

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## INDICE GENERAL

---

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NAUTICA E MÁQUINAS

FECHA: JUNIO 2012

**AUTOR:** Alberto Rouco Rego

Fdo.: Alberto Rouco Rego

## **INDICE GENERAL**

### **1. MEMORIA**

### **2. ANEJOS:**

#### **2.1.CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **3. PLANOS**

### **4. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

### **6. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA**

#### **6.1.ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## MEMORIA

---

**UNIVERSIDADE DE A CORUÑA**

**ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NAUTICA E  
MÁQUINAS**

**ENXEÑEIRO MARIÑO**



**PROYECTO DE PLANTA DE  
COGENERACION EN UN CENTRO  
DEPORTIVO**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**JUNIO 2012**

**Autor:** Alberto Rouco Rego

**Tutor:** José Carbia Carril

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>9</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	9
1.2	OBJETO DEL PROYECTO.....	9
1.3	NORMAS Y REFERENCIAS .....	10
1.3.1	<i>Disposiciones legales y normas aplicadas</i> .....	10
1.3.2	<i>Bibliografía</i> .....	11
1.3.3	<i>Programas de cálculo</i> .....	13
1.4	MARCO LEGISLATIVO DE LA COGENERACIÓN.....	13
1.5	CONCEPTO DE COGENERACIÓN .....	15
1.6	POLÍTICA ENERGÉTICA A NIVEL EUROPEO, EN ESPAÑA Y EN LA COMUNIDAD DE GALICIA .....	18
1.7	LA COGENERACIÓN EN EL MUNDO, EN EUROPA Y EN ESPAÑA .....	26
1.7.1	<i>Potencial de cogeneración en Europa</i> .....	28
1.7.2	<i>La cogeneración en España</i> .....	29
1.8	POTENCIAL DE DESARROLLO FUTURO DE LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA.....	32
1.8.1	<i>Potencial de cogeneración en el sector primario, secundario y terciario</i> .....	32
1.8.2	<i>Potencial de renovación del parque existente</i> .....	34
1.9	ESTADO DE LA TÉCNICA DE COGENERACIÓN .....	35
1.9.1	<i>Introducción</i> .....	35
1.9.2	<i>Tipos de plantas de cogeneración</i> .....	35
1.9.2.1	Cogeneración con turbinas de gas en ciclo simple .....	35
1.9.2.2	Cogeneración con turbinas de vapor en ciclo simple .....	38
1.9.2.3	Cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas.....	39
1.9.2.4	Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo simple .....	41
1.9.2.5	Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo simple con aprovechamiento de gases directamente .....	43
1.9.2.6	Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo combinado .....	44
1.9.2.7	Trigeneración .....	44
1.9.2.7.1	Maquina de absorción de bromuro de litio .....	46
1.9.3	<i>Evolución tecnológica de la cogeneración</i> .....	48
1.9.3.1	Introducción .....	48
1.9.3.2	Emisiones de las plantas de cogeneración .....	49
1.9.3.3	Tendencias y nuevos desarrollos en motores alternativos .....	49
1.9.3.4	Medidas para mejorar el rendimiento de plantas de cogeneración con motores alternativos .....	52
1.9.3.5	Ciclos de cola en motores .....	54
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ELEGIDA.....</b>	<b>57</b>

2.1	COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS .....	58
2.2	FIABILIDAD .....	58
2.3	DISEÑO TÉRMICO DE LA COGENERACIÓN: ¿MOTOR O TURBINA? .....	59
<b>3</b>	<b>CLIMATIZACIÓN DE LAS PISCINAS .....</b>	<b>60</b>
3.1	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE DESHUMECTACIÓN .....	61
3.2	PÉRDIDAS DE CALOR EN EL AGUA DEL VASO DE PISCINA .....	62
3.2.1	<i>Pérdidas por evaporación</i> .....	62
3.2.2	<i>Pérdidas por radiación</i> .....	63
3.2.3	<i>Pérdidas por convección</i> .....	63
3.2.4	<i>Pérdidas por renovación</i> .....	63
3.2.5	<i>Pérdidas por transmisión</i> .....	63
3.3	POTENCIA NECESARIA PARA PUESTA A RÉGIMEN .....	64
3.4	NECESIDADES DEL AIRE AMBIENTE .....	64
3.5	SISTEMAS DE DESHUMIDIFICACIÓN Y CLIMATIZACIÓN .....	65
3.5.1	<i>Deshumidificación mediante aire exterior</i> .....	65
3.5.2	<i>Deshumidificación mediante batería de frío</i> .....	66
3.5.3	<i>Deshumidificación mediante bombas de calor para piscinas (bcp)</i> .....	66
<b>4</b>	<b>DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE COGENERACIÓN .....</b>	<b>67</b>
4.1	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	67
4.2	EMPRESA SUMINISTRADORA .....	67
4.3	SITUACIÓN ACTUAL .....	67
4.4	DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO .....	67
4.5	DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA DEL CENTRO DEPORTIVO .....	68
4.6	DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO DEPORTIVO .....	71
4.6.1	<i>Autoconsumo eléctrico en el complejo deportivo</i> .....	72
4.6.2	<i>Autoconsumo eléctrico en la planta de cogeneración</i> .....	73
4.6.3	<i>Descripción de la maquinaria e instalaciones de climatización existentes</i> .....	73
<b>5</b>	<b>DEFINICIÓN DE LA INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN .....</b>	<b>74</b>
5.1	PLANTA DE COGENERACIÓN. CENTRAL DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA .....	74
5.2	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	74
5.2.1	<i>Motor</i> .....	75
5.2.2	<i>Alternador</i> .....	76
5.2.3	<i>Sistema de arranque del motor</i> .....	77
5.2.4	<i>Calentador eléctrico del agua de camisas</i> .....	78
5.2.5	<i>Sistema de admisión</i> .....	78
5.2.6	<i>Sistema de lubricación</i> .....	79
5.2.7	<i>Sistema de combustible</i> .....	80
5.2.8	<i>Sistema de refrigeración</i> .....	82

5.2.8.1	Refrigeración del circuito de alta temperatura .....	82
5.2.8.2	Refrigeración del circuito de baja temperatura .....	83
5.2.8.3	Refrigeración del generador .....	83
5.2.9	<i>Circuito de gases de escape</i> .....	83
5.2.9.1	Silenciosos de escape .....	84
5.2.9.2	Distribuidor de gases .....	84
5.3	RECUPERACIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA.....	85
5.3.1	<i>Circuito de alta temperatura</i> .....	85
5.3.2	<i>Circuito gases de escape</i> .....	85
5.4	SALA DE CALDERAS .....	87
5.4.1	<i>Ventilación sala del motor</i> .....	87
5.4.2	<i>Iluminación sala de maquinas</i> .....	87
5.4.3	<i>Sistema contra incendios</i> .....	88
5.4.3.1	Extintores .....	88
5.4.3.2	Detectores de gas.....	88
5.5	INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA .....	88
5.5.1	<i>Calculo de la sección del conductor</i> .....	88
5.5.1.1	Caída de tensión.....	89
5.5.1.2	Densidad de corriente.....	90
5.5.2	<i>Cuadros eléctricos</i> .....	91
5.5.3	<i>Canalizaciones de B.T.</i> .....	92
5.5.4	<i>Puesta a tierra de la instalación</i> .....	93
5.6	CIRCUITO PARA CONEXIÓN CON LA INSTALACIÓN ACTUAL .....	94
5.7	MEDIDAS CORRECTORAS .....	94
5.7.1	<i>Contaminación atmosférica</i> .....	94
5.7.2	<i>Control de RTPS</i> .....	97
5.7.3	<i>Ruidos</i> .....	98
5.8	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO .....	98
5.8.1	<i>Modo manual</i> .....	98
5.8.2	<i>Modo automático</i> .....	100
5.9	FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA .....	101
5.10	COBERTURA DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL CENTRO.....	101
5.11	DISPOSICIONES GENERALES DEL ESTATUTO DE UNIDAD COGENERADORA .....	102
5.11.1	<i>Estatuto de unidad cogeneradora</i> .....	102
5.11.2	<i>Rendimiento mínimo de la instalación de cogeneración</i> .....	102
5.11.3	<i>Rendimiento eléctrico equivalente de la instalación</i> .....	103
<b>6</b>	<b>ESTUDIO DE VIABILIDAD .....</b>	<b>106</b>
6.1	INTRODUCCIÓN .....	106
6.2	INGRESOS POR COGENERACIÓN .....	107
6.3	GASTOS ADICIONALES. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	107

6.4	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD .....	108
6.5	INVERSIÓN Y VIABILIDAD .....	111



TABLA 1: POSIBLE POTENCIAL TECNOLÓGICO PREVISTO PARA SISTEMAS DE COGENERACIÓN DE TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS. FUENTE: IDAE.....	33
TABLA 2: POTENCIAL TECNOLÓGICO PREVISTO, AÑOS 2010, 2015 Y 2020 PARA SISTEMAS DE COGENERACIÓN QUE APORTAN CALOR ÚTIL. FUENTE: IDEA (INSTITUTO PARA EL DESARROLLO Y EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO) .....	33
TABLA 3: EMISIONES DE PLANTAS DE COGENERACIÓN Y GENERACIÓN CONVENCIONAL EN G/KWH ELÉCTRICO. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	49
TABLA 4: DEMANDA DE CALOR ESTIMADA DURANTE LA APERTURA DEL CENTRO DE OCIO DURANTE UN AÑO .....	71
TABLA 5: DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA ACTUAL ESTIMADA PARA MANTENIMIENTO DE CALOR EN PISCINAS DURANTE LA NOCHE, DURANTE UN AÑO .....	71
TABLA 6: DATOS PRINCIPALES PLANTA DE COGENERACIÓN .....	75
TABLA 7: ESPECIFICACIONES GRUPO MOTOR JGS 316 C 2 DE JENBACHER.....	76
TABLA 8: DATOS TÉCNICOS DEL ALTERNADOR .....	77
TABLA 9: DATOS TÉCNICOS MÓDULO DE BATERÍAS .....	78
TABLA 10: HORAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN.....	101
TABLA 11: COBERTURA DE LA DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA PARA CALEFACCIÓN MEDIANTE LA PLANTA DE COGENERACIÓN .....	102
TABLA 12: PORCENTAJE DEL REE, SEGÚN RD 661/2007.....	104
FIGURA 1: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PLANTAS DE COGENERACIÓN INSTALADAS EN ESPAÑA, DESDE 1983 HASTA 2008, EN RELACIÓN A LOS DISTINTOS MARCOS LEGISLATIVOS. FUENTE: (IDAE).....	13
FIGURA 2: COMPARATIVA PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA POR SEPARADO Y CON COGENERACIÓN. FUENTE: (ALPINE GROUP, 2012) .....	18
FIGURA 3: PORCENTAJE CONSUMO ELECTRICIDAD EN GALICIA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES. FUENTE: (INEGA: INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA, 2012) .....	20
FIGURA 4: ESTRUCTURA DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN GALICIA (%). FUENTE: (INEGA: INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA, 2012).....	21
FIGURA 5: PORCENTAJE DE POTENCIA ELÉCTRICA EN LAS CENTRALES GALLEGAS EN EL AÑO 2000. FUENTE: (INEGA: INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA, 2012) .....	21
FIGURA 6: PORCENTAJE DE POTENCIA ELÉCTRICA EN LAS CENTRALES GALLEGAS EN EL AÑO 2010. FUENTE: (INEGA: INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA, 2012) .....	22
FIGURA 7: DISTRIBUCIÓN DE COGENERACIÓN EN GALICIA POR PROVINCIAS. (NÚMERO DE INSTALACIONES DE COGENERACIÓN). FUENTE: (ACOGEN. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COGENERACIÓN, 2012)....	22
FIGURA 8: INCREMENTO NETO DE POTENCIA INSTALADA EN GALICIA. FUENTE: (ACOGEN. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COGENERACIÓN, 2012).....	23
FIGURA 9: PORCENTAJE DE COGENERACIÓN PRODUCIDA EN GALICIA Y AHORRO CONSEGUIDO. FUENTE: (ACOGEN. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COGENERACIÓN, 2012) .....	23
FIGURA 10: SECTORES CON POTENCIAL EN COGENERACIÓN. FUENTE: (ACOGEN. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COGENERACIÓN, 2012).....	24

FIGURA 11: COGENERACIÓN A PEQUEÑA ESCALA (<1MW). EVOLUCIÓN NACIONAL DE LA POTENCIA INSTALADA (MW): TOTAL Y POR SECTORES. FUENTE: (IDAE) .....	25
FIGURA 12: ENERGÍA DE DISTRITO Y COGENERACIÓN INDUSTRIAL (GWh/año) Y COBERTURA DE LA DEMANDA EN %E BRUTA PARA ESPAÑA Y OTROS PAÍSES EUROPEOS. FUENTE: (EUROSTAT. YOUR KEY TO EUROPEAN STATISTICS, 2006) .....	27
FIGURA 13: COBERTURA DE LA DEMANDA DE ELECTRICIDAD DE COGENERACIÓN, A NIVEL GLOBAL. FUENTE: (IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2008) .....	27
FIGURA 14: VISUALIZACIÓN DE LOS CONSUMOS DE CALOR SUSCEPTIBLES DE SER CUBIERTOS POR COGENERACIÓN PARA PLANTAS DE GRAN TAMAÑO EN EL SECTOR QUÍMICO, ALIMENTARIO, PAPEO Y REFINO EN VERDE, PLANTAS DE COGENERACIÓN QUE YA CUBREN ESTOS CONSUMOS. EN ROJO, POTENCIAL CUBIERTO POR TECNOLOGÍAS CONVENCIONALES. FUENTE: (IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2008) .....	28
FIGURA 15: POTENCIA INSTALADA DE COGENERACIÓN EN ESPAÑA (MW), SEGÚN RANGOS DE POTENCIA. FUENTE: (CNE. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 2009) .....	29
FIGURA 16: DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES DE COGENERACIÓN SEGÚN RANGO DE POTENCIA Y SEGÚN NÚMERO DE INSTALACIONES. FUENTE: (IDAE) .....	30
FIGURA 17: DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR COGENERACIÓN, SEGÚN SECTOR INDUSTRIAL. FUENTE: (MITYC) .....	31
FIGURA 18: POTENCIA INSTALADA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS. POTENCIA TOTAL 6125 MW. FUENTE: (IDAE) .....	32
FIGURA 19: ESCENARIOS TENDENCIALES PARA TODAS LAS COGENERACIONES. FUENTE: (IDAE) .....	34
FIGURA 20: PLANTA DE COGENERACIÓN DE CICLO SIMPLE CON TURBINA DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	37
FIGURA 21: DIAGRAMA DE SANKEY DE PLANTA DE COGENERACIÓN CON TURBINA DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	37
FIGURA 22: PLANTA DE COGENERACIÓN CON TURBINA DE VAPOR. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	38
FIGURA 23: PLANTA DE COGENERACIÓN EN CICLO COMBINADO CON TURBINA DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	40
FIGURA 24: DIAGRAMA DE SANKEY DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN CICLO COMBINADO CON TURBINA DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	41
FIGURA 25: PLANTA DE COGENERACIÓN CON MOTOR ALTERNATIVO. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	42
FIGURA 26. DIAGRAMA SANKEY DE PLANTA DE COGENERACIÓN CON MOTOR DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	42
FIGURA 27: DIAGRAMA DE PROCESO DE PLANTA DE COGENERACIÓN CON MOTOR DE GAS PARA GENERACIÓN DE AIRE CALIENTE. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	43
FIGURA 28: PLANTA DE COGENERACIÓN EN CICLO COMBINADO CON MOTOR ALTERNATIVO. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	44
FIGURA 29: PLANTA DE TRIGENERACIÓN CON MOTOR DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	45
FIGURA 30: ESQUEMA SIMPLIFICADO DE FUNCIONAMIENTO UNIDAD DE ABSORCIÓN DE BROMURO DE LITIO. FUENTE: (FENERCOM, 2010) .....	46

FIGURA 31: EVOLUCIÓN DE PRESIONES MEDIAS EFECTIVAS Y RENDIMIENTOS EN MOTORES A GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	50
FIGURA 32: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE GAS. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	50
FIGURA 33: RELACIÓN DE PRESTACIONES DE LOS MOTORES A GAS CON LA RIQUEZA DE LA MEZCLA. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	51
FIGURA 34: DIAGRAMA DE UN CICLO COMBINADO CON MOTORES. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	55
FIGURA 35: DIAGRAMA DE SANKEY DE UN CICLO COMBINADO CON MOTORES. FUENTE: (FENERCOM, 2010).....	56
FIGURA 36: COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS. FUENTE: (COGENSPAIN, 2011).....	58
FIGURA 37: DISEÑO TÉRMICO DE LA COGENERACIÓN. FUENTE: (COGENSPAIN, 2011).....	59

# **1 GENERALIDADES**

## **1.1 Antecedentes**

Como último paso para la obtención del título oficial de Ingeniero Marino es necesario la realización de un proyecto fin de carrera. Con el objeto de satisfacer dicha condición, el alumno Alberto Rouco Rego, ha confeccionado un proyecto con el título:

“PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO“

La tutoría de dicho proyecto ha corrido a cargo del profesor:

D JOSÉ CARBIA CARRIL

## **1.2 Objeto del proyecto**

El objeto del proyecto será el estudio, la definición y el análisis económico del conjunto de equipos e instalaciones que permitan la implantación de la Planta de Cogeneración de 835 kW en un Centro Deportivo, la cual la demanda térmica que presenta éste en forma de agua caliente para la calefacción de las piscinas climatizadas, calefacción y refrigeración de las salas, así como el abastecimiento del agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de la energía térmica procedente de los gases de escape y del circuito de refrigeración de un motor de combustión interna alternativo, utilizando como combustible, gas natural canalizado de la red.

Un sistema de cogeneración se proyecta fundamentalmente para ahorrar dinero e incluso, para generar dinero, premisas primordiales en el ejercicio empresarial. Dado que básicamente son los ahorros o beneficios los que justifican dicho proyecto, el proceso previo a la toma de decisión tendrá como objeto fundamental determinar si realmente la cogeneración es una opción que permite alcanzar esas metas.

## 1.3 Normas y referencias

### 1.3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la ejecución de las instalaciones, se tendrán en cuenta la siguiente Legislación, conteniendo los Reglamentos y Normas siguientes:

- Ley 54/1997 de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico (Ley de Regulación del Sector Eléctrico) y las modificaciones introducidas por la Ley 50/1998 de 30 de Diciembre de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002, de 2 de Agosto, por el que se regula, para las instalaciones de producción de energía eléctrica, en régimen especial, su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción y la adquisición, por los comercializadores, de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica, en régimen especial.
- Real Decreto 616/2007, de 11 de Mayo, sobre fomento de la cogeneración.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Ministerio de Industria y Energía y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Decreto 3275/1982, modificado por Orden Ministerial, de 10 de Abril de 2000.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER, de 18 de Septiembre de 2.002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias, hasta el 10 de Marzo de 2.002.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31 de Diciembre de 1.994.

- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1.994, B.O.E. de 31 de Diciembre de 1.994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2.000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997, de 27 de Noviembre.
- Reglamento de Puntos de Medida, aprobado por el Real Decreto 2018/1997, de 26 de Diciembre y modificado por el Real Decreto 385/2002, de 26 de Abril.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida, aprobadas por la Orden Ministerial de 12 de Abril de 1999.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones
- Térmicas en los Edificios.
- Plan General de Ordenación Urbanística del Término Municipal de A Coruña
- Cualquier otra reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

### 1.3.2 Bibliografía

*2G IBERICA*. (2012). Recuperado el 03 de 05 de 2012, de [www.2-g.de](http://www.2-g.de)

*ACOGEN. Asociación Española de Cogeneración*. (2012). Recuperado el 05 de 03 de 2012, de [www.acogen.es](http://www.acogen.es)

*AEMET. Agencia Estatal de Meteorología*. (2012). Recuperado el 15 de 03 de 2012, de [www.aemet.es/es/portada](http://www.aemet.es/es/portada)

*Alpine Group*. (2012). Recuperado el 15 de 01 de 2012, de [www.cogenerare.com](http://www.cogenerare.com)

*BOE. Boletín Oficial del Estado.* (2012). Recuperado el 25 de 05 de 2012, de [www.boe.es](http://www.boe.es)

*CNE. Comisión Nacional de Energía.* (2009). Recuperado el 21 de 05 de 2012, de [www.cne.es/cne/home](http://www.cne.es/cne/home)

*COGEN Spain.* (2012). Recuperado el 22 de Enero de 2012, de <http://www.cogenspain.org>

*CogenSpain.* (2011). *III Jornadas de Cogeneración en la Edificación.* Recuperado el 05 de 03 de 2012, de [www.cogenspain.org](http://www.cogenspain.org)

*Eurostat. Your key to European statistics.* (2006). Recuperado el 05 de 03 de 2012, de <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>

*FENERCOM.* (2010). *Guía de la cogeneración.* Recuperado el 12 de 02 de 2012, de [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

*G. E. (1997-2011). GE Energy.* Recuperado el 18 de 04 de 2012, de <http://site.ge-energy.com>

*Gas Natural Fenosa.* (2012). Recuperado el 10 de 03 de 2012, de <http://www.gasnaturalfenosa.com/>

*Grupociat.* (2011). *Climatización de piscinas cubiertas.* Recuperado el 13 de 04 de 2012, de [www.grupociat.es](http://www.grupociat.es)

*IDAE. (s.f.). Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía.* Recuperado el 03 de 05 de 2012, de 2010-2015-2020, Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España.: <http://www.idae.es/>

*IEA. International Energy Agency.* (2008). Recuperado el 12 de 04 de 2012, de [www.iea.org](http://www.iea.org)

*Inega: Instituto Enerxético de Galicia.* (2012). Recuperado el 15 de 03 de 2012, de [www.inega.es](http://www.inega.es)

*MITYC. (s.f.). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio."Informe anual" 2006.* Recuperado el 05 de 03 de 2012

*Sedical. Técnica para el ahorro de la energía.* (2012). Recuperado el 18 de 06 de 2012, de <http://www.sedical.com/web/inicio.aspx>

### 1.3.3 Programas de cálculo

- Programas técnicos Sedical S.A.
- EES. Engineering Equation Solver
- Presto. Gestión de costes para la construcción
- Microsoft Office Excel 2007

## 1.4 Marco legislativo de la cogeneración

En la siguiente figura, como introducción a la cogeneración y en relación al marco legislativo, se muestra la evolución del número de plantas de cogeneración instaladas en España, en relación con los distintos marcos legislativos, a lo largo del período 1983 hasta el 2008.

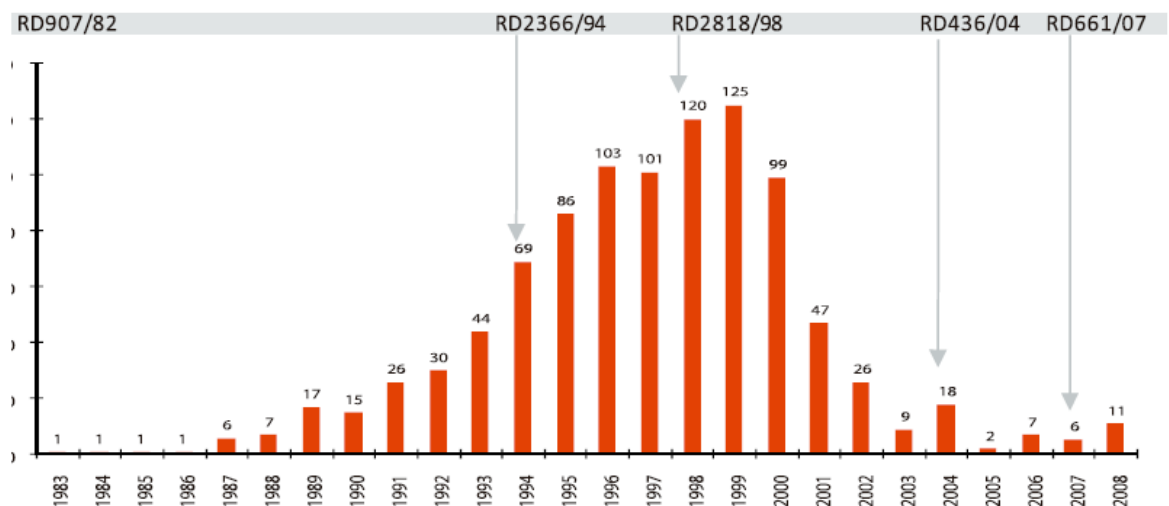


Figura 1: Evolución del número de plantas de cogeneración instaladas en España, desde 1983 hasta 2008, en relación a los distintos marcos legislativos. Fuente: (IDAE)

Cabe destacar, según la figura anterior, (Figura 1), que el máximo del número de plantas de cogeneración instaladas en España, se dio en el año 1999, cayendo drásticamente, al año siguiente del inicio del nuevo milenio, con un repunte al alza, en el pasado año 2008 tras la entrada en vigor de la nueva Legislación,



contemplada en el último Real Decreto 661/07 de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica, en régimen especial.

## 1.5 Concepto de cogeneración

Hay una infinidad de definiciones del concepto de la cogeneración. Una de estas definiciones, clara y escueta es la dada por los miembros de la “Federal Energy Regulatory Commission“, que lo definen como:

*“La Cogeneración es la producción de energía eléctrica o mecánica y de energía térmica útil, a partir de la misma fuente primaria de energía “.*

Existen también otras numerosas definiciones y expresiones complementarias en relación con el concepto de Cogeneración. Así se habla de la Producción Combinada de Calor y Electricidad (Combined Heat and Power, CHP), o de los Sistemas de Energía Total, expresión con la que se pretende definir aquellas instalaciones destinadas a un autoabastecimiento energético completo.

En definitiva, por Cogeneración se entiende la producción directa por el usuario de sus necesidades de electricidad y energía térmica útil, totales o parciales, como calor y/o frío, denominándose en este último caso, con generación de calor, frío y electricidad, Trigeneración.

El núcleo de una instalación de este tipo es un motor térmico alimentado por un combustible de bajo coste.

El funcionamiento de la máquina térmica acciona en la mayoría de los casos un alternador que genera electricidad, o bien equipos que necesiten energía mecánica. El calor desarrollado por el motor térmico en el escape, circuito de refrigeración, etc. es aplicado a las necesidades de la fábrica (producción de vapor, agua caliente, aire caliente, suministrar calor a alguna sustancia, etc.). Los rendimientos que se obtienen son máximos, logrando ahorros considerables.

Hablando en términos generales, los sistemas de cogeneración permiten por un lado diversificar las fuentes de energía eléctrica y por otro lograr mayores rendimientos de la energía primaria consumida. Por tanto, con la Cogeneración se consigue reducir los costes de energía en una instalación, una de las prioridades de cualquier empresa. En efecto, en un Sistema de Cogeneración, el coste del kW eléctrico generado es inferior al facturado por la Compañía Eléctrica, y además, el

usuario se beneficia de la energía térmica residual, sustituyendo sus costes de combustible para la producción de energía térmica. De este modo, se recortan drásticamente los costes energéticos totales.

Otra vía de beneficio, se podría hablar de la más importante, de la implantación de un sistema de Cogeneración es la posibilidad de vender los excedentes de energía eléctrica a la Compañía Eléctrica, y que está obligada a comprar por Ley, con unos precios regulados según las tarifas vigentes, y teniendo una serie de factores que posteriormente se detallarán.

En los siguientes esquemas se compara el consumo de energía de un sistema convencional, en el que la electricidad es tomada de la red de la Compañía Eléctrica suministradora y la energía térmica necesaria es generada en una caldera, frente a un sistema de Cogeneración.

Se ha supuesto, en la primera comparativa, entre el sistema de generación energética convencional, eléctrica y térmica, con un sistema de cogeneración, un rendimiento en la generación de electricidad del 33% y un rendimiento de la caldera del 86%. Por lo que respecta al sistema de Cogeneración, se ha supuesto un rendimiento de generación de electricidad del 35% y un rendimiento térmico de un 50%. Así mismo, en la segunda comparativa, entre el sistema generación energética convencional, eléctrica, térmica y refrigeración, con sistema de trigeneración, un rendimiento en la generación de electricidad del 36% (incluida refrigeración) y un rendimiento térmico de un 84%. Por lo que respecto al sistema de trigeneración, se ha supuesto un rendimiento de generación de electricidad del 43%, un rendimiento de refrigeración de un 19% y un rendimiento térmico de un 21%.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, para la misma producción de electricidad y energía térmica, se disminuye de una manera muy significativa el término de pérdidas con la implantación del sistema de cogeneración, con lo que se mejora el rendimiento global respecto a la fuente de energía primaria. Por ello, la importancia futura de la cogeneración es muy grande, ya que como se sabe, las reservas de energía primaria no renovable son limitadas y el consumo de energía va en aumento en nuestra sociedad, y es necesario plantearse el ahorro energético, hecho que se puede conseguir por medio de la Cogeneración.

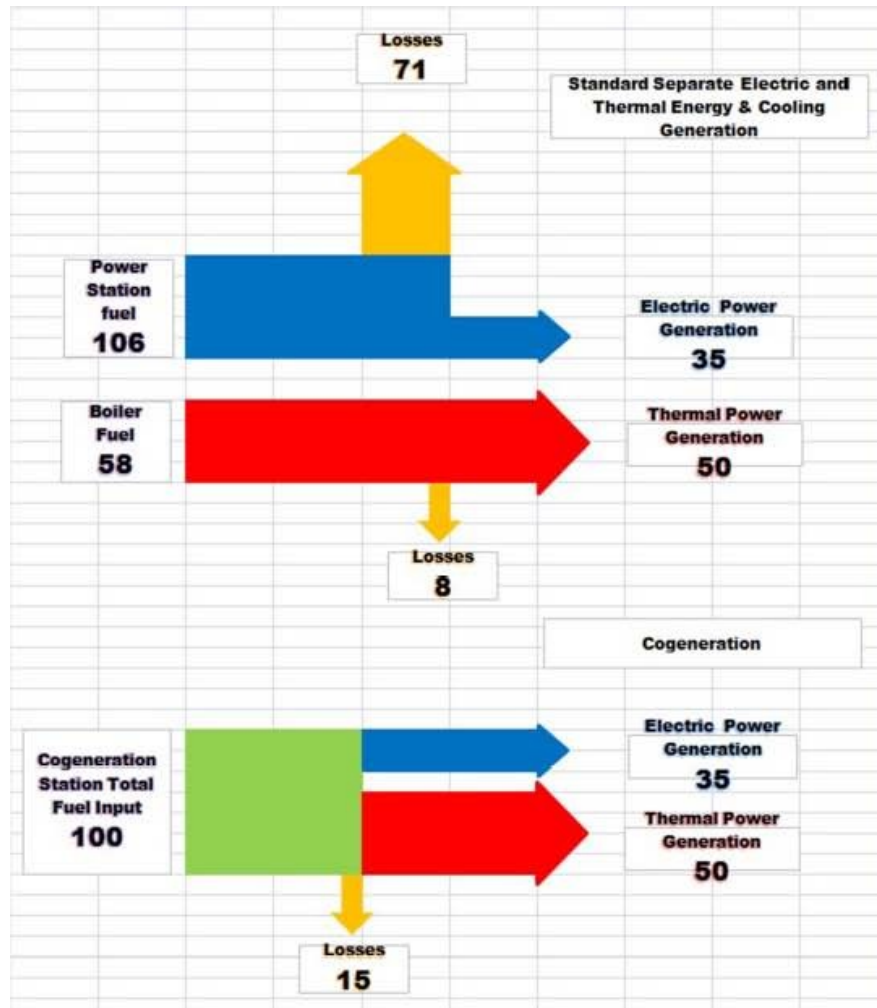




Figura 2: Comparativa producción energía eléctrica y térmica por separado y con cogeneración. Fuente: (Alpine Group, 2012)

## 1.6 Política energética a nivel europeo, en España y en la Comunidad de Galicia

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE, fija como objetivos generales conseguir una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea (UE) y una cuota del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.

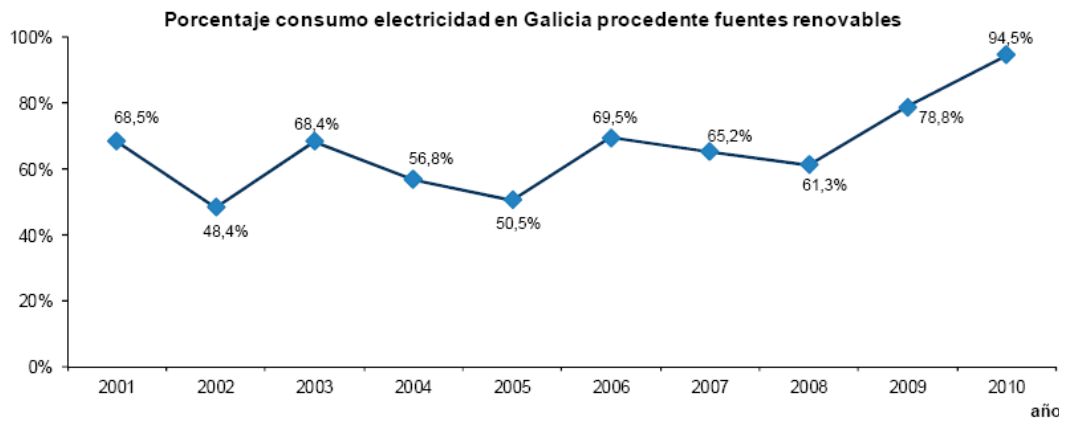
Y para esto, establece objetivos para cada uno de los Estados miembros en el año 2020 y una trayectoria mínima indicativa hasta ese año. En España, el objetivo se traduce en que las fuentes renovables representen por lo menos el 20% del consumo de energía final en el año 2020 -mismo objetivo que para la media de la UE-, junto a una contribución del 10% de fuentes de energía renovables en el transporte para ese año.

Las disposiciones de las Directivas derogadas de la Unión Europea que se refieran a objetivos para el año 2010, deben seguir en vigor hasta que finalice el año 2011.

En el *Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios*<sup>1</sup> la Unión Europea marcó como objetivo para el año 2010 la obtención de un 12% de la **energía primaria total** mediante fuentes de energías renovables. En el año 2010, el consumo de energía primaria en Galicia fue de 12.383 ktep, de los que 2.644 ktep se generaron a partir de fuentes renovables, lo que representa un 21,4%.

La Directiva 2001/77/CE relativa a la promoción de electricidad procedente de fuentes de energía renovables, en el mercado interno de la electricidad, establece como meta para la Unión Europea de los 25 que el 21,0% de la electricidad consumida en la UE en el año 2010 proceda de fuentes renovables. Este porcentaje se distribuye de forma distinta para cada Estado miembro, correspondiéndole al Estado español un objetivo del 29,4%. España en su *Plan de Energías Renovables 2005-2010* marcó como objetivo para el año 2010 alcanzar el 30,3%.

En Galicia, en el año 2010, la electricidad procedente de fuentes renovables supuso el 94,5% de la electricidad consumida. Se puede apreciar en el gráfico siguiente que la Comunidad Autónoma siempre cumple el objetivo de la Unión Europea para España (29,4%), y también el fijado en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (30,3%).



**Figura 3: Porcentaje consumo electricidad en Galicia procedente de fuentes renovables. Fuente: (Inega: Instituto Energético de Galicia, 2012)**

Otro objetivo para el año 2010, fijado por la Unión Europea en la *Estrategia comunitaria para promover la cogeneración y para eliminar los obstáculos a su desenvolvimiento*, es pasar la generación eléctrica bruta obtenida mediante cogeneración del 9% (nivel de 1994) al 18%. En Galicia, durante el período 1999-2010, el porcentaje de electricidad bruta producida mediante sistemas de cogeneración con respecto a la producción total disminuye cada año, debido al incremento de los precios de los combustibles.

En la siguiente gráfica vemos la evolución de la generación de electricidad en los últimos años, y se aprecia que el 18% de la generación eléctrica bruta obtenida mediante cogeneración no se alcanzó nunca debido al incremento de los precios de los productos petrolíferos.

En el año 2008 aumento el porcentaje respecto a los años anteriores, ya que una central de biomasa pasó a ser de cogeneración.

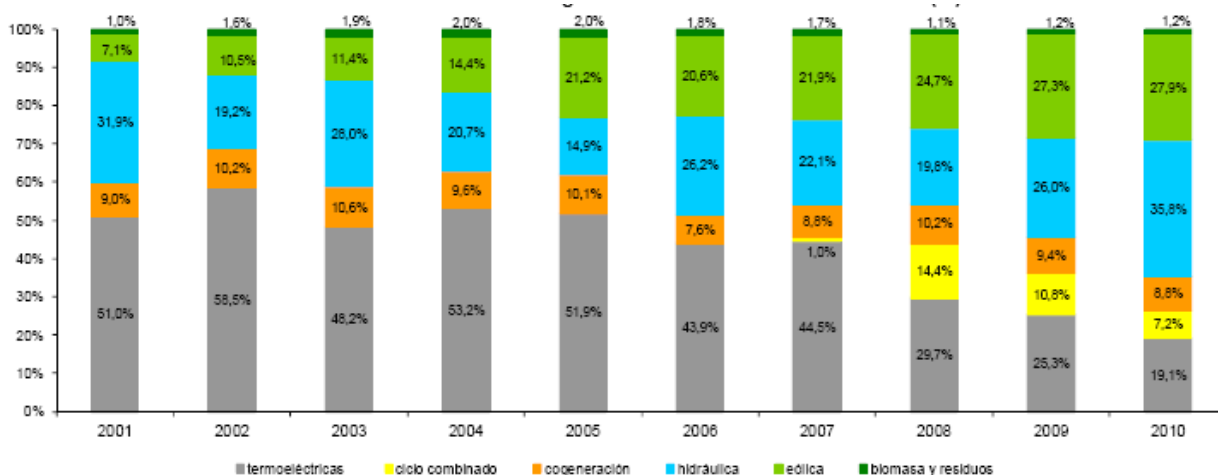


Figura 4: Estructura de la generación de electricidad en Galicia (%). Fuente: (Inega: Instituto Enerxético de Galicia, 2012)

Comparando el balance energético del 2010 con respecto al del 2009 se observa una disminución de la generación eléctrica en centrales de cogeneración de un 1,8 % debido al incremento en el precio de los combustibles.

