

# **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**CUERPO DEL ESTUDIO**

**PARA LA SOLICITUD DE LA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA Y LA  
APROBACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA CENTRAL DE  
COGENERACIÓN CON MOTORES DE GAS EN**

## **KARTOGROUP ESPAÑA SL**

**INGENIERÍA Y EQUIPOS PARA COGENERACIÓN SL  
12 de Febrero de 2.018**

## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO
2	TITULAR Y LOCALIZACIÓN
3	LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES
4.1	DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES INHERENTES A LA ACTUACIÓN DEL PROYECTO QUE PRODUCIRAN IMPACTO AMBIENTAL
4.2	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES A UTILIZAR, SUELO Y RECURSOS
4.2.1	MATERIAS PRIMAS
4.2.2	EQUIPOS DE COGENERACIÓN
4.2.3	SUELO
4.2.4	RECURSOS
4.3	ALTERNATIVAS VIABLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA
5	INVENTARIO AMBIENTAL
6	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS
6.1	EMISIONES GASEOSAS
6.2	PRODUCCIÓN DE RUIDO
7	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS
7.1	EMISIONES GASEOSAS
7.2	PREVENCIÓN DEL RUIDO Y MEDIOS PARA REDUCIR SU NIVEL
7.3	CONCLUSIÓN
8	PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
9	PLANOS
9.1	SITUACIÓN
9.2	EMPLAZAMIENTO
9.3	DIAGRAMA DEL PROCESO
9.4	PLANTA GENERAL IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS
9.5	EDIFICIO PRINCIPAL DE MOTORES
9.6	EQUIPO MOTOGENERADOR PLANTA Y ALZADOS
9.7	EDIFICIO GENERAL DE CALDERA
9.8	CALDERA DE RECUPERACIÓN DE GASES
9.9	FOCOS CONTAMINANTES
10	DOCUMENTO DE SÍNTESIS

## **1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO**

La empresa **KARTOGROUP ESPAÑA SL**, en adelante **KARTOGROUP**, es la propietaria de una planta de fabricación de papel tissue, en sus instalaciones de Burriana, Castellón.

Como consecuencia del proceso de ampliación de la capacidad de producción de papel, la empresa precisa de un notable aumento de la demanda de vapor y de energía eléctrica.

Kartogroup considera que la mejor opción tanto desde el punto de vista energético como económico es la instalación de una central de Cogeneración de energía térmica, vapor en este caso, y energía eléctrica.

De conformidad con los artículos 21, 28, 36 y 40 de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, la construcción y explotación de las instalaciones de producción eléctrica, incluidas las del anterior régimen especial, entre las que se incluyen las centrales de Cogeneración, están sometidas al régimen de Autorización Administrativa Previa.

La Administración General del Estado ha regulado los procedimientos de autorización de las instalaciones en el RD 1995/2000.

Por otra parte el Decreto 8/2004 de la Generalitat Valenciana otorga a la Presidencia de la Generalitat y a las Consellerías determinadas las competencias en materia de energía.

El Decreto 88/2005 del Consell de la Generalitat establece los procedimientos administrativos aplicables a la autorización y puesta en servicio de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

El objeto de este Proyecto es por tanto, y de acuerdo con los artículos 5 a 12 del citado Decreto 88/2005, la obtención de las siguientes resoluciones:

- Autorización administrativa
- Aprobación del Proyecto de ejecución de la Central de Cogeneración

Ante la necesidad de ampliación de su capacidad productiva, la empresa se planteó la posibilidad de reducir sus costes energéticos, por lo que encargó un estudio para determinar la viabilidad de la incorporación de una instalación de cogeneración en su planta. Este estudio dio como resultado que la opción más ventajosa, tanto desde el punto de vista de ahorro de energía primaria en general como de ahorro económico en particular, era la de instalar un sistema de cogeneración de energía eléctrica y energía térmica para producción de vapor, con motores alternativos de gas.

Es conocido que el objetivo de la cogeneración no es disminuir el consumo de combustible para uso térmico, sino la utilización de la energía más eficientemente, con un ahorro económico para la empresa y un ahorro de energía primaria para el conjunto del país.

La utilización de un combustible de alto poder calorífico, como es el gas natural, exclusivamente con objeto de aportar la energía térmica, es una forma de infrutilización de este combustible.

El sistema de cogeneración, por lo tanto, no disminuye el consumo de combustible, gas natural, sino que su fin es el aprovechar la potencialidad del mismo (concepto de exergía). De esta forma la energía química contenida en el combustible se aplica para obtener energía eléctrica, además de obtener como subproducto la energía térmica necesaria para la producción de vapor de proceso.

En definitiva, la implantación de un sistema de cogeneración conlleva un incremento en el consumo de combustible, pero al mismo tiempo, una producción de energía eléctrica, y en consecuencia se produce una importante disminución en la factura energética total.

Por otra parte, la generación simultánea de energía eléctrica en la instalación de cogeneración se produce con un rendimiento más elevado que si ambas formas de energía se generasen separadamente, esto es, la

energía térmica en un quemador convencional y la energía eléctrica en una central termoeléctrica, existiendo además en este último caso unas pérdidas en el transporte y distribución.

Una vez obtenida la Autorización de Explotación se solicitará la inscripción, de acuerdo con el artículo 37 del RD 413/2014, en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica.

La configuración final de la planta de Cogeneración de energía eléctrica y de calor será la constituida por Dos Motores de Gas Natural con una potencia unitaria de 1.746 KWe, conformando una **Central de Cogeneración con una potencia bruta total de Generación Eléctrica de 3,492 MWe.**

De acuerdo con punto 2 del artículo 9 del Decreto 88/2005 los Proyectos de instalaciones de producción eléctrica se someterán a Evaluación de Impacto Ambiental cuando así lo exija la legislación aplicable en esta materia.

El objetivo de este Estudio de Impacto Ambiental es de acuerdo con la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, por una parte la descripción general de la instalación de Cogeneración que constituye el Proyecto, la estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y las emisiones de materia resultantes, y por otra parte, la evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos y la enumeración de las medidas que permitan corregir o compensar dichos efectos sobre el medio ambiente, así como también establecer un programa de vigilancia ambiental, resumiendo todo esto en unas conclusiones en términos fácilmente comprensibles.



### **3 LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES**

Se redacta el presente Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de Octubre, de evaluación ambiental, y en particular al artículo 35 “Estudio de Impacto Ambiental” y al Anexo VI “Estudio de Impacto Ambiental y Criterios Técnicos”.

Por otra parte se han tenido a su vez en cuenta en su realización las siguientes normas básicas:

- Real Decreto 815/2013, de 18 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 6/2014, de 25 de Julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad, y Control Ambiental de Actividades en la Comunidad Valenciana.
- Decreto 6 de Febrero de 1975 833/75 sobre contaminación Atmosférica BOE 22 de Abril de 1975 que desarrolla la Ley 38/72 de 22 de Diciembre.

## **4 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES**

### **4.1 DESCRIPCION DE LAS ACCIONES INHERENTES A LA ACTUACIÓN DEL PROYECTO QUE PRODUCIRAN IMPACTO AMBIENTAL**

La Central de Cogeneración consistirá en una instalación compuesta por dos motores de gas natural, aprovechando los gases de combustión de los mismos para generar el vapor necesario en el proceso industrial, en una caldera de recuperación.

Por otra parte se recuperará el calor de los circuitos de refrigeración de los motores: el circuito de baja temperatura de refrigeración de los turbocompresores de los motores, se utilizará para el precalentamiento del agua de proceso, mientras que el calor de los circuitos de alta temperatura de refrigeración de camisas, culatas y aceite de los motores, se utilizará en el calentamiento de las aguas blancas, esto es aguas con fibras de celulosa del proceso productivo.

En definitiva la utilización por una parte del calor contenido en los gases de combustión y por otra parte el calor contenido en los circuitos de refrigeración de los motores, hará de la instalación de la central una cogeneración de alta eficiencia energética de acuerdo a lo estipulado en el RD 616/2007.

En el caso de que no se utilizará el calor obtenido en la refrigeración de los motores, en momentos de baja producción o en periodos transitorios de arranque y paro de la central, este calor se disipará en la torre de refrigeración y en el aerorefrigerador dispuestos para ello.

