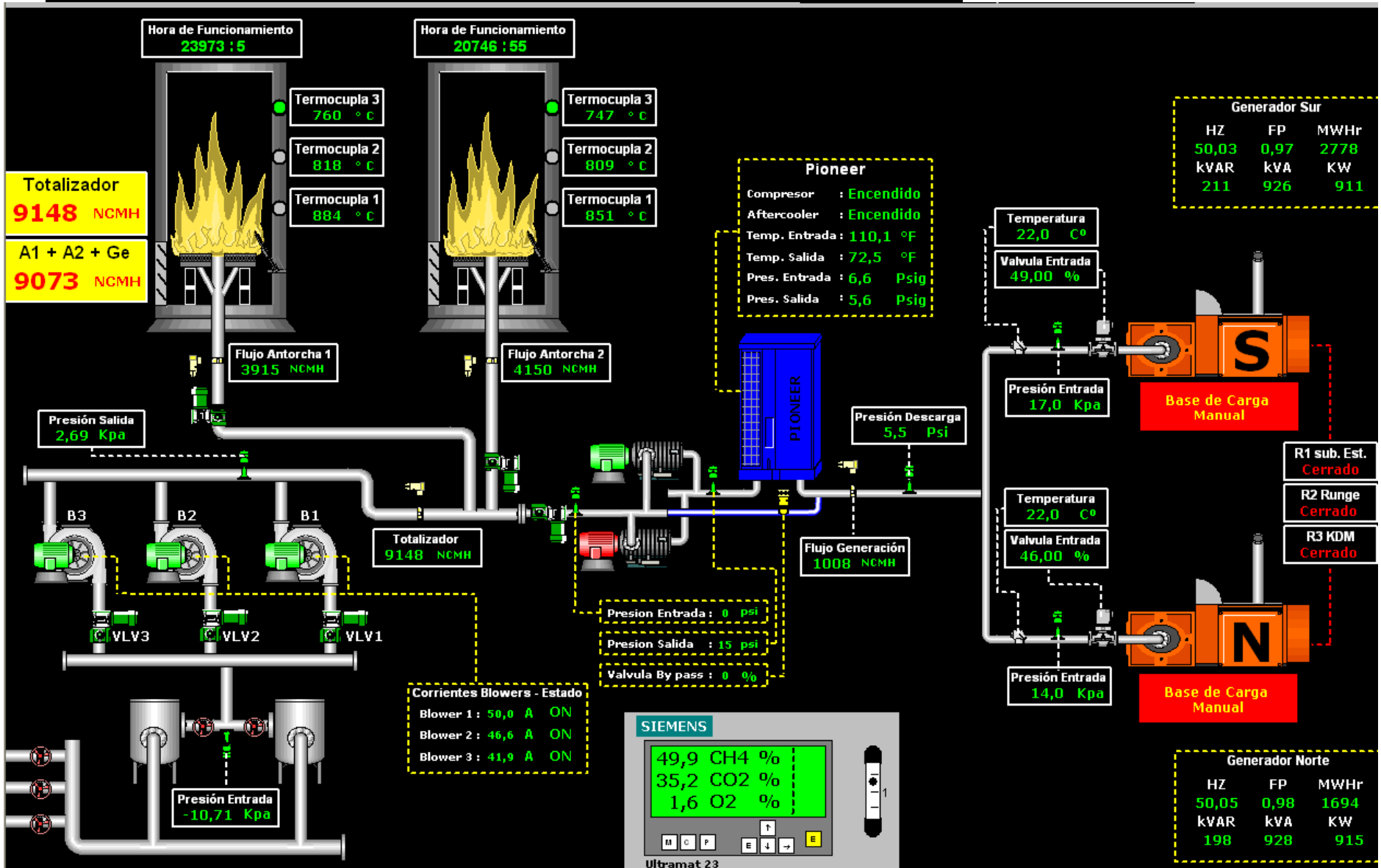


 GE Energy



Etapa 1 : Central Loma Los Colorados I

PANTALLA DE CONTROL (día Martes 17/8/2010 12:50:01 a.m.)