Prueba de la importancia del fomento de la cogeneración en la Comunidad de Galicia, es que en el año 2009, el 8,66% de la energía eléctrica generada en Galicia provenía de la cogeneración.

En Galicia existe un gran potencial de recursos renovables, lo que le permite disponer de un parque de generación renovable de gran importancia, principalmente de energía eólica e hidráulica. La situación de aprovechamiento de las distintas fuentes renovables se refleja en la siguiente gráfica, donde se observa que la cogeneración ha descendido desde el 7,3 % en el año 2000 al 5,6 % en el año 2010

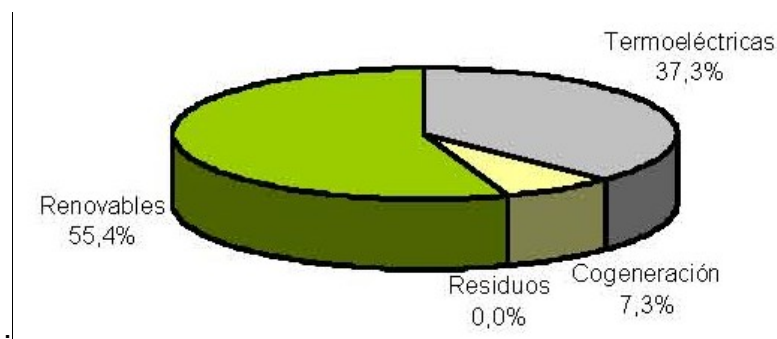


Figura 5: Porcentaje de potencia eléctrica en las centrales gallegas en el año 2000. Fuente: (Inega: Instituto Enerxético de Galicia, 2012)



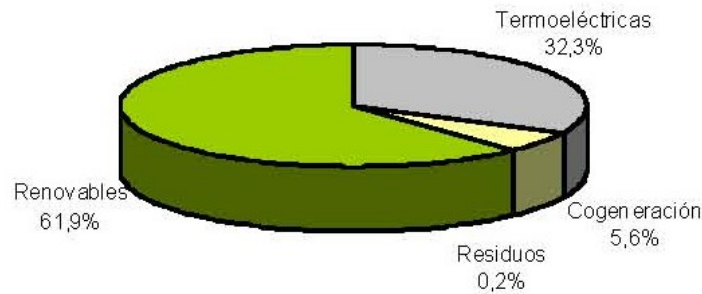


Figura 6: Porcentaje de potencia eléctrica en las centrales gallegas en el año 2010. Fuente: (Inega: Instituto Enerxético de Galicia, 2012)

Hay que apuntar que aunque la tecnología del uso de la cogeneración está ya comúnmente implantada en el sector industrial, con instalaciones de potencias elevadas, es a nivel de su implantación en el sector terciario y residencial, con potencias bajas y medias, donde es aún muy bajo.

**En Galicia existen 594 MW de cogeneración instalados distribuidos entre las distintas provincias:**

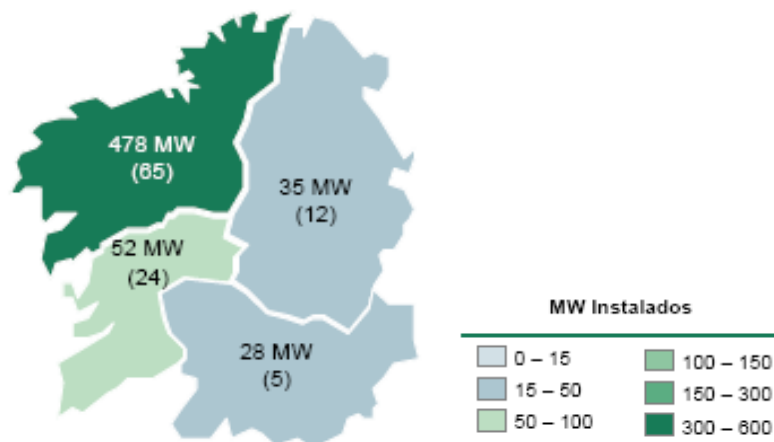


Figura 7: Distribución de cogeneración en Galicia por provincias. (Número de instalaciones de cogeneración). Fuente: (ACOGEN. Asociación Española de Cogeneración, 2012)

En cuanto a la evolución histórica, la capacidad apenas ha aumentado desde el 2001:

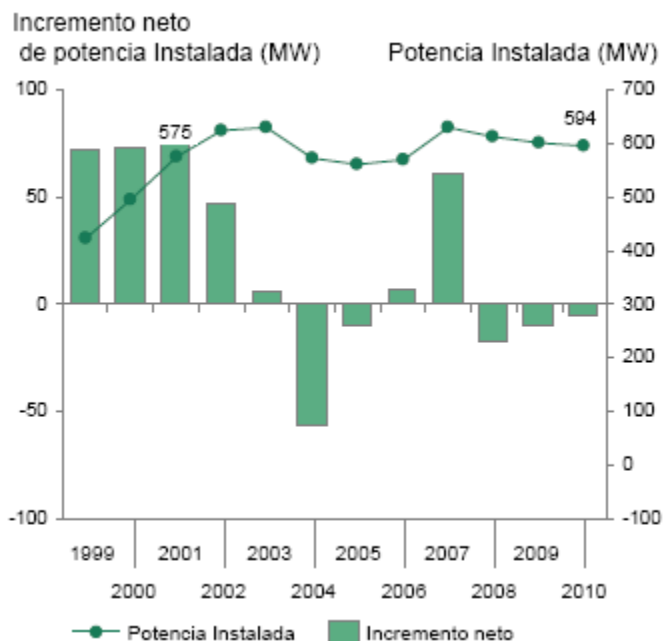


Figura 8: Incremento neto de potencia instalada en Galicia. Fuente: (ACOGEN. Asociación Española de Cogeneración, 2012)

La cogeneración produjo 2660 GWh en Galicia en 2009. Supone un 13,6 % del consumo eléctrico total de la comunidad, permitiendo importantes ahorros en consumo de energía, CO<sub>2</sub> y costes de red, **permite ahorrar anualmente 1.420 GWh de energía y 1,1 Mton de CO<sub>2</sub>**, equivalente a 76 M€ / año, tal y como se muestra en las figuras siguientes:

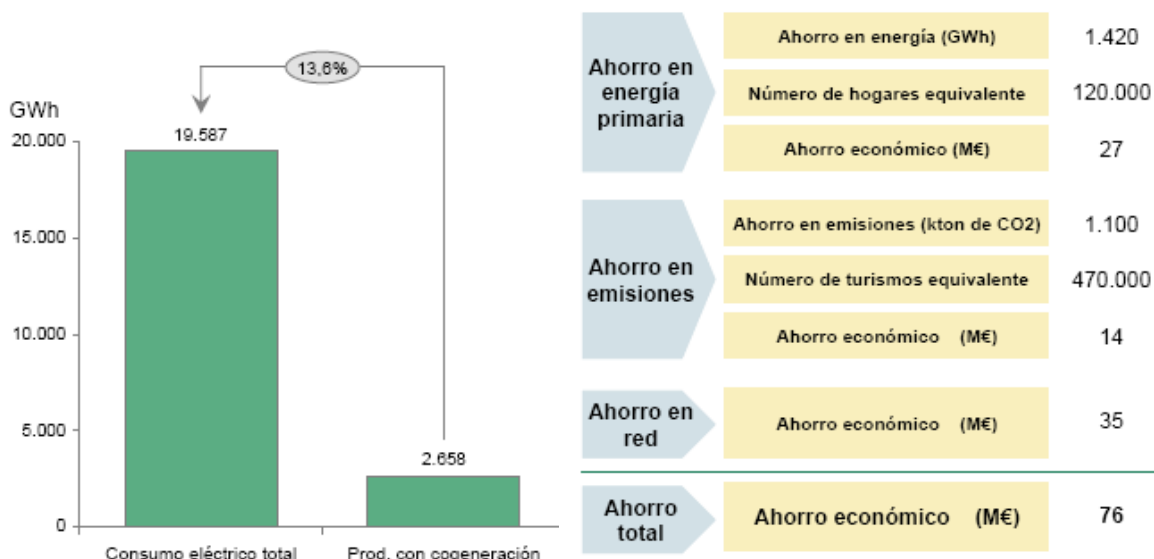


Figura 9: Porcentaje de cogeneración producida en Galicia y ahorro conseguido. Fuente: (ACOGEN. Asociación Española de Cogeneración, 2012)

**En Galicia, existen 84.000 empleos industriales en sectores con alto potencial de penetración de la cogeneración.** De ellos depende el 33% del PIB industrial de Galicia (excepto la construcción). **Estos sectores con potencial para cogenerar suponen un 33% del VAB industrial.**

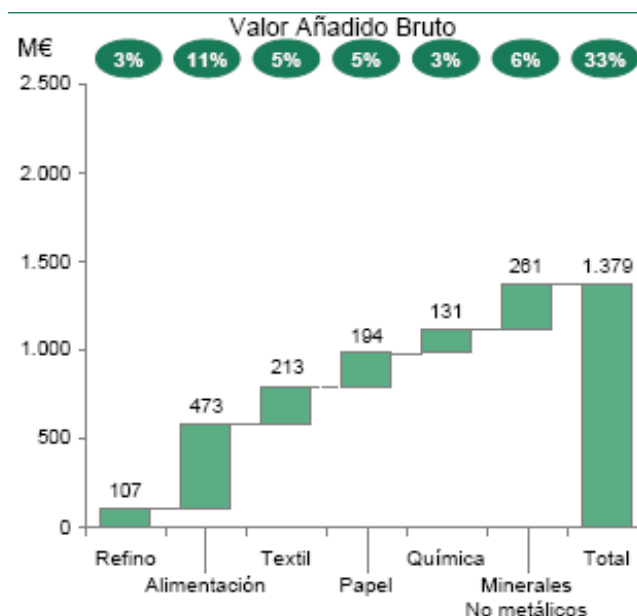


Figura 10: Sectores con potencial en cogeneración. Fuente: (ACOGEN. Asociación Española de Cogeneración, 2012)

Es importante recalcar, que no solamente las grandes instalaciones térmicas centralizadas son susceptibles de utilizar la tecnología de la cogeneración para mejorar la eficiencia de la instalación sino que también en las pequeñas instalaciones residenciales, comerciales y de servicios, como ejemplo, la instalación objeto de este proyecto fin de carrera, se puede hacer uso de lo que se denomina actualmente como micro-cogeneración, alcanzándose unos beneficios similares a los de las grandes instalaciones industriales, resultando clave el aumento de dicha micro-cogeneración, en el aumento de la potencia instalada usando cogeneración, en la Comunidad de Galicia, haciéndolo extensivo a todas las regiones y Comunidades de España, con todas las ventajas que esto conlleva, en cuanto se refiere, como ya se ha comentado anteriormente, al ahorro de energía primaria, a la eliminación de pérdidas en la red eléctrica y a la reducción de las emisiones, en particular la reducción de gases de efecto invernadero, de tanta importancia hoy en día, contribuyendo a la buena salud medioambiental, local, territorial, nacional, internacional y finalmente, del planeta

entero, que es nuestra casa y es, por tanto, nuestra responsabilidad, su protección, para el legado que dejemos a las generaciones venideras.

En la siguiente figura se muestra la evolución anual de la potencia instalada en cogeneración de pequeña potencia en España. La línea naranja refleja la potencia acumulada total mientras que los cilindros naranja y verde representan la distribución de dicha potencia en los sectores industria y servicios.

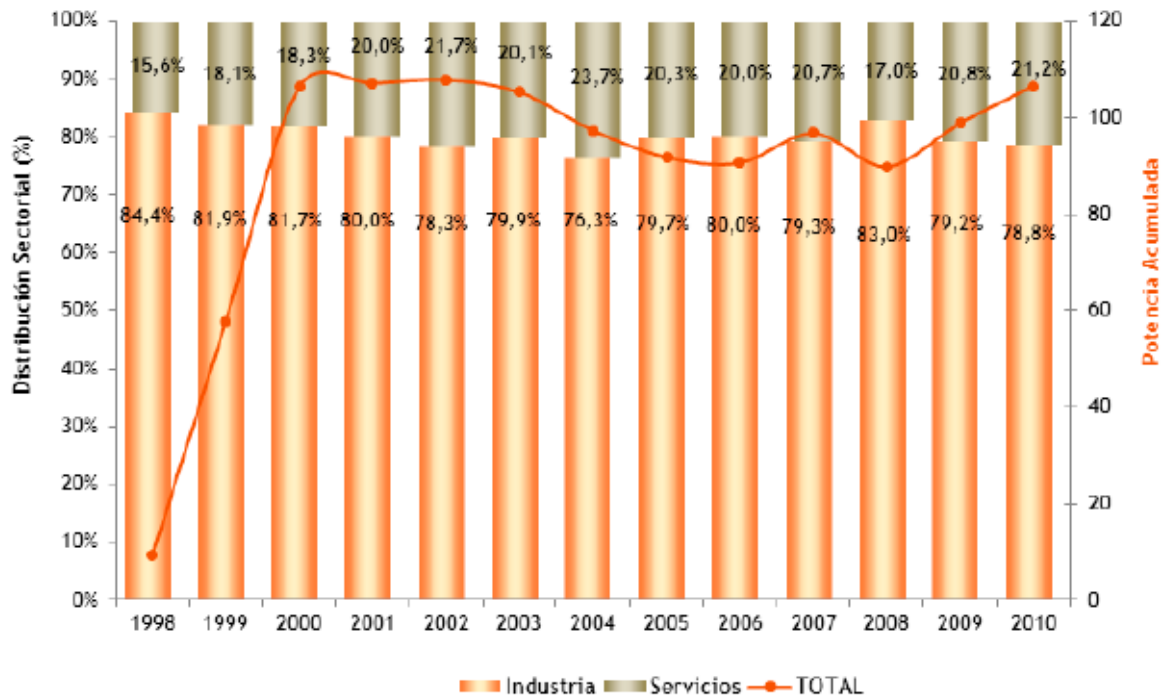


Figura 11: Cogeneración a pequeña escala (<1MW). Evolución nacional de la potencia instalada (MW): Total y por sectores. Fuente: (IDAE)

La entrada en vigor del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica, en régimen especial, introduce, por primera vez, una retribución por la venta de energía eléctrica generada por la cogeneración que es función directa del ahorro de energía primaria que exceda del que corresponde al cumplimiento de los requisitos mínimos.

**Sin embargo, este mismo año se aprueba el Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.** Debido a ello, el período de retorno de la inversión se alarga considerablemente. Aún así, la

eficiencia energética de las instalaciones debe considerarse fundamental frente a esta situación coyuntural de déficit tarifario y crisis económica general por lo que se desarrollará este proyecto confiando en que impere el sentido común y en breve se disponga de un reglamento que dote al sector de la estabilidad legal necesaria.

La instalación objeto de este proyecto estará enmarcada en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2008 – 2012, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

En este contexto, el proyecto parte del estudio de las necesidades energéticas para calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, del Centro Deportivo SAN DIEGO, localizado en A Coruña, Galicia, con el objeto de implantar una planta de cogeneración (producción simultánea de electricidad y calor), para cubrir total o parcialmente dichas necesidades energéticas en dicho centro.

### **1.7 La cogeneración en el mundo, en Europa y en España**

La Agencia Internacional de la Energía, a través de su estudio “Combined Heat and Power, Evaluating the Benefits of Greater Investment, (2008)”, estima que la potencia de generación instalada, a nivel global es de 330 GW y representa un 9% de la electricidad producida. Sin embargo, en las grandes economías del G8, a excepción de Rusia, la cuota de producción eléctrica de cogeneración es baja. Alemania es un buen ejemplo de desarrollo de la cogeneración, contando con una potencia instalada de 20.000 MW y una cobertura de la demanda eléctrica, con cogeneración, del 12,5% y acelerando su implementación gracias a incentivos gubernamentales.

La alta penetración de la cogeneración en estos países resulta, en gran medida, del desarrollo de la energía de distrito, una de las asignaturas pendientes de España, que no cuenta con un desarrollo en este ámbito, probablemente debido a que las condiciones climatológicas requieren soluciones más sofisticadas con refrigeración.

En las siguientes figuras, se puede observar, para tener una visión general, a nivel europeo y mundial, aunque es difícil establecer estadísticas, que sean

fiables y comparables, sobre la cuota de producción de cogeneración, respecto a la producción total en distintos países del mundo y no todos los países recogen sistemáticamente información sobre ello, tanto la cantidad de energía eléctrica, generada por cogeneración, dividida en energía de distrito y en cogeneración industrial, como la cobertura de la demanda, en tanto por ciento, de Energía bruta para España y otros países europeos.

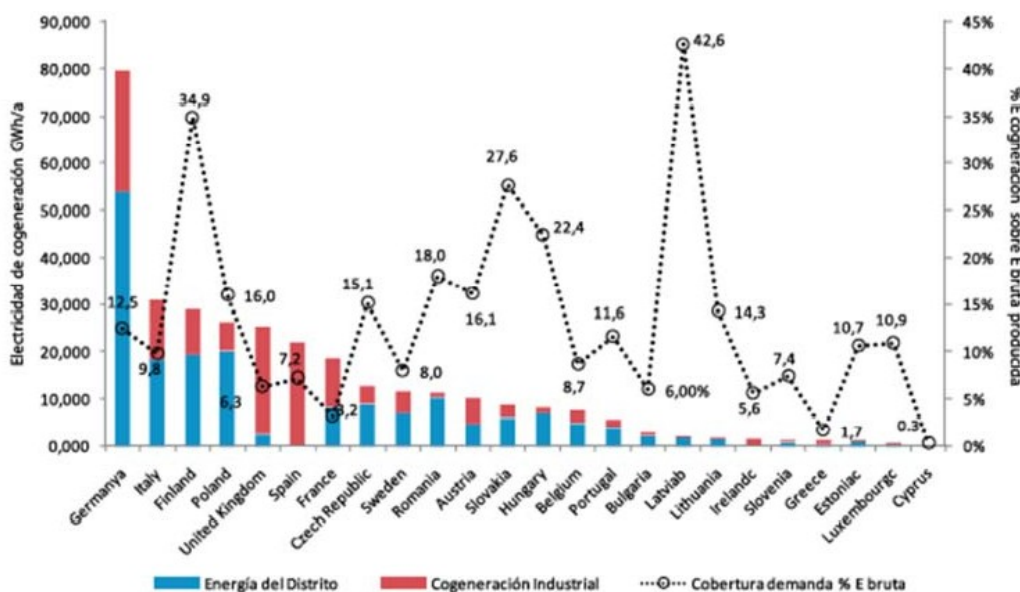


Figura 12: Energía de distrito y cogeneración industrial (GWh/año) y cobertura de la demanda en %E bruta para España y otros países europeos. Fuente: (Eurostat. Your key to European statistics, 2006)

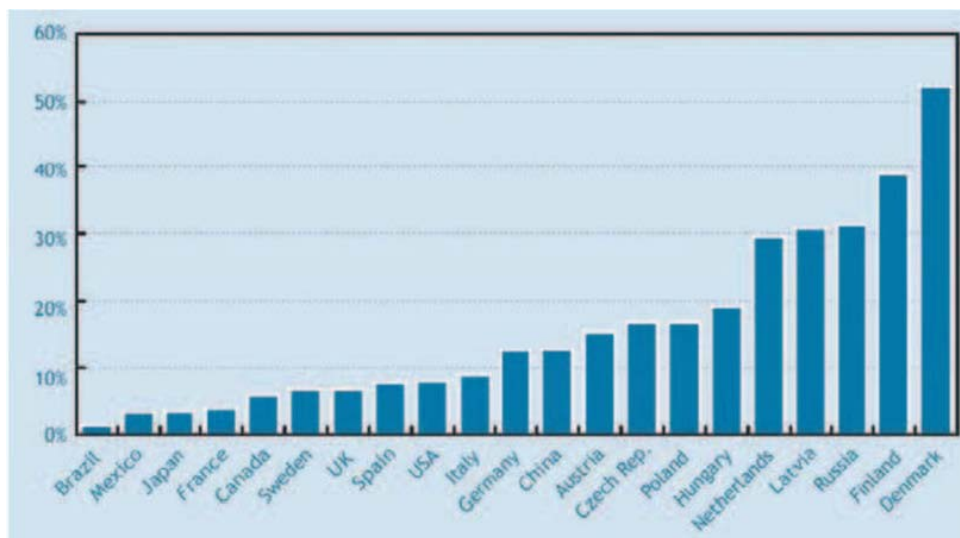


Figura 13: Cobertura de la demanda de electricidad de cogeneración, a nivel global. Fuente: (IEA. International Energy Agency, 2008)

Llama la atención, en la figura anterior, la figura de Dinamarca, ejemplo de un país que cuenta con más del 50% de la producción eléctrica, proveniente de cogeneración, en una apuesta firme por el alto desarrollo de la energía de distrito,

contribuyendo notablemente a la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero, comparativamente con España, que no alcanza el 10% de la producción eléctrica.

En la siguiente figura, se puede apreciar la ubicación de los consumos de calor, susceptibles de ser cubiertos por cogeneración para grandes plantas del sector



**Figura 14:** Visualización de los consumos de calor susceptibles de ser cubiertos por cogeneración para plantas de gran tamaño en el sector químico, alimentario, papeo y refino. En verde, plantas de cogeneración que ya cubren estos consumos. En rojo, potencial cubierto por tecnologías convencionales. Fuente: (IEA. International Energy Agency, 2008)

### 1.7.1 Potencial de cogeneración en Europa

Actualmente, el potencial de cogeneración a realizar en Europa está estimado en 150 GW.

Los planes de potencial nacionales más ambiciosos desarrollados, a raíz de la Directiva 2004/8/EC, indican la posibilidad de doblar la capacidad instalada en 2020. Siendo actualmente la estimación de ahorro de energía del 13%, en ese mismo año 2020, la aportación de la cogeneración puede aportar los puntos necesarios para llegar al objetivo del 20%, en el 2020, establecido por la Comisión Europea. Esto se podría llevar a cabo a través de un número limitado de proyectos específicos, en mercados identificables. Como ejemplo, el estudio de potencial a nivel europeo D-Ploy, ha identificado sólo dentro del sector químico,

alimentario, papel y refino, para plantas de gran tamaño, un potencial de 52 GW, en 2008.

### 1.7.2 La cogeneración en España

El parque de cogeneración contaba con 6.170 MW, a principios de 2009, según la Comisión Nacional de la Energía, en su “Información Estadística sobre las Ventas de Energía del Régimen Especial (Febrero 2009). Ello representa un 6,5% de la potencia total instalada del parque de generación español (94.764 MW) en el 2008, representando un 13,5% de la potencia máxima demandada y un 12% de la demanda eléctrica nacional en 2006, según el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en su informe anual (2006).

En la siguiente figura, se muestra la potencia instalada de cogeneración en España (MW), según rangos de potencia.

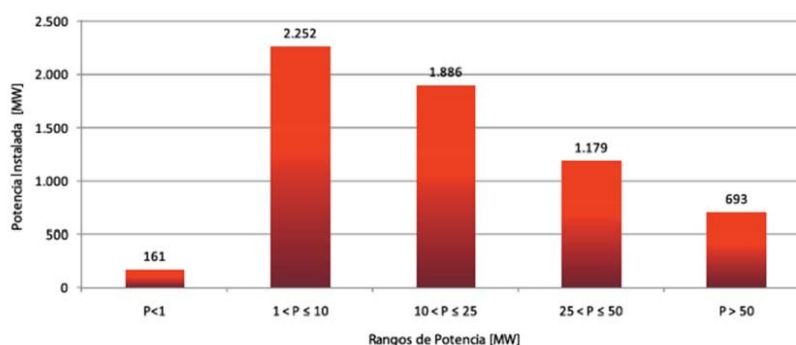


Figura 15: Potencia instalada de cogeneración en España (MW), según rangos de potencia. Fuente: (CNE. Comisión Nacional de Energía, 2009)

Cabe destacar, según la figura anterior, (figura 6), que la mayor parte de la potencia instalada se encuentra entre 1 MW y 25 MW, según la figura anterior.

El total del número de plantas instaladas en España, a finales de 2010, era de 693, siendo las plantas cuya potencia instalada de cogeneración se encuentra entre 1 MW y 10 MW las más numerosas.



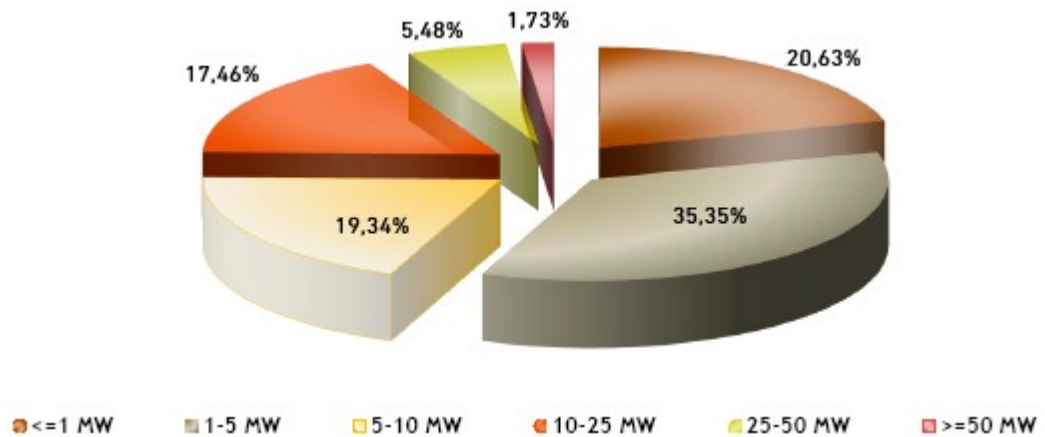


Figura 16: Distribución de instalaciones de cogeneración según rango de potencia y según número de instalaciones. Fuente: (IDAE)

El gráfico muestra la distribución según rangos de potencia de las instalaciones de cogeneración existentes respecto al número de instalaciones. Se concluye que el 21% de las instalaciones son de pequeña potencia, menor o igual a 1 MW, que en conjunto suponen menos del 2% de toda la potencia instalada de cogeneración.

El parque de cogeneración posee un rendimiento eléctrico en torno al 29% y un rendimiento global que gira en torno al 80%.

En la siguiente figura, se muestra la distribución de la energía eléctrica generada por cogeneración, según sector industrial.

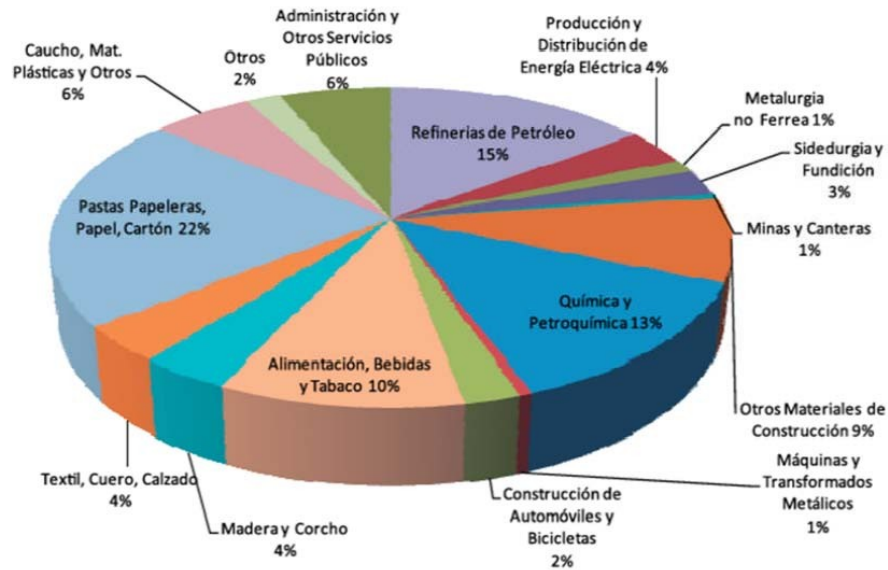


Figura 17: Distribución de la energía generada por cogeneración, según sector industrial. Fuente: (MITYC)

Cabe destacar, según la figura anterior, que los subsectores más desarrollados, en la generación de energía por cogeneración, son el papelerero, refino, química y petroquímica y alimentación, así como la construcción. También podemos destacar, lo que se ha dicho ya anteriormente, que existe, sin embargo, un gran potencial por desarrollar en cogeneración, en el sector terciario, pequeño y mediano, así como el sector residencial.

En lo que se refiere a combustibles empleados en cogeneración, las plantas de cogeneración emplean gas natural en un 76%, seguido del fuel oil y gas oil, en un 18% y gas de refinería en un 4%.

La distribución de la potencia instalada de cogeneración, por comunidades autónomas, revela que el mayor porcentaje de la potencia instalada de cogeneración se encuentra en Cataluña (20,9%), seguida de Andalucía (14,9%), Castilla y León (10%), Valencia (9,3%) y Galicia (9,3%), siendo prácticamente inexistente en Extremadura (0,3%), Baleares (0,1%) y La Rioja (0,3%).

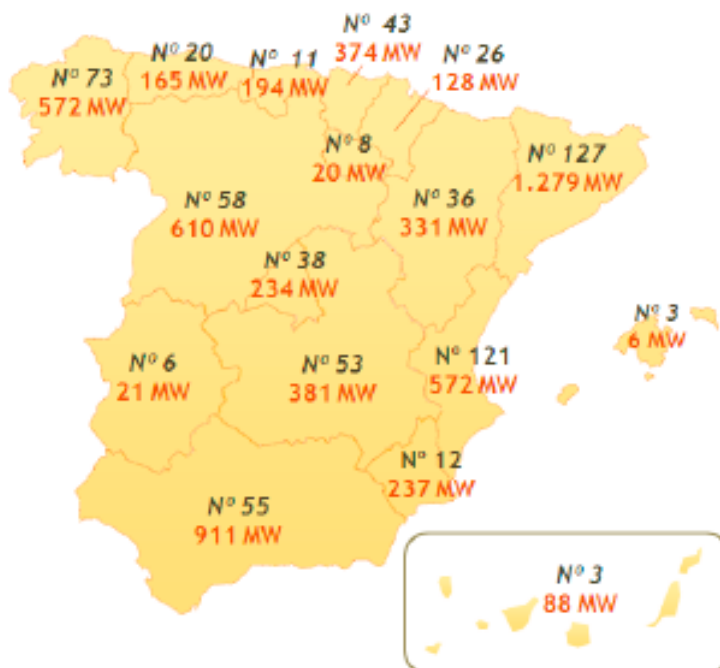


Figura 18: Potencia instalada por comunidades autónomas. Potencia total 6125 MW. Fuente: (IDAE)

## 1.8 Potencial de desarrollo futuro de la cogeneración en España

El “Análisis del Potencial de Cogeneración de Alta Eficiencia en España”, confeccionado por el IDAE, (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía), identifica un potencial de cogeneración de 12.250 MW, en el 2020, asumiendo un escenario optimista con políticas de impulso a la cogeneración.

### 1.8.1 Potencial de cogeneración en el sector primario, secundario y terciario

El análisis anteriormente indicado, constata que los sectores de actividad con mayor participación, en términos de potencia instalada en cogeneración, eran el alimentario, químico, papel y cartón, suponiendo estas industrias, aproximadamente, la mitad del total a nivel nacional, siendo lógico, dado que estos subsectores industriales, cuentan con una alta demanda térmica de proceso, proporcionada mediante cogeneración, por medio de vapor, agua caliente, aceite térmico, gases calientes para secado y frío para refrigeración y proceso, según el caso.

Existe, sin embargo un gran potencial a desarrollar en el sector terciario, tanto en el área doméstica (calor y frío de distrito, cogeneración de pequeña escala y microcogeneración) como en actividades comerciales, sector terciario y servicios (hospitales, hoteles, centros comerciales y de ocio, como es el caso, objeto de este proyecto).

En el sector primario existe potencial en el tratamiento de residuos de ganado porcino y vacuno (purines de cerdo) así como en el procesado y eliminación de residuos de la industria del aceite vegetal.

Estos potenciales tecnológicos señalados anteriormente, se detallan en la siguiente tabla, confeccionada por el IDAE:

ACTIVIDAD	Año 2010			Año 2015			Año 2020		
	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)
Tratamiento de residuos de porcino	5.631	3.754	579	6.285	4.190	646	6.865	4.577	705
Tratamiento de lodos de EDAR	2.101	1.416	210	2.200	1.483	220	2.279	1.536	228
Tratamiento de residuos de almazara	2.806	1.871	301	2.806	1.871	301	2.806	1.871	301
Biogás de lodos de EDAR	2.400	2.100	312	2.513	2.199	327	2.604	2.278	339
Biogás de residuos de vacuno	6.821	5.968	920	7.613	6.662	1.027	8.247	7.216	1.112
<b>TOTAL</b>	<b>19.759</b>	<b>15.109</b>	<b>2.322</b>	<b>21.417</b>	<b>16.405</b>	<b>2.521</b>	<b>22.891</b>	<b>17.478</b>	<b>2.685</b>

Tabla 1: Posible potencial tecnológico previsto para sistemas de cogeneración de tratamiento y valorización de residuos. Fuente: Idae

ACTIVIDAD	Año 2010			Año 2015			Año 2020		
	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)	Calor útil (GWh)	Electricidad de cogeneración (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)
<b>SECTOR SECUNDARIO</b>									
<b>SECTOR INDUSTRIAL</b>									
Papel y cartón	15.555	12.019	1.430	16.839	13.012	1.548	19.681	14.435	1.718
Textil	5.529	4.954	1.011	5.985	5.255	1.095	6.022	5.287	1.101
Química	21.217	15.913	2.539	22.969	17.227	2.749	22.975	17.156	2.738
Alimentación	11.648	9.430	1.607	12.611	10.209	1.740	15.584	12.616	2.150
Minerales no metálicos	8.767	8.110	1.334	9.491	8.779	1.444	8.208	7.592	1.249
Resto industria	12.194	11.881	2.556	13.201	12.862	2.767	17.892	17.238	3.709
BIOETANOL	3.209	2.853	352	3.353	2.981	368	3.504	3.115	385
REFINO DE PETRÓLEO	12.116	13.391	1.594	13.218	14.609	1.739	14.090	15.573	1.853
<b>TOTAL SECTOR SECUNDARIO</b>	<b>90.235</b>	<b>78.451</b>	<b>12.423</b>	<b>97.667</b>	<b>84.934</b>	<b>13.450</b>	<b>106.656</b>	<b>93.012</b>	<b>14.903</b>
<b>SECTOR TERCIARIO: RESIDENCIAL Y COMERCIAL</b>									
Actividades domésticas	21.720	24.823	6.531	25.548	29.198	7.692	26.261	30.012	7.896
Actividades comerciales	5.567	6.362	1.494	6.548	7.484	1.758	6.731	7.692	1.807
<b>TOTAL RESIDENCIAL Y COMERCIAL</b>	<b>27.287</b>	<b>31.185</b>	<b>8.025</b>	<b>32.096</b>	<b>36.682</b>	<b>9.440</b>	<b>32.992</b>	<b>37.704</b>	<b>9.703</b>
<b>TOTAL</b>	<b>117.522</b>	<b>109.636</b>	<b>20.448</b>	<b>129.763</b>	<b>121.616</b>	<b>22.890</b>	<b>139.648</b>	<b>130.716</b>	<b>24.606</b>

Tabla 2: Potencial tecnológico previsto, años 2010, 2015 y 2020 para sistemas de cogeneración que aportan calor útil. Fuente: Idea (Instituto para el Desarrollo y el Aprovechamiento Energético)

El limitado desarrollo de la cogeneración en los últimos años, ligado a las coyunturas de precios de energía eléctrica vertida a la red, regulados por el régimen especial y los precios del combustible, acentuado por el retraso de la publicación del RD 661/2007, llevó al Plan de Acción 2008-2012, a rebajar el

objetivo inicial de 9.215 MW, en 2012, anunciado en el Plan de Acción 2005-2007, a 8.400 MW.

En la figura siguiente se aprecia la evolución de la potencia de cogeneración real instalada y los diferentes escenarios predictivos, el escenario optimista con políticas de impulso prevé alcanzar una potencia instalada en el 2012 de 9579 MWe, por lo que supera el objetivo de la Estrategia de Eficiencia Energética en España (E4) en su Plan de Acción 2005 – 2007 que marca la consecución de 9215 MW en 2012, objetivo que no se lograría con el escenario crecimiento vegetativo.