La generación simultánea de energía eléctrica, por medio de dos alternadores con una potencia unitaria de 1.746 KWe, se consumirá en la propia fábrica, siendo exportados a la red los excedentes puntuales y de forma esporádica, que se produzcan dependiendo de la carga de la planta papelera.

Cada motor de combustión interna a gas natural, dispone de los siguientes elementos principales:

- Filtro de aire de combustión
- Turbocompresor
- Bloque del motor
- Alternador
- Conductos de gases de escape
- Conductos de agua de refrigeración de camisas y aceite
- Conductos de agua de refrigeración de circuito de intercooler

El aire de combustión es aspirado a través de un filtro, y enviado mediante los conductos correspondientes, al turbocompresor del motor. La función del turbocompresor es elevar la presión del aire de combustión, para aumentar la potencia que el motor puede desarrollar en su eje.

En el alternador, la energía mecánica se transforma en eléctrica a 690 V. Esta es enviada a las barras de media tensión a través de dos transformadores elevadores 690/20.000 V.

El calor contenido en el agua de refrigeración de alta temperatura de los motores en el caso de no utilizarse en el proceso productivo, se evacuará en la torre de refrigeración, común a los dos motores de gas.

El calor generado en los circuitos intercambiadores del intercooler de los motores, dado su bajo nivel térmico y poca importancia, se utilizará en el precalentamiento de las aguas de proceso. En caso de no utilizarse en el proceso este calor se disipará en dos aerorefrigeradores dotados de ventiladores axiales movidos por motores eléctricos para proceder a la disipación del calor del intercooler de cada motor.

Todos los elementos principales de la instalación de cogeneración, objeto del proyecto, irán ubicados en el interior de una sala especialmente

construida para albergar los equipos; los intercambiadores de refrigeración se situaran sobre el techo del edificio.

Debido al aumento del consumo de gas natural la planta receptora actual de la planta papelera será sustituida por otra de mayor tamaño y que estará situada en la misma ubicación dentro del terreno propio de la fábrica. De esta estación de regulación y medida (E.R.M.) general de la fábrica, partirá la línea de distribución en baja presión para la alimentación de los motores de gas.

Las únicas acciones que producirán impacto ambiental, tanto en la fase de realización como de funcionamiento, serán las derivadas de las emisiones de gases a la atmósfera y la producción de ruidos.

La instalación no producirá de forma continua ningún tipo de vertido sólido o líquido.

KARTOGROUP se encuentra situada en una zona de fuerte implantación de industrias, donde existe un importante consumo de combustibles, en gran parte gas natural.

Las interacciones ambientales derivadas directamente de la instalación de cogeneración, independientemente de las interacciones que genere la fábrica por si sola, se pueden resumir según dos tipos básicos:

1- Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de los motores.

La instalación de cogeneración proyectada supondrá un ligero incremento de las emisiones a la atmósfera, como consecuencia de un aumento del consumo de gas natural. Estas emisiones se producirán bien por la chimenea de by-pass antes de la caldera de recuperación, o bien en la propia chimena de exhaustación de la misma.

2- Generación de ruido. La instalación de cogeneración supondrá un ligero incremento en el ruido generado por la fábrica, debido al nivel sonoro de funcionamiento de los motores básicamente en:

- Bloque del motor
- Escape de gases de combustión
- Torre de refrigeración
- Aerorrefrigeradores

La instalación por tanto no producirá ningún tipo de vertido sólido o líquido y no generará ningún tipo de residuo en su proceso productivo a excepción de los consumibles propios del funcionamiento de los motores de gas: filtros de aire y aceite, el propio aceite usado de los motores y las baterías. Todos estos consumibles serán convenientemente puestos a disposición de la empresa autorizada para su reciclado.

Los escapes de gases de combustión de los motores, bien a través de los by-pases antes de la caldera o bien a través de la salida de la caldera, dispondrán de la correspondiente chimenea de evacuación, con una altura que cumplirá la mínima indispensable de acuerdo a la normativa vigente, de forma que se facilitará su dispersión a la atmósfera.

A efectos de atenuar el nivel sonoro en el escape de gases, se dispondrá un silenciador en cada motor en el conducto de escape del mismo antes de la bifurcación chimenea by-pass - conducto a caldera.

En cuanto al nivel sonoro del bloque motor se atenuará por las paredes, puertas y techo del recinto de ubicación de los motores. Con esta atenuación será suficiente como se verá, para no transmitir a los vecinos más próximos, niveles superiores a los estipulados por la normativa vigente.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MOTORES DE GAS

FABRICANTE:	JENBACHER ENERGIE
TIPO DE MÓDULO	JMS 616 GS-N.L
MODELO:	C
VERSIÓN:	01
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1.998
NÚMEROS DE MODULO	282850 1 y 2
NÚMEROS DE MOTOR:	282849 1 y 2
POTENCIA ELÉCTRICA:	1.746 Kwe

<b>Datos constructivos</b>		
Modo de trabajo	Motor Otto de 4 tiempos Carga con mezcla por turbocompresor de gases de escape	
Sentido de giro mirando sobre el volante	antihorario	
Disposición de los cilindros	V 60°	
Numero de cilindros	16	
Diámetro	mm	190
Carrera	mm	220
Cilindrada total	l	99,8
Relación de compresión	Epsilon	11
<b>Datos de funcionamiento</b>		
Número nominal de revoluciones	min <sup>-1</sup>	1500
Velocidad media del émbolo al número nominal de revoluciones	m/s	11
Presión de servicio del aceite lubricante	bar	6
Presión mínima del aceite lubricante	bar	2
Temperatura del agua de refrigeración de salida a plena carga	°C	95
Consumo de aceite lubricante (medio a plena carga)	g/kWh	0,3
<b>Condiciones normales de referencia</b>		
Presión del aire	mbar	1000*
Temperatura del aire	°C	25
Humedad relativa del aire	%	30
* 100 m sobre el nivel normal		

<b>Peso / dimensiones</b>		
Peso del motor (en seco)	kg	12000
Peso del motor (en orden de marcha)	kg	12700
Longitud	mm	4335
Anchura	mm	1810
Altura	mm	2455
<b>Volúmenes de llenado de los medios de servicio</b>		
Aceite lubricante del motor	l	530
Líquido refrigerante del motor	l	280

<b>Sistema de gases de escape</b>			
$M_{af}$	(Volumen de gas de escape húmedo) $\pm 8\%$	kg/h	10484
$L_p$	(Nivel de intensidad sonora)	dB	—
Nox	(Óxido de nitrógeno)	$mg/m^3_{2)}$	500
CO	(Monóxido de carbono)	$mg/m^3_{2)}$	650
NMHC <sub>1)</sub>	(Hidrocarburos distintos del metano)	$mg/m^3_{2)}$	150
1) para una emisión total de la instalación > 3 kg/h.			
Los valores de emisión de gases de escape son válidos para gas de escape seco referidos al 5% O <sub>2</sub> bajo condiciones normales de referencia, debiendo funcionar el motor a gas al menos a media carga.			
2) Valores de emisión de gases de escape en mg/m <sup>3</sup> en el gas de escape seco, bajo condiciones normales de referencia, referidos al 5% O <sub>2</sub>			

<b>Balances térmicos</b>			
$Q_{gk1}$	Intercambiador de calor $\pm 8\%$ (mezcla/agua) 1ª etapa	kW	232
$Q_{gk1}$	Intercambiador de calor $\pm 8\%$ (mezcla/agua) 2ª etapa	kW	153
$Q_{gk1}$	Intercambiador de calor $\pm 8\%$ (aceite de motor/agua)	kW	234
$Q_{kw}$	Intercambiador de calor $\pm 8\%$ (líquido de refrigeración del motor/agua)	kW	429
$Q_{ag}$	Gas de escape (120°C)	kW	1117
$Q_{vww}$	Potencia térmica aprovechable $\pm 8\%$	kW	895
$Q_{st}$	Calor de radiación (motor y generador)	kW	177
$Q_{re}$	Calor residual	kW	86