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

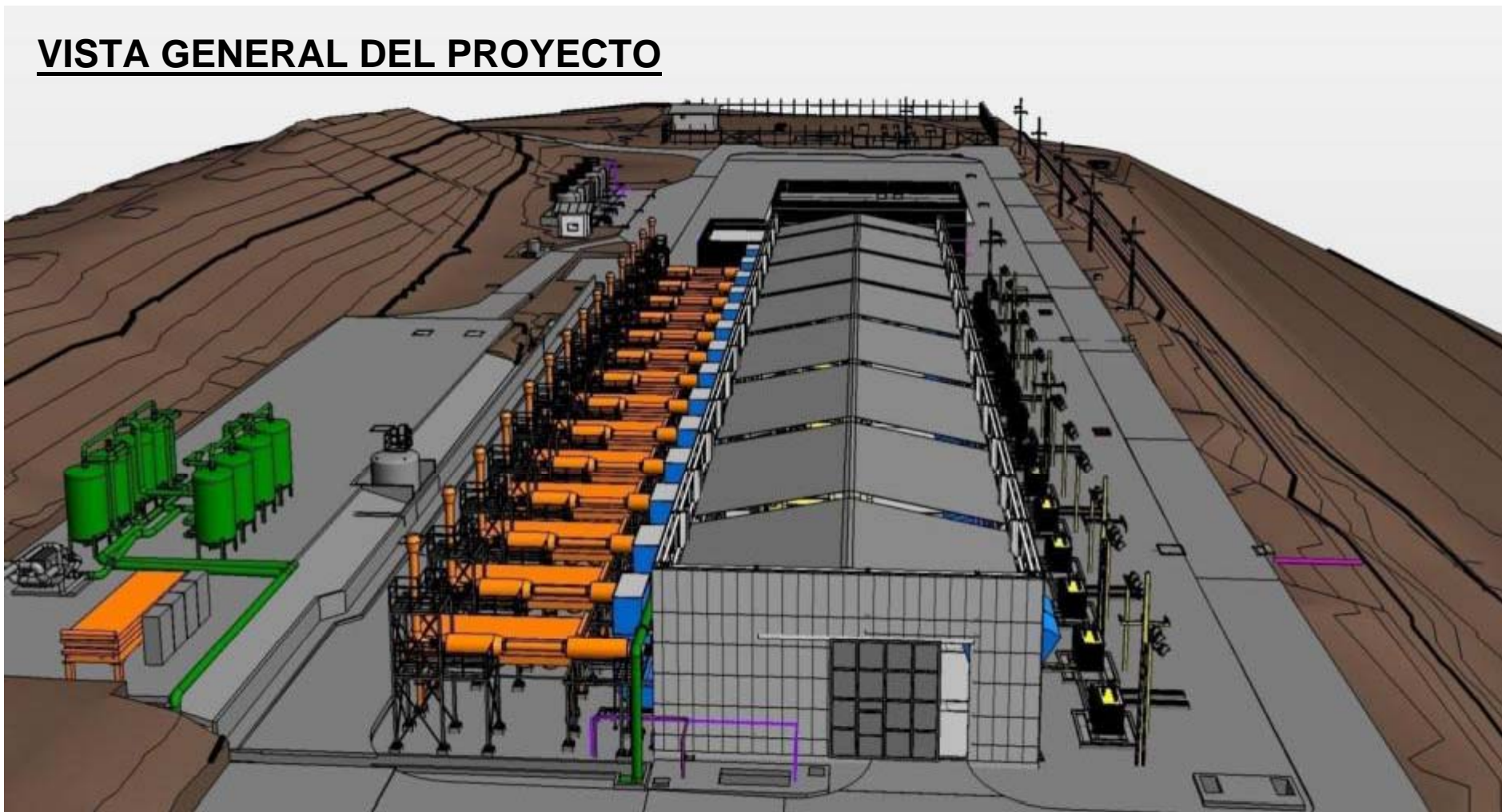


Perspectiva Maqueta 3D