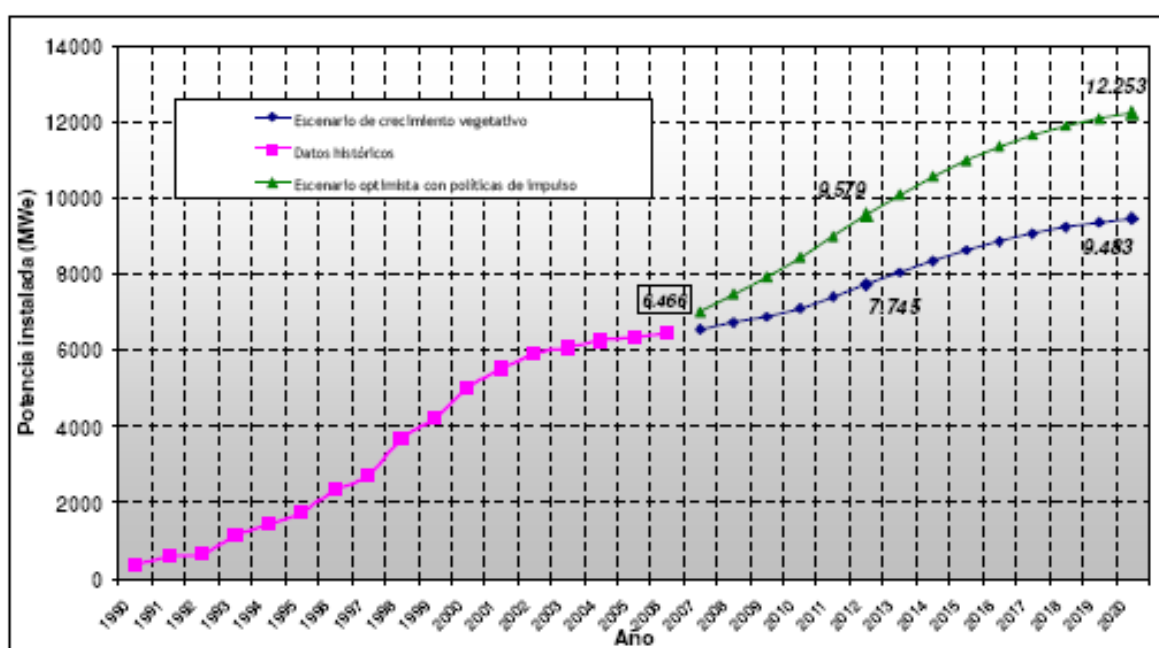


Figura 19: Escenarios tendenciales para todas las cogeneraciones. Fuente: (IDAE)

### 1.8.2 Potencial de renovación del parque existente

Existe un gran potencial de renovación del parque existente de plantas de cogeneración, estimándose para el 2012, la existencia de 2146 MW, con más de 16 años de antigüedad. En gran medida la renovación del parque de dichas plantas no se ha iniciado decididamente, por parte del sector todavía, quedando a la espera de una clarificación, por parte de la Administración, del concepto de “modificación substancial” que recoge el RD 661/2007, anunciada en 2009. Dicha clarificación debe homogeneizar las condiciones de modificación substancial en el territorio nacional y flexibilizarlas para facilitar esta renovación del parque y

adaptación del mismo a las nuevas legislaciones medioambientales que, exigiendo la disminución de emisiones, van a obligar a la sustitución de equipos principales, en muchas ocasiones.

## **1.9 Estado de la técnica de cogeneración**

### **1.9.1 Introducción**

La cogeneración se considera como la mejor tecnología disponible para optimizar la eficiencia en la utilización de los combustibles. Para sacarle el máximo partido, el tipo y características de la planta a diseñar, debe adaptarse a la utilización y, en definitiva, al proceso productivo de cada instalación. Dentro de los sistemas disponibles hay multitud de posibilidades. De la propia configuración, dimensionamiento y diseño de la planta, depende que puedan obtenerse las mejores prestaciones y, por tanto, la optimización del ahorro energético, la máxima rentabilidad y las mínimas emisiones.

Lo que hay que decidir, en cada planta de cogeneración es, en primer lugar, el tipo de ciclo (ciclo simple con motor de gas o con turbina, ciclo combinado, trigeneración, etc.), en segundo lugar, el tamaño de la planta y después el diseño de los auxiliares que permitan sacar el máximo partido a los equipos auxiliares.

### **1.9.2 Tipos de plantas de cogeneración**

#### **1.9.2.1 Cogeneración con turbinas de gas en ciclo simple**

En los sistemas de cogeneración, con turbina de gas, se quema combustible en un turbogenerador. Parte de la energía se transforma en energía mecánica, que se transformará con la ayuda del alternador en energía eléctrica. Su rendimiento eléctrico es, normalmente, inferior al de los motores alternativos, pero presentan la ventaja de que permiten una recuperación fácil del calor, que se encuentra concentrado en su práctica totalidad en los gases de escape, que están a una temperatura de unos 500 °C, condiciones idóneas para producir vapor de agua en una caldera de recuperación.

Cuando se presenta en ciclo simple, el sistema consta de una turbina de gas y una caldera de recuperación, generándose vapor directamente, a la presión de

utilización que requiera la planta de proceso asociada a la cogeneración. Su aplicación es adecuada cuando las necesidades de vapor son importantes (>10 t/h), como, por ejemplo, en numerosas industrias de alimentación, química, papelera. Son plantas de gran fiabilidad y económicamente rentables, a partir de un determinado tamaño y de un número de horas de utilización elevado, con demanda de calor continúa en el proceso.

Si la demanda de vapor (o calor útil generalizando) es mayor que la que pueden proporcionar los gases de escape, puede utilizarse un quemador de postcombustión, introduciendo combustible directamente en un quemador especial, con el que cuenta la caldera de recuperación, produciéndose una cantidad adicional de vapor. Esto es posible debido a que los gases de escape, tras su combustión en la caldera, son aun suficientemente ricos en oxígeno, como para que sea posible otra combustión posterior.

El diseño del sistema de recuperación de calor es el punto fuerte a tener en cuenta en esta tecnología, dado que la cuantía económica y rentabilidad del proyecto está directamente ligada a este diseño.

Existe también la posibilidad de aprovechar directamente el calor de los gases de escape sin hacerlos pasar por una caldera. El gas de escape puede ser utilizado en aplicaciones tales como secaderos, bien aplicado directamente el gas de escape sobre el material a secar o a través de un intercambiador aire(gas escape)-aire.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo simple con turbina de gas.

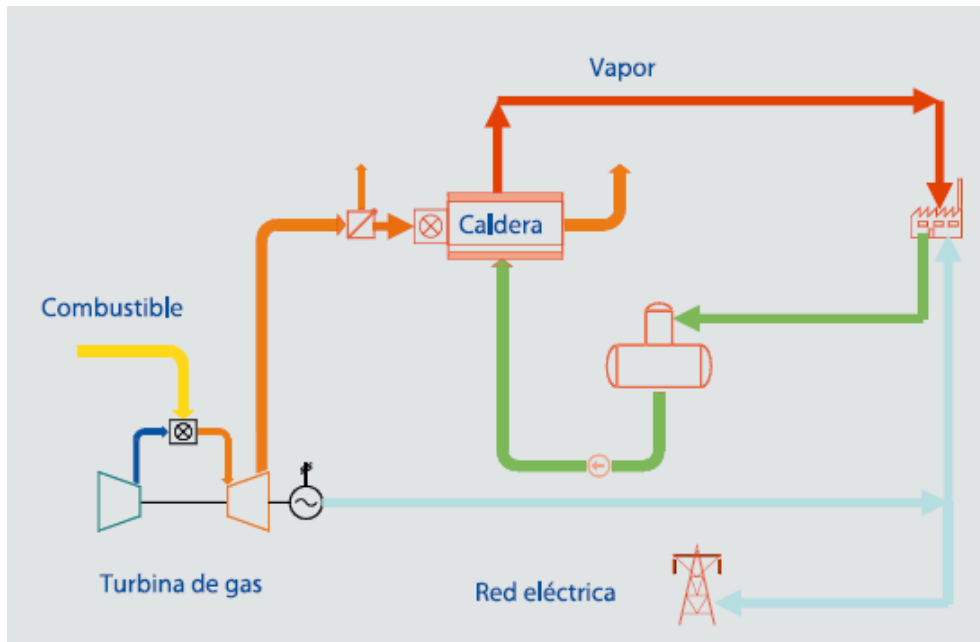


Figura 20: Planta de cogeneración de ciclo simple con turbina de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del aprovechamiento energético de este tipo de instalaciones o diagrama de Sankey:

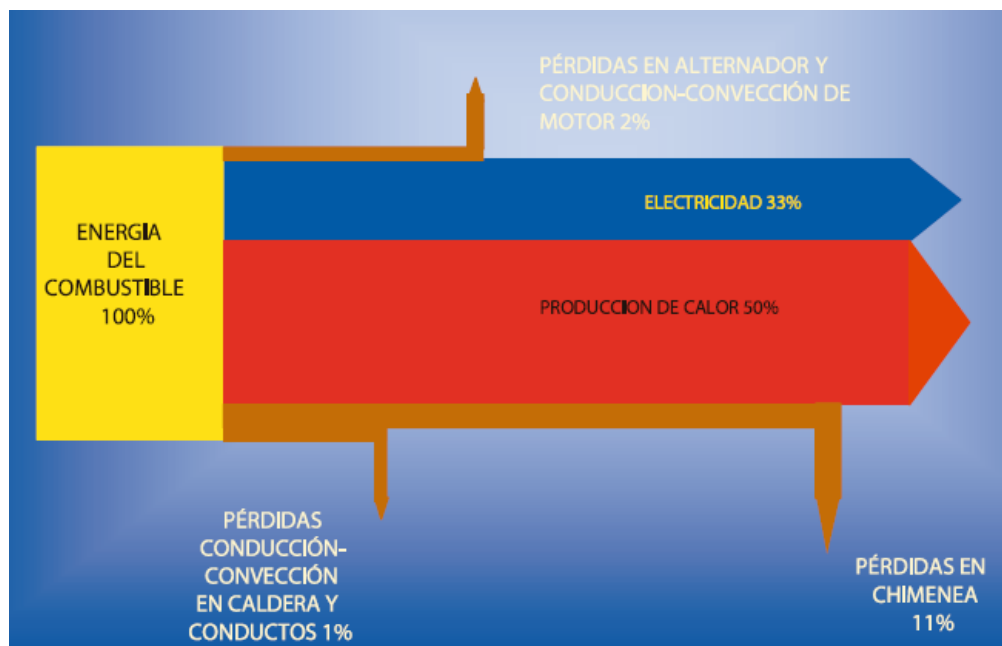


Figura 21: Diagrama de Sankey de planta de cogeneración con turbina de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)



### 1.9.2.2 Cogeneración con turbinas de vapor en ciclo simple

En este sistema, la energía mecánica se produce por la expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera convencional. Históricamente, este ciclo fue el primero que se usó en cogeneración. Actualmente su aplicación ha quedado prácticamente limitada como complemento para ciclos combinados o en instalaciones que utilizan combustibles residuales, como biomasa y residuos.

Dependiendo de la presión de salida del vapor de la turbina se clasifican en turbinas de contrapresión, en donde la presión de vapor está por encima de la presión atmosférica y las turbinas a condensación, en las cuales la presión se encuentra por debajo de la presión atmosférica y han de ser provistas de un condensador.

La aplicación típica es la utilización de una turbina de vapor a contrapresión, siendo el valor de la presión del vapor de escape de la turbina el que se envía al proceso, según requerimientos del mismo.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo simple con turbina de vapor.

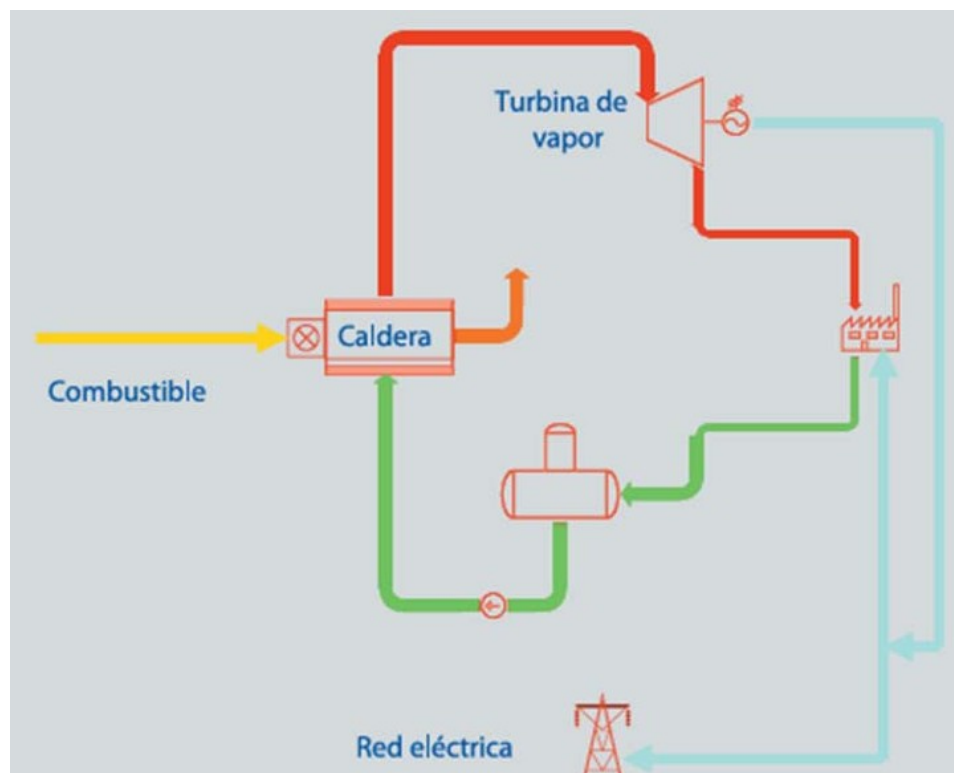


Figura 22: Planta de cogeneración con turbina de vapor. Fuente: (FENERCOM, 2010)

### **1.9.2.3 Cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas**

En este sistema, se utiliza conjuntamente una turbina de gas y una de vapor, denominándose ciclo combinado.

La denominación de ciclo combinado proviene de que se combinan dos ciclos: el ciclo de gas (ciclo Bryton de la turbina de gas) y el ciclo agua-vapor (ciclo Rankine de la turbina de vapor)

Los gases de escape de la turbina de gas atraviesan la caldera de recuperación, donde se produce vapor de alta presión. Este vapor se expande en una turbina de vapor, produciéndose energía eléctrica adicionalmente. El escape de la turbina será vapor de baja presión que, a su vez, podrá aprovecharse como tal directamente o bien condensarse en un condensador presurizado, produciendo agua caliente o agua sobrecalentada, que será utilizada en el proceso industrial. En este tipo de ciclo combinado, si la demanda de calor disminuye, el vapor sobrante en el escape de la turbina puede condensarse, con lo que toda la energía de los gases de escape no se pierde sino que, al menos, se produce una cierta cantidad de energía eléctrica.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo simple con turbina de vapor.

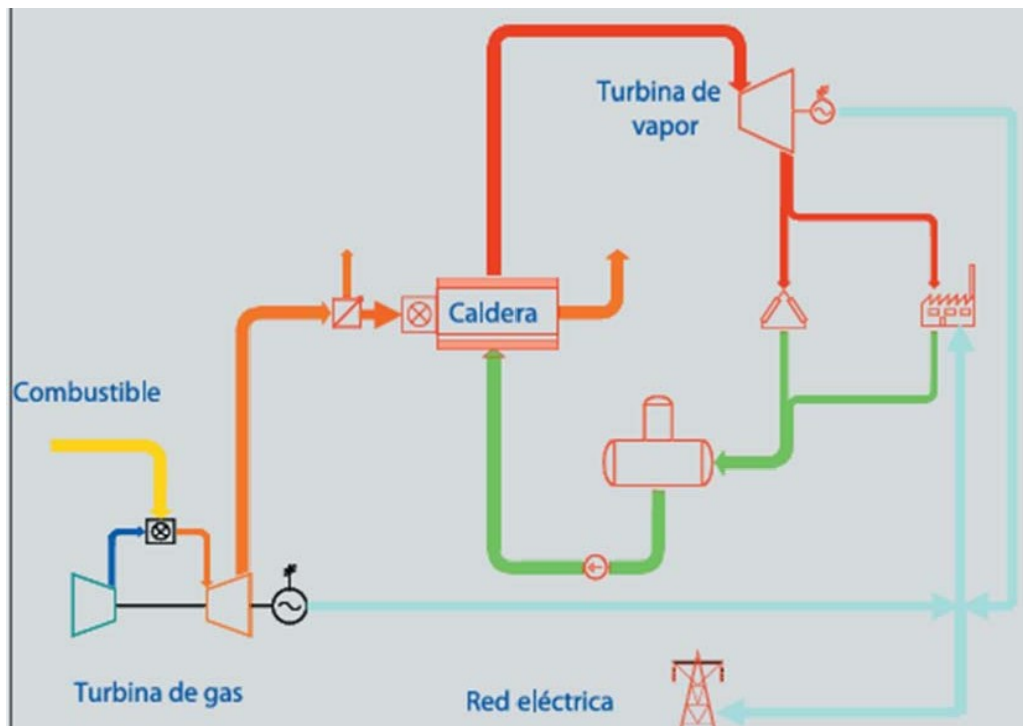


Figura 23: Planta de cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

En un ciclo combinado con turbina de gas, el proceso de vapor es esencial para maximizar la eficiencia de éste. La selección de la presión y la temperatura del vapor vivo se hacen en función de las condiciones de los gases de escape de la turbina de gas y de las condiciones de vapor necesarias para la fábrica. Por tanto, se requiere un diseño adaptado al consumo de la planta industrial asociada a la cogeneración, que disponga de gran flexibilidad para posibilitar su trabajo eficiente en situaciones de alejadas del punto de diseño, al mismo tiempo que se maximice la energía eléctrica producida por la turbina de vapor.

Una variante del ciclo combinado expuesto anteriormente, en el que la turbina de vapor trabaja a contrapresión (es decir, expande el vapor entre una presión elevada y una presión inferior, siempre superior a la presión atmosférica) es el ciclo combinado a condensación, en el que el aprovechamiento del calor proveniente del primer ciclo se realiza en la turbina de vapor, quedando ésta como elemento final del proceso. El vapor de salida se condensa en un condensador que trabaja a presión inferior a la atmosférica, para que el salto térmico sea el mayor posible. Este es el ciclo de las centrales eléctricas de ciclo combinado.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del aprovechamiento energético de este tipo de instalaciones o diagrama de Sankey.

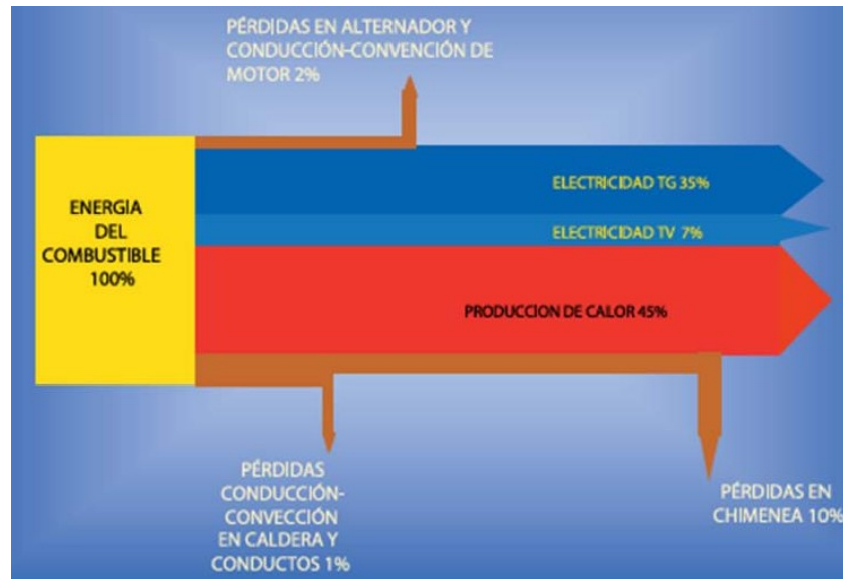


Figura 24: Diagrama de Sankey de planta de cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

#### 1.9.2.4 Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo simple

En este sistema, el combustible utilizado puede ser gas, gasóleo o fuel-oíl. En general, se basan en la producción de vapor a baja presión (hasta 10 bares) o aceite térmico y en el aprovechamiento del circuito de agua de refrigeración de alta temperatura del motor así como de los gases de escape. Es también adecuado para la producción de frío mediante la absorción como se explicará más adelante.

Este tipo de instalaciones es conveniente para potencias bajas (hasta 15 MW), en las que la generación eléctrica es muy importante en el peso del plan de negocio. Los motores son la máquina térmica que más rendimiento eléctrico ha alcanzado.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo simple con motor alternativo.

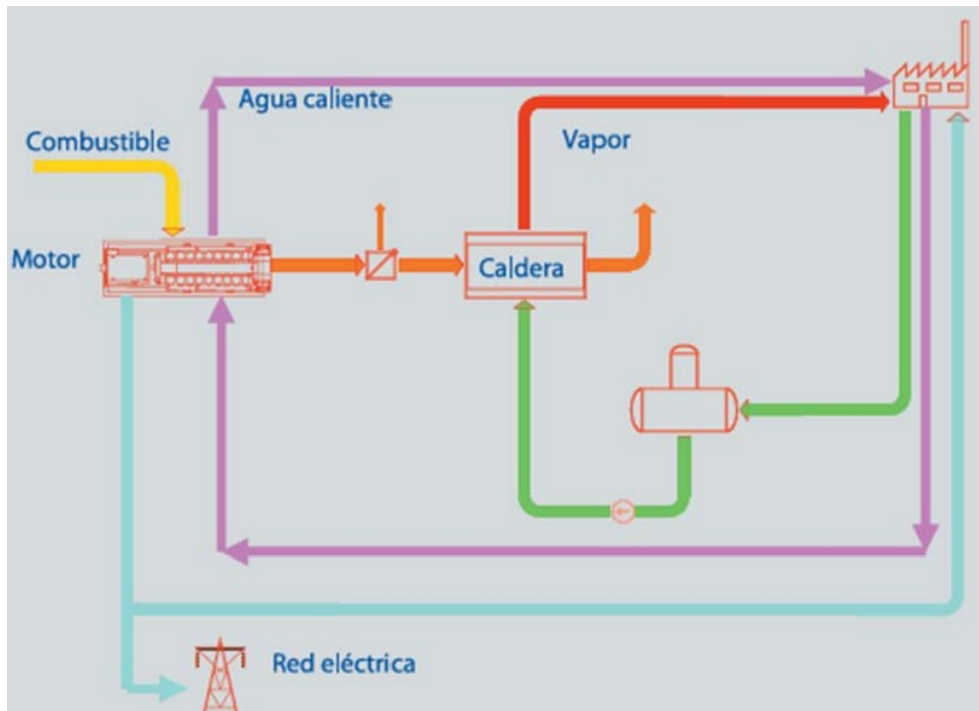


Figura 25: Planta de cogeneración con motor alternativo. Fuente: (FENERCOM, 2010)

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del aprovechamiento energético de este tipo de instalaciones o diagrama de Sankey, representando el caso de un motor de gas con un orden de potencia de 3 o 4 MW, con producción de vapor.

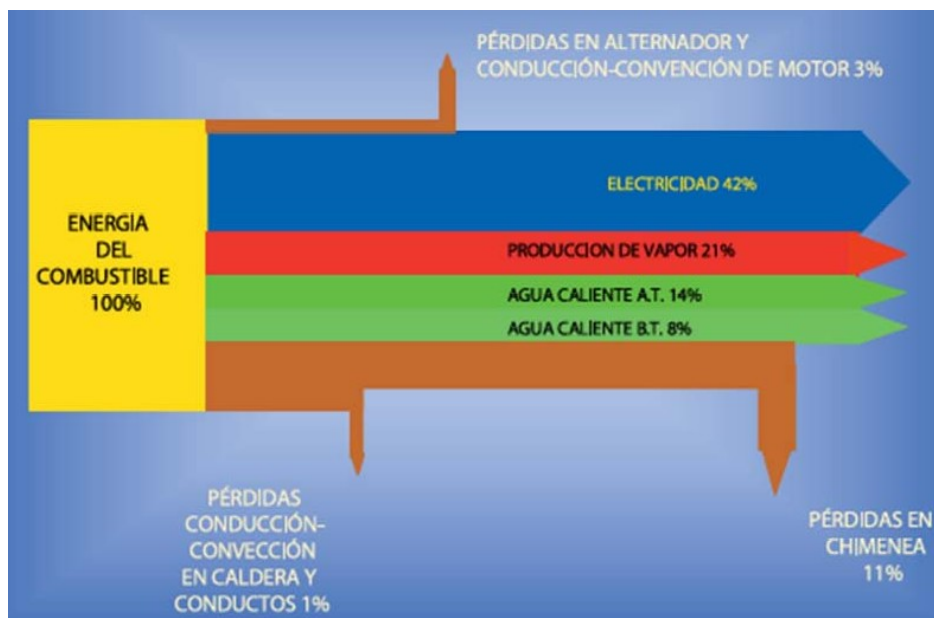


Figura 26. Diagrama Sankey de planta de cogeneración con motor de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

### 1.9.2.5 Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo simple con aprovechamiento de gases directamente

En este sistema, se aprovecha directamente el calor de los gases de escape sin hacerlos pasar por una caldera. El gas de escape puede ser utilizado en aplicaciones tales como secaderos, bien aplicando directamente el gas de escape sobre el material a secar o a través de un intercambiador aire (gas escape)-aire.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo simple con motor alternativo donde se aprovechan en cascada, el calor del circuito refrigeración de alta temperatura (circuito AT) de motores y el de los gases para calentar el aire. Si se toma el aire a calentar de la salida del motor es posible recuperar además una parte del calor de radiación del motor.

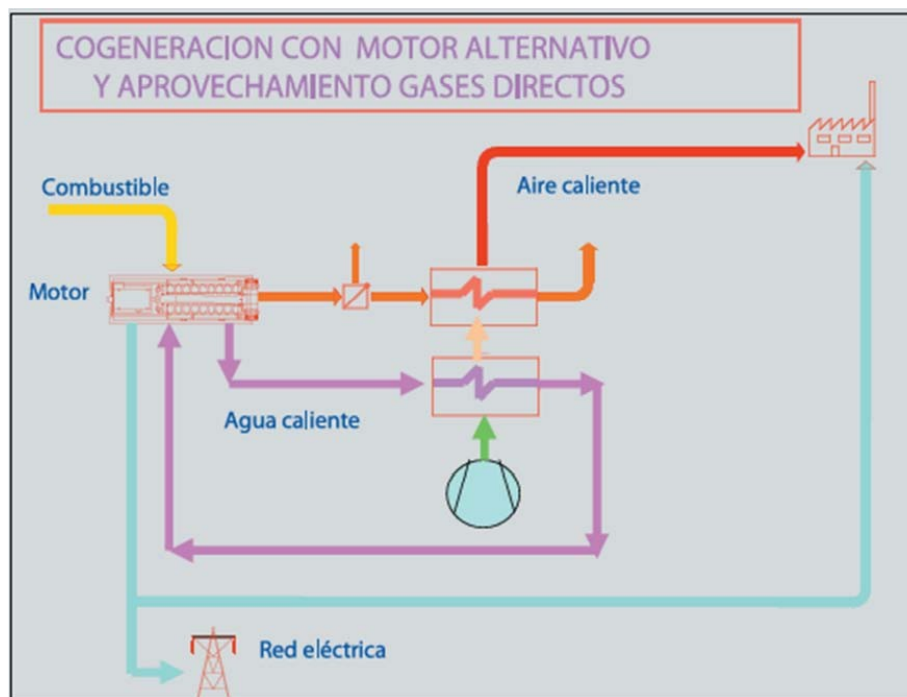


Figura 17. Ejemplo del aprovechamiento energético de la instalación de cogeneración de ciclo simple con motor alternativo y aprovechamiento de gases de escape directamente. Fuente: Guía de la cogeneración publicada por FENERCOM (Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid) 2010.

**Figura 27: Diagrama de proceso de planta de cogeneración con motor de gas para generación de aire caliente. Fuente: (FENERCOM, 2010)**

### 1.9.2.6 Cogeneración con motor alternativo de gas o fuel en ciclo combinado

En este sistema, el calor contenido en los gases de escape del motor se recupera en una caldera de recuperación, produciendo vapor que es utilizado en una turbina de vapor para producir más energía eléctrica o energía útil mecánica. El circuito de refrigeración de alta temperatura (circuito AT) del motor se recupera en intercambiadores, así como el calor de los gases de escape que abandonan la sección de generación de vapor hacia la turbina de vapor y el calor recuperado se utiliza directamente en la industria asociada a la planta de cogeneración. El rendimiento eléctrico de este tipo de sistema es alto, mientras que el rendimiento térmico disminuye considerablemente. Es interesante este tipo de sistema, para plantas con demandas de calor bajas. El calor de escape de la turbina de vapor también puede aprovecharse, en cuyo caso, mejora el rendimiento total.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo combinado, con motor alternativo.

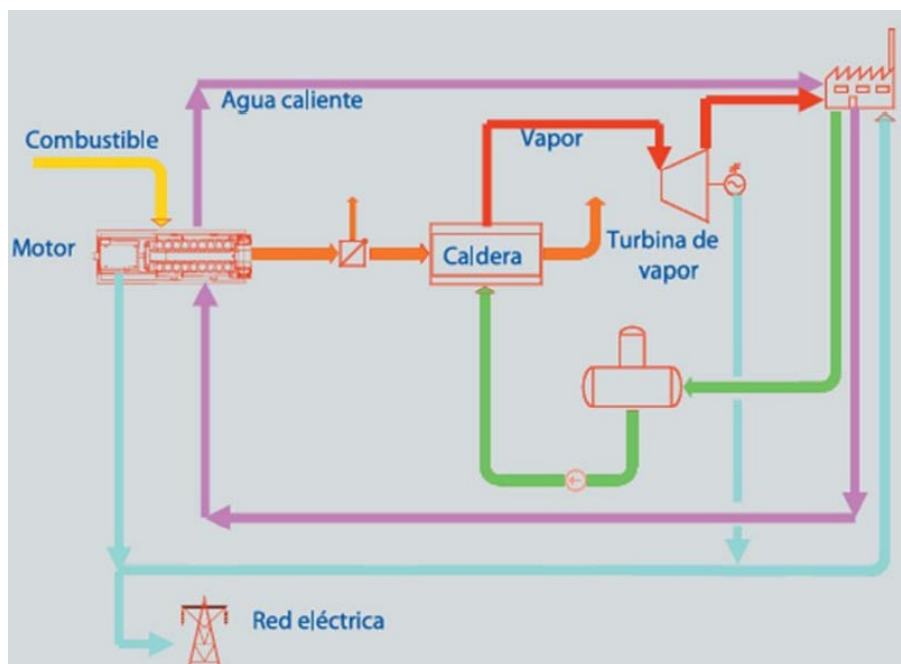


Figura 28: Planta de cogeneración en ciclo combinado con motor alternativo. Fuente: (FENERCOM, 2010)

### 1.9.2.7 Trigeneración

La trigeneración suele referirse a la generación simultánea de energía eléctrica, energía térmica en forma de calor (agua sobrecalentada o vapor) y energía

térmica en forma de frío para refrigeración para el proceso o para las instalaciones asociadas a ésta. El frío se obtiene transformando parte o todo el agua caliente, sobrecalentada o vapor en agua fría, utilizando equipos de absorción (de amoníaco o de sales de bromuro de litio), que tienen un ciclo termodinámico cuyos principios se conocen antes que los de ciclo de compresión de las máquinas frigoríficas convencionales.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de trigeneración, de ciclo combinado, con motor alternativo a gas.

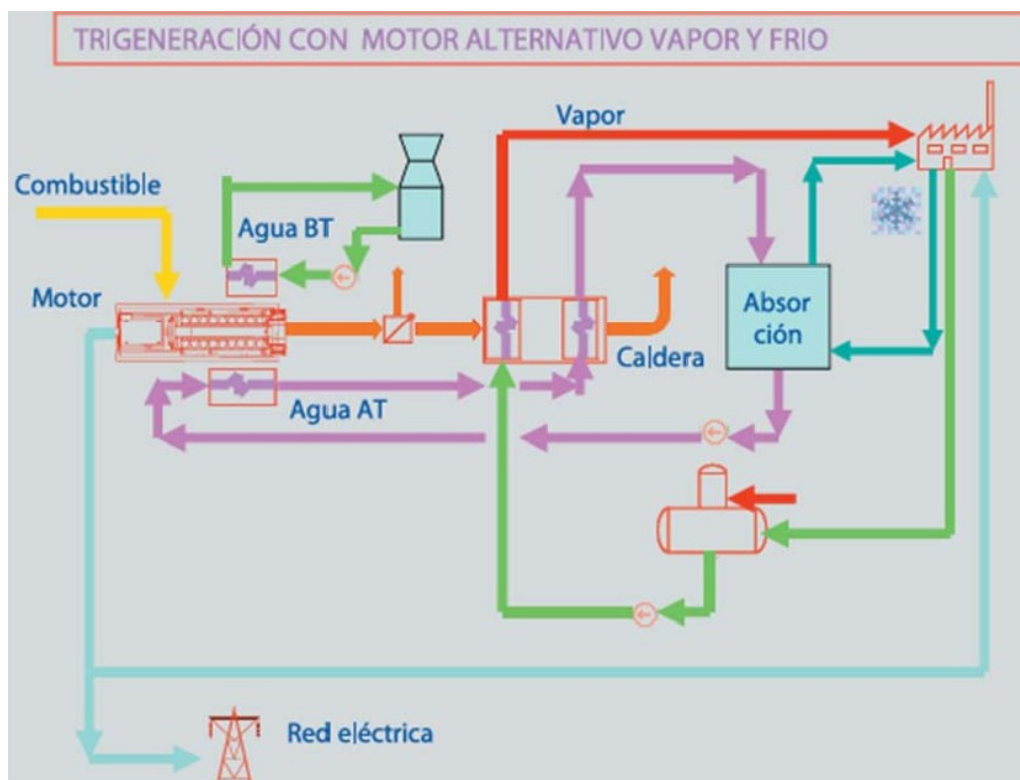


Figura 29: Planta de trigeneración con motor de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

La trigeneración, permite a la cogeneración, que inicialmente, no era económicamente viable, en centros que no consumieran calor, acceder a centros que precisen frío y se genere energía eléctrica. Facilita a la industria del sector alimentario a ser cogeneraciones potenciales. Asimismo, permite la utilización de cogeneración en el sector terciario (hoteles, hospitales, centros educativos y de ocio, como es el caso objeto de este proyecto, etc.), donde además de calor se requiere frío para refrigeración o climatización y que, debido a la estacionalidad de estos consumos (calor en invierno, frío en verano) impedía la normal operación de



una planta de cogeneración clásica, sólo con producción de calor y energía eléctrica. Al aprovecharse el calor también para la producción de frío, permite una mayor estabilidad en el aprovechamiento del calor.

En realidad, en una planta de cogeneración se pueden producir otra energía útil, a parte de la electricidad, calor y frío, como puede ser energía mecánica, aire comprimido o incluso CO<sub>2</sub>. En este caso, se puede hablar de plantas de poligeneración.

La trigeneración también puede tener como motor primario una turbina de gas. En este caso, el calor de absorción viene exclusivamente de la caldera de recuperación de calor, bien sea en forma de vapor, agua caliente o sobrecalentada.

#### 1.9.2.7.1 Máquina de absorción de bromuro de litio

En la siguiente figura se muestra el ciclo térmico sobre el que se basa este tipo de máquinas.

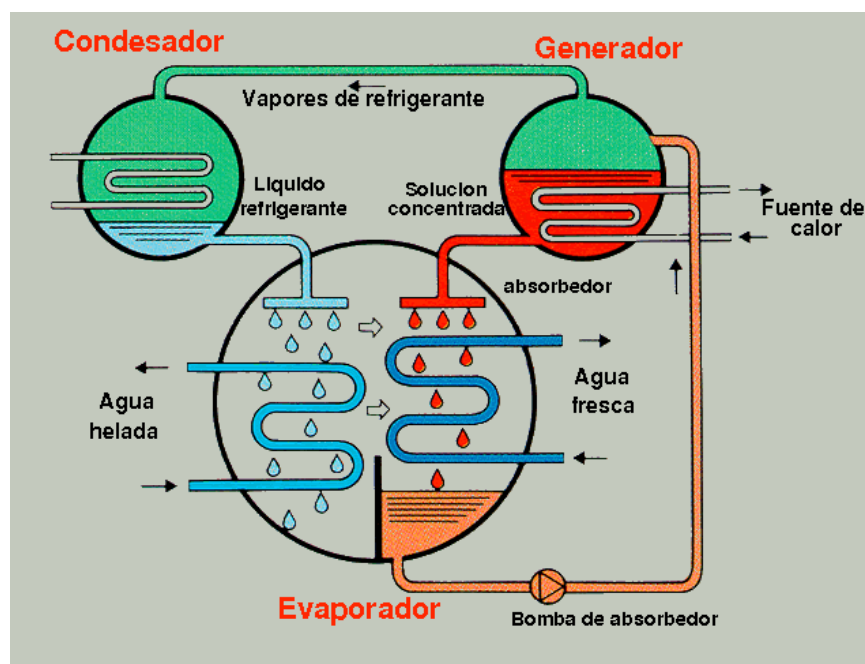


Figura 30: Esquema simplificado de funcionamiento unidad de absorción de bromuro de Litio. Fuente: (FENERCOM, 2010)

Los ciclos de absorción se basan en la capacidad que tienen algunas sustancias, en este caso, algunas sales, como el bromuro de litio, para absorber en fase líquida vapores de otras sustancias como el agua. Así pues, está basado en el comportamiento de la solución de bromuro de litio con el agua. El bromuro de litio, al ser una sustancia muy higroscópica, cuando absorbe agua genera calor y cuando pierde agua es necesario aportar energía. A continuación se detallan los cuatro procesos que forman el ciclo térmico:

1. **Generador.** En esta etapa, el fluido refrigerante, en este caso, agua, se evapora. De la mezcla de bromuro de litio y agua, cuando es calentada con el fluido caliente que proviene de la planta de cogeneración, se evapora agua. El generador tiene pues, una entrada de fluido caliente (vapor, agua sobrecalentada, agua caliente o gases calientes) y una salida de ese mismo fluido a una temperatura inferior.
2. **Condensador.** En esta etapa, el vapor generado en la etapa anterior se condensa, ayudado para ello de una corriente de fluido refrigerante que circula a través de los tubos de un intercambiador de haces tubulares. Este líquido refrigerante suele ser agua proveniente de una torre de refrigeración.
3. **Enfriador o evaporador.** En esta etapa, se produce el “frío útil”. El agua, condensada en la etapa anterior, entra en contacto con los tubos del haz tubular del enfriador, por cuyo interior circula el agua que se quiere enfriar. Al entrar en contacto con los tubos, el calor necesario para volverse a evaporar, lo toma del agua que circula por los tubos. La presión del equipo para permitir esa evaporación a temperaturas próximas a 0 °C, es muy baja, próxima al vacío absoluto, tan sólo unos milímetros de columna de agua, por lo que el agua se evapora a 3 °C y el calor necesario para la evaporación lo toma, como se ha indicado, del agua circulante que entra a la máquina de absorción, a una temperatura entre 6 y 10 °C y sale a 4 o 5 °C.
4. **Absorbedor.** En esta última etapa, que cierra el ciclo térmico de trabajo, se recoge ese vapor generado en la etapa anterior y lo absorbe en la disolución de bromuro de litio. La concentración de bromuro disminuye, se diluye y este proceso produce calor que es necesario evacuar. Para ello, la

máquina tiene una segunda entrada de agua de refrigeración y su correspondiente salida. Normalmente la salida del condensador y la entrada del absorbedor, se conectan en serie, de manera que el sistema sólo tiene una entrada de agua de refrigeración (la entrada al condensador) y una sola salida (la salida del absorbedor).

