

**INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA**

**MEMORIA VALORADA DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN  
DEL NUEVO SISTEMA DE COGENERACIÓN DE LA EDAR DE  
HUESCA**

**OCTUBRE – DICIEMBRE 2009**



## CONTENIDO DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN
2. CRONOGRAMA DE LA INSTALACIÓN
3. DESMONTAJE Y ELIMINACION DEL ANTIGUO EQUIPO Y PREACONDICIONAMIENTO DE LA SALA
4. NUEVO MÓDULO DE COGENERACIÓN
  - 4.1. Características motor GUASCOR FGLD 180/6
  - 4.2. Características alternador LEROY SOMER LSA 47.2 M7
  - 4.3. Accesorios
5. CUADROS DE CONTROL Y POTENCIA
  - 5.1. Características del cuadro de control
  - 5.2. Características del cuadro de potencia
6. CIRCUITO DE EVACUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CALOR DE LOS GASES DE ESCAPE
  - 6.1. Sistema de recuperación de calor de los gases de escape
  - 6.2. Silencioso de gases de escape
7. CIRCUITO PRINCIPAL (ALTA TEMPERATURA) DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR Y RECUPERADOR DE CALOR DE PLACAS
  - 7.1. Intercambiador de calor de placas del circuito principal
  - 7.2. Válvula de tres vías agua del circuito de refrigeración principal
  - 7.3. Aerorrefrigerador de emergencia exterior
  - 7.4. Caja de válvulas termostáticas del circuito de refrigeración principal
8. CIRCUITO SECUNDARIO (BAJA TEMPERATURA) REFRIGERACIÓN MOTOR
9. REMODELACIÓN CIRCUITO DE SUMINISTRO DE BIOGÁS
  - 9.1. Rampa de gas
10. ACONDICIONAMIENTO GENERAL DE LA SALA DE COGENERACIÓN
  - 10.1. Sistema de ventilación de la sala de cogeneración
  - 10.2. Insonorización de la sala de cogeneración
  - 10.3. Desclasificación ATEX de la sala de cogeneración

11. PUESTA EN MARCHA

12. LEGALIZACIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN

13. COSTE ECONÓMICO FINAL

14. ANEXOS

- ANEXO I.- Descripción técnica, libro de uso y mantenimiento motores Guascor
- ANEXO II.- Planos e implantación de la instalación y equipos
- ANEXO III.- Características alternadores LSA 47-2 M7
- ANEXO IV.- Certificado eliminación motor DEUTZ
- ANEXO V.- Información técnica del acondicionamiento de sala de cogeneración
- ANEXO VI.- Certificación instalación línea suministro de biogás
- ANEXO VII.- Verificación y puesta en marcha sistema de cogeneración
- ANEXO VIII.- Control y potencia grupo en paralelo con red
- ANEXO IX.- Anexo al proyecto instalación baja tensión EDAR Huesca:  
modificación sistema cogeneración
- ANEXO X.- Certificación dirección de obra y notificación Industria DGA
- ANEXO XI.- Libro de recambios motores FGLD 180

## **MEMORIA VALORADA DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE COGENERACIÓN DE LA EDAR DE HUESCA.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Desde el inicio de la explotación de la EDAR de Huesca en el año 1.999 ha venido funcionando un sistema de cogeneración que ha aprovechado de forma eficiente el gas producido en la digestión anaerobia para la recuperación eléctrica y energética.

El equipo que se instaló fue un motor DEUTZ modelo TBG 616 V08 acoplado a un alternador STAMFORD HCI534D2. La vida útil de este equipo es de 48.000 horas a partir de las cuales es necesario realizar un mantenimiento "overhaul" que incluye la colocación de piezas seminuevas procedentes de otros motores.

Dado que el equipo había superado ya su vida útil (58.741 horas en junio de 2008) y que el mantenimiento "overhaul" no puede garantizar seguir obteniendo del motor un rendimiento óptimo, se decidió por parte del Instituto Aragonés del Agua la sustitución del equipo actual por uno totalmente nuevo alargando la vida del equipo ya instalado hasta el inicio del nuevo contrato de explotación de la EDAR de Huesca, ya que el buen rendimiento del mismo hasta entonces así lo permitía.

En diciembre de 2008 se adjudicó el nuevo contrato de explotación a aqualia, gestión integral del agua S.A. y en cumplimiento del Pliego de Condiciones Técnicas que rigió el concurso de adjudicación se decidió proceder a la sustitución del equipo de cogeneración de la EDAR de Huesca durante el primer año de explotación fijando la fecha de inicio en octubre de 2009.

De esta forma el día 13 de octubre de 2009 se procede a iniciar el desmontaje y eliminación del antiguo equipo de cogeneración, acondicionar la sala donde se situaba y proceder al montaje del nuevo motor y de todo el nuevo sistema de cogeneración y recuperación de calor.

El nuevo motor instalado, tal y como figuraba en la oferta técnica presentada por aqualia por la que fue adjudicataria del nuevo contrato de mantenimiento, ha sido un motor de la marca GUASCOR modelo FGLD 180/6.