Central Loma Los Colorados II



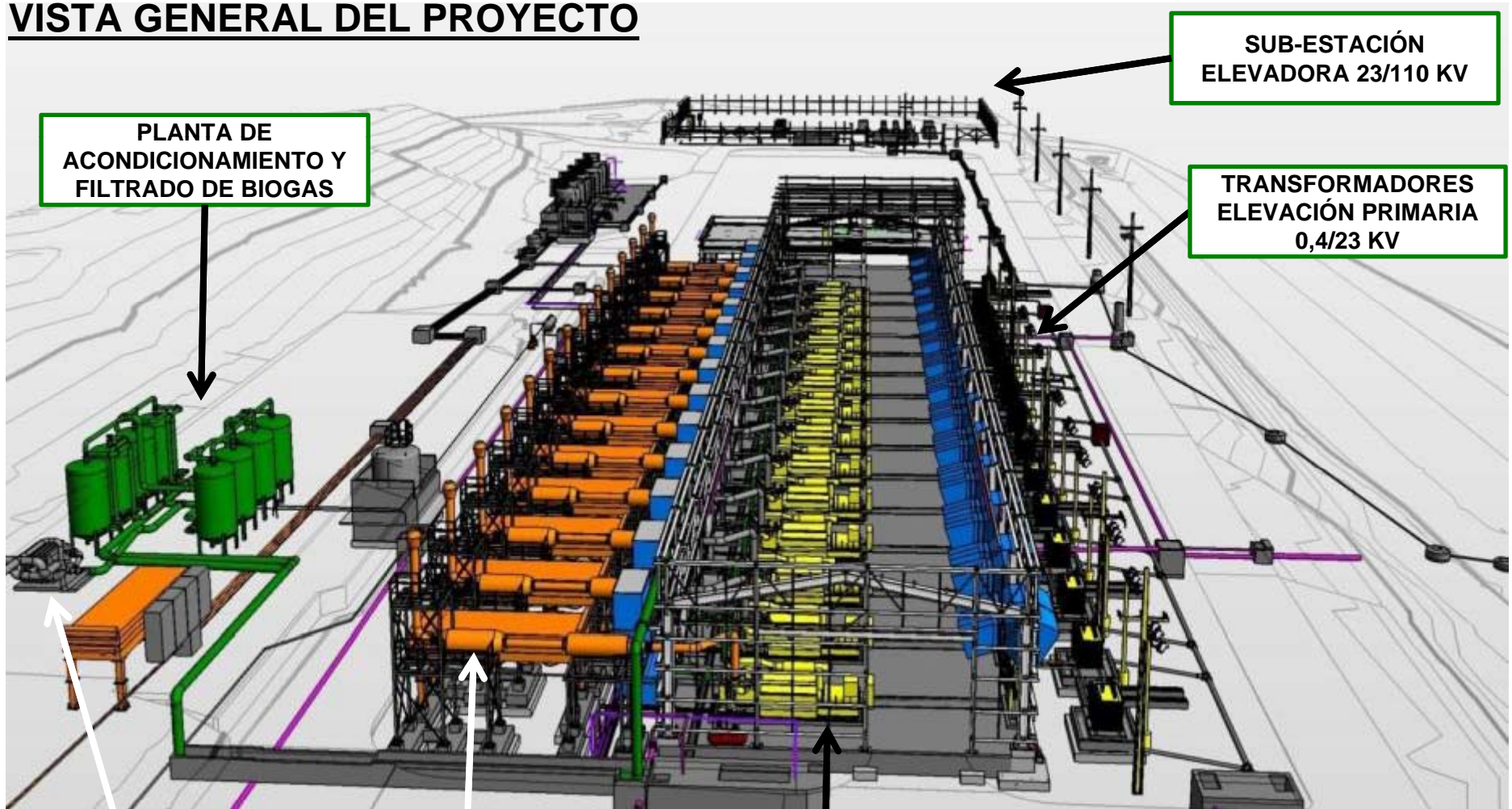
Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