El coeficiente de operación (COP) de las máquinas de absorción, con bromuro de litio, con ciclo simple, está en torno al 65%.

### **1.9.3 Evolución tecnológica de la cogeneración**

#### **1.9.3.1 Introducción**

La tecnología de cogeneración es un ejemplo de evolución tecnológica, por la extraordinaria mejora que ha experimentado en las últimas décadas.

La evolución se ha producido, tanto en los equipos principales como en los equipos e instalaciones auxiliares, permitiendo mejorar las prestaciones y aumentando la disponibilidad del conjunto. Las mejoras más importantes se han producido, tanto en el rendimiento de las instalaciones como en las emisiones. La tecnología de cogeneración es un ejemplo de compatibilidad entre aumento de la rentabilidad y de la protección medioambiental.

En dicha evolución, se ha conseguido duplicar el rendimiento eléctrico y dividir por 5 o 10 las emisiones de NO<sub>x</sub>. Se ha asistido pues a una espectacular mejora tecnológica, que aún no ha terminado y, aunque parezca imposible nuevas mejoras, es seguro que aún se verán importantes progresos en este campo.

El hecho de que se esté produciendo esta rápida evolución aconseja estar pendiente y analizar si vale la pena hacer cambios en una instalación ya existente para optimizar sus prestaciones. Al mismo tiempo, la evolución de nuevos equipos hacen posible hacer instalaciones de cogeneración donde antes no se podía o no era rentable llevarlo a cabo.

### 1.9.3.2 Emisiones de las plantas de cogeneración

Una de las razones del éxito de las plantas de cogeneración es que son más respetuosas con el medioambiente que otras formas de generación de energía que utilizan combustibles fósiles.

Efectivamente, sus emisiones a la atmósfera son menores y menos contaminantes. Emiten CO<sub>2</sub> en menor cantidad por kWh producido que otras centrales térmicas, puesto que tienen mejor rendimiento global. Las emisiones de NO<sub>x</sub> y CO están dentro de lo permitido y existen tecnologías para bajarlos aún más. Las emisiones de SO<sub>2</sub> y de partículas sólidas son prácticamente despreciables cuando se utiliza gas natural como combustible.

En la siguiente figura se muestran las emisiones netas por unidad de energía eléctrica producida, es decir, descontando la parte de las emisiones necesarias para producir el calor útil y suponiendo que éste se hace con un 90% de rendimiento.

Contaminante	Turbina de Gas	Cogeneración en Ciclo Combinado	Motor de Gas	Motor Fuelóleo	Central Eléctrica de Ciclo Combinado	Central Eléctrica de Carbón
NO <sub>2</sub>	0,20	0,20	1,2	7,2	0,24	3,4
SO <sub>2</sub>	-	-	-	3		15
CO <sub>2</sub>	245	210	284	530	350	1000
CO	0,1	0,1	1,6	1,7	0,1	1,0

Tabla 3: Emisiones de plantas de cogeneración y generación convencional en g/kWh eléctrico. Fuente: (FENERCOM, 2010)

### 1.9.3.3 Tendencias y nuevos desarrollos en motores alternativos

Durante los años ochenta y noventa penetraron con fuerza en el mercado de la cogeneración los motores alternativos de gas de alto rendimiento, que ya en orden del MW tienen buenos rendimientos (35-40%) y, al mismo tiempo, tienen un bajo nivel de emisiones. El récord de rendimiento está por ahora en los motores diesel de dos tiempos, lentos, con rendimientos próximos al 50%, aunque con poco futuro previsible de cogeneración, debido a sus altos niveles de emisiones contaminantes.

En los motores alternativos de gas ha habido una considerable evolución en el tiempo, tanto en la mejora de las prestaciones y disminución de emisiones. Esto se ha conseguido por el aumento en la relación de compresión, el uso de mezclas pobres y la mejora en el control de la combustión, para evitar la detonación, lo que ha permitido mejorar el rendimiento y al mismo tiempo disminuir las emisiones.

En las siguientes figuras se muestra la evolución en el rendimiento de los motores de gas, así como la relación entre la presión media efectiva y rendimiento.

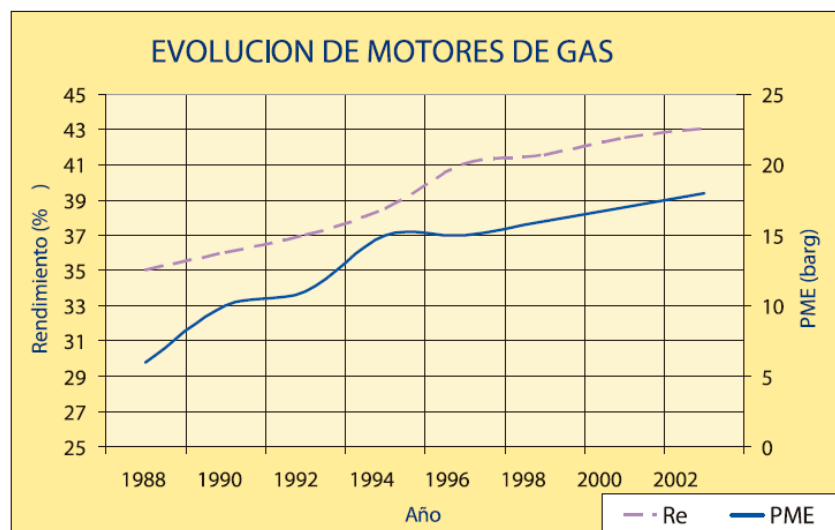


Figura 31: Evolución de presiones medias efectivas y rendimientos en motores a gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

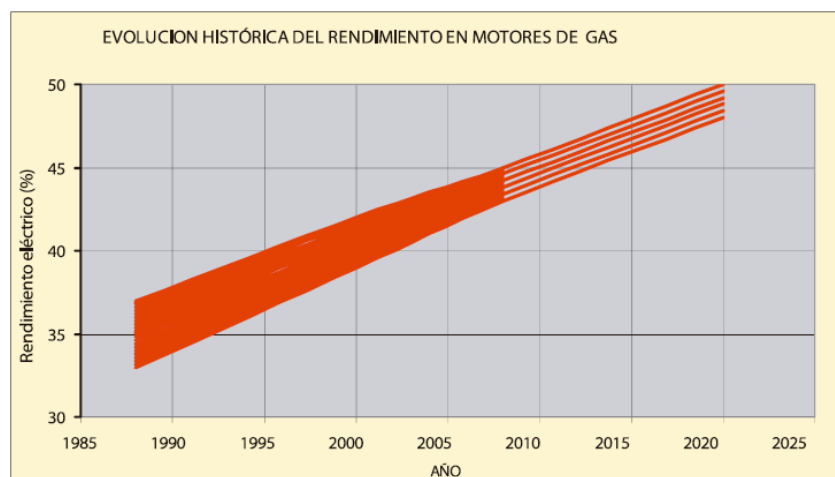


Figura 32: Evolución histórica del rendimiento de los motores de gas. Fuente: (FENERCOM, 2010)

Los motores alternativos, como se ha indicado anteriormente, tienen un buen rendimiento, pero, en general, tienen el problema de mayores emisiones, mayor coste de mantenimiento y consumo de aceite.

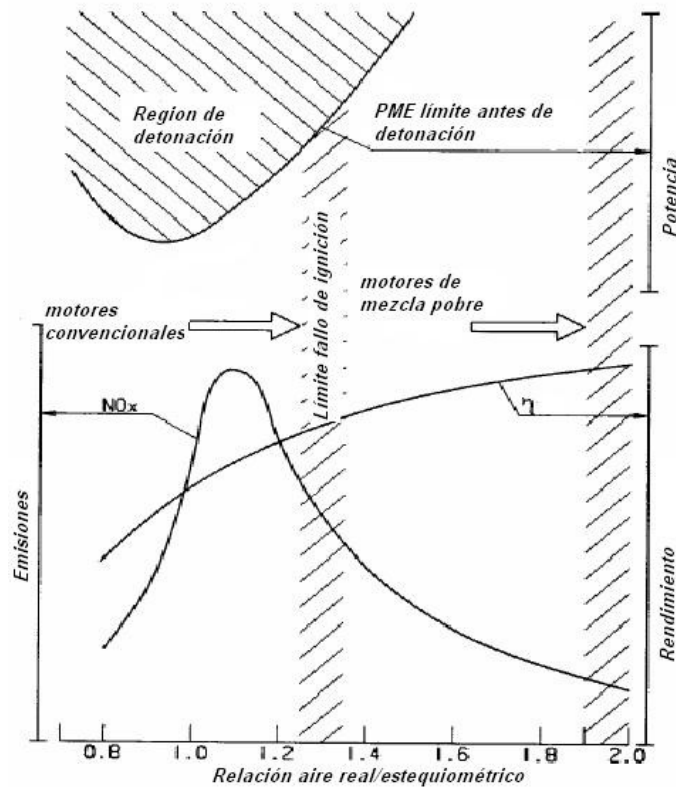


Figura 33: Relación de prestaciones de los motores a gas con la riqueza de la mezcla. Fuente: (FENERCOM, 2010)

Los desarrollos se centran en la fabricación de unidades cada vez de mayor potencia unitaria (8 MW actualmente), la disminución del consumo de aceite lubricante y sistemas de control de la detonación para aumentar el rendimiento. Entre 1992 y 2000, el rendimiento de un motor de 3 MW ha pasado del 39 al 42%. Ahora se están instalando motores alternativos de gas de 8 MW, con rendimientos del orden del 44 al 45%, basado entre otras cosas con una mejora del ciclo Otto, denominado ciclo Miller.

El diseño actual de motor, el aire y el gas se comprime y se introduce a presión, justo antes de la válvula de admisión. En algunos diseños, para facilitar la ignición de la mezcla pobre, se introduce una mezcla rica en una precámara. En la precámara se provoca la ignición con facilidad y seguridad mediante una bujía, ignición que se propaga de manera segura al resto del cilindro.

La eficacia de un motor Otto, de ciclo convencional de cuatro tiempos, depende, finalmente, de la presión media efectiva en el cilindro. La temperatura máxima y, por tanto, la presión están limitadas por el riesgo de detonación, por lo que se llega a un límite de eficiencia.

El ciclo Miller disminuye los tiempos de apertura de las válvulas de admisión, necesitándose un aumento de la presión del aire de sobrealimentación, generada por la rueda compresora del turbocompresor, permitiendo un llenado más rápido y eficiente del cilindro y, aumentando un poco la capacidad del refrigerador posterior, permite partir al comienzo de la compresión geométrica con mayor presión y a la misma temperatura, llegando a una temperatura menor al final de la expansión, lo que conlleva una menor emisión de NOx, reduciéndose hasta un 20%, respecto a un ciclo Otto convencional, o bien, aumentando la presión final, para una misma temperatura límite. Se aumenta la expansión, que es la que da el trabajo útil y se disminuye el trabajo de compresión. Esto se consigue jugando con los retardos de apertura y cierre de válvulas.

Otro desarrollo en el que se investiga constantemente, es la fuente de ignición (la bujía), puesto que es un punto débil causante, a veces, de la indisponibilidad de los motores alternativos a gas. Cada vez se consigue aumentar más el intervalo entre cambio de bujías (ahora está en torno a 2000 h). Un fabricante ha presentado ya un motor sin bujías, realizándose la ignición mediante punto caliente. Se trata, en realidad de una reintroducción puesto que, a principios del siglo XX, también se provocaba la ignición con punto caliente.

#### ***1.9.3.4 Medidas para mejorar el rendimiento de plantas de cogeneración con motores alternativos***

Una buena forma de aumentar la rentabilidad, de las plantas de cogeneración, con motores alternativos, es aumentar su rendimiento global. La mayor dificultad del aprovechamiento térmico, en los motores alternativos, de gas, se debe a que se dispone del calor recuperable de varias fuentes y, una parte importante, a baja temperatura. Es precisamente esta dificultad la que nos brinda grandes oportunidades de mejorar la eficiencia de estas plantas de cogeneración.

En primer lugar debe aprovecharse hasta donde sea posible el agua caliente de alta temperatura (a unos 90 °C normalmente). En muchos procesos en la industria y en los servicios no se requieren temperaturas superiores a 90 °C (este es el caso del sector alimentario). Sin embargo, numerosas veces para unificar el sistema de transporte del calor desde el lugar de producción de calor a los lugares de utilización es más sencillo utilizar un solo fluido caloportador, siendo éste normalmente el vapor. Esto no tiene mucha repercusión en el rendimiento en el caso de tratarse de una caldera convencional, pero no es este el caso, en las plantas de cogeneración, basadas en motores, puesto que supone la utilización o el desperdicio de una fuente de calor gratuita. Hay algunos casos, pocos ciertamente, en que puede utilizarse el calor de baja temperatura de los motores (a 40 o 50 °C). Este es el caso que se utilice bastante cantidad de agua de aporte (de pozo o de red) para un uso en que sea preferible usar agua caliente o templada, como en el caso de lavados o aclarados. Si esto es así, utilizar el calor de los motores, tiene tres ventajas: aumento del rendimiento eléctrico equivalente, ahorro de energía y disminución de las necesidades de refrigeración (menor consumo de electricidad y agua en torres de refrigeración). En resumidas cuentas, en el caso de plantas con motores alternativos, hay que aprovechar el agua caliente hasta el límite máximo posible.

La utilización de unidades de absorción, para la producción de frío, ahorrando el consumo eléctrico, en sistemas de compresión convencional, es otra oportunidad de aumentar el potencial de cogeneración y aumentar el rendimiento.

Hay varios procesos de secado en que se requiere aire caliente que también puede producirse, a partir del agua caliente. Más aún, este aire puede ser tomado de la propia sala de motores y sobrecalentado con agua caliente y/o gases de escape calientes. De esta forma se aprovecha el calor de radiación del motor y, por otra, se facilita la refrigeración de la sala de motores.

Como siempre, la primera estrategia, es llegar al máximo potencial de cogeneración, produciendo con la planta de cogeneración, todas las formas de energía posibles (vapor, agua caliente, agua fría, aire caliente o frío, etc.). Un mayor grado de aprovechamiento es utilizar el CO<sub>2</sub> de los gases de escape bien para el sector de bebidas o para aumentar la productividad en invernaderos. Con



ello, se podrá poner una planta mayor y, por tanto, con mayor rendimiento y menor coste específico, lo que significa mayor rentabilidad.

Para aumentar la producción de electricidad y, por tanto, el rendimiento eléctrico, la única oportunidad, utilizando motores, es combinar el ciclo, aparte de elegir el motor con el mejor rendimiento eléctrico posible.

#### **1.9.3.5 Ciclos de cola en motores**

Hasta ahora, se elegía entre turbinas o motores y, en el caso de elección de turbinas, se consideraba si valía la pena o no combinar el ciclo. Ahora, con la disminución de los márgenes de rentabilidad, por un lado y con la existencia de plantas de motores, de bajo grado de aprovechamiento del calor, se considera ahora la opción de combinar un ciclo de motores.

Se presenta así, el ciclo en cola de motores, con turbina de vapor a contrapresión/condensación, como una buena fórmula para mejorar la rentabilidad de los ciclos de motores, consiguiendo rendimientos eléctricos totales de hasta el 47% o incluso más.

Este sistema se instala en plantas de varios motores. Se unen los gases de escape y éstos se llevan a una caldera de presión intermedia (20 a 40 bar), donde se produce vapor sobrecalentado que se dirige a una turbina de vapor donde se produce electricidad, a precio de calor o incluso gratis si hubiera excedente de calor.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de proceso simplificado de una planta de cogeneración, de ciclo combinado, con motores.

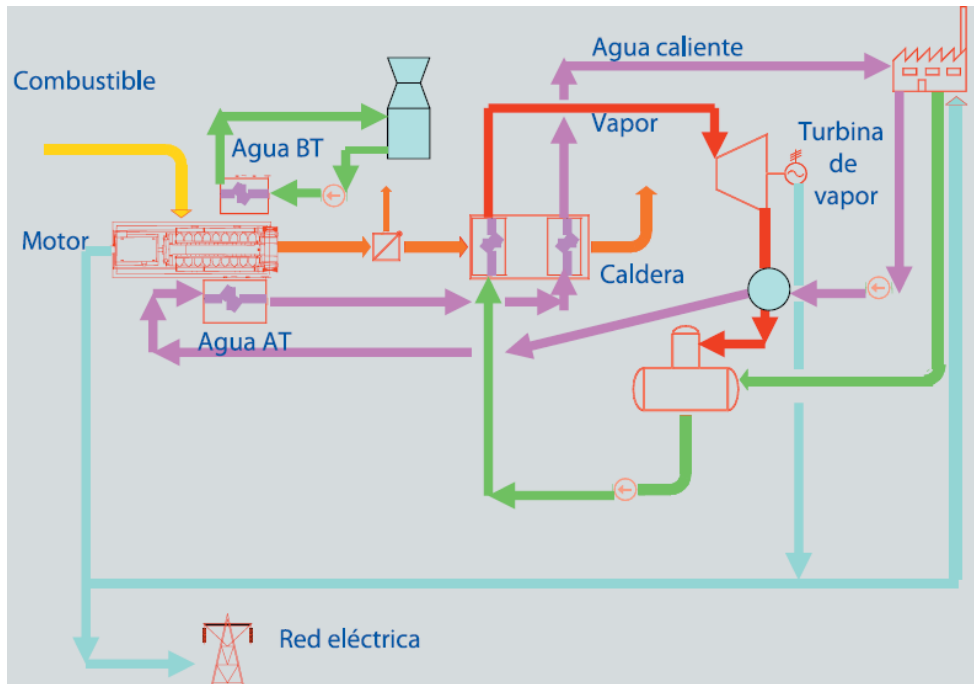


Figura 34: Diagrama de un ciclo combinado con motores. Fuente: (FENERCOM, 2010)

A modo de ejemplo, una planta que posea cuatro motores de 3 MW, con un caudal de gases de escape de 5,6 kg/s a 470 °C, pueden producir, en una caldera de recuperación, unos 2,3 kg/s de vapor a 25 bar y 380 °C y, con este vapor, en una turbina de vapor, a contrapresión, de 1,5 bar, produciría unos 0,8 MW, así pues, se ha conseguido aumentar la potencia de la planta en un 7%, aproximadamente.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del aprovechamiento energético de este tipo de instalaciones o diagrama de Sankey, representando el caso de un ciclo combinado, con motores.

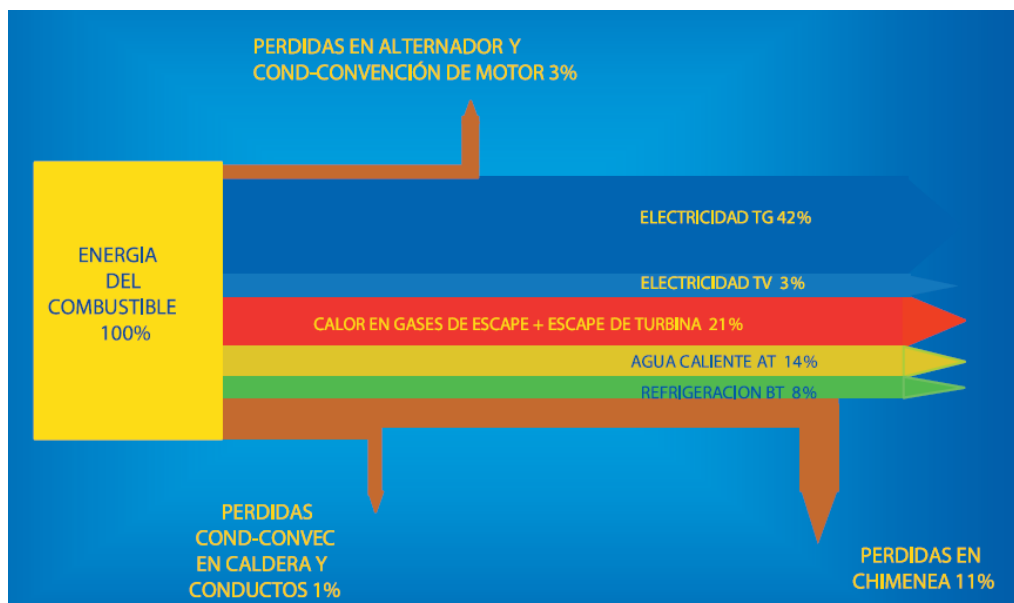


Figura 35: Diagrama de Sankey de un ciclo combinado con motores. Fuente: (FENERCOM, 2010)

En motores de dos tiempos, se produce electricidad también con la energía excedente de los turbos. De manera que, en las modernas centrales eléctricas diesel, se produce electricidad, en tres lugares, de manera principal, con el eje del motor, pero también con los turbocompresores mediante alternadores asíncronos y con turbina de vapor, al combinar el ciclo.

## 2 JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ELEGIDA

De las anteriormente mencionadas, la tecnología que más se adapta a las características y exigencias del complejo deportivo es la Cogeneración con Motor Alternativo a gas natural.

Aunque conceptualmente el sistema no difiere mucho del basado en turbinas de gas, existen sin embargo diferencias importantes. Con los motores alternativos se obtienen rendimientos eléctricos más elevados pero, por otra parte, con una mayor dificultad de aprovechamiento de la energía térmica, ya que posee un nivel térmico muy inferior, y además se encuentra más repartida (gases de escape y circuitos de refrigeración del motor).

Estos sistemas presentan una mayor flexibilidad de funcionamiento, lo que permite responder de manera casi inmediata a las variaciones de potencia, sin que ello conlleve un gran incremento en el consumo específico del motor.

<b>VENTAJAS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Elevada relación electricidad/calor	Alto coste de mantenimiento
Alto rendimiento eléctrico	Energía térmica muy distribuida y a baja temperatura
Bajo coste	
Tiempo de vida largo	
Capacidad de adaptación a variaciones de la demanda	

## 2.1 Comparación entre sistemas

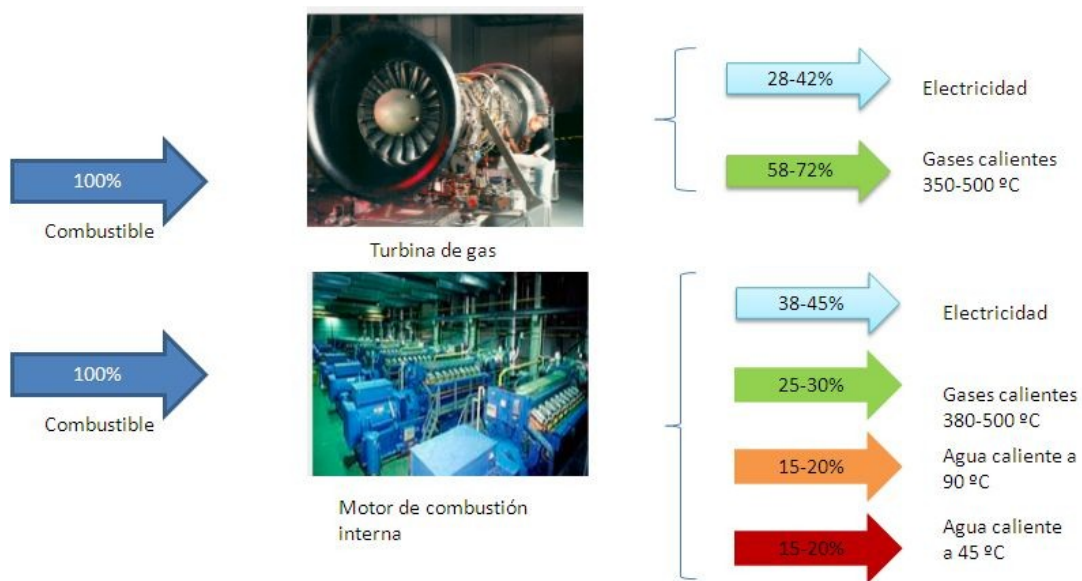


Figura 36: Comparación entre sistemas. Fuente: (CogenSpain, 2011)

## 2.2 Fiabilidad

Sistemas de cogeneración	Parada programadas (h/año)	Paradas por averías (h/año)	Fiabilidad (%)
Turbina de vapor	50	8	99,3
Turbina de gas	140	24	98,7
M.A.C.I.	325	200	94,0

## 2.3 Diseño térmico de la cogeneración: ¿Motor o turbina?

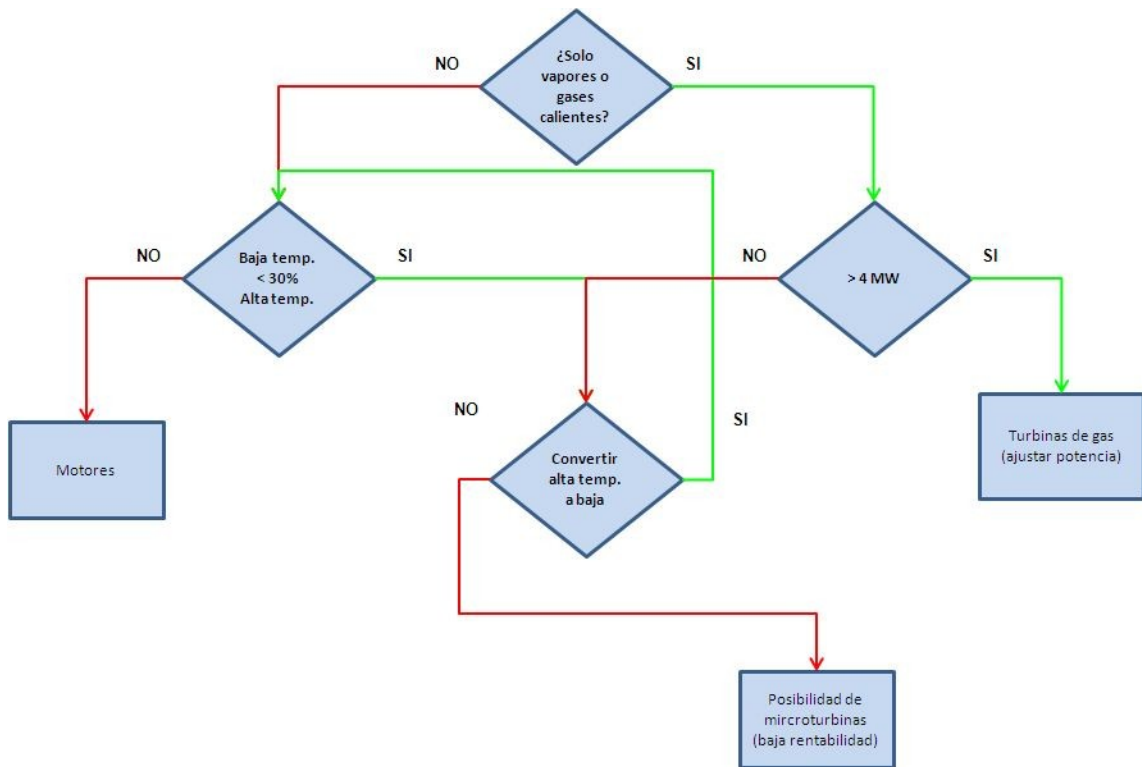


Figura 37: Diseño térmico de la cogeneración. Fuente: (CogenSpain, 2011)

***Al ser consumos térmicos poco elevados y a baja presión, la relación calor-electricidad pequeña, se opta por la tecnología de motor alternativo. Además se elige el gas natural como combustible, pues era el más rentable, el que parecía tener mayor estabilidad en precio y el de menor impacto medioambiental. Los costes de mantenimiento de un motor alimentado con gasóleo son superiores a los del gas, debido a su mayor ensuciamiento.***

### 3 CLIMATIZACIÓN DE LAS PISCINAS

(Grupociat, 2011) En el proyecto de climatización de una piscina cubierta debe tenerse en cuenta que las diferencias fundamentales con respecto a un sistema de climatización de un edificio residencial o comercial son, en primer lugar, que en el recinto hay una fuerte evaporación y, en segundo lugar, que los ocupantes tienen un grado de vestimenta muy bajo. Como consecuencia de ello la obtención de unas condiciones de confort adecuadas y el evitar condensaciones, que son los dos objetivos específicos de este tipo de instalaciones, pasa por:

1. La consecución de una temperatura y humedad ambientales adecuadas
2. El mantenimiento de la temperatura del agua del vaso de piscina
3. Garantizar el aire de ventilación mínimo higiénico
4. Evitar las corrientes de aire en la zona de ocupación y sobre la lámina de agua.
5. Evitar que se produzcan condensaciones en los distintos cerramientos como consecuencia de la alta humedad absoluta y relativa del aire ambiente interior.

Como regla general se aconseja que la temperatura del aire se sitúe siempre dos o tres grados por encima de la del agua y la humedad relativa en torno al 65%, las razones son en primer lugar el confort, ya que debemos evitar en lo posible que los bañistas que salen mojados tengan sensación de frío, bien sea por una temperatura ambiente baja o bien por el calor cedido por el cuerpo en el proceso de evaporación del agua de la piel mojada, que es más rápida cuanto menor sea la humedad del ambiente. En segundo lugar es que, como veremos más adelante, existe una relación directa entre el agua evaporada de la piscina y las condiciones de temperatura y humedad del aire ambiente.

Las necesidades en una piscina cubierta son las siguientes:

1. Necesidades de deshumectación en el aire ambiente como consecuencia de la evaporación de agua.
2. Necesidades para mantener la temperatura del agua del vaso de piscina.

3. Necesidades para mantener la temperatura en el recinto que, en este caso, son las propias de cualquier local que deba ser climatizado, de ahí que su cálculo sea idéntico al de este tipo de sistemas de climatización.

### 3.1 Cálculo de las necesidades de deshumectación

La evaporación en la lámina de agua será tanto mayor cuanto mayor sea la ocupación de la piscina, y en especial el número de bañistas, ya que la mayor interacción entre agua y aire en flujo turbulento que se crea como consecuencia del chapoteo, favorece la evaporación. De la misma forma que una elevada velocidad de aire sobre la lámina favorecerá también el fenómeno de la evaporación.

Por otro lado, las playas mojadas son elementos que aumentan la evaporación de agua así como el agua que los bañistas se llevan sobre la piel al salir del vaso.

Existen dos factores más que suponen un aporte de humedad extra al ambiente y que como tales hay que tener en cuenta a la hora de calcular el incremento de humedad absoluta. Estos factores son la carga latente (considerada en cualquier cálculo de climatización) de los propios bañistas y la del público en general, que en piscinas de competición, por ejemplo, pueden llegar a ser un factor importante si la ocupación de las gradas es elevada. Y por último, el aire exterior de ventilación, que en algunos casos puede tener más humedad absoluta que el aire ambiente interior, y como consecuencia suponer un aumento en la humedad ambiental, aunque debe decirse que, en la mayoría de los casos, es justo al contrario ayudando a deshumectar por estar este aire exterior más seco que el interior.

Existen multitud de fórmulas para calcular la cantidad de agua evaporada en función de los factores anteriormente mencionados. En este sentido debe decirse que los resultados obtenidos por las diversas fórmulas pueden ser dispares, pero hay que considerar también que las hipótesis de cálculo respecto al número y tipo de bañistas (profesionales, personas de tercera edad, niños, etc.) tienen gran importancia en la cantidad de agua evaporada y pueden ser más significativas en cuanto a resultados que la fórmula que escojamos para dicho cálculo.

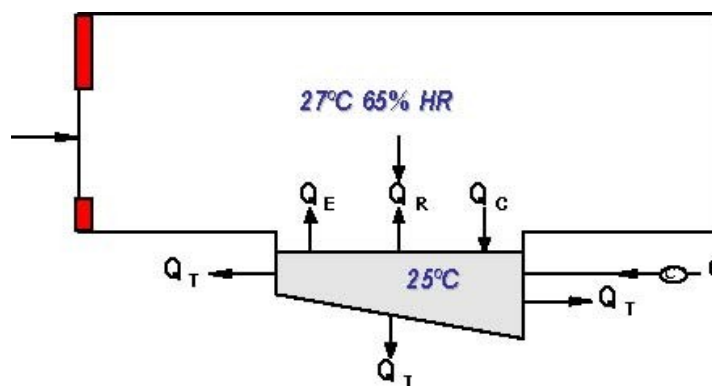


En este proyecto se ha utilizado un programa cálculo suministrado por Sedical versión 26/03/2012.

### 3.2 Pérdidas de calor en el agua del vaso de piscina

En la siguiente figura pueden verse cuáles son las pérdidas de calor en el vaso de piscina:

1. Evaporación de agua del vaso ( $Q_e$ ).
2. Radiación de calor por diferencias de temperatura ( $Q_r$ ).
3. Convección de calor entre agua y aire ( $Q_c$ ).
4. Renovación del agua del vaso ( $Q_{re}$ ).
5. Transmisión de calor del agua del vaso ( $Q_t$ ).



Y estas pérdidas dependen de los siguientes factores:

1. Temperatura del agua de la piscina
2. Temperatura del aire ambiente
3. Humedad del aire ambiente
4. Ocupación de la piscina
5. Características constructivas del vaso.

A continuación se examina cada una de estas pérdidas de calor.

#### 3.2.1 Pérdidas por evaporación

En el proceso de evaporación del agua del vaso de la piscina se absorbe calor por lo que se produce un enfriamiento del resto del agua que no se evapora, es decir, disminuye la temperatura del agua del vaso. Por tanto, cuanto más evaporación

exista más se enfriará el agua de la piscina y mayores serán las necesidades que habrá que aportar para mantener la temperatura de la misma.

### **3.2.2 Pérdidas por radiación**

Las pérdidas por radiación son función de la diferencia entre la temperatura media de los cerramientos y la del agua, elevada ambas a la cuarta potencia.

En el caso de piscinas cubiertas los cerramientos deben encontrarse a muy pocos grados de temperatura por debajo, dependiendo del tipo de cerramiento y coeficiente de transmisión de calor, de la del aire ambiente, y por tanto a muy poca diferencia con la del agua, así pues estas pérdidas por radiación en piscinas cubiertas se consideran generalmente despreciables.

### **3.2.3 Pérdidas por convección**

Al igual que las pérdidas por radiación en el caso de piscinas cubiertas las pérdidas por convección ( $Q_c$ ) también se suelen despreciar, ya que al aplicar la fórmula el valor resultante es pequeño, pues la diferencia de temperaturas también lo es.

### **3.2.4 Pérdidas por renovación**

En una piscina cubierta, como ya hemos visto, existen pérdidas continuas de agua, desde la evaporada, a la que los propios bañistas sacan del vaso, o la gastada en la limpieza de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 5% del volumen total del vaso que obligatoriamente por formativa, debido a razones higiénicas sanitarias, debe reponerse diariamente. Esta renovación conlleva que las pérdidas de calor ( $Q_r$ , en W) por este concepto sean importantes, y en todo caso, dependerán de la temperatura de agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina que se pretenda alcanzar.

### **3.2.5 Pérdidas por transmisión**

Dependerán de las características constructivas del vaso (enterrado, visto, etc.) y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado.

De manera general podemos decir que las pérdidas más importantes en el vaso de una piscina cubierta son la evaporación y la renovación de agua, pues juntas suelen representar más del 90% de las pérdidas totales.

Desde el punto de vista de ahorro energético, habría que actuar sobre las pérdidas por evaporación, durante las horas de no utilización de la piscina, colocando una manta térmica que cubra la lámina de agua, y recuperar mediante un intercambiador de placas la energía calorífica del agua que hay que tirar (renovar) diariamente.

### **3.3 Potencia necesaria para puesta a régimen**

Cuando haya que llenar el vaso de la piscina completamente con agua de red, la potencia calorífica necesaria es superior a la de mantenimiento ya que suele ser casi el triple que la de mantenimiento.

Hay que tener en cuenta que mientras estamos calentando el agua de la piscina también se están produciendo pérdidas que dependerán fundamentalmente de las condiciones del aire ambiente interior y en función del sistema de climatización elegido, se podría alargar el tiempo de la puesta a régimen previsto inicialmente.

### **3.4 Necesidades del aire ambiente**

El aporte de vapor de agua al aire ambiente interior aumenta su humedad absoluta y relativa, y en consecuencia también la temperatura de rocío por lo que si este aire está en contacto con cerramientos cuya temperatura superficial esté por debajo de la de rocío se tendrán condensaciones de agua con los problemas que ello puede acarrear.

Por otro lado, hay que mantener controlada la temperatura ambiente al menos dos grados por encima de la temperatura del agua para conseguir las condiciones de confort adecuadas.

Las necesidades del aire ambiente, aparte del mantenimiento de su calidad (renovación y filtrado), son su calentamiento y específicamente su deshumidificación.