<b>Sistema de gas combustible</b>			
Mz	(Índice de metano)		70
Hu	(Valor calorífico)	kWh/Nm <sup>3</sup>	9,5
$V_{gas}$	(Gas combustible) $\pm 5\%$	Nm <sup>3</sup> /h	469
<b>Temperaturas</b>			
	Temperatura del agua caliente de retorno (esquema técnico A)	°C	70
	Temperatura del agua caliente de retorno (esquema técnico B)	°C	90
	Temperatura de entrada (intercambiador de calor mezcla/agua; 2ª etapa) (esquema técnico M)	°C	40
	Temperatura de salida (intercambiador de calor mezcla/agua; 2ª etapa) (esquema técnico N)	°C	43,6

<b>Circuitos de agua</b>			
$V_{gk2}$	(Agua de refrigeración 2ª etapa)	$\pm 8\%$	$m^3/h$
$V_{ww}$	(agua caliente)	$\pm 8$	$m^3/h$
<b>Potencia y rendimientos</b>			
$Q_{zu}$	(Energía aportada)	$\pm 5\%$	kWh/kWh
$P_{me}$	(Presión efectiva media)		bar
$P_m$	(Potencia mecánica)		kW
$P_{el}$	(Potencia eléctrica suministrada con $\cos \phi = 1$ )		kW
$\eta_{el}$	(Rendimiento eléctrico)		%
$\eta_{ges}$	(Rendimiento global)		%

## DATOS TÉCNICOS DEL ALTERNADOR

Fabricante		STAMFORD
Tipo		LVS1814C2
Potencia Aparente continua	kVA	1.746
Potencia efectiva nominal con $\cos \phi = 1,0$	kW	1.746
Clase de Servicio		Continuo
Intensidad	A	1.462
Frecuencia	Hz	50
Voltaje	V	690
Número de revoluciones	rpm	1.500
Nº de fases		3
Factor de potencia inductivo		0,8-1,0
Rendimiento con $\cos \phi = 1,0$	%	96,7%
Rendimiento con $\cos \phi = 0,8$	%	95,7%
Regulador Tipo		MA 325
Conexión Stator		Estrella

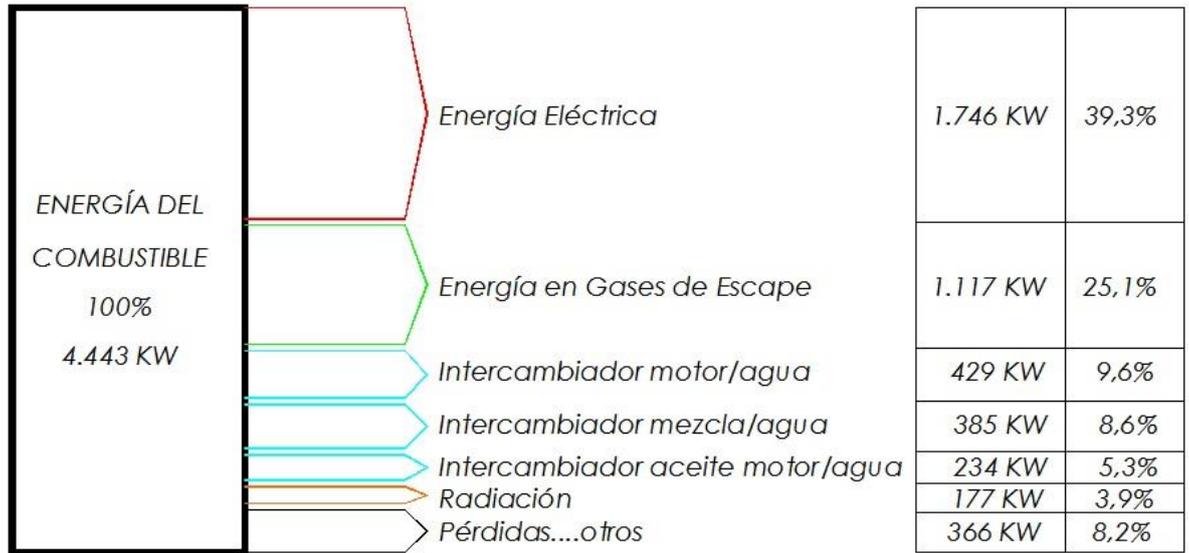
Aumento de Temperatura, Clase		F
Corriente de excitación	A	3,5
Clase de protección		IP 23
Clase de aislamiento		H
Temperatura ambiente máxima	°C	40
Coeficiente de distorsión en vacío entre fase y neutro	%	1,5

## GRUPO MOTOGENERADOR

<b>Peso / dimensiones</b>			
G <sub>tr</sub>	(Peso del grupo en seco)	kg	23.000
G <sub>gf</sub>	(Peso del grupo listo para funcionar)	kg	24.000
Longitud		mm	6.975
Anchura		mm	2.107
Altura		mm	2.928

<b>Aire de aspiración</b>				
V <sub>l</sub>	(Aire de combustión)	±5%	Nm <sup>3</sup> /h	7.844

MOTOR JEMBACHER JMS 616 GS-N.L. (KARTOGROUP)  
DIAGRAMA SANKEY



## CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE RECUPERACIÓN

Los gases de escape de los dos motores de gas serán conducidos por medio de los conductos de acero inoxidable y dotados de silenciadores acústicos hasta la caldera de recuperación, para la producción de vapor de utilización en el proceso de fabricación de papel.

Se trata de un Generador de Vapor Piro-tubular Horizontal de las siguientes características básicas:

- Boca de entrada: Rectangular de lado 500 mm.
- Tubos de gases: 550 ud. de Ø 29 mm. y L 5.000 mm.
- Superficie calefactable total: 250 m<sup>2</sup>
  
- Fabricante: MOIMAN SA
  
- Dirección: Ctra. Sabadell – Granollers, km 11  
08185 Llíria de Vall. Barcelona
- Presión de diseño: 13 bar(g)
- Presión máxima de trabajo: 13 bar(g)
- Temperatura de diseño: 200°C
- Temperatura máx de trabajo: 194°C
- Volumen total: 8,56 m<sup>3</sup>
- Volumen medio: 6,54 m<sup>3</sup>
- Fluido: Agua/Vapor de agua
- Potencia Térmica: 2.097 KW
- P x V 58,0 bar x m<sup>3</sup>
- N° de fabricación 235
- Año de fabricación: 1996

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES A UTILIZAR, SUELO Y RECURSOS

### 4.2.1 MATERIAS PRIMAS

La materia prima a utilizar por la central de Cogeneración será el combustible utilizado para el accionamiento de los grupos motogeneradores de cogeneración; gas natural suministrado por ENAGAS a las comercializadoras de la zona, mediante la canalización existente en las proximidades de la fábrica.

Las características medias de dicho gas natural son:

- PCS: 10.237 Kcal/Nm<sup>3</sup>  
11.903 Kwh/Nm<sup>3</sup>

- PCI: 9.264 Kcal/Nm<sup>3</sup>  
10.772 Kwh/Nm<sup>3</sup>

Composición (% en volumen):

Metano	CH <sub>4</sub>	91.875
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,777
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,643
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,093
Acido Sulfídrico	H <sub>2</sub> S	0,5 ppm
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0,612
Monóxido de C	CO	---
Dióxido de C	CO <sub>2</sub>	---
Azufre	S	---
Oxígeno	O <sub>2</sub>	---

- Presión utilización: 1.5 bar antes del regulador  
80 mm c.a. utilización a motores

#### 4.2.2 EQUIPOS DE COGENERACIÓN

Las características más importantes de los grupos de cogeneración marca Jenbacher son:

* Modelo:	JMS 616 GS-N.L
* Disposición de cilindros:	en "V" a 60°
* Número de cilindros:	16
* Sentido de giro:	Contrario a la agujas del reloj
* Tipo de ciclo	Ciclo otto.4 tiempos
* Alimentación	Sobrealimentado.
* Tipo de mezcla	Mezcla pobre .
* Sistema de arranque:	Eléctrico.
* Diámetro de cilindros:	190 mm.
* Carrera del pistón:	220 mm.
* Cilindrada por cilindro:	6,23 dm <sup>3</sup>
* Cilindrada total:	99,8 dm <sup>3</sup>
* Relación de compresión:	11,0:1
* Velocidad de giro:	1.500 1/min.
* Presión media efectiva del pistón:	7 - 16 bar
* Consumo de combustible:	4.442,8 kW al 100%, + 5%
* Calor a disipar en el circuito de agua de refrigeración: del bloque motor y enfriador de aceite (Tolerancia 8%)	429 kW al 100% de la carga
* Máximo caudal de agua del circuito de refrigeración del bloque motor y enfriador de aceite:	25 m <sup>3</sup> /h
* Capacidad del agua de refrigeración en el bloque motor y enfriador de aceite:	176 l.
* Máxima temperatura del agua a la entrada en el motor a plena carga:	70 °C
* Máxima temperatura del agua a la salida en el motor:	90 °C