El día 18 de noviembre de 2009 se termina la instalación del nuevo modulo de cogeneración (motor + alternador) así como del resto del sistema de cogeneración y elementos auxiliares (sistemas de refrigeración, sistema de recuperación de calor, ventilación de sala, insonorización de sala, etc.)

A partir de entonces se procede a la verificación de la instalación y realización de la puesta en marcha del equipo por parte de los servicios oficiales del fabricante GUASCOR quedando el nuevo sistema de cogeneración de la EDAR de Huesca funcionando a pleno rendimiento el día 4 de diciembre de 2009.

## 2. CRONOGRAMA DE LA INSTALACIÓN

A continuación se presenta un cronograma con las distintas fases de este proceso de instalación y la duración de las mismas.

ACTUACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Desmontaje instalación anterior																																
Saneamiento y acondicionamiento sala																																
Instalación nuevo módulo cogeneración																																
Línea gases escape / recuperación calor																																
Instalación eléctrica y cuadros de control																																
Instalación circuito principal refrigeración																																
Insonorización y ventilación de la sala																																
Instalación circuito suministro de biogás																																
Instalación circuito secund. refrigeración																																
Verificación y puesta en marcha																																

ACTUACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Desmontaje instalación anterior																																	
Saneamiento y acondicionamiento sala																																	
Instalación nuevo módulo cogeneración																																	
Línea gases escape / recuperación calor																																	
Instalación eléctrica y cuadros de control																																	
Instalación circuito principal refrigeración																																	
Insonorización y ventilación de la sala																																	
Instalación circuito suministro de biogás																																	
Instalación circuito secund. refrigeración																																	
Verificación y puesta en marcha																																	

ACTUACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Verificación y puesta en marcha																															

En adelante se describe lo realizado en cada una de estas fases de la instalación así como las principales características del nuevo motor y del resto de equipos instalados.

En el **Anexo I: “Descripción técnica, libro de uso y mantenimiento motores Guascor”**, en el **Anexo II: “Planos e implantación de la instalación y equipos”** y en el **Anexo III: “Características alternadores LSA 47-2 M7”** se describen mucho mas detalladamente las características técnicas de los equipos y principales elementos que constituyen el nuevo sistema de cogeneración de la EDAR de Huesca así como esquemas y planos finales de la instalación.

### **3. DESMONTAJE Y ELIMINACIÓN DEL ANTIGUO EQUIPO Y PREACONDICIONAMIENTO DE LA SALA.**

La primera actuación realizada fue el desmontaje y eliminación del antiguo equipo de cogeneración en módulo compacto en container: motor DEUTZ TBG 616 V8 MWM, cuadro eléctrico de potencia y control, intercambiador de gases de escape, silencioso de escape, rampa de gas, valvulería, equipos de bombeo, etc.

En el **Anexo IV: “Certificado de eliminación motor DEUTZ”** se muestra copia del certificado de eliminación emitido por gestor autorizado.

De la misma manera se desmontaron y eliminaron todos los elementos auxiliares del antiguo sistema: torre de ventilación de sala, equipos y depósitos del sistema de lubricación, tuberías de los circuitos de refrigeración, etc.

Se procedió a la limpieza general de la sala, saneamiento del suelo y eliminación por lijado de la pintura antigua.

También se procedió a la modificación de la bancada de hormigón existente sobre la que se asentaría el modulo y parte de los elementos auxiliares del nuevo sistema de cogeneración, todo ello siguiendo las instrucciones del fabricante GUASCOR.

De esta forma se realizó el recrecimiento de la antigua bancada y la instalación de dos planchas de acero paralelas de 3000 x 200 x 40 mm de modo que quedaran embebidas en el hormigón. Asimismo cada una de estas planchas se ancló en la bancada de hormigón con cinco fijaciones soldadas en acero de 30 cm de profundidad. Sobre estas planchas de fijación se fijó el nuevo módulo de cogeneración.

#### 4. **NUEVO MÓDULO DE COGENERACIÓN.**

El módulo de cogeneración instalado compuesto por motor y alternador se dispone sobre una bancada común construida en acero de alta rigidez electrosoldada.

Está montada sobre calzos regulables que sirven para la nivelación o alineación de la bancada, ya que se colocan bajo tornillos de nivelación roscados a la bancada.

La nivelación mediante estos calzos se realizó dejando el espacio suficiente por debajo de la bancada para colocar seis suspensiones elásticas tipo BSB 160 (tres por cada lado) para aislamiento de las vibraciones que se produzcan.

Cada suspensión elástica va atornillada a un taco de apoyo en acero de 180 x 180 x 25 mm que a su vez se soldó a las planchas de fijación situadas en la bancada de hormigón de la sala.



Nuevo módulo cogeneración EDAR Huesca

A modo de resumen, el nuevo módulo instalado produce una potencia nominal de 260 kW, ajuntándose a la potencia obtenible con el biogás generado en la EDAR de Huesca e incrementando la potencia obtenida hasta ahora en bornas del alternador al disponer, además, los nuevos equipos de una mejora sustancial del rendimiento. Además, los motores que se fabrican de última generación tienen mayor requerimiento medioambiental que los antiguos y un nivel de emisiones menor, dentro de los parámetros que exige la Normativa Europea.