VISTA GENERAL DEL PROYECTO



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

VISTA GENERAL DEL PROYECTO



SUB-ESTACIÓN
ELEVADORA 23/110 KV

TRANSFORMADORES
ELEVACIÓN PRIMARIA
0,4/23 KV

PLANTA DE
ACONDICIONAMIENTO Y
FILTRADO DE BIOGAS

ESTACIÓN DE
COMPRESIÓN

PLANT
ABATIMIENTO DE
DE ESCAPE(NOX

MOTORES
GENERADORES

Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

PLANTA DE ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DEL BIOGÁS

- Compresión del biogás (10 psi)
- Filtrado de partículas (0,9 micras)
- Secado por condensación ($< 4^{\circ}\text{C}$)
- Filtrado de siloxanos (Carbón activado).



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

PROBLEMAS Y DAÑOS EN EQUIPOS OCASIONADO POR LA PRESENCIA DE SILOXANOS EN EL BIOGÁS

- Daños en el motor:
 - Desgaste prematuro por corrosión abrasiva.
 - Daños en bujías y válvulas por detonación y/o pérdida de contacto (enfriamiento).
- Obstrucción de filtros.
 - “Envenenamiento” del elemento catalítico en filtros de gases de escape.



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

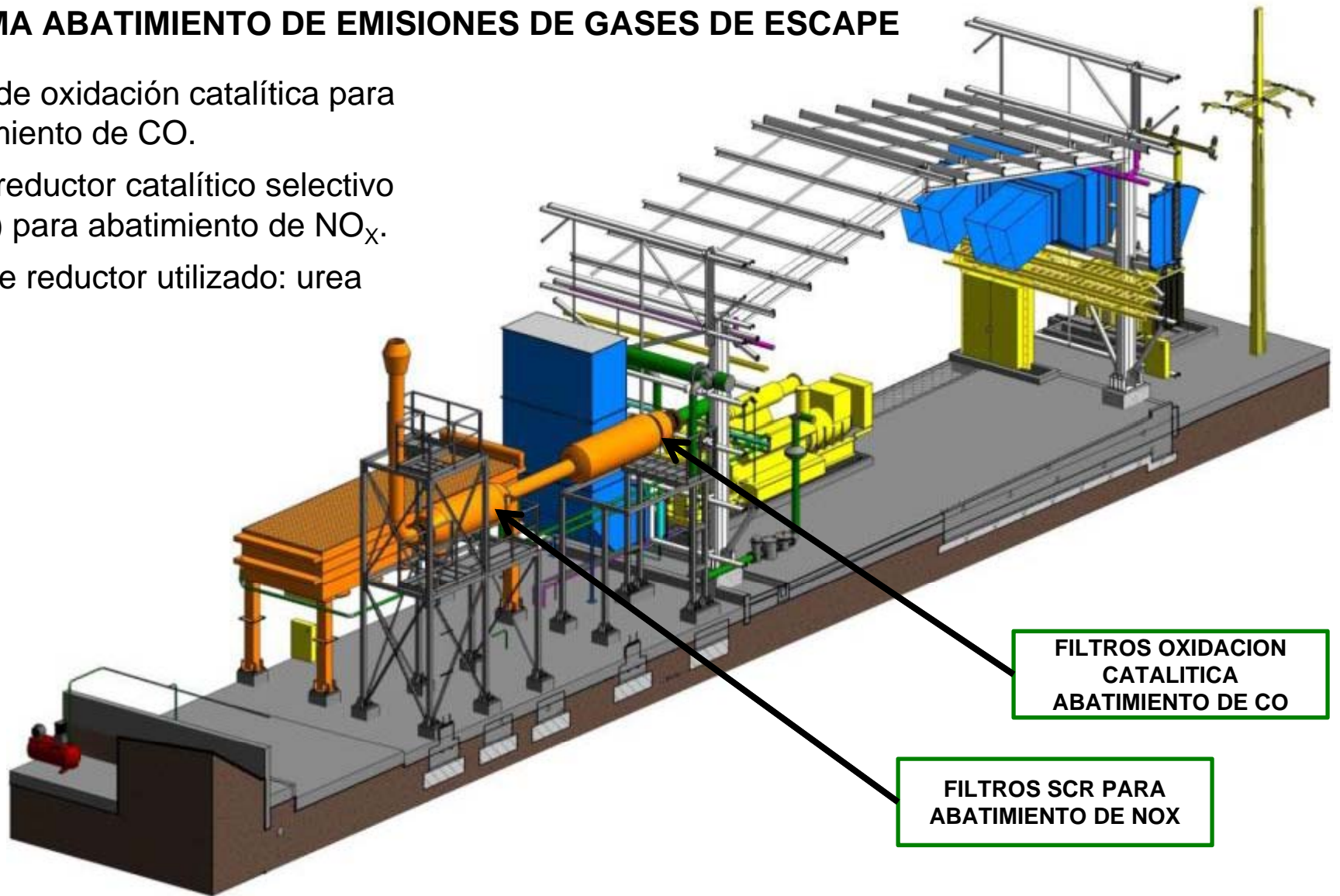
EQUIPOS DE GENERACIÓN

- Grupos Generadores: GE JENBACHER J420 GS
- Potencia Nominal: 1413 kWe
- Configuración: V20 - 61,1 Lt. - Turboalimentado.
- Tecnología de “combustión pobre” que minimiza las emisiones.
- Tensión de generación: 400 Volts.
- Eficiencia eléctrica: 42%.

Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

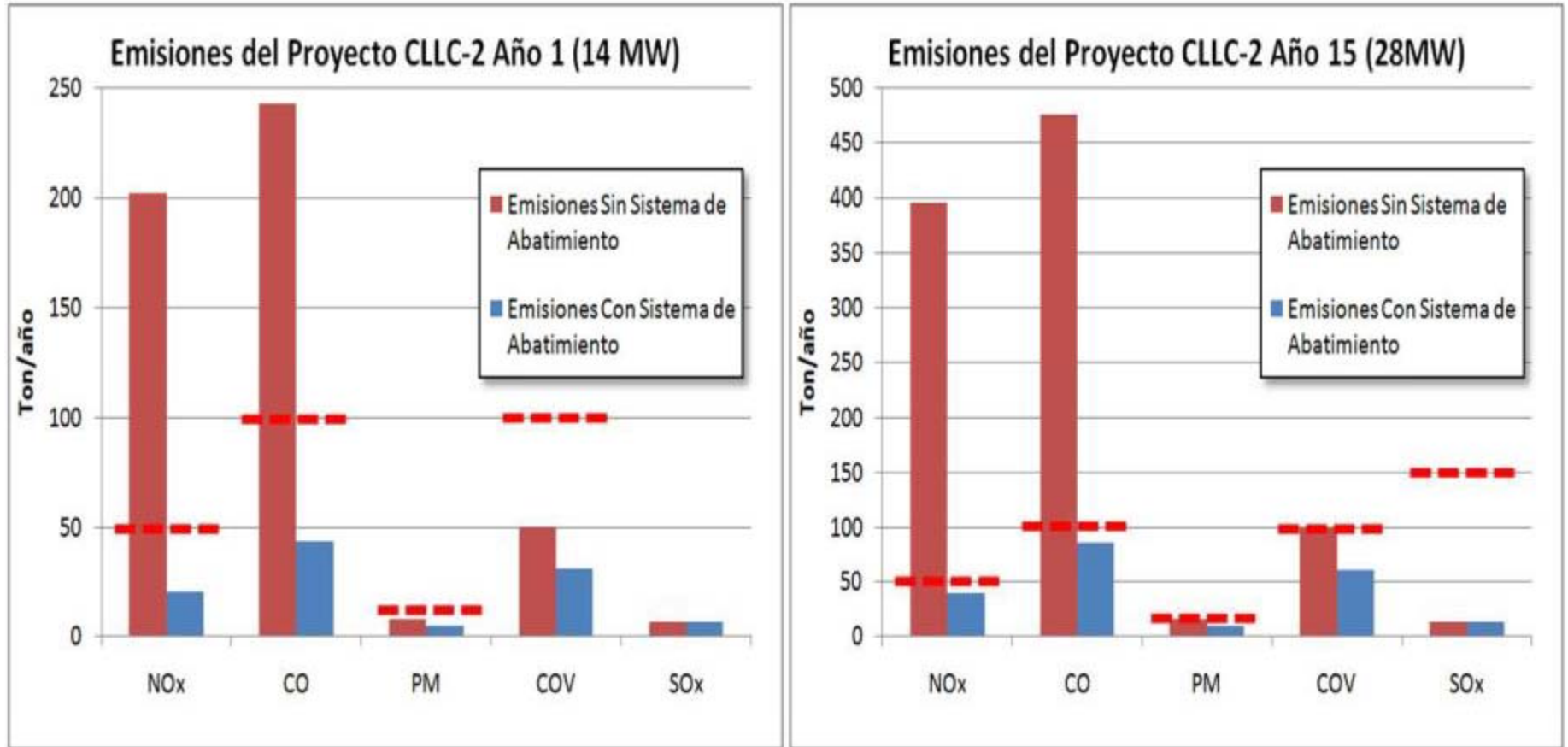
SISTEMA ABATIMIENTO DE EMISIONES DE GASES DE ESCAPE

- Filtro de oxidación catalítica para abatimiento de CO.
- Filtro reductor catalítico selectivo (SCR) para abatimiento de NO_x.
- Agente reductor utilizado: urea