* Calor a disipar en el circuito de refrigeración del enfriador del aire de carga: (Tolerancia del 8%)	385 kW al 100% de carga
* Máxima temperatura del agua de entrada al enfriador de aire de carga:	40 °C
* Máxima temperatura de agua a la salida del enfriador de aire de carga	43,6 °C
* Caudal de aire de admisión:	7.844 Nm <sup>3</sup> /h
* Caudal de gases de escape:	10.484 kg/h
* Temperatura de los gases de escape:	410 °C
* Calor a disipar en los gases de escape: (Enfriados hasta 120 °C) (Tolerancia 8%)	1.117 kW al 100 % de carga
* Calor de radiación del motor:	177 kW
* Contrapresión máxima admisible en el escape:	50 mbar
* Máxima depresión admisible en la aspiración de motores:	5 mbar
* Presión admisible a la entrada de la rampa de regulación del gas:	20-100 mbar
* Fluctuaciones de presión de gas en % del valor ajustado:	máximo 10%
A una frecuencia de fluctuación:	máximo 10 l/h
* Temperatura del gas:	mín 10 °C, máx 50 °C
* Temperatura mínima sala de máquinas:	10 °C,
* Temperatura máxima sala de máquinas: sin reducción de potencia motores	40°C
* Consumo medio específico de aceite al 100% de carga:	0,30 gr/kWh + 20 %
* Capacidad del aceite en el cárter:	530 l.
* Nivel de ruido en el aire medido a una distancia de 1 m. del motor:	101 dB(A) a 1 m.
* Peso del grupo listo para funcionar:	Aprox 24.000 kg.
* Longitud:	6.975 mm.

* Anchura:	2.107 mm.
* Altura:	2.928 mm.

### 4.2.3 SUELO

La central de Cogeneración se ubicará dentro de una nave industrial preexistente, con las adaptaciones necesarias de obra civil para adecuar la sala de motores de gas y la sala de caldera, de forma que se cumpla la normativa vigente, en especial la que deben reunir los edificios de los aparatos a presión de acuerdo con el RD 2016/2008, de 12 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

La superficie a utilizar en la implantación de los equipos, básicamente motores y caldera de la central de cogeneración es de 358 m<sup>2</sup>.

### 4.2.4 RECURSOS

Los recursos a utilizar por la central de Cogeneración serán básicamente:

- Gas natural para funcionamiento de los motores:  
consumo anual: 68.667.115 Kwh/año PCI  
PCI gas natural 10,772 Kwh/Nm<sup>3</sup>  
6.374.593 Nm<sup>3</sup>/año  
Operación: 7.728 H/año  
825 Nm<sup>3</sup>/h
- Agua para alimentación de la caldera de recuperación de calor:  
Retorno de condensados aproximadamente el 50%

### **4.3 ALTERNATIVAS VIABLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

La única instalación de cogeneración que puede adaptarse con eficiencia al proceso de fabricación de papel, y que se adapte a las necesidades de la ampliación productiva prevista de KARTOGROUP, es la de tipo con motores alternativos de combustión interna.

Las alternativas con turbina de gas en ciclo simple, si bien se adaptan a instalaciones de este tipo, requiere en este caso de una demanda térmica, producción de vapor, mucho más elevada para poder llevar a cabo una recuperación térmica eficiente y de esa manera cumplir con los requisitos de eficiencia energética incluidos en los RD 413/2104 y RD 616/2007.

Aún menor es la adaptación de turbina de vapor a contrapresión, o turbina de gas en ciclo combinado, por la causa anteriormente expuesta.

Así pues, se ha optado por una central de cogeneración en base a motores a gas natural, dada la disponibilidad de este combustible limpio en la zona de implantación de la fábrica. dos motores en este caso por flexibilidad de adaptación a la demanda.

De los datos facilitados por KARTOGROUP, en cuanto a los consumos actuales y a la previsión de consumo eléctrico y térmico de la fábrica, se determina que la central de cogeneración más eficiente y que mejor se adapta es la constituida por dos motores de gas de aproximadamente 1,75 MWe cada uno, constituyendo una planta de 3,5 MWe.

Con esta planta de Cogeneración se instala una potencia que esta por debajo de la potencia eléctrica actual contratada por la fábrica, 4,8 MWe, condición necesaria para la aprobación de su conexión a la red.

La generación del vapor obtenido con los escapes de los motores en la caldera de recuperación se adapta perfectamente a la demanda de la ampliación de producción de papel prevista, aproximadamente de 2,5 Tn/h.

Por otra parte el calor de la refrigeración de los motores se adapta perfectamente también con el precalentamiento del agua del proceso de la fábrica, en el caso del circuito de baja temperatura, con un salto térmico de 6°C una potencia recuperada de 348 KW. En el caso del circuito de alta temperatura, en el calentamiento del agua de proceso de la máquina de papel, las denominadas aguas blancas que contienen fibras de celulosa y que aumentan su temperatura con un salto termico de 19°C y un aprovechamiento de calor de 1.104 KW.

En caso de una central de cogeneración con turbina de gas de la misma portencia eléctrica, la generación de vapor sería de 10 Tn/h y por lo tanto muy superior a las necesidades de demanda de la ampliación, obligando al rediseño completo de la toda la generación de vapor de la fabrica y calentamiento del agua de proceso.

Las características de los motores elegidos estan recogidas en el punto anterior.

## **5 INVENTARIO AMBIENTAL**

Dado que la central de Cogeneración se ubicará en el interior de una nave industrial ya existente, que se adaptará a las necesidades de implantación de los equipos, fundamentalmente de motores de gas y calderas de vapor, de forma que se cumpla con lo estipulado en el RD 2060/2008 Reglamento de Equipos a presión, el estudio del estado del lugar y las condiciones ambientales de la realización de las obras, se ha limitado a la verificación del estado de ocupación del suelo, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.

En la zona donde se pretende ubicar la central de Cogeneración existían anteriormente diferentes equipos de la fabrica de producción de papel que serán reubicados en distintos emplazamientos dentro de los terrenos de la propiedad.

No es necesario por tanto el censo, inventario, cuantificación o cartografía de los aspectos ambientales mencionados en el artículo 35 de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, y que puedan ser afectados por el Proyecto, incluido el paisaje, puesto que no se producirá alteración alguna, así como tampoco el estudio comparativo de la situación actual con la actuación derivada del Proyecto, ya que a estos efectos la nave industrial y los edificios afectados permanecerán en el mismo estado actual.

## **6 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS**

### **6.1 EMISIONES GASEOSAS**

La instalación de cogeneración objeto del estudio, está clasificada en el Anexo II de la Ley 6/2014, de 25 de Julio, de la Generalitat de Prevención, Control y Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana.

Este Anexo II en su punto 1 “Industria Energéticas/Energía”, incluye las instalaciones de combustión con una potencia térmica superior a 2 MW y hasta 50 MW, incluidas las de Cogeneración, punto b).

En este caso la instalación tendrá una potencia térmica aproximada de 9 MW, por lo que se incluye en el citado Anexo II.

Por otra parte se encuentra incluida en el B, de la Ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, así como del RD 100/2011, de 28 de Enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

Para la determinación de los valores límites de emisión, se observará lo establecido en el RD 815/2013, de 18 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y control integrados de la contaminación.

En particular lo establecido en la Parte 2 “ Valores límites de emisión para las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3” del Anejo 3 “Disposiciones Técnicas para las grandes instalaciones de combustión”.

La instalación funcionará según dos modos fundamentales:

- Funcionamiento de emergencia y durante los arranques
- Funcionamiento normal.