Este módulo de cogeneración instalado está compuesto por motor GUASCOR FGLD 180/6 y alternador LEROY SOMER LSA 47.2 M7

#### **4.1. Características motor GUASCOR FGLD 180/6**

Fabricante:	GUASCOR
Tipo motor:	Turboalimentado y post enfriado
Combustible:	Biogás
Régimen:	1500 rpm a 50 Hz
Refrigeración por agua:	Dos circuitos por radiador (90/55°C)
Potencia mecánica:	275 kWm
Potencia eléctrica:	261 kWe
Eficacia mecánica:	39,2 %
Eficacia eléctrica:	37,6 %
Servicio:	Continuo 24/24 horas
Emisiones:	Punto de carburación TA-Luft
Longitud:	3.023 mm
Anchura:	940 mm
Altura:	1.917 mm
Peso:	3.828 kg

Es un motor alimentado por el biogás producido en la EDAR de Huesca, que trabaja en un ciclo OTTO de cuatro tiempos, con turboalimentación y post enfriado.

De las partes fijas del motor se puede destacar: la construcción del carter se ha realizado en aleación térmicamente tratada; el bloque cuenta con aperturas laterales de inspección; las camisas son intercambiables y están refrigeradas por agua, además se extraen fácilmente del bloque principal para facilitar el mantenimiento; igualmente el acceso a las culatas es individual por cilindro, de acceso muy sencillo, están refrigeradas por agua y cuentan con cuatro válvulas y una bujía centrada por culata.

Respecto a las partes móviles, decir que: el cigüeñal está construido en una sola pieza; los cojinetes de la bancada y las cabezas de las bielas son bimetálicas; el volante de inercia está construido en fundición; cuenta con amortiguador de vibraciones torsionales; las válvulas se accionan mediante balancines articulados por las varillas del árbol de levas y este es accionado por el cigüeñal a través de engranajes; las bielas están construidas en aleación de acero con un corte oblicuo dentado; los pistones están contruidos en aleación de aluminio, las cámaras de combustión están diseñadas para ofrecer un alto rendimiento y bajas emisiones, siendo refrigerados por un chorro de aceite en el fondo de cabeza de cada pistón:

La lubricación es forzada mediante bomba accionada por el cigüeñal. Cuenta con una válvula de seguridad y regulación de presión, enfriador aceite – agua y filtración. Existe una válvula de drenaje en el fondo del enfriador de aceite para una fácil extracción. El mismo sistema lubrica el eje del turbocompresor.

Aunque el carter es cerrado existe un sistema de evacuación de gases al exterior, previa decantación de nieblas.

El sistema de refrigeración se compone de dos circuitos independientes: el principal para refrigeración del bloque, camisas, culatas y colectores de escapes; y el secundario para refrigerar el aceite y el intercooler.

El sistema de admisión de mezcla de aire combustible está compuesto por unos filtros ciclónicos de alta eficacia, un turbocompresor de alto rendimiento calorifugado, un enfriador de la mezcla comprimida por agua y colector de admisión. El enfriador presenta una lenta resistencia a la corrosión de los ataques ácidos del gas combustible.

El colector de escape está refrigerado por agua del circuito principal.

El sistema de arranque es mediante un arrancador electrónico a 24 VCC.

La carburación es mecánica, contando con un regulador de presión cero y un tornillo de ajuste manual para fijar el punto correcto de carburación. Cuenta con un carburador tipo venturi.

Existe un sistema de control electrónico de velocidad / carga motor, con una válvula de mariposa con actuador mecánico.

El sistema de encendido es electrónico, adecuándose a cada tipo de gas, produciendo la chispa según los captadores de posición de cada pistón. Cada cilindro cuenta con una bobina individual, el cableado de los cilindros es de alto y bajo voltaje y las bujías son de larga duración, seleccionadas específicamente para el tipo de gas a tratar.

El motor cuenta con un panel de control con 6 esferas en las que se muestra: las temperaturas del agua del refrigerador principal y auxiliar; la presión y temperatura del aceite lubricante; y la temperatura y presión de la mezcla en el colector de admisión.

Existen sensores de seguridad para: alta temperatura del agua de refrigeración; alta y baja presión de aceite; alta temperatura colector de admisión; alta temperatura del aceite; nivel de aceite; colmatación de filtros de aire y aceite; sobrevelocidad.

#### **4.2. Características alternador LEROY SOMER LSA 47.2 M7**

Voltaje:	400 V
Velocidad de giro:	1500 rpm
Frecuencia:	50 Hz
Acoplamiento:	1
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,8 - 1$
Clase de aislamiento:	H
Clase de calentamiento:	F
Excitación:	Control electrónico
Nivel de protección:	IP 23

Ajuste de voltaje:	$\pm 0,5 \%$
Capacidad corriente de cortocircuito a 300%(3 IN) 10 s	
Tipo de servicio:	Continuo 24/24 horas
Temperatura ambiente:	$< 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Potencia aparente:	500 KVA
Flujo de aire:	$0,9 \text{ m}^3/\text{seg}$

El alternador es síncrono autorregulado sin anillos ni escobillas, está construido en bipalier y autoventilado.

Cuenta con un sistema electrónico de ajuste de tensión para sincronizar con la red y para controlar el factor de potencia.