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

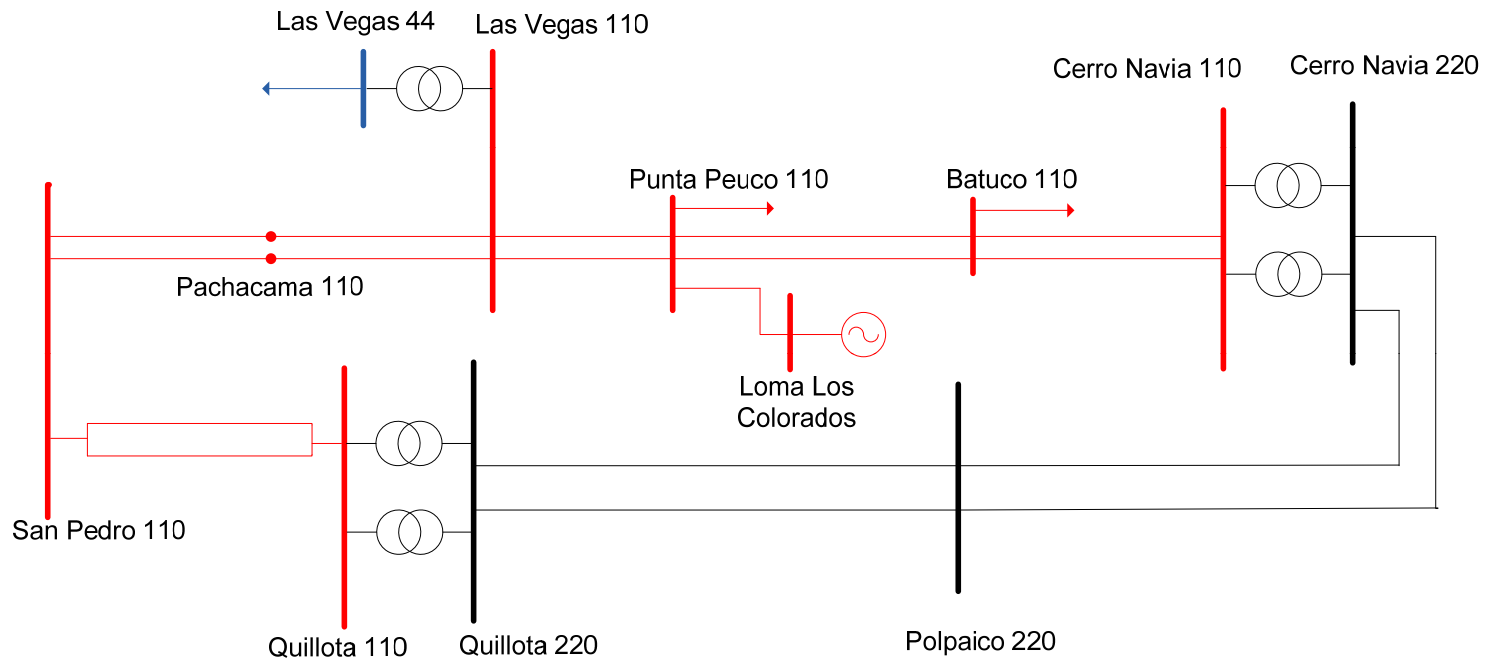
EMISIONES DEL PROYECTO CON Y SIN SISTEMA DE ABATIMIENTO DE GASES



----- Limite Normativa

Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

CONEXIÓN AL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL

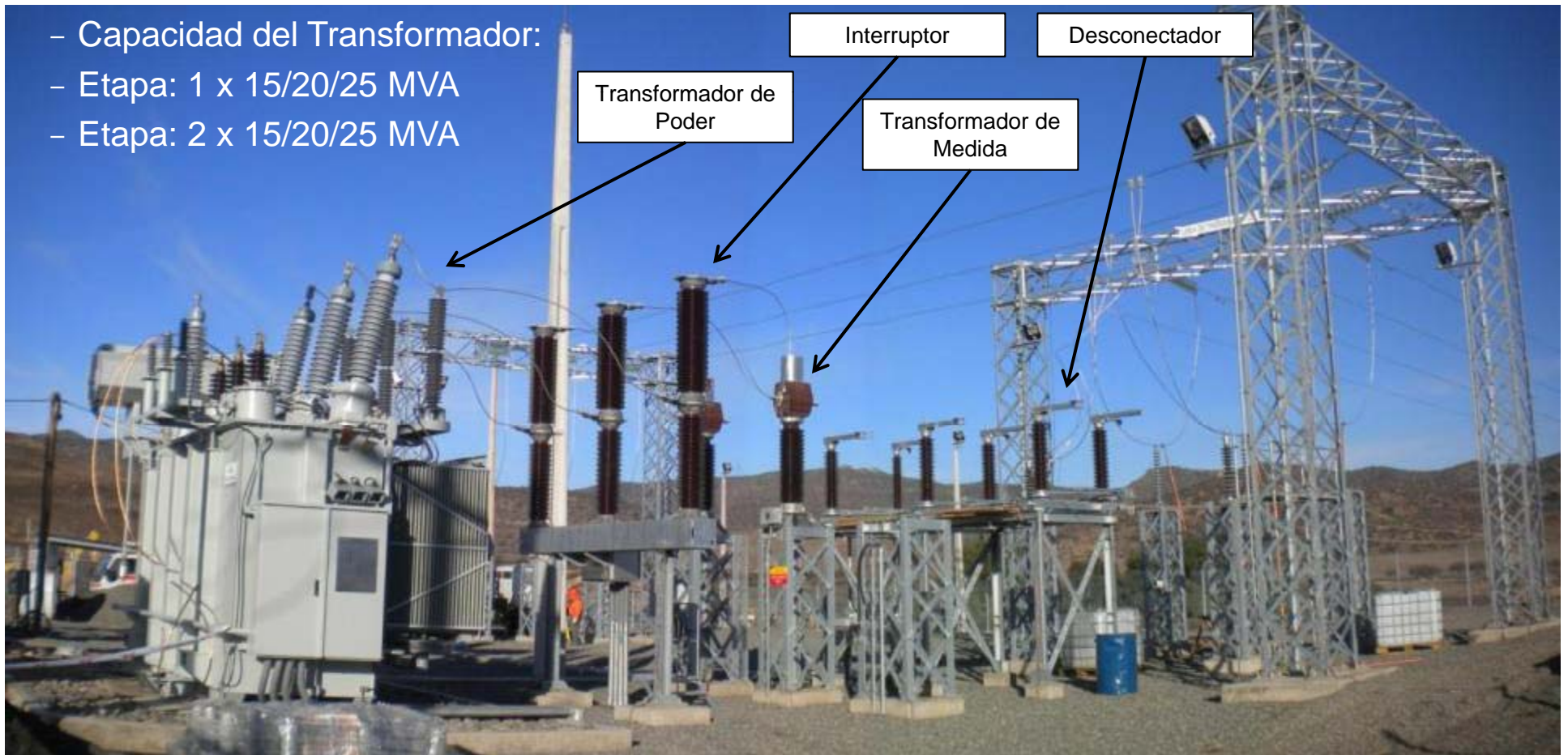


Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

CONEXIÓN AL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL

- **Sub-Estación Loma Los Colorados:**

- Nivel Primario: 23kV
- Nivel Secundario: 110kV
- Capacidad del Transformador:
 - Etapa: 1 x 15/20/25 MVA
 - Etapa: 2 x 15/20/25 MVA



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

CONEXIÓN AL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL

- **Línea de Transmisión:**
 - Nivel de tensión: 1x110 kV.
 - Punto de Conexión: SE Punta Peuco 110kV
 - Extensión: 20 km.