Además hay que tener en cuenta que la distribución del aire de impulsión se realice de la forma más adecuada para evitar temperaturas superficiales de los cerramientos inferiores al punto de rocío, poniéndose atención especial con las superficies acristaladas que son las más susceptibles de presentar condensaciones. También hay que evitar corrientes de aire sobre la lámina de agua para no potenciar el fenómeno de la evaporación. Además, estas corrientes de aire, que deben evitarse en cualquier tipo de recinto, cobran más importancia en las piscinas climatizadas, ya que acelerarían la evaporación del agua de la piel mojada de los bañistas, provocando una rápida disminución de su temperatura corporal, y consecuentemente, la molesta sensación de frío.

En definitiva, por las razones expuestas anteriormente, el aire caliente y seco hay que impulsarlo sobre los cerramientos exteriores, preferiblemente de abajo a arriba, cuando las características constructivas del recinto lo permitan.

Por último, comentar que deben evitarse masas de aire estancado para impedir que se enfríen y condensen, para ello es recomendable asegurar una tasa de recirculación de aire entre 4 y 8 veces el volumen del recinto.

### **3.5 Sistemas de deshumidificación y climatización**

#### **3.5.1 Deshumidificación mediante aire exterior**

Si el aire exterior se encuentra a una humedad absoluta menor que el aire interior, situación que se produce con mucha frecuencia en nuestro entorno geográfico, puede parecer, en principio, una buena idea extraer aire del recinto y sustituirlo por el aire exterior. En este caso es necesario realizar un tratamiento térmico de dicho aire ya que normalmente se encontrará a temperatura inferior a la del recinto, además deberá recalentarse para vencer las pérdidas de calor por transmisión de dicho recinto.

El caudal de aire a introducir dentro del local dependerá de la humedad absoluta que éste tenga en cada momento y de la cantidad de vapor de agua a eliminar del recinto proveniente de la evaporación del agua del vaso.

Este sistema es sencillo de instalar y controlar, sin embargo presenta desventajas como el elevado coste de energía que puede suponer el calentamiento de los

grandes caudales de aire exterior que hay que introducir para bajar la humedad interior, el consumo de los ventiladores de la unidad de tratamiento de aire y lo que es más importante, la dificultad para realizar una correcta distribución de aire cuando se manejan caudales muy dispares, y la imposibilidad, en ocasiones, de mantener la humedad relativa próxima al 65%, porque la humedad absoluta del aire exterior esté cerca o por encima de los 0,0149 Kg agua/Kg aire de humedad absoluta del aire interior.

### **3.5.2 Deshumidificación mediante batería de frío**

Si se hace pasar el aire del recinto por una batería de frío, ya sea de expansión directa o alimentada con agua fría, el aire experimenta un enfriamiento sensible con disminución de la temperatura, y un enfriamiento latente con pérdida de humedad por haber alcanzado su temperatura de rocío.

Una vez que el aire ha perdido la humedad deseada, habrá que calentarlo para devolverlo a las condiciones iniciales de temperatura y por último habrá que recalentarlo para vencer las pérdidas de calor propias del recinto.

### **3.5.3 Deshumidificación mediante bombas de calor para piscinas (bcp)**

Existen gran cantidad de equipos, tipo bomba de calor, que se diseñan específicamente para deshumidificación de piscinas cubiertas. Su uso supone una gran simplicidad en la instalación, independientemente que el rendimiento energético del sistema es muy alto ya que se aprovecha toda la energía residual del ciclo frigorífico.

Por otro lado, permiten adicionar baterías de apoyo eléctrico o de agua caliente, secciones de free-cooling, varias etapas de filtración, e incluso intercambiadores de placas para puesta a régimen del agua de piscina. El control de todos los elementos está generalmente integrado en el propio equipo.

Debe saberse que están concebidos como deshumectadores y por lo tanto, su funcionamiento está controlado por el humidostato en función de la humedad relativa del local, y que la aportación calorífica al local se hará empleando baterías de calentamiento (resistencias eléctricas, caldera, bomba de calor, etc), independientes del ciclo frigorífico.

## **4 DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE COGENERACIÓN**

### **4.1 Emplazamiento de la instalación**

La Planta de Cogeneración de 835 kW, denominada “Cogeneración Complejo Deportivo”, objeto de este proyecto, se implantará en A Coruña. La ubicación exacta del emplazamiento se resume a continuación:

Situación: Provincia de A Coruña

Código Postal: 15006

### **4.2 Empresa suministradora**

La energía eléctrica producida en la Planta de Cogeneración, objeto de este proyecto, será suministrada a la red de la Compañía UNIÓN FENOSA DISTRIBUCION, S.A.

### **4.3 Situación actual**

Con objeto de definir la Planta de Cogeneración de energía eléctrica que se pretende instalar, en primer lugar, resulta conveniente aclarar y concretar, de una forma pormenorizada, la demanda energética que presenta el Centro Deportivo (piscinas y polideportivo) y el centro cívico donde se pretende implantar la Planta de Cogeneración, objeto de este proyecto. De este modo, será más fácil de comprender y dilucidar la necesidad efectiva que se tiene, hoy por hoy, de implantar la Planta.

### **4.4 Descripción del complejo deportivo**

El Complejo Deportivo ocupa una superficie total de 6.333,37 m<sup>2</sup>.

El edificio consta de 2 plantas y un sótano, en las cuales se puede distinguir 3 zonas: piscinas climatizadas, zona termal y salas polivalentes.

El centro está formado por 2 piscinas climatizadas de dimensiones 25 x 16,60 m con un volumen de 863 m<sup>3</sup> para la piscina polivalente (adultos) y de 7,05 x 12,50 m con un volumen de 132 m<sup>3</sup> para la piscina de enseñanza (niños).

Consta además de las instalaciones siguientes: Sauna, Hidroterapia, Duchas, Rayos UVA, Cabinas de Masaje, sala de fitness, 3 salas de actividades dirigidas y pista polideportiva.

La zona de gimnasio se distribuye en dos plantas, una planta da servicio a la zona cardio-máquinas y en la segunda, se distribuyen cuatro salas polivalentes.

El complejo se complementa con, cafetería, oficinas y vestuarios, totalmente climatizados.

#### **4.5 Demanda energía térmica del centro deportivo**

El centro deportivo presenta las siguientes demandas energéticas:

- Climatización de las piscinas
- Calefacción ambiental del local (piscinas)
- Abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria (ACS)
- Demanda energética de mantenimiento de las piscinas: durante la noche, las piscinas climatizadas, presentan también una demanda energética para evitar su enfriamiento.
- Compensación de pérdidas de la instalación:
  - Evaporación del agua del vaso
  - Radiación de calor por diferencias de temperatura
  - Convección de calor entre agua y aire
  - Transmisión de calor del agua del vaso
  - Renovación del agua del vaso
- Calefacción ambiental del centro social
- Calefacción ambiental del polideportivo

Previamente al cálculo de demanda se realiza una estimación de las horas de funcionamiento al mes en dos regímenes de funcionamiento diferentes:

- En servicio: Comprende de Lunes a Sábado de 08:00 a 24:00, Domingos y festivos de 09:00 a 14:00, (excepto Agosto que sólo estaría en servicio el Sábado de 09:00 a 14:00)

- En mantenimiento: Comprende de Lunes a Sábado de 00:00 a 08:00, Domingos y festivos de 14:00 a 08:00, (excepto Agosto que estaría en régimen de mantenimiento el Sábado desde las 14:00 hasta el lunes a las 08:00)

Como resultado se estimas las siguientes horas de funcionamiento para cada uno de los regímenes:

Mes	Horas/día				Nº días/mes				Horas Totales
	Lunes a Viernes	Sábados	Domingos	Festivos	Lunes a Sábado	Sábados	Domingos	Festivos	
Abril	16	16	5	5	19	4	5	2	403
Mayo	16	16	5	5	20	5	4	2	430
Junio	16	16	5	5	21	5	4	0	436
Julio	16	16	5	5	21	4	5	1	430
Agosto	16	5	0	0	22	4	4	1	372
Septiembre	16	16	5	5	20	5	5	0	425
Octubre	16	16	5	5	22	4	4	1	441
Noviembre	16	16	5	5	21	4	4	1	425
Diciembre	16	16	5	5	18	5	5	3	408
Enero	16	16	5	5	22	4	4	1	441
Febrero	16	16	5	5	19	4	4	1	393
Marzo	16	16	5	5	20	5	5	1	430



Mes	Horas/día				Nº días/mes				Horas Totales
	Lunes a Viernes	Sábados	Domingos	Festivos	Lunes a Sábado	Sábados	Domingos	Festivos	
Abril	8	8	19	19	19	4	5	2	317
Mayo	8	8	19	19	20	5	4	2	314
Junio	8	8	19	19	21	5	4	0	284
Julio	8	8	19	19	21	4	5	1	314
Agosto	8	19	24	24	22	4	4	1	372
Septiembre	8	8	19	19	20	5	5	0	295
Octubre	8	8	19	19	22	4	4	1	303
Noviembre	8	8	19	19	21	4	4	1	295
Diciembre	8	8	19	19	18	5	5	3	336
Enero	8	8	19	19	22	4	4	1	303
Febrero	8	8	19	19	19	4	4	1	279
Marzo	8	8	19	19	20	5	5	1	314

Se realiza el cálculo de la demanda de energía térmica basándose en software comercial Sedical S.A. y en el apartado de cálculos justificativos se anexan los datos de partida introducidos y los resultados obtenidos detalladamente.

A continuación, se muestran las tablas resumen de demanda de energía térmica que presenta el centro deportivo para cada régimen de funcionamiento:

En servicio:

Mes	Horas Totales/mes	P. mtto baño (kW)	Potencia ACS	P. climatización (kW)	P. total funcionamiento (kW)	Potencia demanda total(kW)
Abril	403	110,58	244	183,16	<b>537,74</b>	<b>216.709,22</b>
Mayo	430	108,66	238	166,3	<b>512,96</b>	<b>220.572,80</b>
Junio	436	106,73	233	152,1	<b>491,83</b>	<b>214.437,88</b>
Julio	430	102,88	223	128,14	<b>454,02</b>	<b>195.228,60</b>
Agosto	372	102,88	223	123,71	<b>449,59</b>	<b>167.247,48</b>
Septiembre	425	104,8	228	132,58	<b>465,38</b>	<b>197.786,50</b>
Octubre	441	106,73	233	155,65	<b>495,38</b>	<b>218.462,58</b>
Noviembre	425	110,58	244	178,73	<b>533,31</b>	<b>226.656,75</b>
Diciembre	408	112,51	249	196,47	<b>557,98</b>	<b>227.655,84</b>
Enero	441	114,44	245	201,8	<b>561,24</b>	<b>247.506,84</b>
Febrero	393	114,44	245	197,36	<b>556,8</b>	<b>218.822,40</b>
Marzo	430	112,51	249	190,26	<b>551,77</b>	<b>237.261,10</b>
					<b>Total anual</b>	<b>2.588.347,99</b>

Tabla 4: Demanda de calor estimada durante la apertura del centro de ocio durante un año

En Mantenimiento:

Mes	Horas Totales/mes	P. mtto durante la noche (kW)	Potencia demanda total(kW)
Abril	317	94,7	30.019,90
Mayo	314	92,77	29.129,78
Junio	284	90,85	25.801,40
Julio	314	86,99	27.314,86
Agosto	372	86,99	32.360,28
Septiembre	295	88,92	26.231,40
Octubre	303	90,85	27.527,55
Noviembre	295	94,7	27.936,50
Diciembre	336	96,63	32.467,68
Enero	303	98,55	29.860,65
Febrero	279	98,55	27.495,45
Marzo	314	96,63	30.341,82
		<b>Total anual</b>	<b>346.487,27</b>

Tabla 5: Demanda de energía térmica actual estimada para mantenimiento de calor en piscinas durante la noche, durante un año

#### 4.6 Demanda eléctrica del centro deportivo

La potencia instalada en el polideportivo, piscina y Centro Social es de 432 kW.

La utilización media en horas de funcionamiento de la cogeneración (hora punta: 0:00h a 24:00h) es de:

Alumbrado público:	4	horas/día
Fuente:	16	horas/día
Centro Social:	8	horas/día
Piscina y Polideportivo:	8,6	horas/día

Con lo que la energía eléctrica demandada por el conjunto de instalaciones en horas punta se estima en: 1.326.994 kWh/año.

La demanda eléctrica en horas valle es de: 204.400 kWh/año

Con un precio medio de compra de 7,59415 c€/kWh, el coste total es de:

$$(1.326.994 + 204.400) \times \frac{7,59415}{100} = 116.296,35\text{€/año}$$

#### 4.6.1 Autoconsumo eléctrico en el complejo deportivo

La planta de cogeneración hará frente a la demanda eléctrica de las instalaciones del complejo deportivo.

La planta de cogeneración trabajará 16 horas al día de 08 h. a 24 h., con lo que no cubrirá la demanda en horas valle. La energía consumida en hora punta será suministrada por el grupo motor-alternador durante 50 semanas al año, con lo que el porcentaje autoconsumido en horas punta es el  $50/52 = 96'2\%$ .

Periodo horario	Demanda (kWh/año)	Autoconsumo (kWh/año)
Punta	1.326.994	1.275.956
Valle	204.000	0

El autoconsumo será entonces de 1.275.956 kWh/año.

#### **4.6.2 Autoconsumo eléctrico en la planta de cogeneración**

Las instalaciones de la planta de cogeneración y periféricos tienen un consumo eléctrico del 2'5% de la energía eléctrica en bornes del alternador; esto es, en cómputo anual:

$$4.662.640 \times 2,5\% = 116.566 \text{ kWh/año}$$

#### **4.6.3 Descripción de la maquinaria e instalaciones de climatización existentes**

Para la producción del agua caliente requerida para la calefacción de las salas del edificio y de las piscinas climatizadas, así como para el abastecimiento de agua caliente sanitaria, el centro deportivo cuenta actualmente con dos calderas marca ROCA CPA-600, con una potencia útil de 650 kW.

## **5 DEFINICIÓN DE LA INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN**

### **5.1 Planta de cogeneración. Central de producción de energía**

La planta de cogeneración objeto del proyecto, cubrirá la práctica totalidad de la demanda térmica que presenta el centro deportivo, a excepción del periodo nocturno denominado en este proyecto como periodo de mantenimiento que será cubierto con las calderas existentes, en forma de agua caliente para la calefacción de las piscinas climatizadas, calefacción y el abastecimiento del agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de la energía térmica procedente de los gases de escape y del circuito de refrigeración del motor.

Igualmente, la planta generará energía eléctrica que se verterá a la red.

### **5.2 Descripción de la planta**

Se trata de un grupo de cogeneración, a gas natural, con recuperación de calor en los gases de escape, fabricados por 2G Bio-Energetechnik Ibérica y que consta de:

- Un grupo motor-generator de gas natural de 1.500 r.p.m. y 835 kW.
- Un sistema de refrigeración del circuito de baja temperatura del motor en base a un refrigerador.
- Un sistema de refrigeración del circuito de alta temperatura del motor en base a un recuperador de calor de placas agua/agua, para el aprovechamiento de la energía térmica en forma de agua caliente, en serie con este un aerorefrigerador para la refrigeración de emergencia del circuito cuando no exista demanda suficiente de calor en el complejo deportivo y centro social.
- Un recuperador de calor de los gases de escape para la producción de agua caliente, que aprovecha la energía térmica de los gases de escape a la salida del motor y antes de la evacuación a la atmósfera.

- Todos los sistemas y equipos accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de la planta de cogeneración.

Datos principales:

Datos técnicos				
		Plena carga	Carga parcial	
Poder calorífico inferior del gas (PCI)	kWh/Nm <sup>3</sup>	9,5		
		100%	75%	50%
Energía invertida	kW	2.089	1.610	1.131
Caudal de gas	Nm <sup>3</sup> /h	220	169	119
Potencia mecánica	kW	861	646	431
Potencia eléctrica	kW el.	835	625	414
Potencia térmica aprovechable				
1º Etapa del intercooler	kW	138	60	6
Aceite	kW	99	79	66
Agua de camisas	kW	292	272	223
Gases de escape hasta 120 ° C	kW	457	358	256
Total energía termica aprovechable	kW	986	769	551
Potencia total suministrada	kW	1.821	1.395	965

Tabla 6: Datos principales planta de cogeneración

### 5.2.1 Motor

La planta dispondrá de un motor, ciclo OTTO, turboalimentado, utilizando como combustible gas natural, acoplado a un generador, montados sobre bancada metálica común, acoplamientos antivibratorios.

Las características principales de este motor son las siguientes:

El grupo motor seleccionado es el JGS 316 C 25 limitado a 835 kW eléctricos, de la marca JENBACHER o similar, con las siguientes especificaciones:

Fabricante		Ge Jenbacher
Tipo de motor		J 316 GS- C05
Funcionamiento		4-Tiempos
Configuración		V 70°
Número de cilindros		16
Taladro	mm	135
Carrera	mm	170
Cilindrada	L	38,93
Velocidad nominal	rpm	1500
Velocidad media del pistón	m/s	8,5
Longitud	mm	2.852
Anchura	mm	1.457
Altura	mm	1.800
Peso en seco (motor)	kg	4.000
Peso total listo para funcionar	kg	4.490
Momento de inercia del motor	kgm <sup>2</sup>	9
Sentido de rotación (mirando al volante)		left
Brida del volante de inercia		SAE 18"
Radiointerferencia según VDE 0875		N
Potencia del arrancador	kW	7
Voltaje del arrancador	V	24

Tabla 7: Especificaciones grupo motor JGS 316 C 2 de JENBACHER

### 5.2.2 Alternador

Alternador síncrono trifásico autorregulado de polos interiores y rotor de polos salientes, regulador de voltaje con regulador de  $\cos\phi$  alimentados por la excitatriz auxiliar de imanes permanentes.

Las características principales de este alternador son las siguientes:

Fabricante		STAMFORD
Tipo		PE 734 C2
Potencia tipo	kVA	1.315
Potencia en le eje	kW	861
Potencia efectiva nominal con $\cos \phi=1,0$	kW	835
Potencia efectiva nominal con $\cos \phi=0,8$	kW	828
Potencia aparente nominal con $\cos \phi= 0,8$	kVA	1.035
Intensidad nominal con $\cos \phi= 0,8$	A	1.494
Frecuencia	Hz	50
Voltaje	V	400
Número de revoluciones	rpm	1.500
Número de revoluciones de embalamiento	rpm	2.250
Factor de potencia		0,8-1,0
Rendimiento con $\cos \phi=1,0$	%	97,00%
Rendimiento con $\cos \phi=0,8$	%	96,20%
Momento de inercia del motor	kgm <sup>2</sup>	36,33
Peso	kg	2.967
Radiointerferencia según VDE 0875		N
Construcción		B3/B14
Clase de protección		IP23
Clase de aislamiento		H
calentamiento ( a potencia nominal)		F
Temperatura ambiente máxima		40
Coefficiente de distorsión en vacío entre fase y neutro		1,5

Tabla 8: Datos Técnicos del alternador

Cumplen las siguientes normas:

- Regulación de coseno de  $\phi$  en condición de acoplado a red
- Módulo de regulación de tensión funcionando en isla
- Módulo de igualación de tensiones generador-red antes del acoplamiento.

### 5.2.3 Sistema de arranque del motor

La puesta en marcha del motor se le encomienda a un motor de arranque eléctrico con una potencia de 7 kW que trabaja con corriente continua a 24 V, que será proporcionada por un juego de baterías de tipo seco a la tensión de 24 V de las siguientes características:

Baterías de 12 células de plomo, (según DIN 72311) con carcasa, terminales y verificadores de acidez



Alimentación	3x320-550, 47-63 Hz
Potencia absorbida máx	1060 W
Tensión nominal	24 V
Rango de ajuste	24 a 28,8 V
Corriente nominal	40 A
Dimensiones	240 x125x125 mm
Grado de protección	IP 20 según IEC 529
Temperatura de servicio	0 °C-60 °C
Clase de protección	1
Clase de humedad	3K3, sin condensación
Refrigeración natural por aire	
Normas	UL/cUL(UL508/CSA22.2)

Tabla 9: Datos técnicos módulo de baterías

#### 5.2.4 Calentador eléctrico del agua de camisas

Integrado en el circuito de agua de camisas hay un calentador eléctrico consistente en resistencia de calentamiento y bomba de circulación del agua que mantiene la temperatura entre 56°C y los 60°C, para un arranque inmediato del motor, del agua de camisas cuando el motor permanece parado. Estas resistencias se desconectan con el motor en marcha.

#### 5.2.5 Sistema de admisión

El aire de admisión entra en el motor a través de los filtros de aire, compuestos de elementos de papel seco acondicionados para atmósfera limpia. Existe un indicador de servicio de filtros que indica, mediante medida de presión diferencial antes y después del filtro, el momento de cambio del mismo. Además, el control electrónico del grupo toma medida de esta pérdida de carga para determinar si fuere necesario el ajuste de potencia adecuado. Tras su paso por el filtro, el aire entra en el compresor de grupo turbocompresor, accionado por la energía de los gases de escape. De aquí pasa al postenfriador de aire dónde se refrigera con agua para optimizar sus condiciones de entrada en los cilindros. Esta entrada se realiza a través de un colector de aire de bancada de cilindros.

El caudal de aire necesario para la admisión y correcta combustión del combustible al 100% de carga es de 3344 Nm<sup>3</sup>/h.

El sistema consta básicamente de:

- Prefiltro
- Filtro limpiador a base de elementos de papel seco acondicionados para atmósfera limpia, capaces de eliminar hasta un 99,5% de las partículas en suspensión
- Turboalimentador accionado por los gases de escape.
- Enfriador de aire de carga.

### **5.2.6 Sistema de lubricación**

#### Sistema de lubricación del motor

El aceite lubricante es aspirado por la bomba de aceite desde el cárter a través de una campana de succión que dispone de un filtro tipo colador. El cárter monta una válvula de seguridad para evitar un exceso de presión debido a los gases. Dispone también de un venteo en forma de orificio con conexión para tubería de evacuación a la atmósfera.

Tras su paso por la bomba, el aceite lubricante es enfriado en un intercambiador agua/aceite que dispone de una válvula que deriva el caudal de aceite en caso de una excesiva pérdida de carga en el enfriador. De aquí, entra en el filtro de aceite para su purificación. El filtro también dispone de una válvula de derivación que entra en funcionamiento si los cartuchos se obturan.

El aceite entra en el bloque a través de unas galerías en las que existen válvulas de prioridad, para asegurar la lubricación de los turbocompresores en el arranque. La lubricación de los cilindros se lleva a cabo mediante unos inyectores de chorro al interior de los mismos, que a través de la ranura del aro de compresión lubrica las paredes de las camisas, por las que vuelve al cárter cerrando el ciclo.

Para mantener constante el nivel de aceite en el cárter durante el funcionamiento del grupo se dispone de un regulador de nivel con un dispositivo de boya de accionamiento por gravedad. Este dispositivo cuenta con una alarma de mínimo nivel.

El sistema consta básicamente de:

- Cárter de aceite.
- Enfriador de aceite.
- Filtros de aceite.
- Válvula de seguridad del cárter.
- Bomba de engranajes accionada por el propio motor para engrase del mismo, con tres piñones. Dispone de válvula de alivio para mantener constante la presión en la salida de la bomba.
- Conducto y tuberías de lubricación.
- Sistema de parada ante exceso o defecto de nivel de aceite.

### **5.2.7 Sistema de combustible**

El motor está diseñado para funcionar con GAS NATURAL.

El GAS NATURAL será seco, es decir, exento de hidrocarburos pesados líquidos (butano, propano), con un número mínimo de metano requerido de 70, con un poder calorífico inferior (PCI) no inferior a 8.640 kCal/Nm<sup>3</sup>.

El sistema de combustible, se compone de los siguientes elementos:

#### **Rampa de Gas**

La rampa de gas permite aportar el caudal de gas necesario para que el motor desarrolle la potencia deseada.

Ésta será de DN65 PN16 incluyendo soporte, para montaje en las proximidades de la entrada de gas del motor. Compuesta por:

- Bridas de entrada y salida DN65 PN16 DIN 2633.
- Válvula de bola de accionamiento manual.
- Filtro tipo cesta con malla filtrante de 1 µm, con válvula de purga (3/4") incorporada, para conectar dicha purga con el sistema del venteo.
- Manómetros con válvula pulsadora. 0-600 mbar.
- Doble electroválvula de apertura lenta y cierre rápido. 24 Vcc.
- Válvula de control de estanqueidad. 24 Vcc.
- Presostatos de máxima y mínima presión.

### **Conexión flexible**

De acero corrugado con camisas telescópicas interiores de 150 mm de longitud, acabada en brida DN80, PN16 DIN 2502 para conexión situada a la entrada de gas del motor.

### **Sistema de control lambda de lazo abierto**

El motor a instalar de colector seco incorpora un sistema de control de la relación aire/combustible de lazo abierto que facilita el funcionamiento estable y controla las emisiones en cualquier situación de presión y temperatura de aire o gas. Se compone de:

#### **Módulo electrónico de control**

##### **Sensores**

Sensores de temperatura de aire PT-100 tras los filtros de aire de admisión.

Sensores de temperatura de gas PT-100 a la entrada al motor.

Sensores de temperatura PT-100 en el colector de admisión.

Sensor de presión en el colector de admisión,

##### **Regulador de gas**

Regulador de diafragma con compensación de presión interna y externa. Apto para aire y gases no agresivos (máximo contenido en ácido sulfhídrico 0'1%). Regula el caudal de gas igualando la presión de alimentación a la del aire de admisión.

Especificación técnica:

- Consumo de combustible PCI: 2.089 kW (100% de la carga)
- Límites de presión del gas suministrado: 80 – 200 mbar.
- Oscilaciones permitidas en la presión del gas combustible :  $\pm 10\%$
- Velocidad máx. admisible para variaciones de la presión de gas: 10 mbar/sec

## 5.2.8 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración del grupo consta básicamente de.:

- Tuberías de agua de refrigeración.
- Válvulas termostáticas de regulación de temperatura de los circuitos de camisas y aire de postenfriador.
- Bombas de agua para los circuitos de camisas y aire de postenfriador.
- Tanque de expansión.
- Aerorefrigeradores de los circuitos de refrigeración de baja emisión acústica.

El sistema de refrigeración del grupo motor-generador se compone de dos circuitos independientes.: el circuito de refrigeración de HT y el circuito de refrigeración del LT.

### 5.2.8.1 Refrigeración del circuito de alta temperatura

El refrigerante, compuesto de agua, anticongelante a base de glicol y anticorrosivo, entra en el circuito de camisas y aceite de lubricación a través de una bomba, se dirige el caudal al interior del bloque, dónde refrigera las camisas de los cilindros, el bloque del motor y el aceite.

La salida del motor se realiza a través de una caja de termostatos, que derivan el refrigerante a la aspiración de la bomba en caso de baja temperatura del mismo, o lo envían al equipo de aprovechamiento constituido por intercambiador de calor de placas para aprovechamiento en calefacción/ACS.

Para realizar la refrigeración de emergencia del circuito en caso de baja demanda térmica de los circuitos de aprovechamiento, se dispondrá de un aerorefrigerador, en serie con el intercambiador de placas, de las siguientes características:

Temperatura entrada aerorefrigerador:	80,7°C
Temperatura salida aerorefrigerador:	70°C
Potencia térmica a disipar:	529 kW.
Caudal:	42,3 m <sup>3</sup> /h.

El refrigerante, tras su paso por estos equipos, retorna a la aspiración de la bomba completando así el ciclo.

### **5.2.8.2 Refrigeración del circuito de baja temperatura**

El refrigerante, de la misma composición que el del circuito de camisas y aceite, entra al sistema a través de una bomba centrífuga desde dónde se envía directamente a un intercambiador de calor de tipo tubular para refrigerar el aire de admisión procedente de los turbocompresores. El refrigerante calentado se dirige a una válvula termostática que deriva el agua a la aspiración de la bomba en caso de baja temperatura de refrigerante, o al equipo de refrigeración constituido por el aerorefrigerador de las siguientes características:

- Temperatura de entrada en el aerorefrigerador.: 43°C.
- Temperatura de salida del aerorefrigerador.: 40°C.
- Potencia térmica a disipar.: 47 kW.
- Caudal con 37% de Glicol: 15 m<sup>3</sup>/h.

La presión necesaria en el sistema y en la aspiración de la bomba se mantiene mediante la disposición de un tanque de expansión, que se encarga además de absorber las dilataciones del agua por efecto de la temperatura.

En la parte más alta del circuito se situará una válvula de purga.

### **5.2.8.3 Refrigeración del generador**

El generador del grupo electrógeno dispone de un ventilador acoplado al rotor que se encarga de conducir el aire desde una rejilla de entrada del mismo situada en la parte trasera del generador hasta otra rejilla, de salida, en la parte delantera del mismo. La potencia térmica a refrigerar en el generador es de 21 kW.

## **5.2.9 Circuito de gases de escape**

Tras el proceso de combustión del combustible y el comburente en el motor, los gases de escape salen de la cámara de combustión a través de dos colectores (uno por cada línea de cilindros) hacia los turbocompresores, en dónde ceden parte de su energía en el accionamiento de las turbinas de los mismos. Desde

aquí son dirigidos hacia el silencioso de escape y de este al elemento de recuperación de calor y a la chimenea de evacuación. Este circuito está construido a base de chapas de acero inoxidable AISI 304, formando canalizaciones cilíndricas. Para compensar dilataciones se dispondrán dilatadores con fuelle de acero, dispuestos al final de los tramos rectos de las canalizaciones

#### **5.2.9.1 Silenciosos de escape**

Procedentes del motor los gases entran en un silenciador de las siguientes características:

- Marca STOPSON o similar
- Nivel sonoro: 65 dB(A) a una distancia de 10 m (nivel sonoro de la superficie de medida según DIN 45635)
- Pérdida de carga 100 mmca.
- Fijación al conducto por bridas.

Los gases de escape del motor a la salida del silenciador son conducidos a la chimenea mediante una válvula de by-pass, de tres vías, que previamente los enviará, bien al recuperador pirotubular para aprovechamiento o bien directamente a la atmósfera para su evacuación. Los gases de escape de las calderas de apoyo serán conducidos directamente a la atmósfera.

#### **5.2.9.2 Distribuidor de gases**

El conjunto del distribuidor es de ejecución mecano soldada, formada por una carcasa cilíndrica en forma de “T”, diseñada para soportar todos los esfuerzos dinámicos y estáticos propios de su funcionamiento. Además, aloja todo el conjunto de piezas que componen el mecanismo de cierre.

Las tres vías de la carcasa disponen de bridas de acoplamiento a conducto, dilatadores, etc.

El elemento de cierre está formado por dos discos cilíndricos (mariposas) que basculan sobre dos ejes de cojinetes de articulación montados sobre consolas soporte en la propia carcasa y distanciadas para alta temperatura.

La hermeticidad del disco mariposa se consigue mediante unos perfiles de tope formados por ángulos curvados sobre los que se apoya todo el perímetro del disco.

Los dos discos (mariposas) están solidariamente enclavados mediante un mecanismo de bielas con rótulas en sus extremos, de manera que el movimiento de cualquiera de ellos actúe sobre el otro y que el movimiento primario de accionamiento pueda ser lineal o giratorio.

La maniobra de apertura y cierre se efectúa mediante motor eléctrico, y la acción será TODO/NADA.

Para la señalización se instalarán un conjunto de finales de carrera ajustable a posiciones finales.

### **5.3 Recuperación de la energía térmica**

#### **5.3.1 Circuito de alta temperatura**

Del circuito de refrigeración de camisas y mediante un intercambiador de calor de placas agua/agua, produciremos agua caliente que será utilizada para las demandas de calor tanto para calefacción como para ACS de las instalaciones.

Las características principales del intercambiador son:

Temperatura agua salida motor.:	90°C
Temperatura agua entrada motor.:	75° C
Temperatura agua entrada intercambiador.:	70°C
Temperatura agua salida intercambiador.:	80,7°C
Potencia térmica del intercambiador.:	529 kW

#### **5.3.2 Circuito gases de escape**

Para la recuperación de la energía térmica de los gases de escape a la salida del motor, se instalará un cambiador de calor gases/agua pirotubular de la marca



PRODINCO ó similar, construidas para aplicaciones de recuperación del calor contenido en los gases de escape de motores de combustión interna alternativos funcionando con gas natural, y soportar elevadas temperaturas así como flujo pulsante de gases.

Está formado por un paquete multitubular recto de tubos lisos sujetos sobre placas de montaje (en acero inoxidable), todo ello dentro de una virola cilíndrica dotada de deflectores especialmente diseñados para flujo de gases pulsante. Lo completan dos cabezales con conexión de entrada y salida de gases orientables y de configuración recta o en ángulo. Dispone de compensador de dilatación en el cuerpo.

Las características constructivas principales son:

- Tubos, placas, soporte, compensador y plenum de entrada en acero inoxidable AISI 316, virola y plenum de entrada de gases en acero al carbono.
- Presión de diseño 50 mbar y 10 bar para el lado de gases y lado de agua respectivamente.
- Aislamiento térmico en manta P.V. de alta densidad, con espesores de 50 mm en la virola y 80 mm en los cabezales, protegido con chapa de aluminio.
- Regulación y seguridades.: Termostato doble de trabajo y seguridad, válvula de seguridad, termómetros, purgas de condensación y presostato de presión diferencial.

Las características técnicas principales son las siguientes (régimen de carga del motor al 100%):

Calor recuperado	457 kW.
Caudal volumétrico de gases (húmedo)	3.538 Nm <sup>3</sup> /h
Caudal másico de gases (húmedo)	4.473 kg/h
Temperatura de entrada de gases	447 °C
Temperatura de salida de gases	120 °C

---

Caudal de agua	42,3 m <sup>3</sup> /h
Temperatura de entrada del agua	80,7 °C
Temperatura de salida de agua	90 °C
Presión de diseño	10 bar
Presión de prueba	15 bar

## 5.4 Sala de calderas

La construcción de la sala de calderas se realizara conforme a la legislación

Vigente. **(No será objeto de estudio de este proyecto)**

### 5.4.1 Ventilación sala del motor

Para la ventilación de la sala del motor y la admisión de aire de combustión del motor se ha previsto la instalación de dos ventiladores, cuyo cálculo se realiza según la formula recogida en el RITE, I.T.1.3.4.1.2.7. Irán instalados en el interior de la sala del motor, en la zona superior de la pared, apuntando al generador; la salida de aire se encuentra al otro extremo de la sala.

$$Q = 20 \times A + 2 \times P$$

Q= caudal en m<sup>3</sup>/h

A=superficie local en m<sup>2</sup>

P=Potencia calorífica nominal en kW

### 5.4.2 Iluminación sala de maquinas

El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de maquinas será, como mínimo de 200 Lux

Las luminarias y tomas de corriente tendrán como mínimo un grado de protección IP55.

RITE, I.T.1.3.4.1.2.2

### **5.4.3 Sistema contra incendios**

#### **5.4.3.1 Extintores**

Tendrán una eficacia mínima de 89B y estarán colocados:

- Uno en el exterior, lo más próximo al acceso al local.
- En el interior se colocará como mínimo 1 cada 15 m de recorrido real.

#### **5.4.3.2 Detectores de gas**

En la sala de maquinas con generadores de calor a gas se instalará un sistema de detección de fugas y corte de gas.

Se instalará un detector de gas por cada 25 m<sup>2</sup> de superficie de la sala, con un mínimo de dos, ubicándolo en las proximidades de motor alimentado por gas.

Los detectores de fugas de gas deberán actuar antes de que alcance el 50% del límite inferior de explosividad del gas combustible utilizado, activando el sistema de corte de suministro de gas a la sala, y para salas con ventilación mecánica, activando el sistema de extracción.

### **5.5 Interconexión eléctrica**

La evacuación eléctrica de la instalación de cogeneración, se realizará mediante una línea aérea trifásica, desde el grupo de cogeneración hasta el centro de transformación, formado por una terna de cables unipolares, distribuidos en bandeja, sin contacto entre ellos, de aluminio y cubierta de polietileno reticulado y de PVC designación UNE RVK 0'6/1 KV.

#### **5.5.1 Calculo de la sección del conductor**

Para determinar la sección de los cables se utilizarán tres criterios de calculo diferentes y se adoptará la sección del método que implique un requerimiento de mayor sección:

- Caída de tensión
- Densidad de corriente

### 5.5.1.1 Caída de tensión

Es el criterio mediante el cual se especifica que la variación de tensión entre el generador y el receptor no debe superar un valor determinado, con el fin de que el receptor funcione a la tensión adecuada, calculando la sección que como mínimo ha de tener el conductor.

Los valores de caída de tensión máxima permitida se expresan en % respecto del valor de la tensión nominal. Se admiten habitualmente los siguientes valores máximos:

Las líneas de distribución de Media Tensión 1 al 7 %

En derivaciones para alumbrado: 3%

En derivaciones para máquinas y B.T 0,5 al 1 %

Utilizando el modelo de línea trifásica resistiva pura que se conecta una carga inductiva, la caída de tensión viene representada por la siguiente fórmula:

$$\Delta V\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot \rho \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{s \cdot U}$$

Por lo tanto, despejando la sección menor del conductor queda tal que así:

$$s \geq \frac{100 \cdot \rho \cdot l \cdot P}{\Delta V\%_{max} \cdot U^2}$$

Siendo  $\rho$  la resistividad del cable en cuestión, en este caso, la resistividad del Aluminio ( $\rho = \frac{1}{35}$ ), l: la longitud del cable, 30 metros, P: la potencia generada en este caso por el grupo de la planta de cogeneración 835 kW, U: la tensión menor en el tramo de estudio, es decir, la tensión de generación eléctrica del generador del grupo de cogeneración, 400 V, y  $\Delta V$ : la caída de tensión en el tramo de estudio, la más restrictiva del 1%.

$$s \geq \frac{100 \cdot \frac{1}{35} \cdot 30 \cdot 835 \cdot 10^3}{1 \cdot 400^2} = 447 \text{ mm}^2$$

por lo que la sección normalizada, considerando una pareja de cables, más próxima por encima corresponde a:

$$2 \cdot 240 \text{ mm}^2 = 480 \text{ mm}^2$$

### 5.5.1.2 Densidad de corriente

Es el criterio, mediante el cual, se define una sección para que el calentamiento del conductor, no supere unos valores determinados que perjudiquen el aislamiento del mismo.