La construcción respecto al motor es directamente embridado al carter volante del motor por acoplamiento rígido

Cumple con las normas internacionales I.E.C. 60034, N.E.M.A. MG 1.22, C.S.A.; U.L. 1446; U.L. 1004B; I.S.O. 8528/3; I.S.O. 9001; I.S.O. 14001; etc.



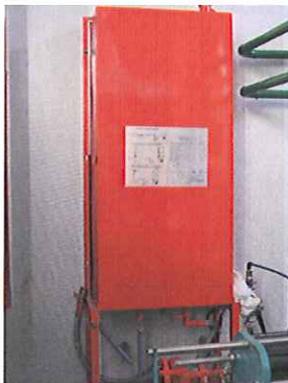
Alternador del módulo de cogeneración EDAR Huesca

#### **4.3. Accesorios.**

Los accesorios más importantes a destacar son:

- Filtros de aire con detectores electrónicos de colmatación.
- Conexiones flexibles de aceite, circuitos de refrigeración, escape y alimentación de gas.
- Sistema de escape con termopar tipo K de control y silencioso de 30 dB de atenuación.
- Sistema de arranque con juego de baterías (Pb-PbO<sub>2</sub> 230 Ah, 12+12 VCC) sobre bancada y circuito electrónico con interruptor de corte manual.
- Sistema de refrigeración mediante el precalentamiento de agua de motor.

- Sistema de aceite lubricante externo equipado con electrobomba, controlador automático de nivel, precalentamiento automático y tanque nodriza de 300 litros.



Tanque nodriza alimentación aceite a motor

- Cajas independientes de conexiones para 24 VCC y 220/380 VCA
- Cableado con cable de silicona recubierto de fibra de vidrio y malla trenzada de acero inoxidable de alta resistencia.

## **5. CUADROS DE CONTROL Y POTENCIA**

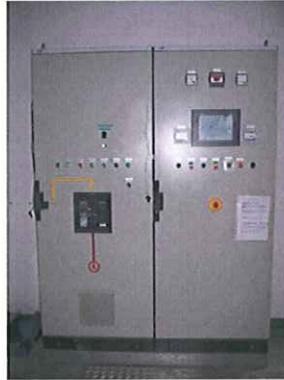
Simultáneamente a la instalación mecánica de los circuitos de recuperación de calor, refrigeración y suministro de gas se procedió a la instalación de los cuadros de potencia y control en la sala del Centro de Control de Motores 2 (C.C.M. 2) anexa a la sala de cogeneración.

De esta manera se evita entrar a la sala para realizar cualquier tarea de supervisión, toma o comprobación de datos, cambio de parámetros, etc., que de forma continuada se realizan en el sistema de cogeneración. En consecuencia se evitan riesgos para el personal como la exposición a altos niveles sonoros o a altas concentraciones de gases (aunque para ello se han instalado también sistemas de detección de altas concentraciones de metano y corte de suministro de biogás).

La conexión de los cuadros con los equipos del interior de la sala de cogeneración se ha realizado mediante sendas arquetas, comunicadas entre sí, en el suelo de ambas salas entre las que discurren los distintos cableados.

De la misma forma, se procedió a la instalación de una cristalera aislada acústicamente (triple cristal con doble cámara de aire) de 90 x 90 cm en el muro que separa ambas salas para poder realizar también un control visual

de la sala de cogeneración simultáneo al control operacional del equipo. En el **Anexo VIII: “Control y potencia grupo en paralelo con red”** y en el **Anexo IX: “Anexo al proyecto instalación baja tensión EDAR Huesca: modificación sistema cogeneración”** se muestra el conexionado de los cuadros eléctricos con los distintos equipos y el esquema de conexión en paralelo con la red.



Cuadros de control y potencia

### **5.1. Características del cuadro de control**

Se instaló un armario de control y protección del modulo para trabajar en paralelo con la red. Incorpora un panel común de control de sincronización y vigilancia de red.

Está controlado por un autómata programable (PLC) que junto al equipamiento auxiliar permite el desempeño de las siguientes funciones:

- Funcionamiento en automático y manual.
- Arranque automático que puede realizarse en función de:
  - o Discriminación horaria según los datos introducidos en cada periodo tarifario anual.
  - o Disponibilidad de gas según señal analógica de la sonda de nivel de gasómetro.
  - o Una combinación de las dos modalidades anteriores permitiendo llegar a los periodos de tarifa punta con un nivel alto de llenado del gasómetro.
- Control del motor y protección del generador.
- Sincronización automática del grupo con la red.
- Posibilidad de funcionamiento en isla.
- Visualización de alarmas y de los principales parámetros del motor.
- Control de la potencia generada con la posibilidad de establecer una potencia generada máxima simultáneamente con una consigna máxima de consumo de red.
- Ejecución de maniobras de los equipos auxiliares de los grupos (bombas, aerorefrigerantes...)

Todas estas funciones se pueden realizar gracias a la unidad de control de velocidad, la unidad de control y reparto de carga y la unidad de sincronización automática.

El sistema de regulación y control se encarga de actuar sobre el motor para conseguir un funcionamiento automático del mismo.

Para ello, primero, debe controlar el régimen del motor para que la frecuencia del generador coincida exactamente con la frecuencia de la red, independientemente de la potencia eléctrica generada.