Edificio de Generación

Estado de Avance 21-06-2011



Edificio de Generación

Estado de Avance 21-06-2011



Edificio de Generación

Estado de Avance 21-06-2011



Montajes Interior Nave de Generación

Planta de Acondicionamiento y Filtrado de Biogás



Estado de Avance 21-05-2011



Planta de Abatimiento Gases de Escape



Sub-estación elevadora primaria

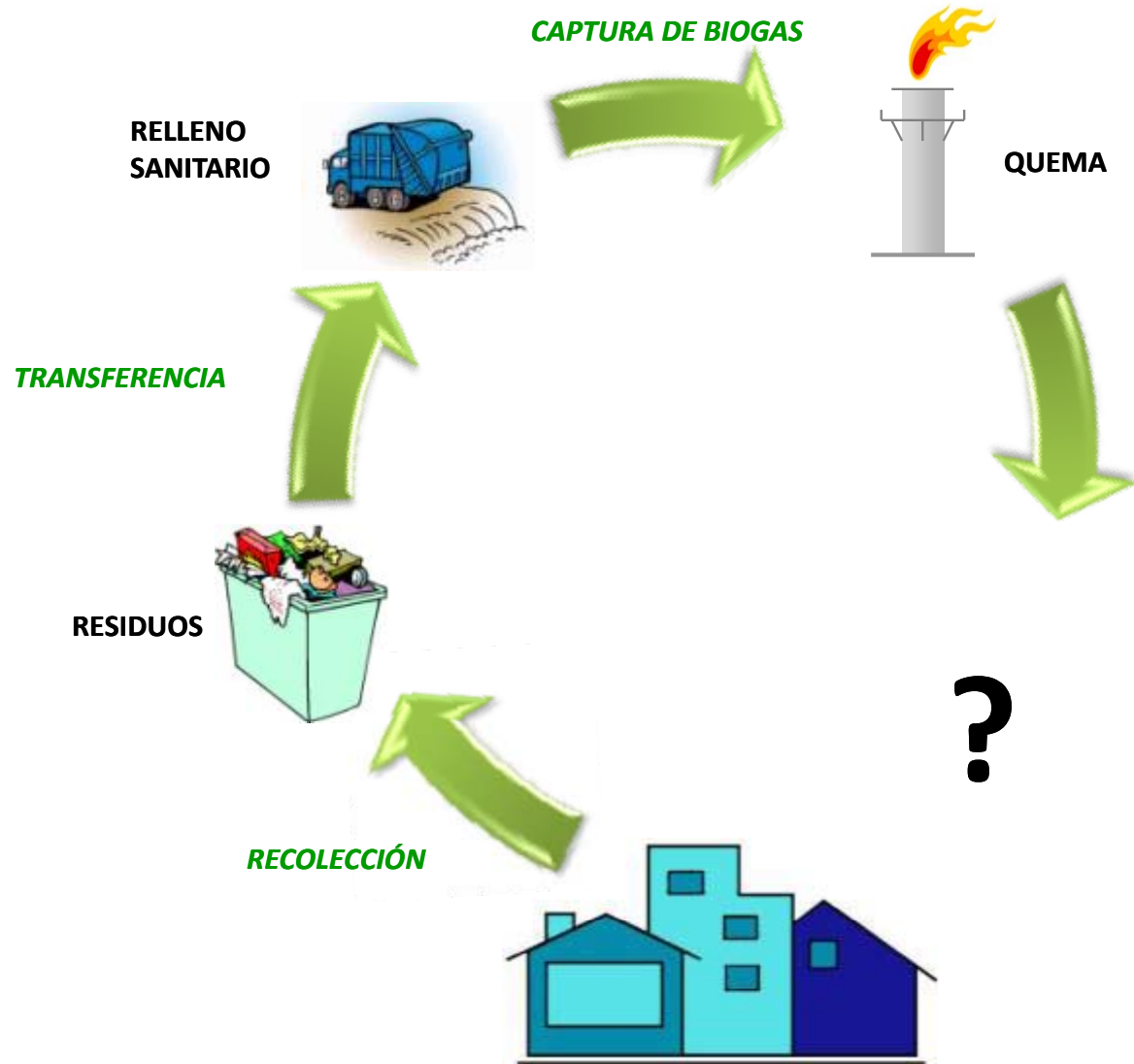