Primero se debe de calcular la intensidad unitaria que recorrerá el conductor. Para ello, se utiliza la fórmula de cálculo de intensidad, en una línea trifásica:

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo  $S_T$  la potencia aparente del generador del grupo de cogeneración y  $U$ : la tensión menor en el tramo de estudio, es decir, la tensión de generación eléctrica del generador del grupo de cogeneración, 400 V.

Para obtener el valor de potencia aparente, se utilizará la fórmula siguiente,

con un valor de  $P$ : Potencia activa de 835 kW y un factor de carga medio  $\cos\phi$  de 0,8

$$S_T = \frac{P}{\cos\phi}$$

Sustituyendo los valores de estudio correspondientes en la fórmula anterior, se obtiene un valor de potencia aparente en la instalación de

$$S_T = \frac{835 \text{ kW}}{0,8} = 1043,75 \text{ kVA}$$

Así pues, se obtiene un valor de intensidad en el conductor trifásico de

$$I_T = \frac{1043,75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1506,52 \text{ A}$$

Por lo que, dividiendo el valor anterior por tres, se obtiene el valor de intensidad unitaria nominal en el conductor monofásico:

$$I_{Tunitaria} = \frac{1506,52}{3} = 502,17 \text{ A}$$

Llegado a este punto, se deben considerar los efectos que pueden influir en el valor de la intensidad unitaria nominal en el conductor monofásico, calculada anteriormente:

Disposición de los conductores en la línea. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el factor corrector, debido a una disposición de conductores separados sobre bandeja continua es de 0,85 (FC2=0,85)

Efecto térmico. Se considera que se puede alcanzar una temperatura ambiente de 45 °C, por lo que, siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el factor corrector, debido a esa temperatura es de 0,95 (FC2=0,95)

Teniendo en cuenta dichos factores correctores, se obtiene el valor de intensidad unitaria en el conductor de la instalación:

$$I_T = \frac{I_{Tunitaria}}{F_{c1} \cdot F_{c2}} = \frac{502,17}{0,85 \cdot 0,90} = 656,43 \text{ A}$$

El valor mínima de la sección del conductor, siguiendo este criterio, viene dada por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, para cables unipolares separados y montados sobre bandeja la intensidad máxima admisible para la sección de 240 mm<sup>2</sup> es de 447 A por lo que es necesario 2 · 240mm<sup>2</sup>

### 5.5.2 Cuadros eléctricos

Para alojar los elementos de B.T. correspondiente a los distintos servicios de la instalación se equipará ésta con los siguientes cuadros:

- Un cuadro de protecciones interconexión constituido por un armario metálico de 2.000 alto x 600 de ancho x 600 de fondo ubicado en el centro de transformación.
- Un cuadro general de B.T. constituido por dos armarios metálicos 2.000 de alto x 800 de ancho por 600 de fondo ubicado en el centro de transformación y en el cual se instalarán los interruptores automáticos de protección para los circuitos que alimentan el complejo deportivo, las restantes instalaciones anexas y la propia planta de cogeneración.
- Un cuadro de control y protección de la cogeneración y los servicios periféricos asociados, el cual irá alojado en una sala de control destinado

expresamente a tal fin, ubicada al lado de la sala de máquinas tal como se indica en los planos correspondientes.

Los armarios serán modulares serie OLN marca HIMEL o calidad superior.

Dispondrá de puertas frontales con cierres rápidos de seguridad.

El acabado será a base de doble capa de imprimación anticorrosiva y pintura de poliéster-epoxi, secado al horno.

El cableado interior se realizará con conductor unipolar de cobre flexible, aislamiento de PVC, designación UNE H07V-K con los colores normalizados según normativa vigente.

Los conductores irán alojados en canaleta de PVC M1 y debidamente identificados mediante señalizadores alfanuméricos tipo UNEX ó similar, de acuerdo con los esquemas de montaje.

Asimismo irán debidamente identificados los distintos elementos de medida, control y maniobra, mediante rótulos realizados en metacrilato grabados en relieve con los textos identificativos que figuran en los esquemas de montaje.

Las conexiones se realizarán con terminales preaislados adecuados a la sección y tipo de conector de cada elemento.

Las puertas de los paneles se unirán a la barra general de tierra del cuadro, mediante trenza de cobre flexible con una sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>.

### **5.5.3 Canalizaciones de B.T.**

Las líneas de B.T. para interconexión del generador de la cogeneración, se realizarán en conductores de aluminio, los servicios auxiliares, se realizarán en conductor de cobre flexible con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC designación UNE RVK 0'6/1 KV con las secciones adecuadas para cada circuito según se indica en los esquemas correspondientes.

Los conductores para circuitos de medida, control y protección, serán multipolares de cobre flexible con aislamiento y cubierta de PVC, designación UNE VV-K 0'6/1 KV, con la sección y número de conductores que se indican en los planos de montaje.

Los conductores de potencia, irán por canalizaciones independientes de los circuitos de control.

Las canalizaciones se realizarán en bandeja de PVC M1, canalizaciones registrables en obra de fábrica y tubos de acero rígido o flexible según lo más conveniente para cada caso en función del trazado, número de conductores y riesgo de daños mecánicos previsibles en la zona por dónde discurre la canalización.

Todos los circuitos irán protegidos de forma independiente por interruptores automáticos magnetotérmicos del calibre adecuado a la potencia del circuito y la sección a proteger.

Asimismo se instalarán en cada circuito, interruptores diferenciales de 30 mA para los circuitos de alumbrado y 300 mA para circuitos de fuerza.

Todas las carcasas y herrajes susceptibles de ponerse en tensión por avería ó circunstancias externas, serán conectados a la red general de tierras mediante conductor de la sección adecuada según MIBT.021

#### **5.5.4 Puesta a tierra de la instalación**

Se conectarán a la red de tierra existente todos los elementos metálicos que no estén normalmente en tensión, pero que puedan estarlo por causa de avería o circunstancias externas.

La instalación dispone de tres sistemas de puesta a tierra independientes y suficientemente separados para evitar que se transfieran tensiones inducidas entre ellos.

- a) Puesta a tierra de servicio para neutros de transformadores.
- b) Puesta a tierra de baja tensión para herrajes y carcasas de B.T. que se unirá a la red de puesta a tierra de la estructura del edificio



Dispondrá de una arqueta con borne seccionable para comprobación periódica de la resistencia de puesta a tierra según recomendación UNESA 65001

## **5.6 Circuito para conexión con la instalación actual**

El agua caliente generada con la planta de cogeneración se conducirá mediante tuberías de acero inoxidable aislados por lana de roca en el caso de agua caliente y por caucho expandido, para el agua fría cubiertos por chapa fina.

Se ha proyectado una línea de agua caliente, desde la salida de la caldera de recuperación de gases hasta el conducto donde las calderas que presenta el centro deportivo evacuan el agua caliente generada, lo cual, se muestra en planos.

## **5.7 Medidas correctoras**

Una central de cogeneración con motor Otto a Gas Natural figura en el reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, como Molesta ref. 511-14 “Centrales Termoeléctrica diesel y a gas”, a causa de la posible producción de ruidos y gases.

Figura asimismo, como actividad peligrosa bajo el aspecto de las actividades relacionadas con la manipulación y almacenamiento de combustibles.

En la instalación se aplicarán todas las medidas necesarias para eliminar ó minimizar las molestias ó riesgos a que pudiese dar lugar la instalación.

### **5.7.1 Contaminación atmosférica**

La planta de cogeneración se encuadra dentro del grupo B del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, del Anexo II del Decreto 833/1975 de 6 de Febrero.

En el Anexo IV del citado Decreto 833/1975 de 06 de febrero se indican los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

De acuerdo con las especificaciones del fabricante de los motores, los niveles de emisión de contaminantes en la planta de cogeneración se encuentran por debajo de estos límites, y son los siguientes:

Opacidad Escala Ringelmann.:	Inapreciable.
SO <sub>2</sub> .:	Inapreciable.
CO.:	983 mg/Nm <sup>3</sup> .
Partículas.:	Inapreciable
NO <sub>x</sub> .:	500 mg/Nm <sup>3</sup> .
HCT (hidrocarburos totales):	2.171 mg/Nm <sup>3</sup> .
HCNM (hidrocarburos sin metano):	326 mg/Nm <sup>3</sup> .

Estos valores están medidos en condiciones de salida de los gases, tal como prescribe la normativa vigente. Para lograr una adecuada dispersión de los contaminantes gaseosos se instalará una chimenea con una altura suficiente para dicha finalidad.

El método de cálculo de esta altura será el indicado en la Orden Ministerial de 18 de Octubre de 1976 (Prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial), en su Anexo II. El método es válido puesto que la potencia global de la instalación es inferior al máximo admisible (100 MW, equivalentes a 86.000 termias por hora), y las emisiones son inferiores a 720 Kg/h de cualquier gas ó 100 kg/h de partículas sólidas.

La altura de la chimenea se calcula mediante la fórmula:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot Q \cdot F}{C_M}} \cdot \sqrt[3]{\frac{n}{v \cdot \Delta T}}$$

Siendo:

- A:** Parámetro relativo a las condiciones climatológicas locales. Se obtiene multiplicando 70 por un índice climatológico  $I_c$ , que viene dado en la citada Orden Ministerial para distintas provincias.
- Q:** Caudal máximo de sustancias contaminantes, expresado en kg/h.
- F:** Coeficiente adimensional relativo a la velocidad de sedimentación de las impurezas en la atmósfera. Para el  $SO_2$  y otros contaminantes gaseosos de igual tipo, cuya velocidad de sedimentación es prácticamente nula, se tomará  $F = 1$ . Para el caso de partículas sólidas o impurezas pesadas, se tomará  $F = 2$ .
- CM:** Concentración máxima de contaminantes, a nivel de suelo, expresada en  $mg/Nm^3$  como media de 24 horas. Se determina como diferencia entre el valor de referencia fijado en el Anexo I del Decreto 833/1975, de 06 de febrero, para situaciones admisibles y el valor de la contaminación de fondo.
- n:** Número de chimeneas, incluidas la que es objeto de cálculo, situadas a una distancia horizontal inferior a  $2H$  del emplazamiento de la chimenea de referencia.
- v:** Caudal de gases emitidos, expresado en  $m^3/h$ .
- DT:** Diferencia en  $_C$  entre la temperatura de salida de los humos en la boca de la chimenea y la temperatura media de las máximas del mes más cálido, en el lugar.
- V:** Velocidad de salida de los gases, en la boca de la chimenea, en m/s.
- H:** Altura, en metros, que según la fórmula propuesta resulta para la chimenea.
- S:** Sección interior mínima de la boca de salida de la chimenea, expresada en  $m^2$ .

Si con la altura obtenida por la fórmula de cálculo no se cumple la condición de mínimo impulso vertical conectivo del penacho de humos, será necesario incrementar la altura de la chimenea hasta que se cumpla dicha condición.

En el caso objeto de estudio, la fuente emisora es un motor OTTO a Gas Natural, cuyos gases de escape se evacúan a la atmósfera por medio de una chimenea autoportante de acero, con una altura de 13,50m

### **5.7.2 Control de RTPS**

La planta de cogeneración en su funcionamiento, producirá lodos y residuos de aceite y de combustibles y deberá gestionarse su recogida de forma que no se produzcan vertidos incontrolados.

Los residuos generados tienen el siguiente origen:

#### **CIRCUITO DE COMBUSTIBLE**

Por ser un motor de Gas Natural, no existen RTPS en este circuito.

#### **CIRCUITO DE ACEITE**

Los derrames vertidos de aceite que se pueden producir están localizados en los siguientes puntos de instalación.

- a) Separadores de aceite.

No existen en esta instalación.

- b) Canalizaciones y filtros.

Las canalizaciones y los elementos del circuito de aceite se disponen de forma que los posibles derrames se envíen por gravedad a la fosa separadora.

Los lodos o derrames de bombas, filtros y válvulas se canalizan a dicha fosa separadora.

#### **AGUAS ACEITOSAS (HIDROCARBURADAS)**

Dentro del edificio de cogeneración, todas las aguas se considera que pueden ir mezcladas con aceite, por lo que mediante las instalaciones de saneamiento se envían a una fosa de separación que se vigilará diariamente por el personal de operación, que procederá a su limpieza. Los residuos grasos acumulados serán retirados para su transporte a un vertedero autorizado.

### **5.7.3 Ruidos**

Las instalaciones de la planta de cogeneración desde el punto de vista de ruidos se diseñaron de acuerdo con la Ley 7/1.997 de 11 de Agosto de la Xunta de Galicia, la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88 sobre contaminación acústica en los edificios y la ordenanza municipal medioambiental reguladora de la emisión y recepción de ruidos y vibraciones y del ejercicio de las actividades sometidas a licencia Aprobación 9/6/97.

Dicha ley establece que son zonas de alta sensibilidad acústica aquellas que comprenden sectores de territorio que admiten una protección alta contra el ruido, como áreas sanitarias, docentes, culturales o espacios protegidos. El nivel sonoro permitido es de 60 dB de 8:00 a 22:00 horas y 50 dB de 22:00 a 8:00 horas.

Las fuentes de ruido en la planta de cogeneración son:

- Ruido mecánico del motor.
- Ruido de escape del motor.
- Ruido de los sistemas de ventilación.
- Ruido de los elementos de refrigeración del motor
- Ruido de otras instalaciones.

## **5.8 Descripción funcional del sistema eléctrico**

Independientemente del aprovechamiento térmico, que tendrá lugar en función de las necesidades térmicas de las instalaciones, se contemplan dos formas de funcionamiento:

- Modo manual.
- Módulo automático.

### **5.8.1 Modo manual**

Este tipo de actuación permitirá controlar el funcionamiento de la central durante su puesta en marcha y período de pruebas, así como en el caso de que algún tipo de anomalía, que no permita su funcionamiento en automático.

Esta modalidad de funcionamiento transfiere al operador las secuencias de maniobras encomendadas al PLC, si bien quedan garantizadas por lógica de cableado todas las seguridades y enclavamientos que protegen la planta y evitan maniobras no permitidas por parte del operador.

El grupo se pondrá en marcha operando normalmente el pulsador de arranque.

Cuando el grupo alcance los valores nominales de frecuencia y tensión se podrá conectar el interruptor de grupo a barras con la siguiente secuencia:

- Posicionando el selector de sincronización manual.
- Cerrando el interruptor del grupo cuando los instrumentos de sincronización, voltímetro, frecuencímetro y sincronoscopio indiquen el estado de sincronismo. La maniobra de cierre del interruptor estará supervisada por el relé de comprobación de sincronismo.

Para llevar al grupo a las condiciones de sincronismo se actuara sobre los pulsadores o selectores correspondientes para conseguir la igualdad de tensión, frecuencia y ángulo de fase cerrando en ese momento el interruptor de acoplamiento.

Al cerrar el interruptor el grupo tomará progresivamente la carga hasta llegar al régimen de carga seleccionada por el operador.

Si trabajando en estas condiciones se produce el fallo de red, se disparará automáticamente el interruptor de red y el interruptor general de B.T quedando el grupo trabajando en isla con la carga de la instalación. Para volver a acoplar el grupo a la red cuando ésta se restablezca, será necesario sincronizar nuevamente el grupo por parte del operador, cerrando el interruptor de red cuando se den las condiciones de sincronismo con el proceso anteriormente descrito.

Para la desconexión de los interruptores de red y grupo se operará sobre los pulsadores correspondientes.

### 5.8.2 Modo automático

En esta posición de funcionamiento, al recibir el control una orden local o remota, el autómatas opera de la siguiente forma:

- Ordena el arranque del grupo. Tres intentos.
- Al recibir información de parámetros correctos (tensión y frecuencia), y si el sincronizador ha llevado al grupo a sincronismo, ordena el cierre del interruptor del generador.
- El control de carga hace que el grupo tome en rampa la carga hasta llegar al régimen de carga establecido por el operador. También cuando se desea desacoplar el grupo hace que éste deje la carga en rampa y desacopla el interruptor con poca carga.
- El control de reactiva regula el  $\text{Cos } \varphi$  del generador hasta el valor que se le haya indicado.
- Si se produce alguna anomalía, el control da orden de desconexión al interruptor y manda parar el grupo o lo deja funcionando en vacío, según la alarma surgida, con indicación óptica y acústica.
- Si estando el grupo acoplado a la red hay un microcorte u otro tipo de anomalía, se dispara automáticamente el interruptor de red y el interruptor general de B.T, quedando de esta forma la central en isla.

A la vuelta de la red al funcionamiento correcto y después de comprobar durante tres minutos que es estable la tensión, con el sincronizador, se da orden de acoplamiento del grupo a la red con lo que no se verá alterado el suministro de energía a las instalaciones que alimenta.

Si estando el grupo parado se produce un fallo de red, arrancará automáticamente el grupo trabajando en isla alimentando las instalaciones deportivas, como grupo de emergencia. Para garantizar un correcto arranque como grupo de emergencia, se desconectarán automáticamente las cargas durante la maniobra de arranque actuando sobre los interruptores automáticos motorizados a tal fin, los cuales se irán cerrando escalonadamente con una pequeña temporización para que el grupo tome carga de forma progresiva.

Todas las maniobras serán visualizadas en el panel de operación mediante una pantalla táctil en la que estarán representados mediante sinópticos animados, el estado de los distintos elementos y variables del proceso, así como los estados de alarma y disparo.

## 5.9 Funcionamiento de la planta

La planta de cogeneración funcionará, en horario de 06:00h a 22:00h, acogiéndose al artículo 25 del RD 661/2007, de 25 de Mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Esto supone el funcionamiento de la planta de cogeneración durante 5.584 horas anuales, que corresponden a 16 horas diarias, de lunes a domingo, todos los meses del año, excepto en el mes de Agosto que tendría una parada de 15 días por mantenimiento.

No obstante, se ha considerado una disponibilidad de la planta del 94%. Por tanto, las horas de funcionamiento de la planta de cogeneración en las que se producirá energía térmica útil y se generará energía eléctrica son:

Horas/día	Días/año	Horas/año	Disponibilidad	Horas Funcionamiento Planta
16	349	5.584	94%	5.249

Tabla 10: Horas de funcionamiento de la planta de cogeneración

## 5.10 Cobertura de la demanda energética del centro

La cobertura de la demanda de energía del centro deportivo mediante el sistema de cogeneración elegido será de la totalidad de las horas de funcionamiento de la piscina (exceptuando 15 días de parada por mantenimiento en el mes de Agosto) y no cubrirá la demanda en horario nocturno, de mantenimiento de la piscina. En resumen:



	kW/año	Cobertura cogeneración	
		kW/año	%
Energía demandada para calefacción en horario de funcionamiento	2.461.220,94	2.380.480,20	96,72%
Energía demandada para calefacción en horario de mantenimiento	346.487,27	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>2.807.708,21</b>	<b>2.380.480,20</b>	<b>48,36%</b>

Tabla 11: Cobertura de la demanda de energía térmica para calefacción mediante la planta de cogeneración

## 5.11 Disposiciones generales del estatuto de unidad cogeneradora

### 5.11.1 Estatuto de unidad cogeneradora

Una vez adoptados los aparatos de que consta la unidad cogeneradora se opta por discernir si la instalación proyectada puede acogerse al estatuto de unidad cogeneradora, tal y como se establece en el R.D. 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica, en régimen especial.

Para ello, la instalación de producción de cogeneración debe de cumplir un rendimiento energético de acuerdo con el anexo del Real Decreto antes citado, justificando la necesidad de calor útil producido en los diferentes regímenes de explotación de la instalación previstos.

### 5.11.2 Rendimiento mínimo de la instalación de cogeneración

El rendimiento de la instalación viene dado por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{(E + V)}{Q}$$

en la que:

Q: Consumo de energía primaria, con referencia al poder calorífico inferior de los combustibles utilizados.

V: Producción de calor útil o energía térmica útil definida de acuerdo al apartado 1.a) del artículo 2 del RD. En el caso de que la demanda sea de refrigeración, la

energía térmica útil correspondiente tomará el mismo valor que la demanda de refrigeración final que satisfaga la cogeneración.

E: Energía eléctrica generada medida en bornas de alternador y expresada como energía térmica, con un equivalente de 1 kWh = 860 Kcal.

Se considera como energía primaria imputable a la producción de calor útil

(V) la requerida por calderas de alta eficacia en operación comercial, Se fija un rendimiento para la producción de calor útil del 90 por 100, que será revisado en función de la evolución tecnológica de estos procesos.

### 5.11.3 Rendimiento eléctrico equivalente de la instalación

El rendimiento eléctrico equivalente (REE) de la instalación se determinará, considerando el apartado anterior, por la fórmula:

$$REE = \frac{E}{\left[ Q - \left( \frac{V}{Ref H} \right) \right]}$$

Siendo:

Ref H: Valor de referencia del rendimiento para la producción separada de calor que aparece publicado en el anexo II de la Decisión de la Comisión de 21 de diciembre de 2006, por la que se establecen valores de referencia armonizados para la producción por separado de electricidad y calor, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo o norma que lo transponga.

Para la determinación del rendimiento eléctrico equivalente en el momento de extender el acta de puesta en servicio, se contabilizarán los parámetros Q, V y E durante un período ininterrumpido de dos horas de funcionamiento a carga nominal.

A los efectos de justificar el cumplimiento del rendimiento eléctrico equivalente en la declaración anual, se utilizarán los parámetros Q, V y E acumulados durante dicho período.

Será condición necesaria para poder acogerse al régimen especial regulado en este real decreto, para las instalaciones de producción del grupo a.1 del artículo 2.1 y para aquéllas que estén acogidas a la disposición transitoria segunda del presente real decreto y anteriormente les fuese de aplicación este requisito, que el rendimiento eléctrico equivalente de la instalación, en promedio de un período anual, sea igual o superior al que le corresponda según la siguiente tabla:

Tipo de combustible	Rendimiento eléctrico equivalente - Porcentaje
Combustibles líquidos en centrales con calderas	49
Combustibles líquidos en motores térmicos	56
Combustibles sólidos	49
Gas natural y GLP en motores térmicos	55
Gas natural y GLP en turbinas de gas	59
Otras tecnologías y/o combustibles	59
Biomasa incluida en los grupos b.6 y b.8	30
Biomasa y/o biogás incluido en el grupo b.7	50

Tabla 12: Porcentaje del REE, según RD 661/2007

Para aquellas instalaciones cuya potencia instalada sea menor o igual 1MW, el valor del rendimiento eléctrico equivalente mínimo requerido será un 10 por ciento inferior al que aparece en la tabla anterior por tipo de tecnología y combustible.

Así pues, en el caso del presente proyecto, con potencia eléctrica de 834 kWe, el **Rendimiento Eléctrico Equivalente** de la instalación **debe de ser igual o superior al 45%**.

Consumo de energía primaria	<b>E</b>	4.662.640
Energía térmica útil	<b>Q</b>	11.664.976
Energía eléctrica generada en bornas de alternador	<b>V</b>	4.137.871
	<b>Ref H</b>	0,9

$$REE = \frac{4.662.640}{\left[11.664.976 - \left(\frac{4.137.871}{0,9}\right)\right]}$$

REE	65,97%
-----	--------

REE mínimo	45%
------------	-----

CUMPLE
--------

En el apartado de los cálculos justificativos, se justifican, más detalladamente estos datos.

- **Consumo de energía primaria anual:** es la potencia primaria consumida por el motor, multiplicada por las horas de funcionamiento de la Planta de Cogeneración.
- **Calor útil aportado al proceso:** corresponde a la energía térmica suministrada para la calefacción y ACS y climatización de piscinas a efectos del Rendimiento Eléctrico Equivalente “REE”.

Visto lo cual, la **instalación puede adoptar el estatuto de unidad cogeneradora.**

## 6 ESTUDIO DE VIABILIDAD

### 6.1 Introducción

Uno de los principales análisis que se deben realizar a la hora de llevar a cabo un estudio sobre cogeneración es el estudio económico, esto es debido a la posibilidad de que el proyecto no sea viable. Hay que destacar que los proyectos de este tipo requieren una inversión inicial muy alta y esto hace que el estudio económico sea muy importante, ya que debemos saber si esta inversión inicial va a ser recuperada y aproximadamente cuando lo será. Por eso era muy importante saber cuáles eran los costes antes de tener la instalación de cogeneración, a fin de compararlos con los costes después de la instalación.

La gran ventaja de las instalaciones de cogeneración es el importante ahorro económico que supone su funcionamiento. Es por tanto muy importante realizar unos cálculos acerca de la ventaja económica que supone realizar este tipo de instalación. En el presente estudio se realizará, a partir de la demanda inicial que se ha considerado para diseñar la instalación, un cálculo del gasto que supondría el funcionamiento de la instalación de cogeneración.

Además de comprobar el ahorro económico que supone la instalación, se realizarán los cálculos típicos de rentabilidad sobre este tipo de proyectos. De esta forma se comprueba la alta rentabilidad que se consigue, y la rápida recuperación de la inversión.

Para llevar a cabo éste estudio se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Los gastos de compra de energía térmica, en nuestro caso del gas natural para abastecer al motor, y energía eléctrica.
- El precio de la venta de energía eléctrica bajo el régimen de especial de cogeneración RD 661/2007 y teniendo en cuenta la actualización de tarifas del 2012.
- El precio de venta de la energía térmica producida.
- La inversión inicial necesaria para la instalación de cogeneración.

- Los gastos de mantenimiento y seguros de nuestra planta de cogeneración.

## 6.2 Ingresos por cogeneración

Los ingresos por la práctica de cogeneración, son regulados por el Real Decreto 661/2007.

La instalación pertenece a la categoría a, de autoproductores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad asociadas a actividades no eléctricas, siempre que supongan un alto rendimiento energético y satisfagan los requisitos de REE.

Dentro de la categoría a, se encuentra en el grupo a.1, instalaciones que incluyan una central de cogeneración, y dentro del a.1 en el a.1.1.

Por otro lado la cantidad de energía producida se venderá a precio de tarifa.

Se establecen las siguientes primas e incentivos:

Grupo 1: Instalaciones del grupo a.1, subgrupo a.1.1 de más de 0,5MW y no más de 1MW de potencia instalada.

Tarifa: 0,136787c€/kWh.

La energía térmica producida también se venderá, en este caso al polideportivo. Toda la energía recuperable se venderá a un precio igual al que se compra el gas natural. El término fijo será el establecido por la Orden ITC/3520/2009, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas para el año 2012. El equipo recibirá el gas natural a una presión menor a 4bar, y tiene un consumo superior a 5.000.000 kWh./año e inferior a 30.000.000 kWh./año, por lo que el precio es de 0,0499 €/kWh

## 6.3 Gastos adicionales. Costes de operación y mantenimiento

Se considerarán, para el estudio económico del presente proyecto, unos costes de operación y mantenimiento del 8% de los ingresos por la venta de energía, para 4.848h de funcionamiento.

## 6.4 Análisis de rentabilidad

Las dos herramientas de análisis de inversión más utilizadas:

**Tasa interna de retorno (TIR):** Es el valor de la tasa de descuento  $i$ , que hace el valor actual neto igual a cero, en función de la inversión realizada y de los flujos de caja. Viene dado por la siguiente expresión general:

$$\left( \sum_{n=0}^n \frac{\text{Flujodecaja}_n}{(1+i)^n} - \text{inv. inicial} \right) = 0$$

**Valor actual neto (VAN):** Calcula el valor actual neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento  $i = 7\%$ , de la inversión realizada y de los flujos de caja.

$$VAN = \left( \sum_{n=0}^n \frac{\text{Flujodecaja}_n}{(1+i)^n} - \text{inv. inicial} \right)$$

Para realizar el análisis de rentabilidad vamos a definir varios conceptos que necesitamos para la resolución del análisis.

**Inversión:** El estudio de inversión se realizará para 15 años.

**Actualización de ingresos y gastos:**

Actualizaremos todo según el valor del IPC que, a su vez, se considera un incremento del 0,25 % el primer año y del 0,5% el siguiente manteniéndose constante a partir del 2013 con una tasa del 2,5%.

Año	IPC (%)
2011	1,5
2012	2,4
2013	3
2014	3
2015	3

**Crédito:** Para el cálculo del crédito se toma como valor de referencia el

Euribor = 2%.

El interés aplicable será el Euribor más un 4% y el importe solicitado será del 85% de la inversión. El cálculo de la cuota se realizará por el sistema francés.

$$Cuota = \frac{\text{capital} \cdot \text{interés}}{100 \cdot \left(1 - \left(1 + \frac{\text{interés}}{100} - \text{plazo}\right)\right)}$$

<b>Importe crédito solicitado</b>	652.303,49 €
<b>Euribor</b>	2,00%
<b>Interés aplicable</b>	6,00%
<b>Años</b>	15
<b>Cuota anual</b>	-63.361,29 €

<b>Año</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Pendiente</b>
1	-39.138,21 €	-28.024,76 €	624.278,73 €
2	-37.456,72 €	-29.706,25 €	594.572,48 €
3	-35.674,35 €	-31.488,62 €	563.083,86 €
4	-33.785,03 €	-33.377,94 €	529.705,92 €
5	-31.782,36 €	-35.380,61 €	494.325,30 €
6	-29.659,52 €	-37.503,45 €	456.821,85 €
7	-27.409,31 €	-39.753,66 €	417.068,19 €
8	-25.024,09 €	-42.138,88 €	374.929,32 €
9	-22.495,76 €	-44.667,21 €	330.262,11 €
10	-19.815,73 €	-47.347,24 €	282.914,86 €
11	-16.974,89 €	-50.188,08 €	232.726,78 €
12	-13.963,61 €	-53.199,36 €	179.527,42 €
13	-10.771,65 €	-56.391,32 €	123.136,10 €
14	-7.388,17 €	-59.774,80 €	63.361,29 €
15	-3.801,68 €	-63.361,29 €	0,00 €

### **Análisis de inversión:**

INGRESOS: Según lo establecido en la actualización de tarifas eléctricas del 2012 y en el RD 661/2007 se calculan los ingresos a tarifa teniendo en cuenta que con estas potencias la venta a mercado no es rentable de ninguna manera, con



sus complementos por energía reactiva, por discriminación horaria y por eficiencia.

Los complementos se calculan de la siguiente manera:

Complemento por eficiencia:

$$C_e = 1,1 \times \left( \frac{1}{REE_{\text{mínimo}} - \frac{1}{REE_i}} \right) \times C_{mp}$$

$REE_{\text{mínimo}}$ : Rendimiento eléctrico equivalente mínimo exigido que aparece en la tabla del anexo I. En nuestro caso un 49,5%.

$REE_i$ : Rendimiento eléctrico equivalente acreditado por la instalación, en el año considerado y calculado según el anexo I. En nuestro caso un 87,83%.

$C_{mp}$ : coste unitario de la materia prima del gas natural (en c€/kWhPCS) publicado periódicamente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En este caso 2,86 c€/kWh.

Complemento por eficiencia		
Cn	2,86	c€/kW
CE	0,03	

**GASTOS:** Serán los costes de O&M, anteriormente definidos, más la compra del gas natural necesario para el correcto funcionamiento del motor.

### **Rentabilidad de la inversión:**

Es la rentabilidad del proyecto. Por un lado se tiene la inversión en el año 0, que entra restando, los ingresos de todos los años de estudio, los gastos, los intereses que, de cara al proyecto, son gastos. Los intereses negativos en un año se compensarán en los posteriores años de beneficios. Con estos datos se obtiene el flujo de caja, año a año, y los resultados indicados en la tabla.

Año	Inversión	Ingresos	Gastos	Intereses	Flujo caja
2011	815.379,36 €	0	0	0	-815.379,36 €
2012		654.621,06	511.839,92 €	39.138,21 €	103.642,93 €
2013		666.482,82	521.978,27 €	37.456,72 €	107.047,82 €
2014		681.001,60	534.387,60 €	35.674,35 €	110.939,65 €
2015		699.585,64	550.271,55 €	33.785,03 €	115.529,06 €
2016		718.727,21	566.632,02 €	31.782,36 €	120.312,84 €
2017		738.443,02	583.483,30 €	29.659,52 €	125.300,21 €
2018		758.750,31	600.840,12 €	27.409,31 €	130.500,88 €
2019		779.666,81	618.717,64 €	25.024,09 €	135.925,08 €
2020		801.210,81	637.131,49 €	22.495,76 €	141.583,57 €
2021		823.401,13	656.097,75 €	19.815,73 €	147.487,65 €
2022		846.257,16	675.633,00 €	16.974,89 €	153.649,27 €
2023		869.798,87	695.754,31 €	13.963,61 €	160.080,95 €
2024		894.046,83	716.479,26 €	10.771,65 €	166.795,93 €
2025		919.022,24	737.825,96 €	7.388,17 €	173.808,11 €
2026		944.746,90	759.813,06 €	3.801,68 €	181.132,16 €
				<b>VAN</b>	<b>356.697,33 €</b>
				<b>TIR</b>	<b>13,04%</b>

Como se puede observar se conseguirá un VAN de **356.697,33 €** y un TIR del **13,04 %** que es un valor muy aceptable.

## 6.5 Inversión y Viabilidad

Se efectúa una valoración aproximada de la inversión requerida y se hace un análisis económico elemental, determinándose el periodo de retorno simple. Este cálculo, también llamado “payback”, es uno de los más importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar la viabilidad y rentabilidad de una inversión. Este criterio consiste en que se marca un tiempo máximo para que la inversión sea recuperada sin tener en cuenta la variación temporal del dinero.

El período de retorno simple se calcula como el cociente de la inversión estimada para el proyecto de la planta de cogeneración y el ahorro económico anual esperado:

$$PRS = \frac{I_o}{AhorroEconomico}$$

El presupuesto total de ejecución llave en mano es de **815.379,36 €**, con lo que el PRS será de **5,9 años**. Así el presupuesto analizado corresponde con una inversión específica de **976,50 €/kWe**.