Seguidamente, en la maniobra de puesta en red, el sistema de regulación actúa sobre el régimen del motor para que la frecuencia y la fase del alternador sea la misma que la del usuario, enviando en ese momento señal de cierre al disyuntor.

Una vez que el grupo trabaja en paralelo con la red, el sistema de control fija la potencia que se quiere producir.

El sincronizador analiza las tensiones del generador y embarrado, comparándolas en fase, frecuencia y amplitud. Modifica la velocidad del grupo para que las tensiones coincidan en frecuencia y fase. En ese momento da orden de cierre al interruptor general del grupo.

Por último, compara la potencia real generada con la programada y mediante un control PLC regula el grupo hasta obtener la deseada.

El armario está construido con chapa de acero de 1,5 mm y puertas de 2 mm, con índice de protección IP 41. Las dimensiones son 2.100 mm de alto, 800 mm de ancho y 800 mm de fondo. Cada módulo del armario cuenta con iluminación individual.

Como equipos de medida se suministra 1 multímetro de variable eléctricas de precisión Clase 1, en el que se puede controlar, 3 tensiones entre fases, 3 corrientes de fases, frecuencia, potencia activa generada, factor de potencia ( $\cos \phi$ ). Además cuenta con un convertidor de potencia activa de Clase 1 y un conjunto de visualizadores digitales de temperaturas de escape.

Los equipos de protección del armario de control mas destacables son: vigilantes trifásicos de máxima y mínima tensión y frecuencia; vigilante de sobrecarga del circuito; relé comprobador de sincronismo; relé direccional de potencia; relé tacométrico; modulo de alarmas de grupo y de servicios auxiliares; parada de emergencia...

El equipo de control está formado por un control electrónico de velocidad, un control electrónico de carga y un módulo de gestión del circuito de excitación del alternador.

## **5.2. Características del cuadro de potencia.**

En este cuadro se encuentra el interruptor de potencia del grupo. Sus dimensiones son de 2.100 mm de alto, 800 mm de ancho y 800 mm de fondo.

Está compuesto básicamente por un embarradote cuatro polos y un interruptor automático de cuatro polos. Mas detalladamente, los componentes son:

- 1 interruptor automático de intensidad, de 630 A y con capacidad de cortocircuito estándar, ejecución fija, dotado de mando motorizado, bobina de cierre y bobina de disparo de mínima tensión.
- 3 transformadores de corriente, intensidad nominal /5A para protección, Clase 5P10.
- 3 transformadores de corriente, intensidad nominal /5A para medida, Clase 0.5.
- 1 embarrado de pletina de cobre, asilado por plásticos de colores identificadores de fases y neutro.
- 1 placa de protección de metacrilato de 3 mm.
- Sistema de ventilación – extracción de calor de los cuadros, compuesto por filtros de aire, ventiladores expelentes y termostatos regulables.

## **6. CIRCUITO DE EVACUACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CALOR DE LOS GASES DE ESCAPE**

A la salida del colector de salida de gases de escape del motor se dispone un flexible de escape en acero inoxidable DN150 del que sale tubería de acero negro DN 150 hasta unirse a la válvula de tres vías del Sistema de Recuperación de Calor de los gases de escape mediante otro flexible de escape en acero inoxidable DN 200.

### **6.1. Sistema Recuperación de Calor de gases de escape.**

El Sistema de Recuperación de gases de escape aprovecha el calor de los gases de escape del motogenerador antes de ser expulsados a la atmósfera.

Esta formado por un **intercambiador de calor de gases de escape** multitubular en el que los gases de escape se enfrían (410° C a 150° C aprox.) con el agua del circuito de refrigeración principal del motor.

El agua de este circuito sale del motor a 82,5 °C, saliendo del intercambiador a 90,0 °C. siendo el balance energético de 140 kW disipados.

Antes de que los gases de escape lleguen al intercambiador pasan por una **válvula de tres vías del circuito de gases de escape** controlada electrónicamente unida por una parte a la tubería de gases de escape que viene del motor, por otro al intercambiador de gases de escape y por último a tubería de by-pass del circuito de gases de escape.

De esta manera válvula de tres vías regula el paso de gases de escape por el intercambiador para conseguir un balance térmico adecuado en cada circunstancia y poder incluso cortar totalmente el paso de gases hacia el intercambiador para limpieza y mantenimiento del mismo.



Intercambiador gases de escape y válvula de tres vías de gases de escape  
(Instalación y estado final)

## **6.2. Silencioso de gases de escape**

La salida de gases de escape del intercambiador se une a la tubería de by-pass de gases de escape mediante unión en "T" de la que sale tubería en acero negro DN 200 hasta **silencioso de gases de escape**.

Este silencioso es de tipo absorción, esta fabricado en acero al carbono S 235 JR y el gas pasa por un conducto con núcleo interno revestido de material fonoabsorbente protegido por chapa perforada.

El nivel de atenuación sonora es de 30dB(A).

Del silencioso sale tubería en acero negro DN 200 que continua hasta la chimenea de salida de humos al exterior. Antes de salir de la sala se le ha realizado a esta tubería un picaje para analizar gases de escape mediante sonda.