## **FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA Y DURANTE LOS ARRANQUES.**

Cuando los motores se encuentren en la secuencia de arranque o se mantengan en funcionamiento en casos de emergencia o por cambios en la caldera de recuperación, sin que exista recuperación alguna del calor, los gases serán desviados y disipados en la atmósfera a través de:

- Una Chimenea de by-pass de gases de combustión de los motores, que unirá los dos escapes de los motores, para desviar directamente a la atmósfera los gases de la combustión del gas natural en sus cilindros.

Caudal de escape de cada motor: 10.484 Kg/h

Caudal máximo total de escape en chimenea: 20.968 Kg/h

La Temperatura máxima de los mismos será de 475°C.

## **FUNCIONAMIENTO NORMAL**

En este modo de funcionamiento se enviarán los gases de combustión de los motores hasta la caldera de recuperación de calor, produciendo el vapor necesario para el proceso industrial y vehiculándose posteriormente los mismos a la atmósfera por medio de la chimena de exhaustación de gases de caldera.

Se trata de una caldera pirotubular, esto es los gases circulan por los tubos internos de la caldera, estando la mezcla agua-vapor en el exterior de los mismos y dentro de la carcasa cilíndrica de la misma, a la presión de timbrado estipulada.

- Una chimenea de exhaustación de la caldera.

Caudal máximo total de escape en chimenea: 20.968 Kg/h

Temperatura máxima de los gases 154°C.

Por lo comentado las únicas chimeneas contaminantes que se incorporan en el proyecto de cogeneración son las dos descritas. Ver plano de localización de focos contaminantes, chimeneas.

## **EMISIONES DE GASES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES**

La concentración de gases contaminantes en los gases expulsados a la atmósfera, después de pasar por la caldera, es la misma que la de los gases que se emitirán los chimeneas de los by-passes y que se describe a continuación:

### **CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES**

La concentración de los gases contaminantes dentro del caudal total de gases, que serán desviados a la atmósfera, por las chimeneas de by-pass de gases de combustión, según datos de fabricante de los motores de gas, es la siguiente:

- **NO<sub>x</sub>**: 500 mg/m<sup>3</sup> (referido 5 % de O<sub>2</sub> )
- **CO**: 950 mg/m<sup>3</sup> (referido 5 % de O<sub>2</sub> )

De acuerdo con lo estipulado en la Parte 2 del Anejo 3 del RD 815/2013 se tiene:

Todos los valores límites de emisión se calcularán a una temperatura de 273,15 °K, una presión de 101,3 kPa, previa corrección del contenido de vapor de agua de los gases, y a un porcentaje normalizado de O<sub>2</sub> del 15% para turbinas y motores de gas.

En consecuencia debemos referir los datos ofrecidos por el fabricante al porcentaje de O<sub>2</sub> mencionado en el norma vigente y convertir los m<sup>3</sup> a la temperatura de los gases de escape a las condiciones de la norma.

$500 \text{ mg/m}^3$  de  $\text{NO}_x$  a  $410^\circ\text{C} = 500 * 273/(273+410) = 199,85 \text{ mg/Nm}^3$   
 $\text{NO}_x$  (al 15% de  $\text{O}_2$ ) =  $(20,9-15)/(20,9-5) * 199,85 = 74,16 \text{ mg/Nm}^3$   
 $74,16 \text{ Mg/Nm}^3 = 36,11 \text{ ppm} < 300 \text{ ppm}$

$950 \text{ mg/m}^3$  de CO a  $410^\circ\text{C} = 950 * 273/(273+410) = 379,70 \text{ mg/Nm}^3$   
CO (al 15% de  $\text{O}_2$ ) =  $(20,9-15)/(20,9-5) * 379,70 = 140,89 < 100 \text{ mg/Nm}^3$   
 $140,89 \text{ mg/Nm}^3 = 68,61 \text{ ppm} < 500 \text{ ppm}$

Se cumple con lo dispuesto en la normativa vigente para este tipo de instalaciones de combustión inferiores 50 MWt de consumo, el Decreto 833/75 sobre Contaminación Atmosférica

Las emisiones de  $\text{NO}_x$  cumplen a su vez, con lo dispuesto en el RD 815/2013, de 18 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y control integrados de la contaminación.

En particular lo establecido para los motores de gas en la Parte 2 “Valores límites de emisión para las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3” del Anejo 3 “ Disposiciones Técnicas para las grandes instalaciones de combustión”.

## **6.2 PRODUCCIÓN DE RUIDO**

### **SALA DE MOTORES**

La sala de motores, en cuyo interior se emplazan los dos motogeneradores, es de un único volumen, sin tabiquería interior, de 10,55 m. de longitud, 14,45 m. de ancho y una altura de 7,50 m.

En la sala estarán en funcionamiento simultáneo los dos motores marca JENBACHER de 1.746 KWe cada uno, con sus correspondientes alternadores, bombas de recirculación interna de agua, sistema de alimentación de combustible, evacuación de gases, etc.

La potencia acústica de acuerdo con los datos del fabricante, en función de las bandas de octava y con ponderación (A) son los siguientes:

### Nivel de presión sonora

Motor **)		dB(A)	
			101
31,5	Hz	dB	83
63	Hz	dB	95
125	Hz	dB	97
250	Hz	dB	94
500	Hz	dB	97
1000	Hz	dB	95
2000	Hz	dB	93
4000	Hz	dB	90
8000	Hz	dB	86

Este es el sonido directo, sin reflexión del mismo, y por lo tanto que no se ve afectado por las características del habitáculo en que se encuentre la fuente.

Por otra parte se tiene la reverberación que influye en el nivel sonoro en el local cerrado. El tiempo de reverberación, para una frecuencia determinada, es el número de segundos que tarda en descender 60 dB el nivel medio de presión sonora en el local cerrado, después de que la fuente ha cesado. El sistema más adecuado para disminuir este tiempo en este tipo de habitáculos, cuando el número de focos ruidosos es múltiple como aquí ya que tratamos con dos motores en funcionamiento simultaneo, es su acondicionamiento con materiales lo más absorbente posible, tanto en paredes como en techo.

El sonido reflejado incluye las contribuciones de las reflexiones en cualquier punto del local, ya que la presión sonora es bastante uniforme en todo el mismo, se trata por lo tanto de un sonido difuso, en concreto lo podemos considerar perfectamente difuso, ya que la ondas viajaran en todas las direcciones con igual probabilidad. Bajo estas condiciones el nivel de presión sonora será igual en todo el local.

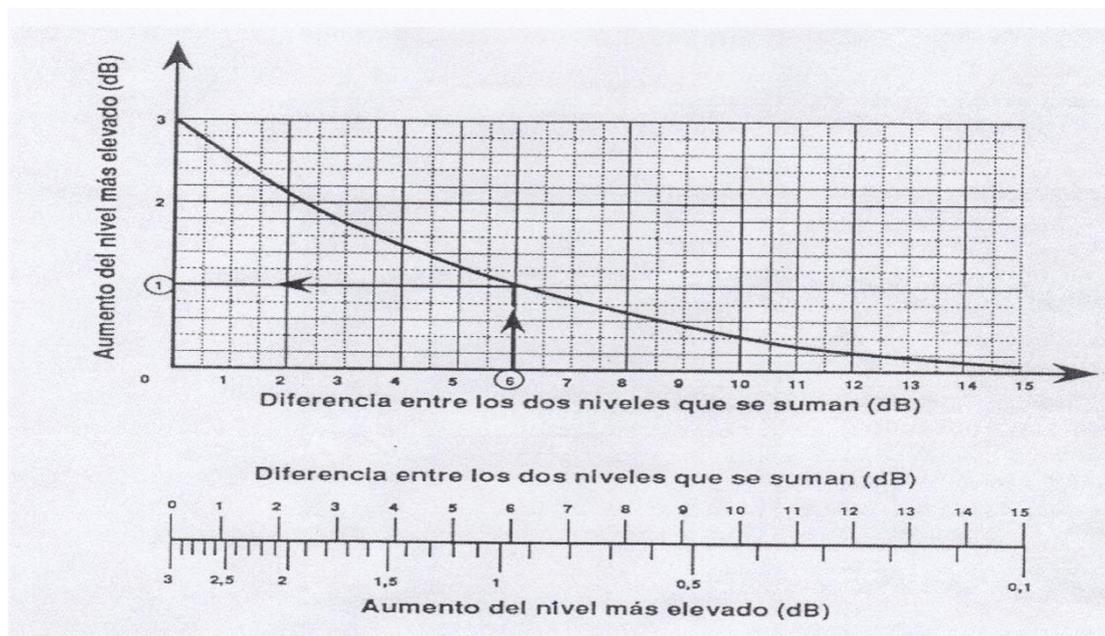
Por la contrastada teoría de Sabine tenemos que el tiempo de reverberación es aproximadamente:  $T = 0,161 V/A$

Donde  $V$  es el volumen de la habitación en  $m^3$  y  $A$  es la absorción en sabinos.