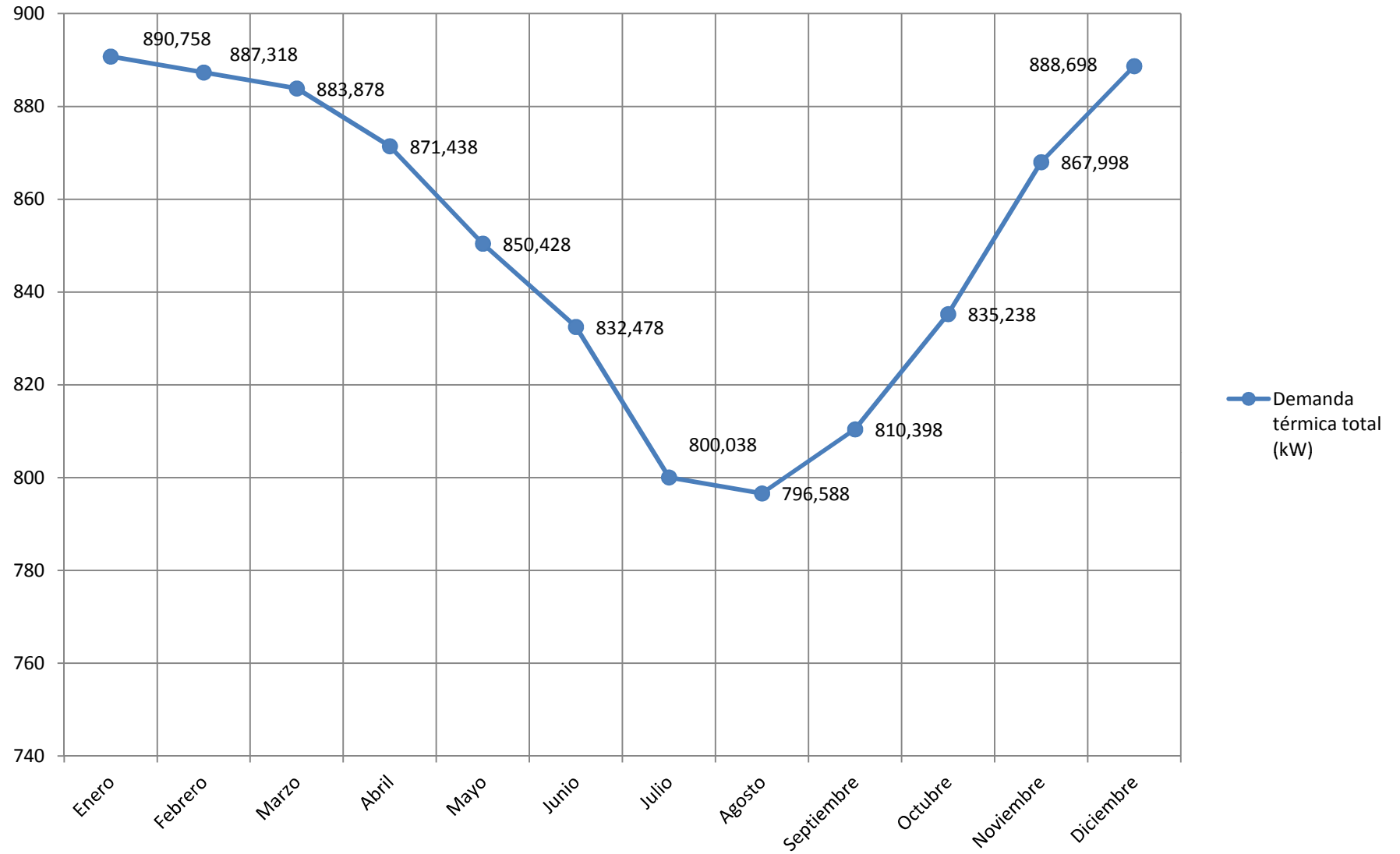
# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## ANEJOS

---

**Demanda térmica total (kW)**



## Regímenes de funcionamiento

	Mes	Horas/día				Nº días/mes				Horas Totales	
		Lunes a Viernes	Sábados	Domingos	Festivos	Lunes a Sábado	Sábados	Domingos	Festivos		
En servicio	Lunes a Sábado de 08:00 a 24:00, Domingos y festivos de 09:00 a 14:00 excepto Agosto (Sábado de 09:00 a 14:00)	Abril	16	16	5	5	19	4	5	2	403
		Mayo	16	16	5	5	20	5	4	2	430
		Junio	16	16	5	5	21	5	4	0	436
		Julio	16	16	5	5	21	4	5	1	430
		Agosto	16	5	0	0	22	4	4	1	372
		Septiembre	16	16	5	5	20	5	5	0	425
		Octubre	16	16	5	5	22	4	4	1	441
		Noviembre	16	16	5	5	21	4	4	1	425
		Diciembre	16	16	5	5	18	5	5	3	408
		Enero	16	16	5	5	22	4	4	1	441
		Febrero	16	16	5	5	19	4	4	1	393
		Marzo	16	16	5	5	20	5	5	1	430

Mantenimiento	Lunes a Sábado de 00:00 a 08:00, Domingos y festivos de 14:00 a 08:00 excepto Agosto (Sábado desde 14:00 a lunes 08:00)	Abril	8	8	19	19	19	4	5	2	317
		Mayo	8	8	19	19	20	5	4	2	314
		Junio	8	8	19	19	21	5	4	0	284
		Julio	8	8	19	19	21	4	5	1	314
		Agosto	8	19	24	24	22	4	4	1	372
		Septiembre	8	8	19	19	20	5	5	0	295
		Octubre	8	8	19	19	22	4	4	1	303
		Noviembre	8	8	19	19	21	4	4	1	295
		Diciembre	8	8	19	19	18	5	5	3	336
		Enero	8	8	19	19	22	4	4	1	303
		Febrero	8	8	19	19	19	4	4	1	279
		Marzo	8	8	19	19	20	5	5	1	314

		Abril	2	2	2	2	19	4	5	2	60
		Mayo	2	2	2	2	20	5	4	2	62

Calentamiento	Lunes a Sábado de 06:00 a 08:00, Domingos y festivos de 07:00 a 09:00 excepto Agosto (Sábado de 07:00 a 09:00)	Junio	2	2	2	2	21	5	4	0	60
		Julio	2	2	2	2	21	4	5	1	62
		Agosto	2	2	0	0	22	4	4	1	52
		Septiembre	2	2	2	2	20	5	5	0	60
		Octubre	2	2	2	2	22	4	4	1	62
		Noviembre	2	2	2	2	21	4	4	1	60
		Diciembre	2	2	2	2	18	5	5	3	62
		Enero	2	2	2	2	22	4	4	1	62
		Febrero	2	2	2	2	19	4	4	1	56
		Marzo	2	2	2	2	20	5	5	1	62

## Cobertura Cogeneración

	Mes	Horas/día				Nº días/mes				Horas Totales
		Lunes a Viernes	Sábados	Domingos	Festivos	Lunes a Sábado	Sábados	Domingos	Festivos	
En servicio	Abril	16	16	5	5	19	4	5	2	403
	Mayo	16	16	5	5	20	5	4	2	430
	Junio	16	16	5	5	21	5	4	0	436
	Julio	16	16	5	5	21	4	5	1	430
	Agosto	16	5	0	0	11	2	2	0	186
	Septiembre	16	16	5	5	20	5	5	0	425
	Octubre	16	16	5	5	22	4	4	1	441
	Noviembre	16	16	5	5	21	4	4	1	425
	Diciembre	16	16	5	5	18	5	5	3	408
	Enero	16	16	5	5	22	4	4	1	441
	Febrero	16	16	5	5	19	4	4	1	393
	Marzo	16	16	5	5	20	5	5	1	430

	kW/año	Cobertura cogeneración	
		kW/año	%
Energía demandada para calefacción en horario de funcionamiento	4.286.035,87	4.137.870,50	96,54%
Energía demandada para calefacción en horario de mantenimiento	346.487,27	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>4.632.523,14</b>	<b>4.137.870,50</b>	<b>48,27%</b>



**Potencia térmica demandada**

		Mes	Horas Totales/mes	P. mtto baño (kW)	Potencia ACS	P. climatización (kW)	Calefacción CC y PD	P. total funcionamiento (kW)	Potencia demanda total(kWh)
En Servicio	Lunes a Sábado de 08:00 a 24:00, Domingos y festivos de 09:00 a 14:00 excepto Agosto (Sábado de 09:00 a 14:00)	Abril	403	110,58	244	154,36	362,498	<b>871,438</b>	<b>351.189,51</b>
		Mayo	430	108,66	238	141,27	362,498	<b>850,428</b>	<b>365.684,04</b>
		Junio	436	106,73	233	130,25	362,498	<b>832,478</b>	<b>362.960,41</b>
		Julio	430	102,88	223	111,66	362,498	<b>800,038</b>	<b>344.016,34</b>
		Agosto	372	102,88	223	108,21	362,498	<b>796,588</b>	<b>296.330,74</b>
		Septiembre	425	104,8	228	115,1	362,498	<b>810,398</b>	<b>344.419,15</b>
		Octubre	441	106,73	233	133,01	362,498	<b>835,238</b>	<b>368.339,96</b>
		Noviembre	425	110,58	244	150,92	362,498	<b>867,998</b>	<b>368.899,15</b>
		Diciembre	408	112,51	249	164,69	362,498	<b>888,698</b>	<b>362.588,78</b>
		Enero	441	114,44	245	168,82	362,498	<b>890,758</b>	<b>392.824,28</b>
		Febrero	393	114,44	245	165,38	362,498	<b>887,318</b>	<b>348.715,97</b>
		Marzo	430	112,51	249	159,87	362,498	<b>883,878</b>	<b>380.067,54</b>
<b>Total anual</b>								<b>4.286.035,87</b>	

## Cobertura cogeneración

Horas Totales/mes	Potencia demanda total(kWh)
403	<b>351.189,51</b>
430	<b>365.684,04</b>
436	<b>362.960,41</b>
430	<b>344.016,34</b>
186	<b>148.165,37</b>
425	<b>344.419,15</b>
441	<b>368.339,96</b>
425	<b>368.899,15</b>
408	<b>362.588,78</b>
441	<b>392.824,28</b>
393	<b>348.715,97</b>
430	<b>380.067,54</b>
<b>Total anual</b>	<b>4.137.870,50</b>

		Mes	Horas Totales/mes	P. mtto durante la noche (kW)	Potencia demanda total(kW)
Mantenimiento	Lunes a Sábado de 00:00 a 08:00, Domingos y festivos de 14:00 a 09:00 excepto Agosto (Sábado de 14:00 a 09:00)	Abril	317	94,7	<b>30.019,90</b>
		Mayo	314	92,77	<b>29.129,78</b>
		Junio	284	90,85	<b>25.801,40</b>
		Julio	314	86,99	<b>27.314,86</b>
		Agosto	372	86,99	<b>32.360,28</b>
		Septiembre	295	88,92	<b>26.231,40</b>
		Octubre	303	90,85	<b>27.527,55</b>
		Noviembre	295	94,7	<b>27.936,50</b>
		Diciembre	336	96,63	<b>32.467,68</b>
		Enero	303	98,55	<b>29.860,65</b>
		Febrero	279	98,55	<b>27.495,45</b>
		Marzo	314	96,63	<b>30.341,82</b>
<b>Total anual</b>				<b>346.487,27</b>	

Se tiene en cuenta la parada de 15 días Agosto

## Venta de energía eléctrica

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada (c€/kW)	Prima de referencia
a.1	a.1.1	Gas natural	0,5<P<1 MW	13,6787	-

\*Tarifas Enero 2012-a

Mes	Potencia eléctrica entregada (kW)	Horas/día	Dias/mes	Horas de generación (horas /mes)	Potencia generada (kWh/mes)	Autoconsumo (kWh/mes)	Excedentes venta(kWh/mes)	Ingresos por venta (€/mes)
abr-12	835	16	30	403	336.505	106.066	230.438,53	31.520,99 €
may-12	835	16	31	430	359.050	113.173	245.877,34	33.632,82 €
jun-12	835	16	30	436	364.060	114.752	249.308,18	34.102,12 €
jul-12	835	16	31	430	359.050	113.173	245.877,34	33.632,82 €
ago-12	835	16	15	186	155.310	48.954	106.356,24	14.548,15 €
sep-12	835	16	30	425	354.875	111.857	243.018,30	33.241,74 €
oct-12	835	16	31	441	368.235	116.068	252.167,22	34.493,20 €
nov-12	835	16	30	425	354.875	111.857	243.018,30	33.241,74 €
dic-12	835	16	31	408	340.680	107.382	233.297,57	31.912,07 €
ene-13	835	16	31	441	368.235	116.068	252.167,22	34.493,20 €
feb-13	835	16	28	393	328.155	103.435	224.720,45	30.738,84 €
mar-13	835	16	31	430	359.050	113.173	245.877,34	33.632,82 €
			<b>Total</b>	<b>4.848</b>	<b>4.048.080</b>	<b>1.275.956</b>	<b>2.772.124</b>	<b>379.190,53 €</b>

Mes	Consumo gas natural(kW PCS)	Horario funcionamiento	Horas/día	Dias/mes	Horas de generación (horas /mes)	Consumo total gas (kW)
abr-12	1.899	08:00 - 24:00	16	30	403	765.334
may-12	1.899	08:00 - 24:00	16	31	430	816.609
jun-12	1.899	08:00 - 24:00	16	30	436	828.004
jul-12	1.899	08:00 - 24:00	16	31	430	816.609
ago-12	1.899	08:00 - 24:00	16	15	186	353.231
sep-12	1.899	08:00 - 24:00	16	30	425	807.114
oct-12	1.899	08:00 - 24:00	16	31	441	837.499
nov-12	1.899	08:00 - 24:00	16	30	425	807.114
dic-12	1.899	08:00 - 24:00	16	31	408	774.829
ene-13	1.899	08:00 - 24:00	16	31	441	837.499
feb-13	1.899	08:00 - 24:00	16	28	393	746.343
mar-13	1.899	08:00 - 24:00	16	31	430	816.609
			<b>Total</b>	<b>349</b>	<b>4.848</b>	<b>9.206.793</b>

Horas/día	Días/año	Horas/año	Disponibilidad	Horas Funconamiento Planta
16	349	4.848	94%	4.557

**Consumo sin cogeneración**

Rendimiento caldera convencional	90%
Precio electricidad	Tarifa Iberdrola 7,5 c€/kWh
Precio gas natural	Tarifa Iberdrola 4,990557 c€/kWh

Mes	Potencia total instantánea demandada (kWh)	Baño		Consumo caldera convencional (kWh/mes)	Coste gas natural (€/mes)	Potencia eléctrica demandada anual	Coste electricidad (€)
		Potencia demandada baño (kWh/mes)	Potencia demandada mtto noche (kWh/mes)				
Abril	871,438	351.189,51	30.019,90	<b>423.566,02</b>	<b>21.138,30</b>	1.326.994	Horas punta
Mayo	850,428	365.684,04	29.129,78	<b>438.682,02</b>	<b>21.892,68</b>	204.400	Horas valle
Junio	832,478	362.960,41	25.801,40	<b>431.957,56</b>	<b>21.557,09</b>	<b>1.531.394</b>	<b>114.854,55 €</b>
Julio	800,038	344.016,34	27.314,86	<b>412.590,22</b>	<b>20.590,55</b>		
Agosto	796,588	296.330,74	32.360,28	<b>365.212,24</b>	<b>18.226,13</b>		
Septiembre	810,398	344.419,15	26.231,40	<b>411.833,94</b>	<b>20.552,81</b>		
Octubre	835,238	368.339,96	27.527,55	<b>439.852,79</b>	<b>21.951,10</b>		
Noviembre	867,998	368.899,15	27.936,50	<b>440.928,50</b>	<b>22.004,79</b>		
Diciembre	888,698	362.588,78	32.467,68	<b>438.951,63</b>	<b>21.906,13</b>		
Enero	890,758	392.824,28	29.860,65	<b>469.649,92</b>	<b>23.438,15</b>		
Febrero	887,318	348.715,97	27.495,45	<b>418.012,69</b>	<b>20.861,16</b>		
Marzo	883,878	380.067,54	30.341,82	<b>456.010,40</b>	<b>22.757,46</b>		
	<b>Total anual</b>	<b>4.286.035,87</b>	<b>346.487,27</b>	<b>5.147.247,94</b>	<b>256.876,34 €</b>		

Gastos totales	<b>371.730,89 €</b>
----------------	---------------------

**Consumo nocturno**

Rendimiento caldera convencional	90%
Precio electricidad	Tarifa Iberdrola 7,5 c€/kWh
Precio gas natural	Tarifa Iberdrola 4,990557 c€/kWh

Mes	Potencia demandada mto noche (kWh)	Consumo caldera convencional (kWh/mes)	Coste gas natural (€/mes)	Potencia eléctrica demandada anual	Coste electricidad (€)
Abril	30.019,90	<b>33.355,44</b>	<b>1.664,62</b>	204.400	Horas valle
Mayo	29.129,78	<b>32.366,42</b>	<b>1.615,26</b>	<b>204.400</b>	<b>15.330,00 €</b>
Junio	25.801,40	<b>28.668,22</b>	<b>1.430,70</b>		
Julio	27.314,86	<b>30.349,84</b>	<b>1.514,63</b>		
Agosto	32.360,28	<b>35.955,87</b>	<b>1.794,40</b>		
Septiembre	26.231,40	<b>29.146,00</b>	<b>1.454,55</b>		
Octubre	27.527,55	<b>30.586,17</b>	<b>1.526,42</b>		
Noviembre	27.936,50	<b>31.040,56</b>	<b>1.549,10</b>		
Diciembre	32.467,68	<b>36.075,20</b>	<b>1.800,35</b>		
Enero	29.860,65	<b>33.178,50</b>	<b>1.655,79</b>		
Febrero	27.495,45	<b>30.550,50</b>	<b>1.524,64</b>		
Marzo	30.341,82	<b>33.713,13</b>	<b>1.682,47</b>		
<b>Total anual</b>	<b>346.487,27</b>	<b>384.985,86</b>	<b>19.212,94 €</b>		

<b>Gastos totales</b>	<b>34.542,94 €</b>
-----------------------	--------------------

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada (c€/kW)	Prima de referencia
a.1	a.1.1	Gas natural	0,5<P<1 MW	13,6787	-

\*Tarifas Enero 2012-a

Coste gas nat 4,990557 c€/kWh PCS BOE-27-04-2012

Mes	Funcionamiento (h/mes)	Potencia prevista (kWh)	Potencia eléctrica producida (kWh/mes)	Venta excedente (kWh/mes)	Ingresos por venta (€/mes)	Consumo gas natural (kWh)	Consumo gas motor Cogeneración (kW/mes)	Consumo gas motor Cogeneración (€/mes)
Abril	403	835	336.505	230.439	31.521 €	1.899	765.334	38.194 €
Mayo	430	835	359.050	245.877	33.633 €	1.899	816.609	40.753 €
Junio	436	835	364.060	249.308	34.102 €	1.899	828.004	41.322 €
Julio	430	835	359.050	245.877	33.633 €	1.899	816.609	40.753 €
Agosto	186	835	155.310	106.356	14.548 €	1.899	353.231	17.628 €
Septiembre	425	835	354.875	243.018	33.242 €	1.899	807.114	40.279 €
Octubre	441	835	368.235	252.167	34.493 €	1.899	837.499	41.796 €
Noviembre	425	835	354.875	243.018	33.242 €	1.899	807.114	40.279 €
Diciembre	408	835	340.680	233.298	31.912 €	1.899	774.829	38.668 €
Enero	441	835	368.235	252.167	34.493 €	1.899	837.499	41.796 €
Febrero	393	835	328.155	224.720	30.739 €	1.899	746.343	37.247 €
Marzo	430	835	359.050	245.877	33.633 €	1.899	816.609	40.753 €
<b>Total</b>	<b>4.848</b>	<b>10.020</b>	<b>4.048.080</b>	<b>2.772.124</b>	<b>379.191 €</b>	<b>22.789</b>	<b>9.206.793</b>	<b>459.470 €</b>

**Financiación**

Estudio de inversión	15	años
Inversión inicial	800	€/kW
Potencia instalada	835	kW
<b>Total inversión</b>	<b>815.379,36 €</b>	

AÑO	IPC
2011	1,5
2012	2,4
2013	3

**Crédito**

Euríbor referencia	2,00%
Diferencial interés	4%
Importe solicitado	80%

Importe crédito solicitado	652.303,49 €
Euríbor	2,00%
Interes aplicable	6,00%
Años	15
Cuota anual	-63.361,29 €

Año	Interés	Amortización	Pendiente
1	-39.138,21 €	-28.024,76 €	624.278,73 €
2	-37.456,72 €	-29.706,25 €	594.572,48 €
3	-35.674,35 €	-31.488,62 €	563.083,86 €
4	-33.785,03 €	-33.377,94 €	529.705,92 €
5	-31.782,36 €	-35.380,61 €	494.325,30 €
6	-29.659,52 €	-37.503,45 €	456.821,85 €
7	-27.409,31 €	-39.753,66 €	417.068,19 €
8	-25.024,09 €	-42.138,88 €	374.929,32 €
9	-22.495,76 €	-44.667,21 €	330.262,11 €
10	-19.815,73 €	-47.347,24 €	282.914,86 €
11	-16.974,89 €	-50.188,08 €	232.726,78 €
12	-13.963,61 €	-53.199,36 €	179.527,42 €
13	-10.771,65 €	-56.391,32 €	123.136,10 €
14	-7.388,17 €	-59.774,80 €	63.361,29 €
15	-3.801,68 €	-63.361,29 €	0,00 €

Ingresos								
Año	IPC (%)	Energía eléctrica vendida (kwh/año)	Tarifa eléctrica (€/kwh)	Energía termica vendida (kWh/año)	Tarifa E.Termica (€/kwh)	Ingresos por E.Termica (€/año)	Complementos (€)	Ingresos tarifa (€)
2011	2	2.772.124	0,1368	4.286.035,87	0,0499	213.897,06 €	61.533,47 €	654.621,06 €
2012	2,4	2.772.124	0,1395	4.286.035,87	0,0509	218.175,00 €	61.533,47 €	666.482,82 €
2013	3	2.772.124	0,1429	4.286.035,87	0,0521	223.411,20 €	61.533,47 €	681.001,60 €
2014	3	2.772.124	0,1472	4.286.035,87	0,0537	230.113,54 €	61.533,47 €	699.585,64 €
2015	3	2.772.124	0,1516	4.286.035,87	0,0553	237.016,95 €	61.533,47 €	718.727,21 €
2016	3	2.772.124	0,1561	4.286.035,87	0,0570	244.127,46 €	61.533,47 €	738.443,02 €
2017	3	2.772.124	0,1608	4.286.035,87	0,0587	251.451,28 €	61.533,47 €	758.750,31 €
2018	3	2.772.124	0,1656	4.286.035,87	0,0604	258.994,82 €	61.533,47 €	779.666,81 €
2019	3	2.772.124	0,1706	4.286.035,87	0,0622	266.764,66 €	61.533,47 €	801.210,81 €
2020	3	2.772.124	0,1757	4.286.035,87	0,0641	274.767,60 €	61.533,47 €	823.401,13 €
2021	3	2.772.124	0,1810	4.286.035,87	0,0660	283.010,63 €	61.533,47 €	846.257,16 €
2022	3	2.772.124	0,1864	4.286.035,87	0,0680	291.500,95 €	61.533,47 €	869.798,87 €
2023	3	2.772.124	0,1920	4.286.035,87	0,0701	300.245,98 €	61.533,47 €	894.046,83 €
2024	3	2.772.124	0,1978	4.286.035,87	0,0722	309.253,36 €	61.533,47 €	919.022,24 €
2025	3	2.772.124	0,2037	4.286.035,87	0,0743	318.530,96 €	61.533,47 €	944.746,90 €
2026	3	2.772.124	0,2098	4.286.035,87	0,0765	328.086,89 €	61.533,47 €	971.243,30 €
								<b>12.767.005,72 €</b>

Gastos			8% ingresos por venta (O&M)	
Consumo gas natural motor (kwh/año)	Tarifa Gas natural (€/kW)	Consumo gas natural motor (€/año)	Gastos O&M (€/año)	Total gastos (€/año)
9.206.793	0,0499	459.470,24 €	52.369,69 €	511.839,92 €
9.206.793	0,0509	468.659,64 €	53.318,63 €	521.978,27 €
9.206.793	0,0521	479.907,48 €	54.480,13 €	534.387,60 €
9.206.793	0,0537	494.304,70 €	55.966,85 €	550.271,55 €
9.206.793	0,0553	509.133,84 €	57.498,18 €	566.632,02 €
9.206.793	0,0570	524.407,86 €	59.075,44 €	583.483,30 €
9.206.793	0,0587	540.140,09 €	60.700,02 €	600.840,12 €
9.206.793	0,0604	556.344,29 €	62.373,34 €	618.717,64 €
9.206.793	0,0622	573.034,62 €	64.096,86 €	637.131,49 €
9.206.793	0,0641	590.225,66 €	65.872,09 €	656.097,75 €
9.206.793	0,0660	607.932,43 €	67.700,57 €	675.633,00 €
9.206.793	0,0680	626.170,40 €	69.583,91 €	695.754,31 €
9.206.793	0,0701	644.955,52 €	71.523,75 €	716.479,26 €
9.206.793	0,0722	664.304,18 €	73.521,78 €	737.825,96 €
9.206.793	0,0743	684.233,31 €	75.579,75 €	759.813,06 €
9.206.793	0,0765	704.760,31 €	77.699,46 €	782.459,77 €
		<b>9.127.984,57 €</b>	<b>1.021.360,46 €</b>	<b>10.149.345,03 €</b>

Precio electricidad (Iberdrola. Tarifas AT)

7,5 c€/kWh

a.1	a.1.1	Gas natural	0,5<P<1 MW		13,6787	-



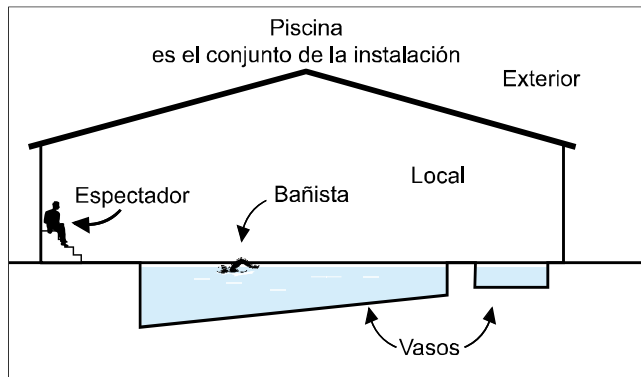
Año	Inversión	Ingresos	Gastos	Intereses	Flujo caja
2011	815.379,36 €	0	0	0	- 815.379,36 €
2012		654.621,06	511.839,92 €	39.138,21 €	103.642,93 €
2013		666.482,82	521.978,27 €	37.456,72 €	107.047,82 €
2014		681.001,60	534.387,60 €	35.674,35 €	110.939,65 €
2015		699.585,64	550.271,55 €	33.785,03 €	115.529,06 €
2016		718.727,21	566.632,02 €	31.782,36 €	120.312,84 €
2017		738.443,02	583.483,30 €	29.659,52 €	125.300,21 €
2018		758.750,31	600.840,12 €	27.409,31 €	130.500,88 €
2019		779.666,81	618.717,64 €	25.024,09 €	135.925,08 €
2020		801.210,81	637.131,49 €	22.495,76 €	141.583,57 €
2021		823.401,13	656.097,75 €	19.815,73 €	147.487,65 €
2022		846.257,16	675.633,00 €	16.974,89 €	153.649,27 €
2023		869.798,87	695.754,31 €	13.963,61 €	160.080,95 €
2024		894.046,83	716.479,26 €	10.771,65 €	166.795,93 €
2025		919.022,24	737.825,96 €	7.388,17 €	173.808,11 €
2026		944.746,90	759.813,06 €	3.801,68 €	181.132,16 €
<b>VAN</b>					<b>356.697,33 €</b>
<b>TIR</b>					<b>13,04%</b>

Fecha :  
 Oferta :  
 Proyecto : Calculos Sedical  
 Referencia :

Empresa :  
 A la atención de :  
 Dirección :  
 Localidad :

## SEDICAL S.A. - CALCULO DE PISCINAS CUBIERTAS

Datos de la instalación		
¿Es una piscina cubierta?		Si
Numero de vasos		1
Altura sobre el nivel del mar	m	40.0



Datos invierno		
Tª del agua de la red o inicial	°C	14.0
Tª media - aire exterior	°C	15.0
Humedad relativa media - aire ext.	%	73.0

Datos de verano		
Temperatura del aire exterior	°C	20.0
Humedad relativa del aire exterior	%	80.0

Datos del local		
Numero de espectadores		200.0
Temperatura del aire del local	°C	27.0
Humedad relativa del local	%	65.0
Volumen del local	m³	14300.0

Puesta en marcha		
Nº de horas de puesta en marcha	h	140.0

Tipo de vaso
<b>Vaso nº 1</b>
Estandar

Datos de los vasos		Vaso nº 1
¿Tiene manta térmica?		No
Factor de forma vaso / cielo	%	10.0
Superficie del vaso	m²	538.0
Ancho del vaso	m	16.0
Volumen de agua del vaso	m³	914.0
Temperatura final del agua del vaso	°C	25.0
Evaporación en aplicaciones especiales	Kg/h	0

Estudio de la ocupación
<b>Vaso nº 1</b>
16.00 h con 0.20 Bañistas/m2.h
8.00 h con 0.00 Bañistas/m2.h

Fecha :  
 Oferta :  
 Proyecto : Calculos Sedical  
 Referencia :

Empresa :  
 A la atención de :  
 Dirección :  
 Localidad :

## SEDICAL S.A. - CALCULO DE PISCINAS CUBIERTAS

Resultados - Puesta en marcha		Local acondicionado	
		Piscina	Vaso nº 1
Pot. necesaria para calentar el agua	kW	126.88	126.88

Resultados - Mantenimiento		Piscina	Vaso nº 1
Potencia media diaria	kW	90.85	90.85
Potencia punta en periodo de baños	kW	106.73	106.73

### Nota al mantenimiento de los vasos

Si la potencia media es inferior a la potencia punta y se utiliza dicha potencia media en vez de la potencia punta, al final del día se tendrá una temperatura del agua por debajo de la especificada.

Tª del agua al final del día			Vaso nº 1
Utilizando la potencia punta	°C		25.00
Utilizando la potencia media	°C		24.76
Disminución de la tª del agua al final del día por usar la potencia media	°C		0.24

Resultado - Aire de renovación		Piscina	Vaso nº 1
Aire exterior total de renovación	m³/h	11824.4	11824.4

Suponiendo : Por cada espectador : 22 m³/h y Por cada bañista : 36 m³/h

Recuerde que esto representa el aire exterior. El aire total de impulsión debe oscilar entre 3 y 8 veces el volumen del local, en este caso entre 42900.0 m³/h y 114400.0 m³/h, si no habrá lugares donde se concentrara humedad.

Sistema de deshumidificación	Deshumidificadora + aire de renovación
------------------------------	--

Resultado - Deshumidificación		Piscina	Vaso nº 1
Capacidad de Deshumidificación	kg/h	135.00	135.00

Resultados - Pérdidas totales		Media	Punta
Pérdidas totales	kW	90.85	106.73

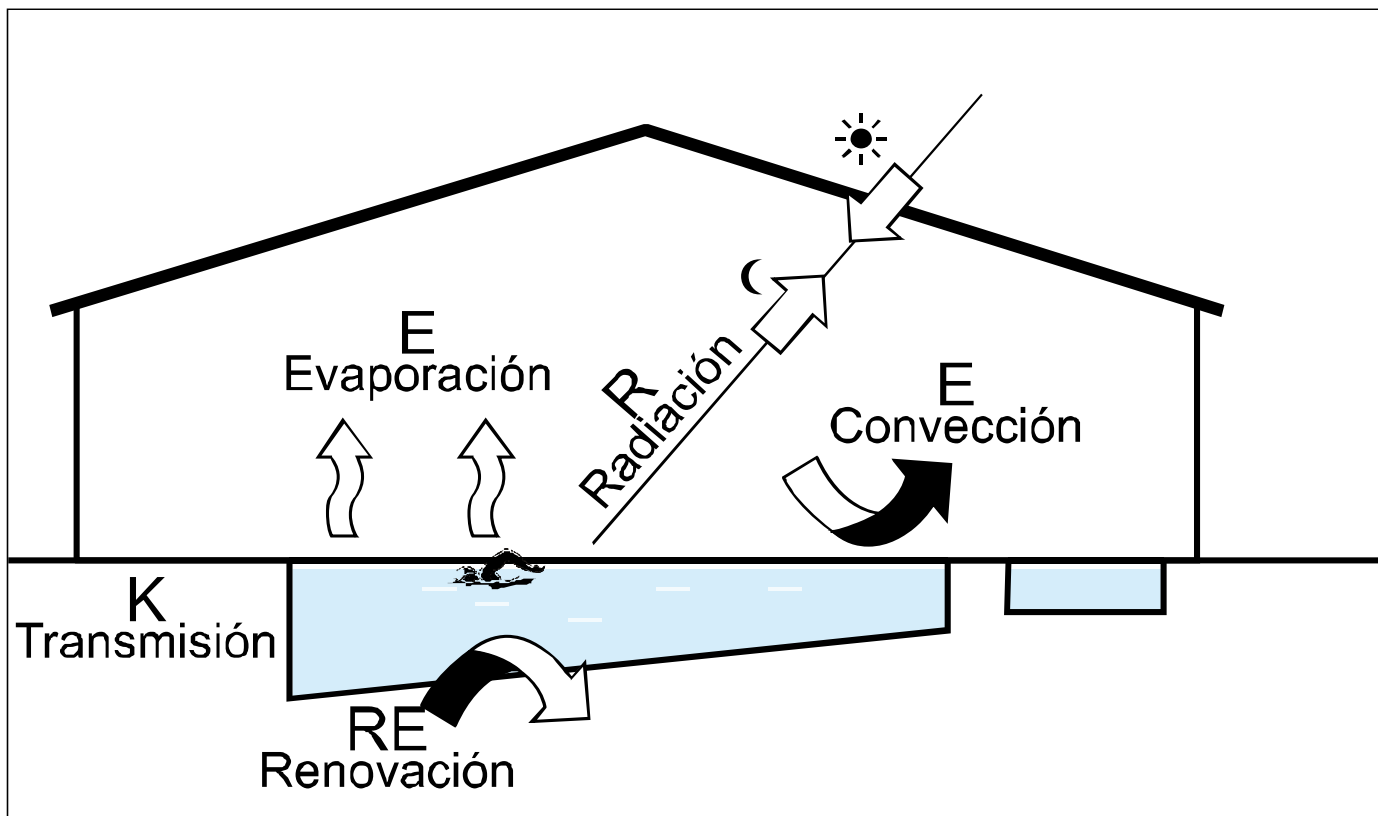
Pérdidas puntas = Son las pérdidas en periodo diurno a máxima ocupación.  
 Pérdidas medias = Son las pérdidas medias durante el día, ponderando las horas a máxima ocupación diurna, y las nocturnas sin ocupación.

Fecha :  
 Oferta :  
 Proyecto : Calculos Sedical  
 Referencia :

Empresa :  
 A la atención de :  
 Dirección :  
 Localidad :

## SEDICAL S.A. - CALCULO DE PISCINAS CUBIERTAS

Estudio de pérdidas			Totales	Vaso nº 1
Por evaporación	Punta	W	86382	86382
	Media	W	68402	68402
Por radiación	Punta	W	0	0
	Media	W	2097	2097
Por convección	Punta	W	-847	-847
	Media	W	-847	-847
Por renovación	Punta	W	12178	12178
	Media	W	12178	12178
Por transmisión	Punta	W	9016	9016
	Media	W	9016	9016



Fecha :	Empresa :
Oferta :	A la atención de :
Proyecto :	Dirección :
Referencia :	Localidad :

## SEDICAL S.A. - CALCULO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

### Temperaturas Primario

De entrada : 85.00 °C  
De salida : 70.00 °C

### Temperaturas ACS

De entrada : 15.00 °C  
De utilización : 45.00 °C  
De preparación : 60.00 °C

### Datos de la edificación

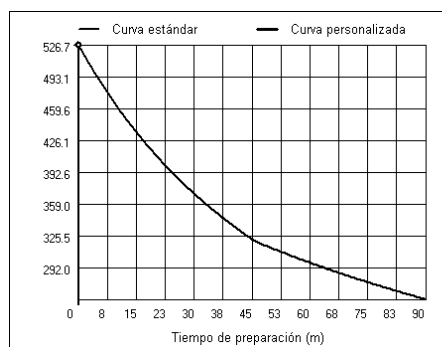
Tipo de edificio : Polideportivo  
Numero de usuarios : 1400  
Tipo de polideportivo : Normal  
Numero de duchas sin cabina y sin fluxometr: 21  
Numero de duchas sin cabina y con fluxometr: 0  
Numero de duchas con cabina y sin fluxometr: 0  
Numero de duchas con cabina y con fluxomet: 0

### Puntas estándar

El 28.0 % en 60.0 minutos  
El 45.0 % en 120.0 minutos

### Puntas personalizadas

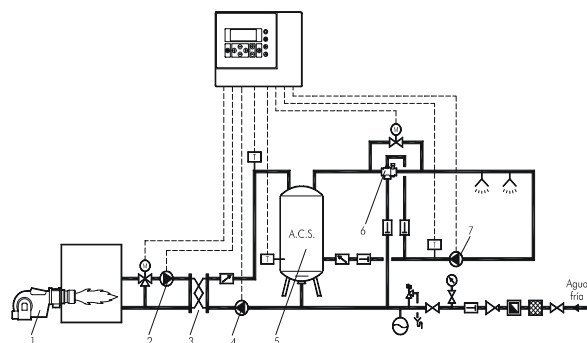
### Punto de trabajo



### Resultado 4 - sistema instantáneo

Consumo diario a 45.0 °C	l	:	53920.93
Preparación de la acumulación en	m	:	0.0
Nº horas de funcion. del quemador	h	:	6.06
(1) Potencia neta caldera	kW	:	526.67
(2) Caudal de la bomba de primario	m3/h	:	30.20
(3) Producción intercambiador	l/h	:	10065.24
(4) Caudal de la bomba de carga de ACS	m3/h	:	10.07
(5) Volumen de acumulación	l	:	0.00
(6) Caudal válvula mezcla. termostática	m3/h	:	15.10
(7) Caudal de la bomba de recirculación	m3/h	:	--

### Esquema - Solución técnica según UNE100030:2001IN



Producción a temperatura de	Preparación 60.0 °C	Utilización 45.0 °C	Porcentaje
Producción punta en 1 minuto	: 167.75 l	251.63 l	0.47 %
Producción punta en 10 minutos	: 1677.54 l	2516.31 l	4.67 %
Producción punta en 30 minutos	: 5032.62 l	7548.93 l	14.00 %
Producción punta en una hora	: 10065.24 l	15097.86 l	28.00 %
Producción punta en dos horas	: 20130.48 l	30195.72 l	56.00 %

### Energías

Total neta	:	1880.96 kW.h	58.97 %
Perdida por acumulación	:	0.00 kW.h	0.00 %
Perdida por distribución	:	306.05 kW.h	9.59 %
Perdida por generación e intermitencias	:	1002.75 kW.h	31.44 %
Total bruta	:	3189.76 kW.h	100.00 %

$$H = (((a \cdot q \cdot f) / c)^{(1/2)}) \cdot ((n / v \cdot Dt)^{(1/3)})$$

a=310,1

q=1,486 "Suma de CO2+NOx"

v=3538

c=0,25

n=1

f=1

Dt=106

$$H = \left[ \frac{a \cdot q \cdot f}{c} \right]^{[1 / 2]} \cdot \left[ \frac{n}{v} \cdot Dt \right]^{[1 / 3]}$$

a = 310,1

q = 1,486

Suma de CO2+NOx

v = 3538

c = 0,25

n = 1

f = 1

Dt = 106

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

a = 310,1

c = 0,25 [mg/Nm<sup>3</sup>]

Dt = 106

f = 1

H = 13,33 [m]

n = 1

q = 1,486 [kg/h]

v = 3538 [m<sup>3</sup>/h]

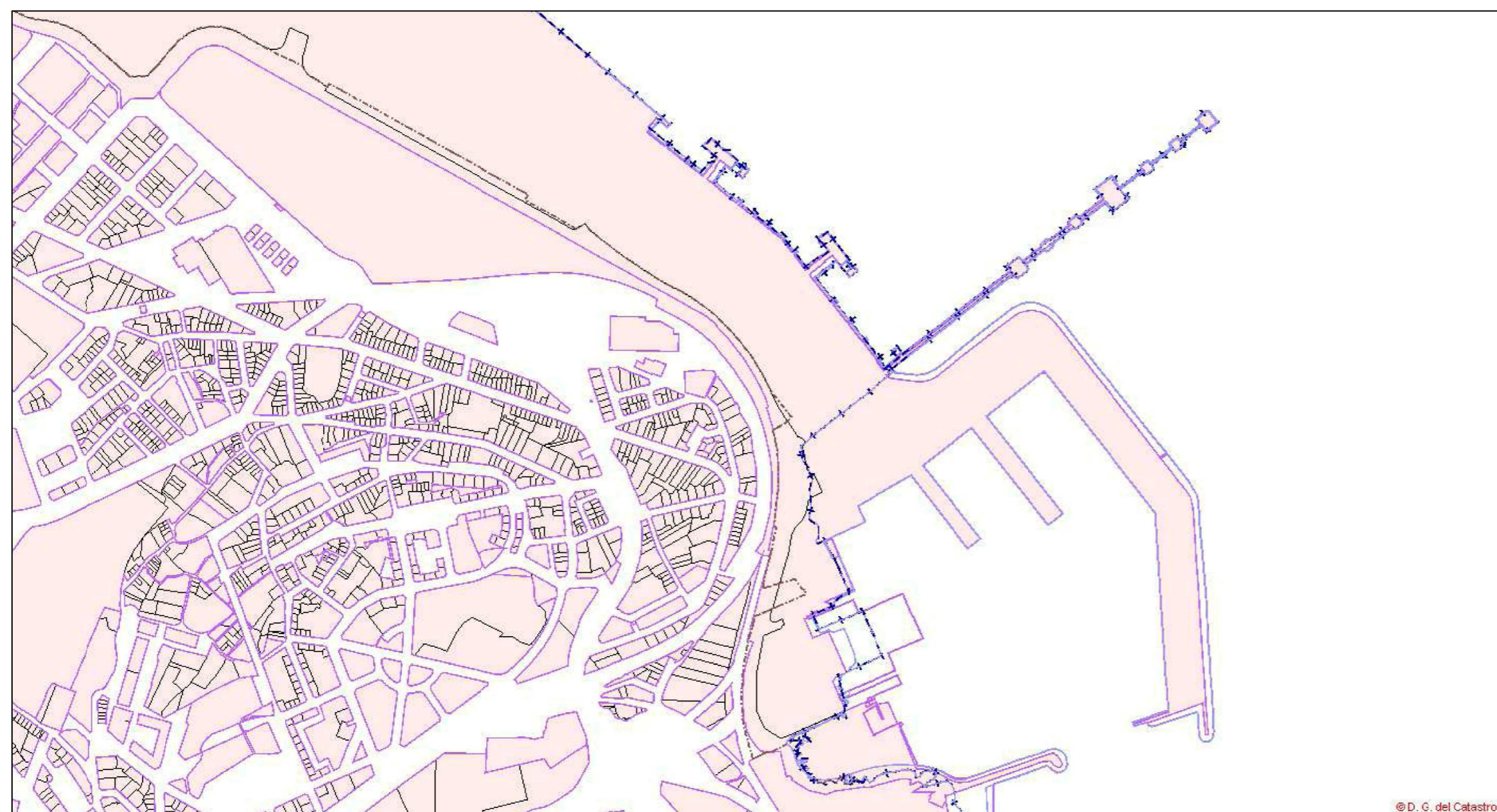
1 potential unit problem was detected.