A toda la instalación de evacuación y recuperación de gases de escape descrita, incluido intercambiador y silencioso, se le ha revestido con calorifugado compuesto por revestimiento con manta de lana de roca 3232-Gx50 y cobertura de chapa de aluminio de 0,6 mm



Silencioso de escape y salida a exterior (instalación y estado final)

## **7. CIRCUITO PRINCIPAL (O DE ALTA TEMPERATURA) DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR Y RECUPERADOR DE CALOR DE PLACAS**

El agua del circuito principal de refrigeración recorre el interior del motor recogiendo el calor en camisas, bloque, cámaras de combustión, colector de escape húmedo y circuito de aceite.

Sale del motor a, aproximadamente, 82,5° C y se dirige, mediante tubería en acero DN 65, hasta el intercambiador de calor de gases de escape, donde recupera calor de dichos gases hasta alcanzar los 90,0° C. De este intercambiador sale el agua al intercambiador de placas del circuito principal que constituye el segundo sistema de recuperación de calor.

### **7.1. Intercambiador de calor de placas del circuito principal**

El intercambiador de calor de placas consta de un conjunto de placas metálicas acanaladas con orificios para permitir el paso de dos fluidos entre los que se realiza la transferencia de calor. El conjunto de placas está montado entre una placa bastidor y otra de presión y se mantiene apretado mediante pernos tensores. Las placas están provistas de una junta estanca que sella el canal y envía los fluidos hacia canales alternos.

Uno de los fluidos que recorren este intercambiador, como se ha comentado, es el agua del circuito principal de refrigeración del motor que entra a 90,0° C y sale a 83,5° C, aproximadamente, con un balance energético de 218 kW disipados.



Intercambiador de placas

El otro fluido es el agua del circuito de proceso que calienta el fango del digestor en el intercambiador de calor de fango, del que llega a 73° C al intercambiador de placas saliendo del mismo a 80° C.

Todo este sistema de tuberías se halla revestido con calorifugado compuesto por revestimiento con coquilla de fibra, venda de gasa y cobertura de chapa de aluminio de 0,6 mm

El sistema de recuperación de calor (intercambiador gases de escape e intercambiador de placas) se ha diseñado en función de los requisitos necesarios para el calentamiento del fango.

Según el proyecto constructivo de la EDAR de Huesca, para mantener el equilibrio térmico en el digestor anaerobio, es necesario aportar 322 kWh por hora. Esta aportación se debe realizar por calor recuperado en el circuito de refrigeración de agua (placas) y en el de gases de escape.

En la siguiente tabla se compara el calor requerido según el proyecto y el obtenido hasta ahora con el nuevo equipo:

	<b>PROYECTO</b>	<b>MOTOR</b>
Recuperación energía en gases de escape	134 kW	140 kW
Recuperación energía en circuito de agua.	229 kW	218 kW
Total energía recuperada	363 kW	358 kW
Energía necesaria para calentamiento del fango	322 kW	322 kW
Energía a disipar en aerorrefrigerador	41 kW	36 kW

Mostrando que el sistema de recuperación de energía del motor instalado es suficiente para mantener el fango a la temperatura requerida para que se produzca la digestión anaerobia.

### **7.2. Válvula de tres vías agua circuito refrigeración principal**

En el caso de que el agua del circuito de refrigeración principal salga del intercambiador de placas a temperatura demasiado alta, en la tubería de retorno de este intercambiador de placas hasta el motor, se ha colocado una válvula de tres vías eléctrica regulada por el PLC del equipo que abriría el paso del agua hacia el circuito principal del aerorrefrigerador de emergencia situado en el exterior.



Válvula tres vías circuito refrigeración principal

### **7.3. Aerorrefrigerador de emergencia exterior**

El aerorrefrigerador de emergencia tiene como función enfriar el agua con el aire exterior disipando calor a la atmósfera por medio de un intercambiador monobloque de tubos donde el aire es transportado por medio de aletas continuas y de ventiladores.



Aerorrefrigerador emergencia

Este aerorrefrigerador tiene dos circuitos: **el circuito principal**, de 218 kW de potencia, que es el que actuaría en caso de emergencia cuando el agua del circuito de refrigeración principal del motor no se refrigere lo suficiente y **el circuito auxiliar**, de 28 kW, es el que refrigera el agua del circuito secundario de agua de refrigeración del motor como se describirá más adelante.

#### **7.4. Caja de válvulas termostáticas del circuito de refrigeración principal**

Situada entre la salida del intercambiador de calor de gases de escape y el intercambiador de placas, se encuentra una caja de válvulas termostáticas, que actúa como sistema de emergencia para evitar que la temperatura del agua a la entrada del motor sea demasiado baja y el motor trabaje en frío. Cuando el agua entre al motor por debajo de 78 °C dejara pasar parte del agua directamente del intercambiador de calor de gases de escape al motor sin pasar por el intercambiador de placas.



Caja válvulas termostáticas dispuesta para poder desviar agua directamente a motor

### **8. CIRCUITO SECUNDARIO (O DE BAJA TEMPERATURA) DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR**

El circuito secundario recoge el calor disipado en el intercooler, mediante intercambiadores tipo placas.