De forma que a partir de este valor podemos determinar el valor medio de reducción proporcionado por el acondicionamiento del local dependiendo de los diferentes coeficientes de absorción de cada superficie de reflexión. Para los distintos coeficientes de absorción de los materiales absorbentes de la sala de motores y sus superficies, se obtiene un tiempo de reverberación de 0,5 seg.

El proceso seguido para determinar el nivel sonoro total, combinación del sonido directo de los dos motores más el reflejado ha sido el siguiente:

1.- Determinamos en primer lugar el nivel sonoro por la combinación de las dos fuentes. Esto puede realizarse haciendo uso de la gráfica adjunta.



En este caso tratándose de dos fuentes iguales se obtiene el mismo resultado aplicando la fórmula:

Aumento de nivel de potencia sonora =  $10 \text{ Log}_{10} n = 10 \text{ log}_{10} 2 = 3,01$  dB(A)

Por lo tanto el nivel sonoro combinado de los dos motores será:

$$L_{\text{combinado}} = 101 \text{ dB(A)} + 3,01 \text{ dB(A)} = 104,01 \text{ dB(A)}$$

**2.-** Se ha calculado el nivel sonoro reflejado por todas las fuentes dado por la también contrastada fórmula:

$$L_r = L_w - 10 \log_{10} A + 6$$

Donde

$L_r$  es el nivel sonoro reflejado

$L_w$  es el nivel sonoro de la fuente de potencia sonora

A es la absorción total en sabinos métricos

La configuración de las paredes del edificio de motores, el muro de hormigón de 200 mm. con enlucido 205 mm. de espesor, y que con los elementos de atenuación sonora, consiguen que la atenuación total obtenida según tablas de materiales sea de 42 dB(A).

La sala carece de ventanas, los únicos huecos son las entradas y salidas de aire de refrigeración debidamente insonorizadas así como las dos puertas para mantenimiento de motores y las dos puertas de acceso de personas cuyo diseño es el siguiente:

- Chapa de acero de 1,5 mm. de espesor, con refuerzos longitudinales interiores que conforman el cuerpo de la hoja.
- Relleno interior formado de un complejo fónico multicapa, a base de láminas de diferentes espesores y naturaleza.
- Dos láminas de elastómeros de gran densidad, termo encolado a las chapas del cuerpo de la hoja por su parte interior, encargadas estas de transformar la energía contenida en la vibración, en energía calorífica.

- Dos láminas de material absorbente, constituidas por partículas de materiales porosos combinado con estratos de material poroso.
- Dos láminas de material visco-elástico.
- Puerta con acabado de pintura.
- Dos burletes de presión, para asegurar la perfecta estanqueidad.

Con esta constitución se consigue un nivel de aislamiento similar al de los muros del edificio.

Sistema de entrada de aire: Silenciadores de entrada y filtraje de aire

La sala necesita disponer de unas aberturas para la entrada de aire para la combustión del gas en los motores de cogeneración, y una entrada de aire de caudal muy superior al anterior, en concepto de aire de refrigeración para disipar el calor generado por los propios motores.

En la aspiración, el aire circulará a través de unos silenciadores de estructura laberíntica, cuyas principales características son las descritas anteriormente:

- Velocidad de paso de aire por los canales: Aire de entrada 7,5 m/s
- Pérdida de carga: 5 mm. c. a.
- Atenuación acústica global:  $38 \pm 2$  dB(A)

Sistema de salida de aire: Silenciadores de aire de salida

- Unos ventiladores helicoidales situados en el techo aspiran la masa de aire a través de unos paneles acústicos con una capacidad de insonorización de  $38$  dB(A)  $\pm 2$  dB(A) situados arriba de cada motor.

Los silenciadores de salida llevarán incorporada una caja de ventilación para colocar el ventilador de extracción.

Teniendo en cuenta los distintos materiales, sus coeficientes de absorción y sus superficies respectivas, el coeficiente de absorción medio ponderado (paneles colocados en las paredes, elementos de

insonorización y filtraje del aire de entrada, elementos de insonorización del aire de salida y sistema de atenuación acústica situado en el techo)  $\alpha = 0,22$  y una absorción total  $A = 214$

$$L_r = 104,01 - 10 \log_{10} 214 + 6 = 86,70 \text{ dB(A)}$$

**3.-** Por último combinamos los niveles sonoros directo y reflejado, mediante el procedimiento del punto 1:

$$\text{Incremento} = +0,082 \text{ dB(A)}$$

Potencia sonora total en el interior de la sala:

$$104,01 \text{ dB(A)} + 0,08 \text{ dB(A)} = 104,09 \text{ dB(A)}$$

La contribución del sonido reflejado sobre el total es muy pequeña, debido por una parte y fundamentalmente a las características y dimensiones de la sala de motores y por otra las condiciones acústicas del local.

El nivel de potencia sonora en el exterior del mismo será como máximo de:

- En muros exteriores de edificio:

$$104,09 \text{ dB(A)} - 42,00 \text{ dB(A)} = 62,09 \text{ dB(A)}.$$

- En las entradas y salidas de aire:

$$111,00 \text{ dB(A)} - 38,00 \text{ dB(A)} = 73,00 \text{ dB(A)}.$$

Nivel combinado medio exterior del edificio: **73,65 dB(A)**.

## **CONDUCTOS DE ESCAPE DE LOS MOTORES**

Los conductos de extracción de gases de combustión de los motores, disponen de silenciadores, fabricados por la empresa PACASA, adecuados para tener un nivel máximo de ruido de 80 dB(A) a 1 m. de los mismos.

Estos silenciadores están siempre en operación en los dos motores antes de que los gases sean bien emitidos a la atmósfera o enviados a la caldera y posteriormente también a la atmósfera.

La combinación de las dos chimeneas de motores supone un nivel de potencia sonora adicional de  $10 \log_{10} 2 = 3,01 \text{ dB(A)}$ , por lo que el nivel de potencia sonora total combinando las dos chimeneas de by-pass será de **83,01 dB(A)**

La contaminación acústica de la chimenea de la caldera será muy inferior a la de la chimenea de by-pass, puesto que a la atenuación de los silenciadores instalados aguas arriba de la caldera se unirá la atenuación propia de la caldera.

De acuerdo con los datos ofrecidos por el fabricante de la caldera dicho nivel acústico en la chimenea de exhaustación de gases será inferior a los 75 dB(A).

## **TORRE DE REFRIGERACIÓN**

La torre de refrigeración a instalar será de la marca SULZER.

El modelo a instalar es de bajo nivel acústico ya que utilizan motores de baja velocidad de rotación (750 r.p.m.). Los principales datos de índole acústica se hallan sintetizados en la siguiente tabla, donde en ausencia de ruido de fondo y de reflexiones, los datos se hallan expresados en dB(A)  $\pm 2$ :

<b>Número unidades</b>	<b>Cara ventilador</b>	<b>Costados torre</b>	<b>Cara opuesta ventilador</b>	<b>Parte superior torre</b>
1	79	78	72	77

El nivel acústico conjunto combinado máximo es de 79,0 dB(A).

Con el fin de reducir el impacto acústico de dicha unidad se ubicará la misma en un lateral del techo del edificio de motores protegidas por un paramento vertical que dirigirá el sonido verticalmente para su dispersión y menor contaminación.

## **AERORREFRIGERADOR**

Las características principales de los dos aerorrefrigeradores son:

Marca:	THERMOKEY
Modelo:	WH2290BZDVEFS
Presión máxima:	10 bar
Temperatura máxima:	95°C
Item:	42 W2 54 03 04200 021 0081 CA
Nº serie:	151921455 DEL 15/12/15
Fecha Fabricación:	28/1/2016

Se situará en la azotea del edificio de motores y está dotado de ventiladores axiales de baja velocidad y baja sonoridad; según datos del fabricante el nivel de potencia sonora a 1 m. es de 77 dB(A).