Sub-estación elevadora 23/110kV

Estado de Avance 21-06-2011



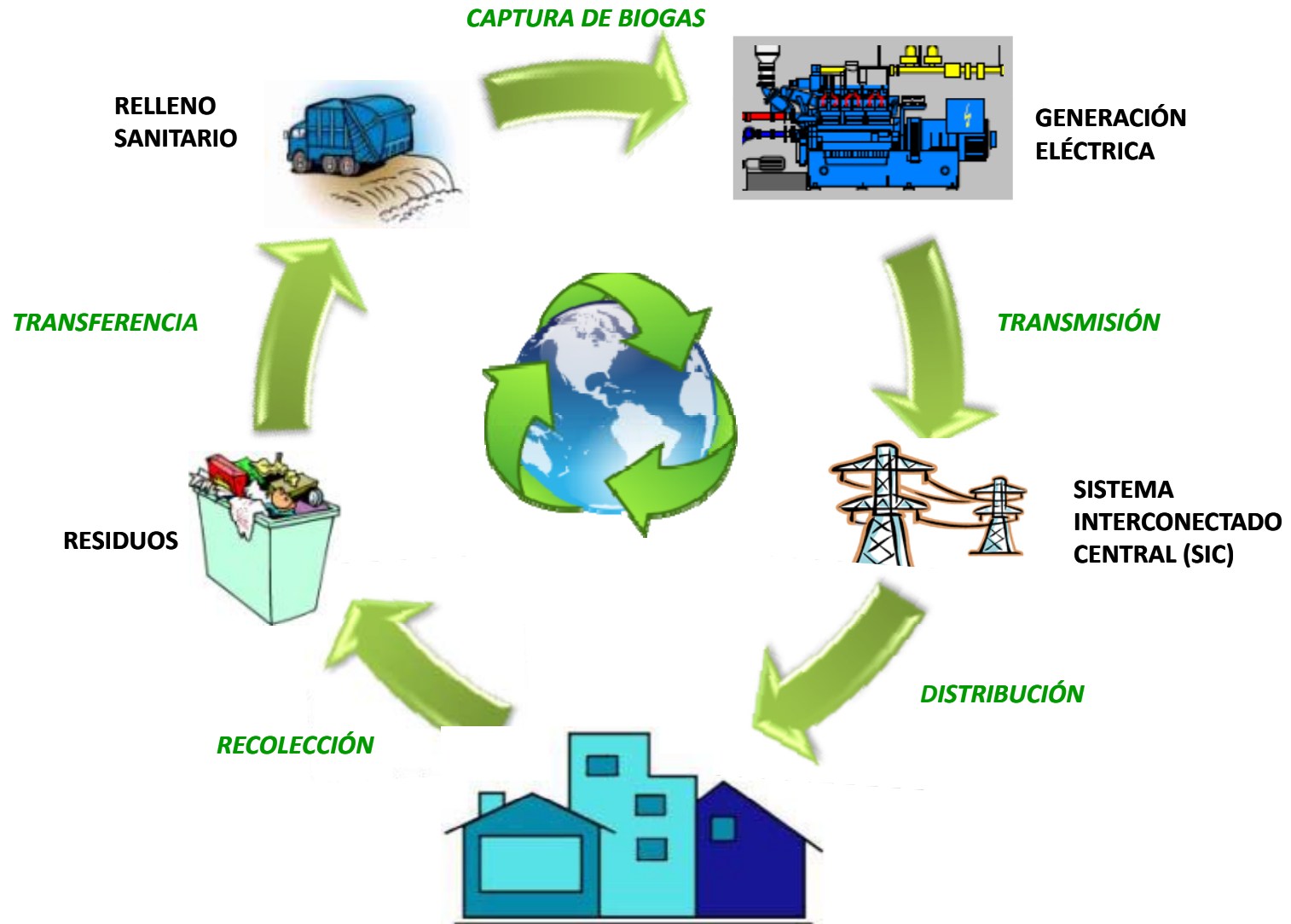


CENTRAL LOMA LOS COLORADOS



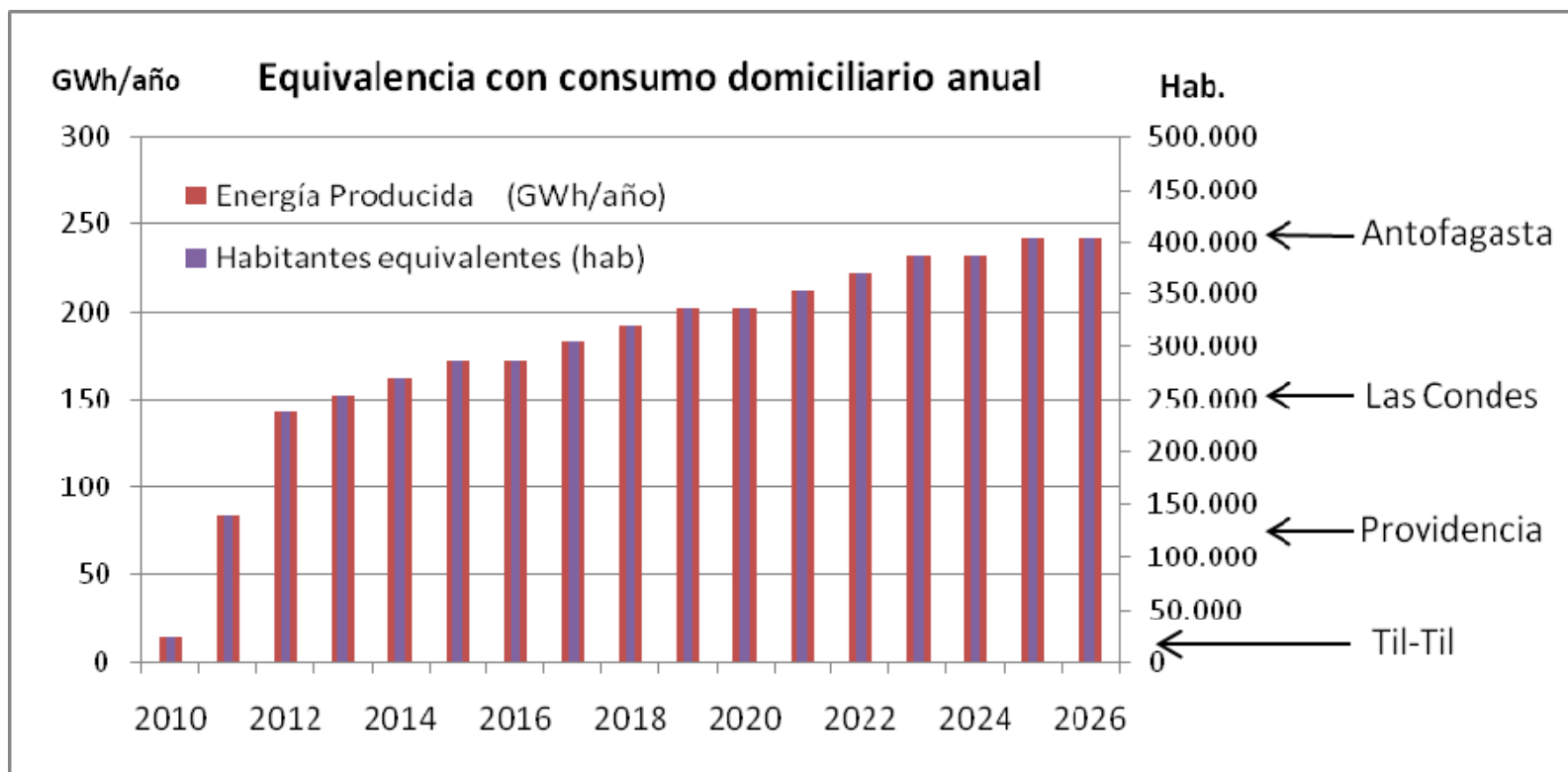


CENTRAL LOMA LOS COLORADOS



Etapa 2 : Central Loma Los Colorados II

PROYECCIÓN DE GENERACIÓN ERNC





conservando
guardianes del medio ambiente



kdm
energía s.a.

GRACIAS !!!!!