El agua de refrigeración se dirige mediante una bomba auxiliar a estos intercambiadores y, dependiendo de la temperatura que alcanza en este intercambio, una válvula termostática auxiliar dirigirá parte del agua a ser enfriada por el circuito auxiliar de 28 kW del aerorrefrigerador de emergencia externo ya comentado en el apartado 7.3.



Tuberías de entrada y salida a motor de circuitos refrigeración principal y secundario

## **9. CIRCUITO SUMINISTRO DE BIOGÁS**

Se realiza el conexionado mediante tubería de acero inoxidable de la acometida del circuito de suministro de biogás a la sala de cogeneración con la nueva rampa de gas y esta con el motor.

Esta conexión se realiza por soldador homologado por O.C.A. para este tipo de instalaciones.

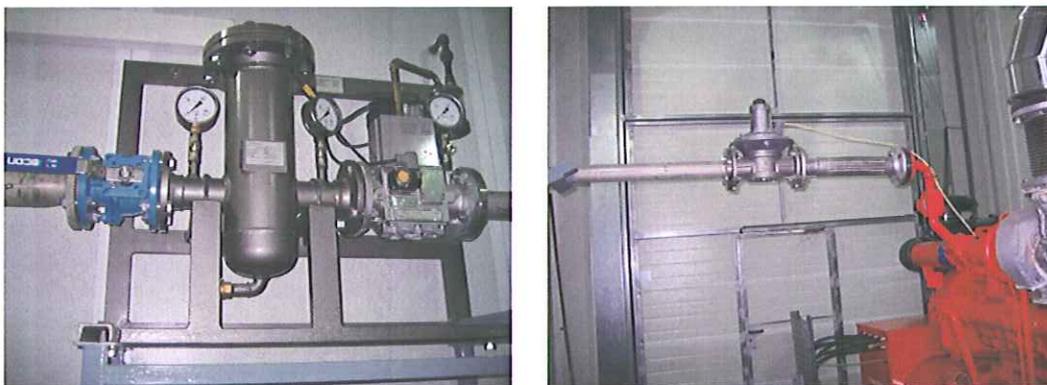
Una vez realizada la conexión, se radiografían por O.C.A. las soldaduras realizadas en la nueva instalación, emitiendo el correspondiente certificado de conformidad.

En el **Anexo VI: “ Certificación instalación línea de suministro de biogás”** se muestran tanto la homologación del soldador que realizó la modificación en la instalación como el informe favorable de inspección radiográfica de la misma emitido por O.C.A.

### **9.1. Rampa de gas**

Es el conjunto de elementos que se configuran para cubrir las funciones de alimentación, regulación y corte de gas al motor.

Esta compuesta por llave de corte manual, filtro de gas, doble electroválvula y presostatos de seguridad, dos electroválvulas de solenoide, detector de fugas interválvulas, manómetros y presostatos.



Rampa de gas y tubería entrada gas a motor con regulador de presión

## **10. ACONDICIONAMIENTO GENERAL DE LA SALA DE COGENERACIÓN**

Paralelamente a la instalación del nuevo sistema de cogeneración se realizó un acondicionamiento general de la sala de cogeneración que consistió básicamente en la instalación de un sistema de ventilación, una insonorización total de la sala y la instalación de un sistema de detección y corte de suministro de gas, actuaciones estas dos últimas realizadas como mejoras a cuenta del contratista.

En el **Anexo V: “Información técnica del acondicionamiento de la sala de cogeneración”** se describen detalladamente los equipos instalados.

### ***Sistema de ventilación de la sala de cogeneración***

Para el suministro de aire al alternador y en general a toda la sala se han instalado dos ventiladores S&P HXTR/4-560 que con un caudal de 12.560 m<sup>3</sup>/hora que, teniendo en cuenta la pérdida de carga por los baffles de insonorización instalados en la abertura de ventilación de la sala, proporcionan un caudal al interior de 20.000 m<sup>3</sup>/h más que suficiente según las especificaciones del fabricante especificadas en el apartado “Ventilación” del **Anexo II “Planos e implantación de la instalación y equipos”**.

Uno de los ventiladores tiene doble regulación por el PLC del equipo de cogeneración y por termostato para evitar en invierno la existencia de temperaturas demasiado bajas en la sala por entrada de aire frío en cantidad excesiva.



Sistema ventilación sala cogeneración

Los dos ventiladores disponen en armazón metálico que les da una inclinación de 45ª para dirigir el aire directamente al alternador del equipo de cogeneración

## **10.2. Insonorización de la sala de cogeneración**

Se ha procedido al revestimiento interno total de la sala de cogeneración mediante 165 metros cuadrados panel sándwich microperforado acústico Taverkont de Poliuretanos S.A.

Son paneles tipo sándwich de 81 mm de sección dividida en:

- Chapa de acero galvanizado perforada de 0,5 mm
- Lana de roca espesor 80 mm y 120 kg/m<sup>3</sup> de densidad
- Chapa de acero galvanizado de 0,5 mm
- Coeficiente de absorción sonora ponderada ( $\alpha_w$ ): 0,95.
- Clase de absorción acústica A
- Índice global de reducción sonora ponderado A: 32,3 dBA

También se ha sustituido la anterior cristalera al exterior de la sala por cristalera corredera en dos hojas haciendo un total de 2,20 x 1,00 metros con triple cristal y doble cámara de aire

De igual modo, se ha procedido a la sustitución de la puerta de acceso a la sala por puerta motorizada plegable tipo CP-10 de Novoferm, con panel aislante acústicovanizada rellena con lana de roca.