## **NIVEL DE POTENCIA SONORA TOTAL EN EL EXTERIOR DEL EDIFICIO**

Los focos de emisión y su nivel de intensidad sonora a 1 m. son:

- 1 Edificio de motores: 73,65 dB(A)
- 2 chimeneas de los dos motores: 83,01 dB(A) (En caso de 1 Chimenea de caldera será inferior)
- 1 Torres de refrigeración: 79 dB(A)

- 1 Aerorrefrigeradores: 77 dB(A)

(Ver situación de los focos en el plano de focos de emisión)

La combinación de las fuentes acústicas contaminantes anteriores da como resultado un nivel de potencia sonora global máximo de la instalación de: **85.55 dB(A)**

## **7 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS**

### **7.1 EMISIONES GASEOSAS**

La composición de los gases de escape, detallada en el apartado 5.1, queda dentro de los límites legales actuales.

Según se estipula en el punto 1 del artículo 44 “valores límites de emisión” del RD 815/2013, la expulsión de los gases residuales de las instalaciones de combustión deberá realizarse de forma controlada por medio de una chimenea que contenga uno o más conductos, cuya altura se calculará de forma que salvaguarde la salud humana y el medio ambiente.

Como se ha comentado la instalación de combustión objeto de este estudio no superará los valores límite de emisión fijados en el Anejo 3, parte 2 del RD 815/2013.

Las instalaciones donde se desarrollan actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera (APCA), en caso de tener calcular una altura mínima de las chimeneas de forma que se adopten los procedimientos de dispersión más adecuados, que minimicen el impacto en la calidad del aire en su zona de influencia, podrán de acuerdo con el desarrollo del RD 100/2011 realizar dichos cálculos en base a la Orden de 18 de Octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación

Sin embargo en este caso los puntos de emisión aseguran el caudal máximo en las condiciones atmosféricas peores, mediante tiro forzado por la presión realizada por los motores de gas en los escapes de los mismos, no estando previsto el tiro convectivo como acción fundamental de la evacuación de humos.

Podrá calcularse a su vez también la altura mínima de las chimeneas de acuerdo a la Instrucción Técnica proulgada por diversas Comunidades Autónomas como la Instrucción Técnica 07 dictada en base al desarrollo

de los establecido el el artículo 5.12 del Decreto278/2011 del Gobierno Vasco, por el que se regulan las instalaciones en las que se desarrollen actividades potencialment contaminadoras de la atmósfera.

En dicha Instrucción Técnica, las chimeneas de las actividades confinadas y catalogadas como grupo A o B del RD 100/2011, que como es el caso de la Central de Cogeneración del presente Estudio, deberán tener una altura mínima de 10 m. por encima del nivel del suelo y proyectarse como mínimo 3 m. por encima de la cumbre. En Caso de cubiertas con pendiente inferior a 20°, la altura de la cumbre se calculará suponiendo una pendiente de la cubierta de 20°. Se evitaran alturas de chimenea que exceden el doble de la altura del edificio.

En cualquier caso esta altura mínima es mayor que la altura resultante del cálculo bién por tiro convectivo o bién por medio de la estimación determinada por uso del Nomograma de la citada Instrucción Técnica, que determina de forma gráfica la altura mínima en base a:

- Diámetro interior de la chimenea (m.)
- Temperatura de los gases de escape en la boca de la chimenea (°C)
- Caudal de gases de escape en condicones normales; base seca (Nm3/h)
- Caudal másico de contaminantes emitidos por la fuente (Kg/h)

La altura sobre el nivel del suelo de las dos chimeneas de by-pass de gases de escape así como de la chimenea de gases de de salida de caldera será por la configuración de los edificios de motores y caldera de **12,5 m.**, altura mucho más que suficiente para la dispersión de los elementos contaminantes y superior a la obtenida por medio del cálculo convectivo o del Nomograma de la Instrucción Técnica.

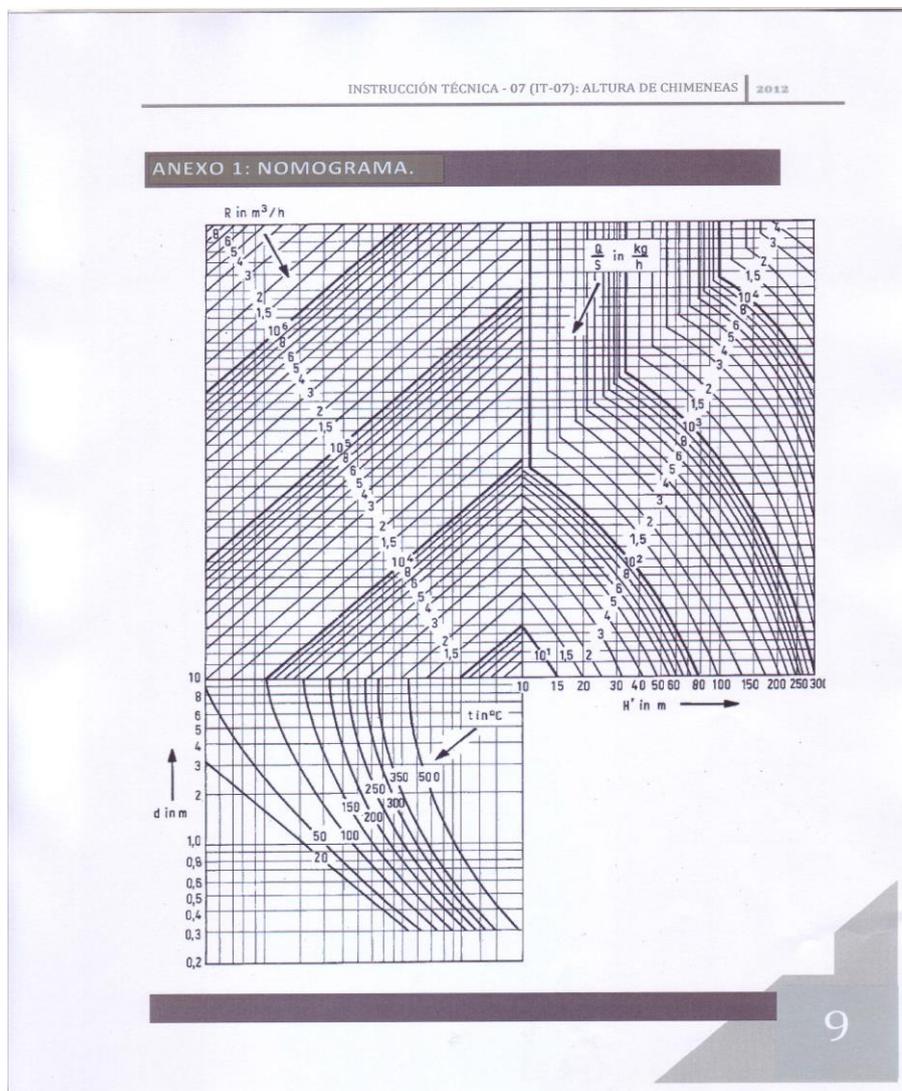
Formula utilizada para comprobación por calculo convectivo:

$$H = \sqrt[3]{\frac{n}{V \cdot \Delta t}} \cdot \left( \frac{A \cdot Q \cdot F}{C m} \right)$$

Donde:

A	CONDICION METEOROLOGICA DEL LUGAR (CASTELLON = 340,2)
Q	CAUDAL MAX CONTAMINANTE (Kg/h)
F	Coefficiente relacionado con la velocidad de sedimentación de las impurezas de la atmósfera. Para el Nox su valor = 1
n	Nº CHIMENEAS
Cm	CONCENTRACION Max de Nox a nivel del suelo, expresada como media de 24 horas. Su valor: 0,2 mg/Nm <sup>3</sup>
V	CAUDAL de gases emitidos (m <sup>3</sup> /h)
ΔT	T Gas - T Amb.