Se han colocado, por último, baffles de insonorización en las aberturas de suministro y salida de aire a la sala.

### 10.3. Desclasificación ATEX sala de cogeneración

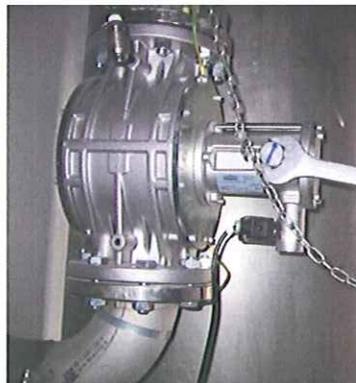
Las salas de caldera y de cogeneración en la EDAR de Huesca están clasificadas, dentro del ámbito del RD 681/2003, como áreas de trabajo en las que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva (Zona 1).

Se ha procedido a colocar en cada una de las salas un sistema de detección de gas metano y corte de suministro de este gas en caso de sobrepasar su concentración en un 30% su límite inferior de explosividad, de esta manera se consigue su desclasificación como emplazamientos peligrosos dentro de la normativa ATEX

Relación equipos instalados:

- 4 ud. Detectores Polytron SE Ex de Dräger (dos en cada sala)
- 4 ud. Transmisores PEX 3000 remoto de Dräger (dos en cada sala)
- 1 ud. Central Regard 3900 con dos módulos de entradas y dos módulos de relés de Dräger .
- 4 ud. Adaptadores calibración remota para Politron SE Ex de Dräger.
- 1 ud. Electroválvula para gas colocada en la sala de ventiladores de la línea de gas que cortará el suministro de gas a las dos salas y es del tipo normalmente cerrada de forma que ante la falta de suministro eléctrico se interrumpa el paso de gas a las salas. Apertura manual al restablecerse el suministro eléctrico. Funcionamiento de la electroválvula tipo todo o nada.

En el **Anexo VI: “ Certificación instalación línea de suministro de biogás”** se muestra el informe favorable de inspección realizada a la modificación hecha en la línea de gas para la instalación de esta electroválvula emitido por O.C.A.



Electroválvula corte suministro gas

## 11. PUESTA EN MARCHA

El día 23 de noviembre comienza, por parte de GUASCOR SERVICE (servicio técnico oficial del fabricante) la verificación y puesta en marcha de la instalación.

Para ello se realiza una revisión de todo el conexionado eléctrico de control y potencia comprobando alarmas, maniobras y la correcta recepción de señales desde los distintos puntos del sistema de cogeneración. Posteriormente se realizaron distintas pruebas de funcionamiento en vacío del equipo y una verificación completa del funcionamiento de toda la instalación mecánica (circuitos de refrigeración, intercambio de calor y suministro de gas).

Todas las pruebas resultaron correctas tras pequeñas correcciones por lo que el día 30 de noviembre se trasladó a la EDAR de Huesca el Servicio de puesta en marcha de GUASCOR S.A. procediéndose a acoplar el funcionamiento del motor a la red y a realizar los pertinentes ajustes a plena carga del motor.

El día 4 de diciembre de 2009 se deja el sistema de cogeneración plenamente operativo

En el **Anexo VII: “Verificación y puesta en marcha del sistema de cogeneración”** Certificación línea de gas” se muestran los resultados de las pruebas realizadas y el informe del estado final de la instalación.

## 12. LEGALIZACIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN

IDRA Ingenieros ha sido la responsable del proyecto de instalación del nuevo sistema de cogeneración de la EDAR de Huesca así como de la dirección de obra.

Una vez puesto en marcha y después de una fase de rodaje en la que se ha demostrado la validez de la instalación, se notifica al Servicio Provincial de Industria de la D.G.A. el cambio que ha supuesto dentro de la instalación general de la EDAR de Huesca la instalación del nuevo equipo de cogeneración, haciendo entrega de una copia del proyecto definitivo.

Al no suponer la instalación del nuevo equipo una modificación relevante del sistema de cogeneración de la EDAR respecto al equipo anterior en cuanto a potencia generada, funcionamiento únicamente en paralelo con la red y a su interacción con el proceso general de la planta (recuperación térmica y eléctrica) no ha sido necesaria autorización previa por parte de dicho Servicio Provincial de Industria de la D.G.A.

En el **Anexo IX: “Anexo al proyecto instalación baja tensión EDAR Huesca: modificación sistema cogeneración”** se muestra copia registrada

en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Huesca de la modificación del proyecto original de B.T. que supone la instalación del nuevo equipo de cogeneración; de igual forma el **Anexo X “Certificado de dirección de obra y Notificación a Departamento de Industria DGA”** se muestra el Certificado de dirección de obra con el visado del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Huesca y la notificación de la modificación realizada en la línea de baja tensión de la EDAR de Huesca por la instalación de un nuevo equipo de cogeneración, ambos documentos registrados en el Departamento de Industria, Comercio y Turismo de la D.G.A.