Nomograma para comprobación de la altura mínima de chimenea



## 7.2 PREVENCIÓN DEL RUIDO Y MEDIOS PARA REDUCIR SU NIVEL

### MEDIDAS CORRECTORAS ADOPTADAS

Las medidas correctoras propuestas son:

- Construcción de un edificio con alto poder de aislamiento acústico, sin ventanas y con huecos (puertas y ventilación) insonorizados.
- Acondicionamiento interior del local mediante materiales con poder acústico absorbente en techo y paredes.
- Silenciadores de gases de escape en cada una de las chimeneas de escape de los motores de gas, en funcionamiento permanente mientras este el motor en marcha.
- Ubicación de los elementos sobre el techo en zonas acústicamente menos contaminantes.

Las características de los silenciadores a instalar son:

- Fabricante: PACASA. Paper machine Technology
- Modelo: Motor de Gas
- Materiales: Chapa de acero al carbono,rellena de lana Mineral de 60 Kg/m<sup>3</sup>.
- Protección: Cepillado mecánico ST.2 con pintura anticorrosiva de alta temperatura color negro.
- Pérdida de carga: 160 mm.c.a.
- Atenuación: 40 dB(A) ± 2 dB

El método de atenuación empleado y base de su diseño es el del principio de desfase y disipación de la energía.

El silenciador está diseñado exclusivamente para los motores de combustión interna, como en este caso de gas natural, que tienen una problemática de ruido generado a bajas frecuencias (63 y 125 Hz), y que

no pueden solucionarse solo a base de absorción, sino que requieren un tratamiento mixto reactivo y de absorción, ya que para poder eliminar las bajas frecuencias es imprescindible utilizar un sistema reactivo que sintonice las frecuencias dominantes. La entrada se efectúa en un elemento reactivo compuesto de dos volúmenes y este elemento reactivo está complementado por un dispositivo de atenuación por absorción.

Los datos comparativos con y sin silenciador en el escape son los siguientes:

			<b>Atenuación</b>
<b>Hz</b>	<b>Sin silenciador</b>	<b>Con silenciador</b>	<b>Silenciador</b>
31,5	0	0	0
63	119	86	33
125	127	88	41
250	118	72	46
500	117	71	46
1000	113	67	46
2000	111	69	42
4000	112	77	35
8000	106	74	32
<b>dB(A)</b>	120	80	40

El nivel sonoro generado por el bloque del motor, al ser tolerable por las personas expuestas al mismo de forma puntual y en cortos periodos de tiempo, y al estar la fábrica alejada de centros urbanos, no se prevé la instalación de una envolvente acústica. Sin embargo el motor se ubicará en el interior de una sala acondicionada a tal efecto, que atenuará notablemente el nivel sonoro, de forma que los operarios no estén permanentemente expuestos al nivel sonoro del bloque y al mismo tiempo puedan disponer de las correspondientes orejeras atenuadoras cuando entren en la sala de motores.

El nivel sonoro generado por los bloque motores en diferentes puntos a su alrededor y a 1 metro de distancia, datos de acuerdo con los del fabricante, es siempre inferior a los 101 dB(A).

La sala de ubicación de los motores estará construida por pared de hormigón prefabricado., más el lucido de la cara interior , es decir un espesor total de 205 mm. y una atenuación de 42 dB(A). Las dos puertas desmontables para la introducción y posible salida de los grupos en el futuro estará constituida por un doble sandwich de fibra absorbente de virio y estructura metálica, recubierta con chapa metálica lisa exteriormente y perforada interiormente, de forma que su atenuación será de 38 dB(A).

Asimismo el forjado superior sobre la sala de motores estrá contituido por un capa de hormigón de 200 mm y una atenuación de 40 dB(A)

Con esta atenuación el nivel sonoro a 1 metro de distancia en el exterior del edificio de ubicación de los motores será siempre inferior a 65 dB(A), de acuerdo con las características comentadas de las paredes, puertas y techo del edificio especialmente construido para este fín.

## **TRANSMISIÓN DEL SONIDO**

Calculamos ahora la propagación de este nivel de potencia sonora suponiendo una dispersión esférica homogénea, ya que no existe ningún foco con direccionalidad. Calculamos solo la atenuación denominada “divergencia geométrica” de la expansión esférica de la energía acústica en campo libe a partir de la fuente sonora, despreciando las pequeñas variaciones por la temperatura y la presión atmosférica así como la atenuación producida por el suelo.

$$A_{div} = 20 \log 10 r + 10,9$$

Siendo  $A_{div}$  la atenuación por distancias y  $r$  la distancia al foco sonoro. Esto quiere decir que el nivel sonoro decrece 6 dB cada vez que se dobla la distancia desde la fuente o de forma equivalente que, 20 dB cada vez que la distancia se multiplica por 10.

Distancia	Atenuación dB(A)	Nivel Sonoro dB(A)
10	30,90	59,84
100	50,90	39,84
200	56,92	33,82
300	60,44	30,30
400	62,94	27,80
500	64,88	25,86

### 7.3 CONCLUSIÓN

Se asegura que el nivel de intensidad sonora en el límite de la propiedad de KARTOGROUP, es siempre inferior a los 60 dB(A), según normativa para suelo industrial

Se asegura que el nivel de intensidad sonora en el límite del suelo urbano más cercano del límite de la propiedad de KARTOGROUP, será siempre inferior a 35 dB(A), según normativa municipal.

## **8. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Para el establecimiento del programa de vigilancia y seguimiento ambiental, se observará lo establecido en el RD 815/2013, de 18 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y control integrados de la contaminación.

En particular lo establecido en la Parte 3 “ Valores límites de emisión para las instalaciones de combustión a que se refiere el artículo 44.3” del Anejo 3 “ Disposiciones Técnicas para las grandes instalaciones de combustión”.

Cuando no se requieran mediciones en continuo, como es el caso, se procederá a las mediciones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, partículas y también en este caso dado que se trata de combustible gas natural, también el CO, al menos una vez cada seis meses.

Como alternativa a las mediciones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, a que se refiere el punto anterior, podrán utilizarse otros procedimientos verificados y aprobados por el órgano competente para determinar las emisiones. Dichos procedimientos utilizarán las normas CEN pertinentes o, en caso de no disponerse de normas CEN, las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

Se informará al órgano competente sobre los cambios significativos en el tipo de combustible empleado o en el modo de explotación de la instalación. El Órgano competente decidirá si los requisitos de control establecidos, son adecuados, se mantienen, o exigen ser adaptados.

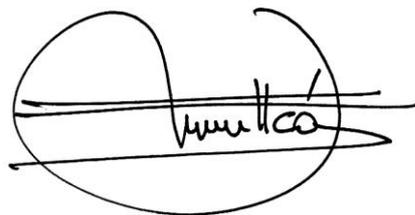
Las medidas de los parámetros del proceso y análisis de las sustancias contaminantes, así como el aseguramiento de la calidad de los sistemas de medición y métodos de medición de referencia para calibrar dichos sistemas se llevará a cabo con arreglo a las citadas normas CEN. Si todavía no estuvieran disponibles dichas normas, se aplicarán las

normas ISO o las normas nacionales o internacionales que garanticen la obtención de los datos de calidad científica equivalente.

Por otra parte el nivel de ruido producido por los motores será controlado de acuerdo con la Normativa sobre Protección de los Trabajadores Frente a los Riesgos Derivados de la Exposición al Ruido Durante el Trabajo, Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre.

No se considera necesario realizar ninguna vigilancia especial del ruido fuera de los límites de propiedad de KARTOGROUP, dado que no se producirá alteración apreciable del mismo.

**Castellón a 12 de Febrero de 2018**

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Vicente Falcó Esteban'.

**Vicente Falcó Esteban**  
**Ingeniero Industrial**  
**Col. Nº 1.454**

## **9 PLANOS**

- 9.1 SITUACIÓN
- 9.2 EMPLAZAMIENTO
- 9.3 DIAGRAMA DEL PROCESO
- 9.4 PLANTA GENERAL IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS
- 9.5 EDIFICIO PRINCIPAL DE MOTORES
- 9.6 EQUIPO MOTOGENERADOR PLANTA Y ALZADOS
- 9.7 EDIFICIO GENERAL DE CALDERA
- 9.8 CALDERA DE RECUPERACIÓN DE GASES
- 9.9 FOCOS CONTAMINANTES

## **10 DOCUMENTO DE SINTESIS**

En documento aparte.