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

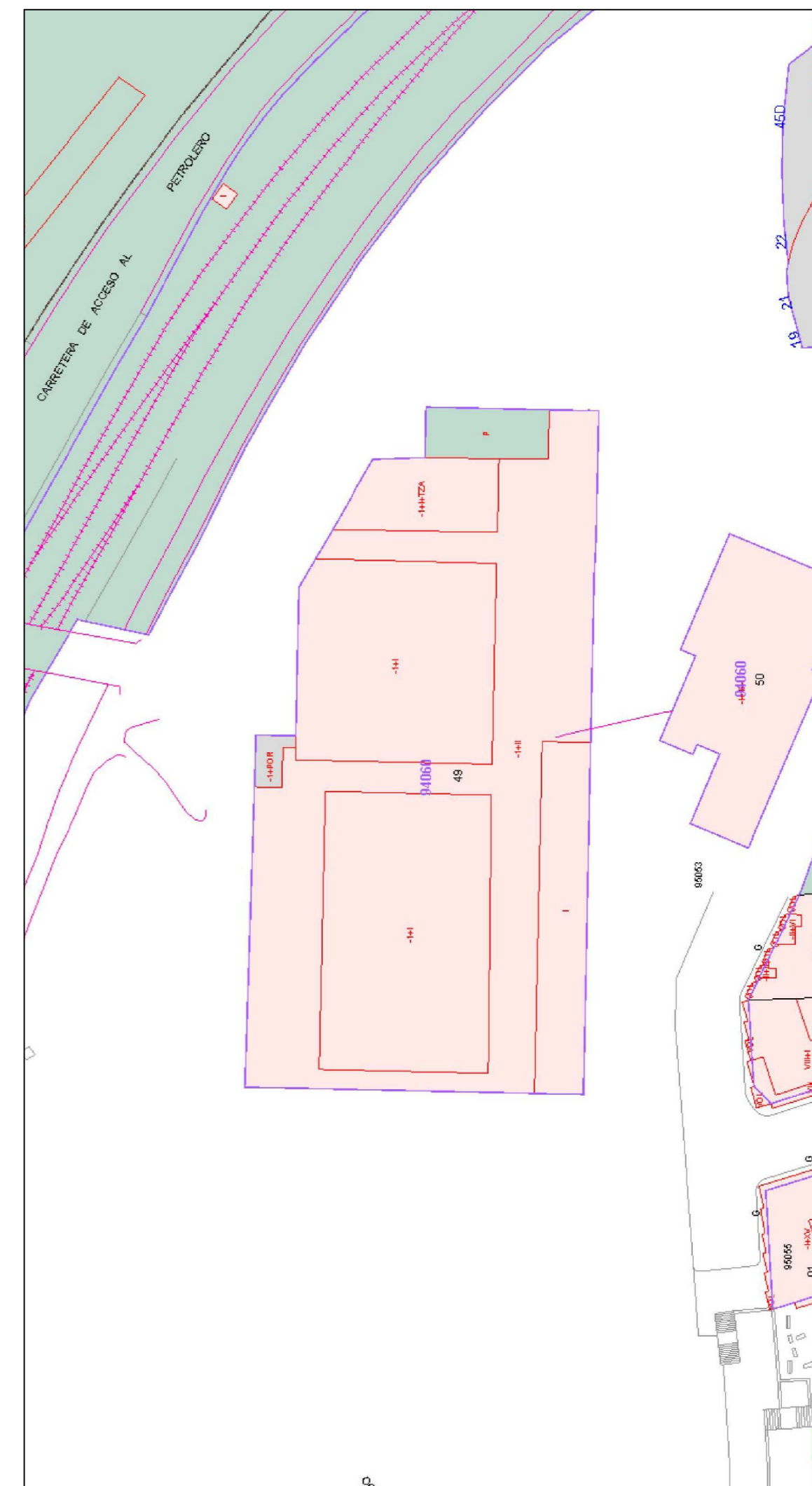
---

## PLANOS

---



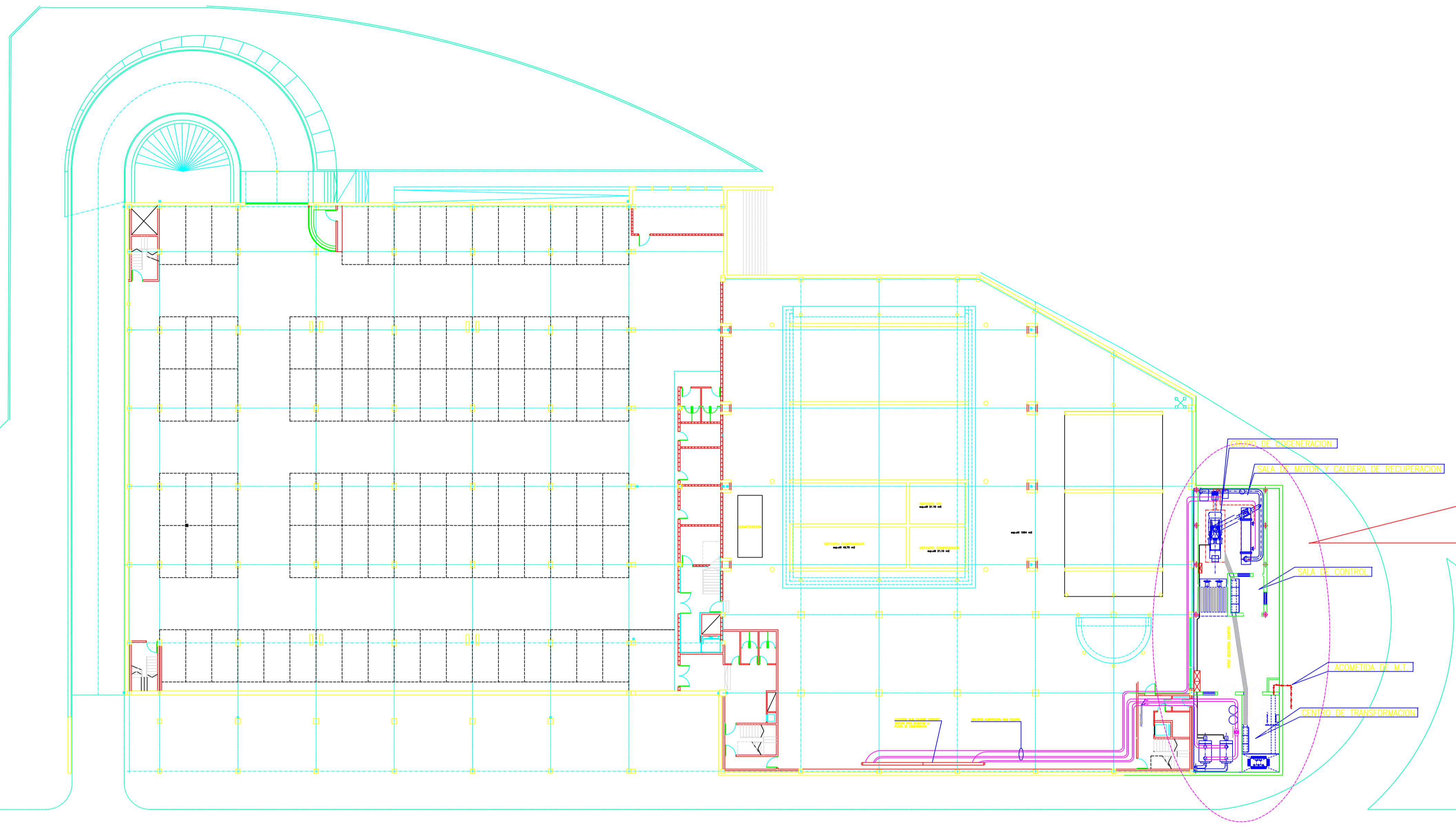
SITUACION  
E: 1/10.000



EMPLAZAMIENTO

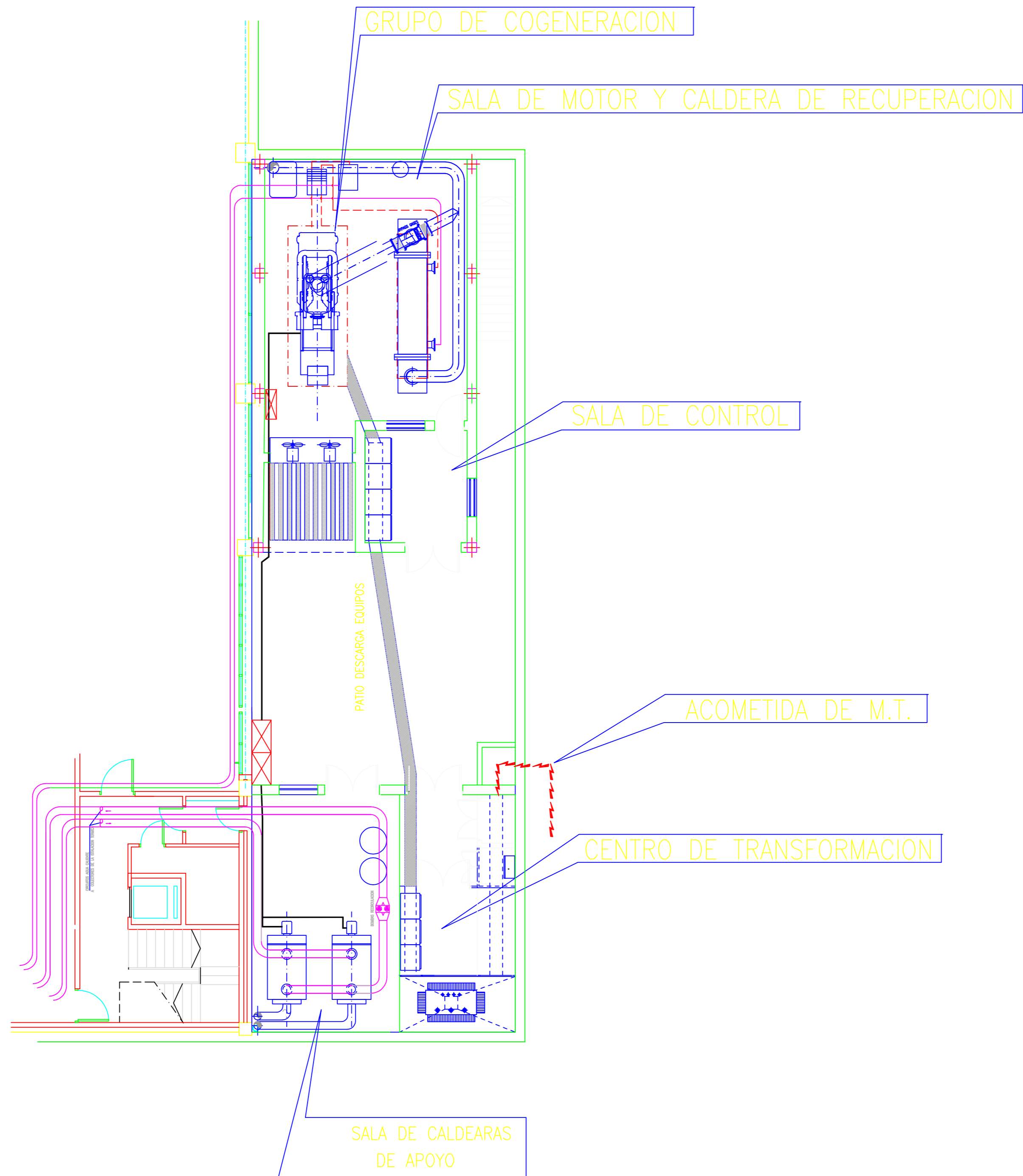
 E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TITULO DEL PROYECTO PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TITULO DEL PLANO SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		FECHA: JUNIO 2012
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO	FIRMA:	ESCALA: 1/10.000 PLANO N°: 1



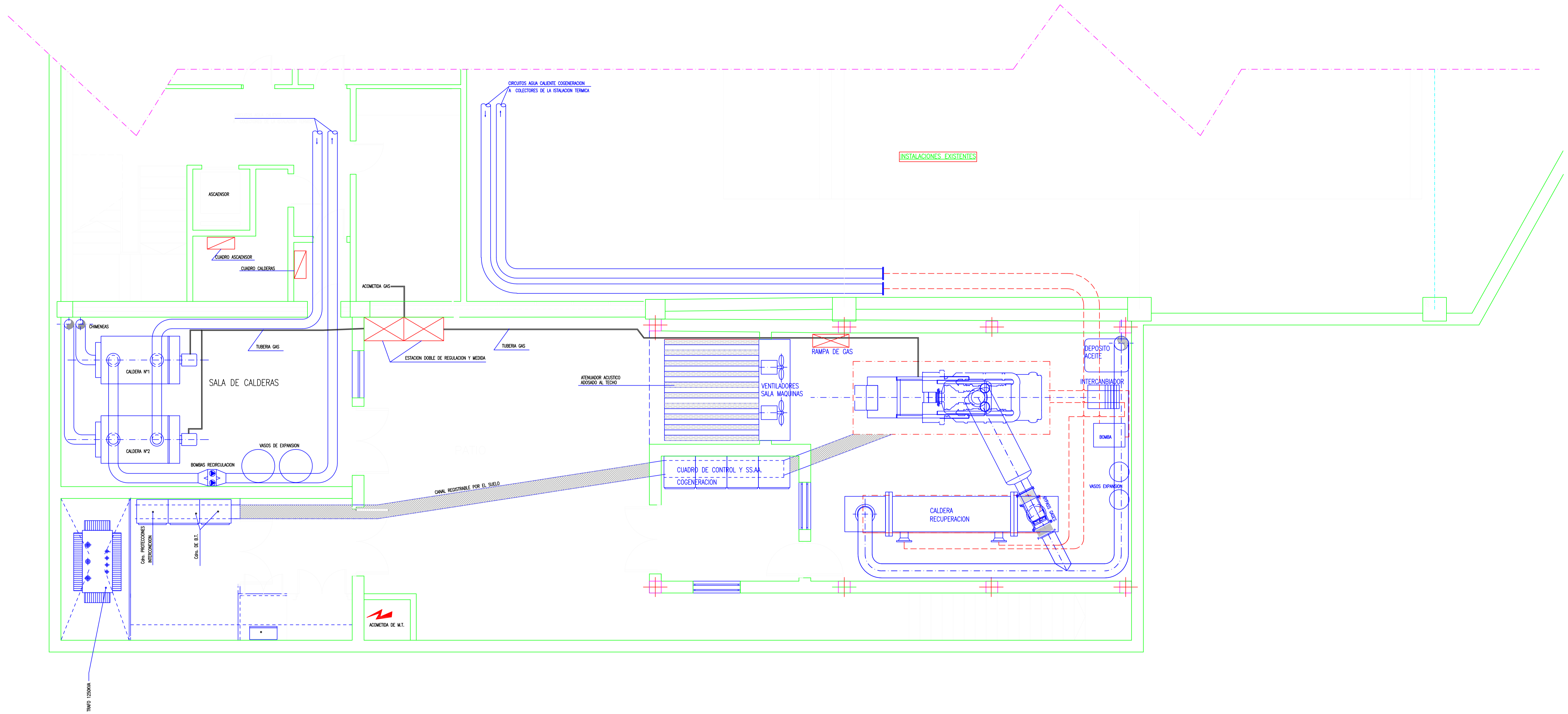


UBICACION DE LAS INSTALACIONES

E.T.S.N.M.		PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TITULO DEL PROYECTO		
PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TITULO DEL PLANO		FECHA: JUNIO 2012
PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES		ESCALA: 1/250
AUTOR:	FIRMA:	PLANO N°: 2.1
ALBERTO ROUCO REGO		

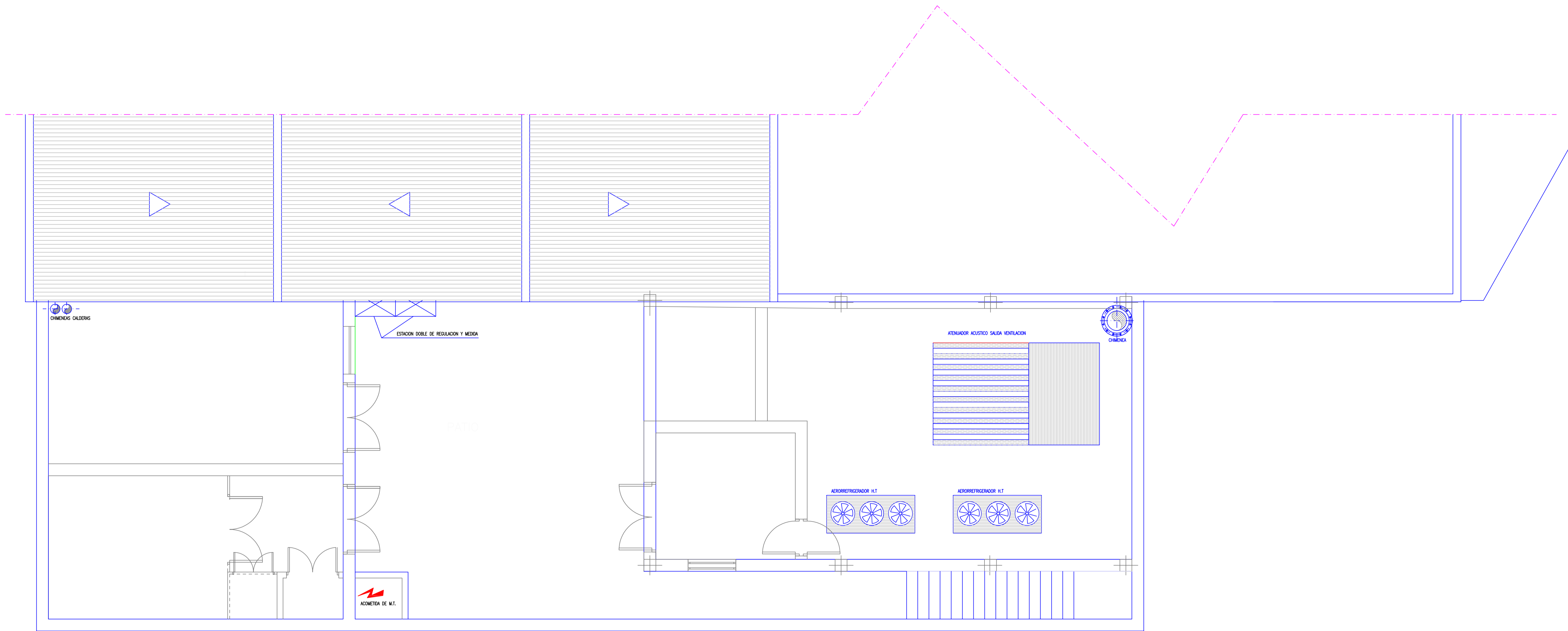


<p>E.T.S.N.M.</p> <p>INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES</p>		<p>PROYECTO FIN DE CARRERA</p> <p>NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12</p>
<p>TITULO DEL PROYECTO</p> <p>PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO</p>		
<p>TITULO DEL PLANO</p> <p>PLANTA GENERAL DE INSTALACIONES. DETALLE</p>		<p>FECHA: JUNIO 2012</p>
<p>AUTOR:</p> <p>ALBERTO ROUCO REGO</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>ESCALA: 1/100</p>
		<p>PLANO N°: 2.2</p>

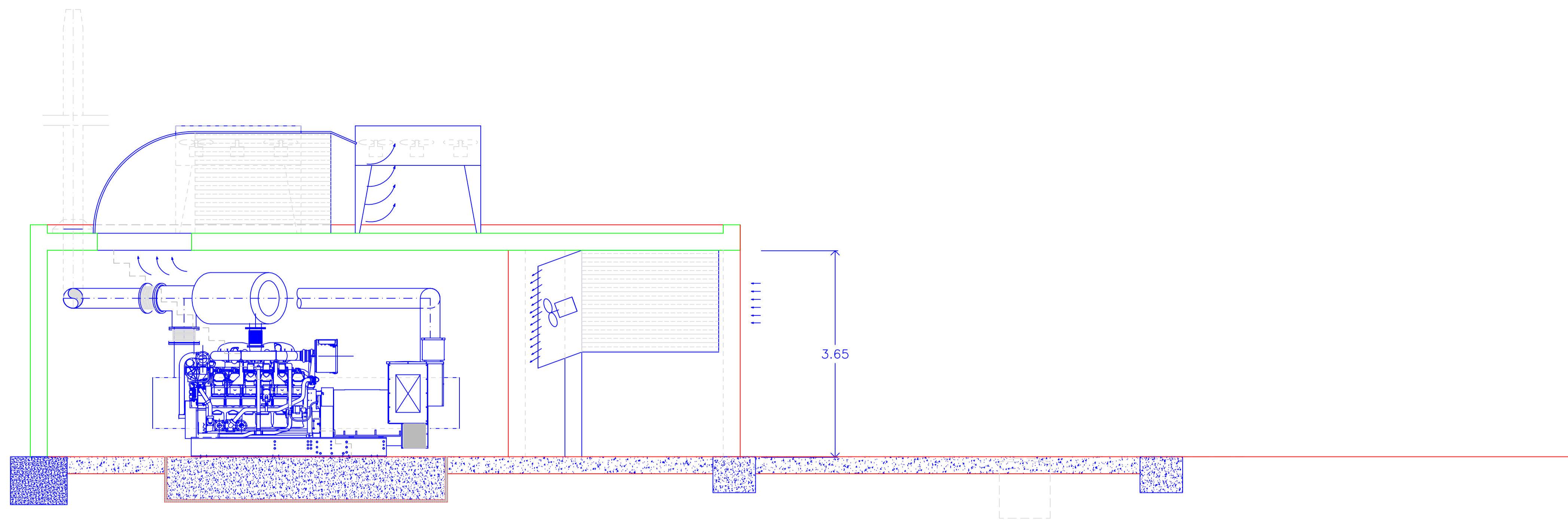


PLANTA BAJA

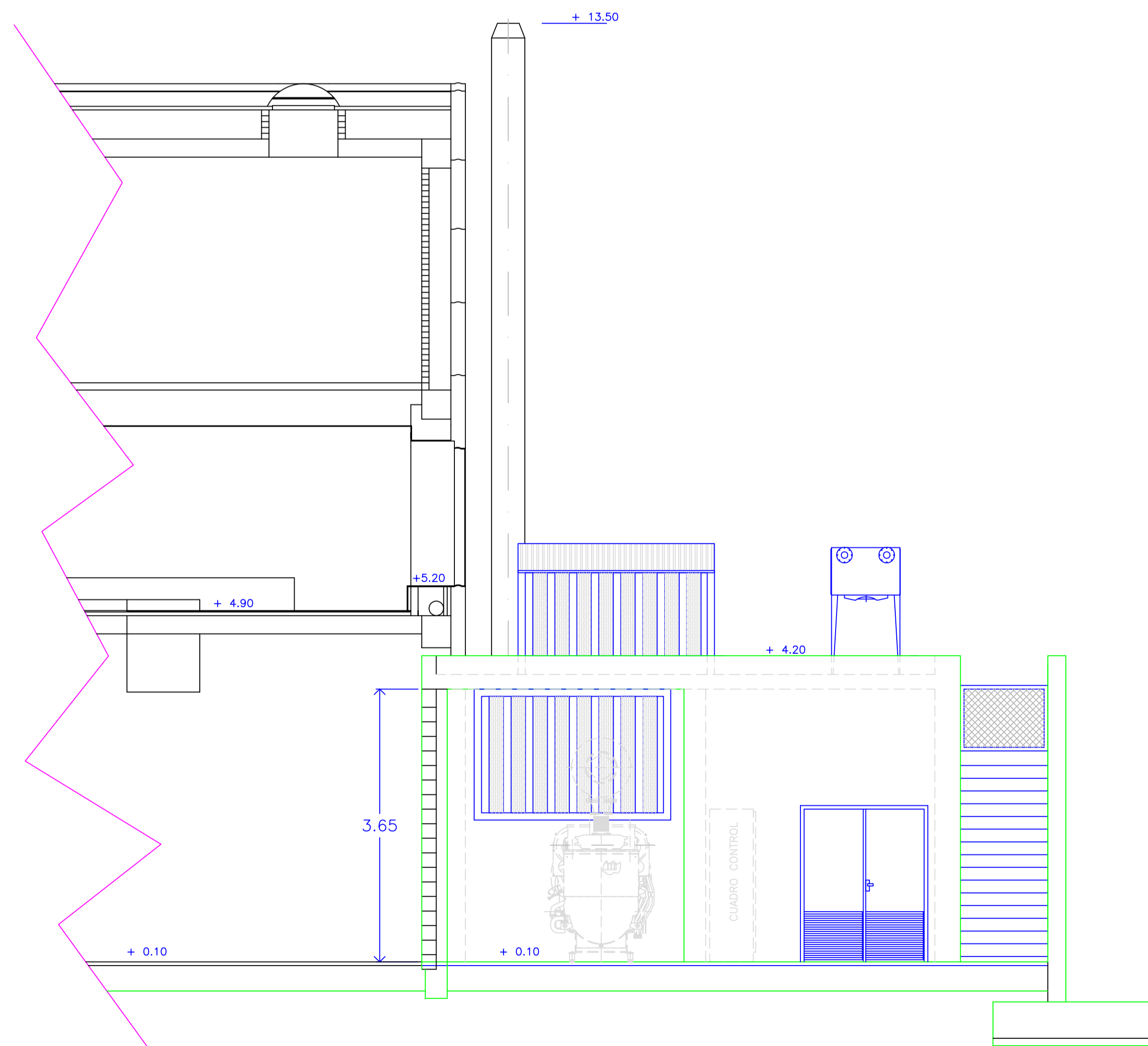
 E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TÍTULO DEL PLANO IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS. PLANTA BAJA		FECHA: JUNIO 2012
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO	FIRMA:	ESCALA: 1/50 PLANO N°: 3



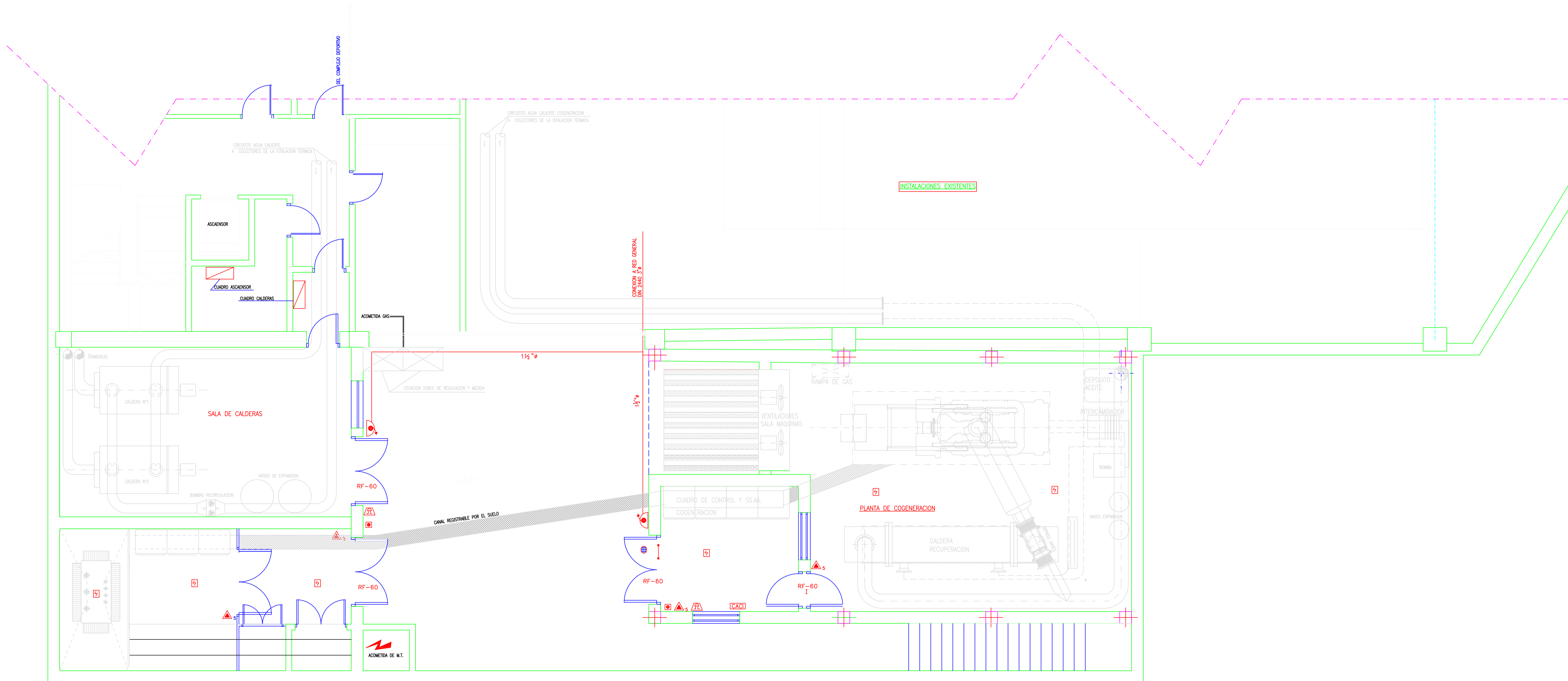
 E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TÍTULO DEL PLANO IMPLANTACIÓN DE EQUIPOS. PLANTA CUBIERTA		FECHA: JUNIO 2012
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO	FIRMA:	ESCALA: 1/50 PLANO N°: 4



ALZADO SECCION A-B



 E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TÍTULO DEL PLANO SECCIONES		FECHA: JUNIO 2012
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO	FIRMA:	ESCALA: 1/50 PLANO N°: 5



SIMBOLO	DENOMINACION
	BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA (B.I.E.) 45 MM ø 20 MTS.LONGITUD
	EXTINTOR DE POLVO BCE-25KG-PP EFICACIA 410-B
	EXTINTOR DE POLVO BCE-12KG-PP EFICACIA 189-B
	EXTINTOR DE POLVO CO2-BCE-05KG EFICACIA 34-B
	EXTINTOR AUTOMATICO DE POLVO BCE-06KG EFICACIA 89-B
	PUERTA RESISTENTE INSONORA Y ESTANCA AL HUMO
	PUERTA INSONORA Y ESTANCA AL HUMO
	CENTRAL ALARMA COTRINCENDIOS
	DETECTOR IONICO DE HUMOS
	DETECTOR TERMOVELOCIMETRICO
	PULSADOR MANUAL DE ALARMA
	SIRENA ELECTRONICA DE ALARMA
	MIRILLA
	BARRA ANTIPANICO

E.T.S.N.M.  
 INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

PROYECTO FIN DE CARRERA  
 NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12

**TITULO DEL PROYECTO**  
 PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO

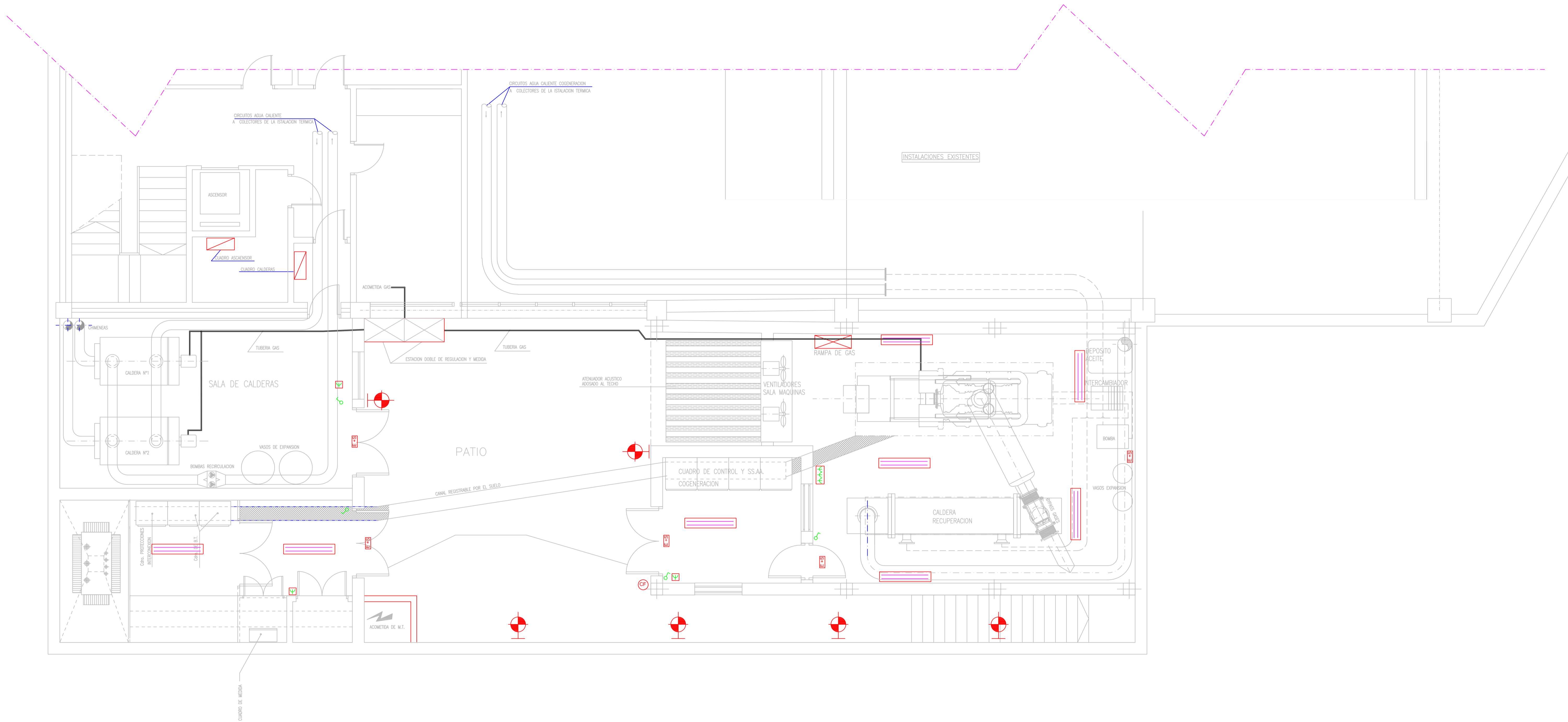
**TITULO DEL PLANO**  
 INSTALACIÓN CONTRINCENDIOS

FECHA: JUNIO 2012  
 ESCALA: 1/50

**AUTOR:**  
 ALBERTO ROUCO REGO

**FIRMA:**

PLANO N°: 6



SIMBOLO	DENOMINACION
	LUMINARIA ESTANCA 2x36W 220V AF
	PLAFON ESTANCO 60W
	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA 135 LUMENES
	INTERRUPTOR ESTANCO
	CELULA FOTOELECTRICA
	SUBCUADRO TOMAS DE CORRIENTE ESTANCAS 3P+TT 16A 2P+TT16A 2P+TT 10/16A
	TOMA DE CORRIENTE ESTANCA 2P+TT 10/16A

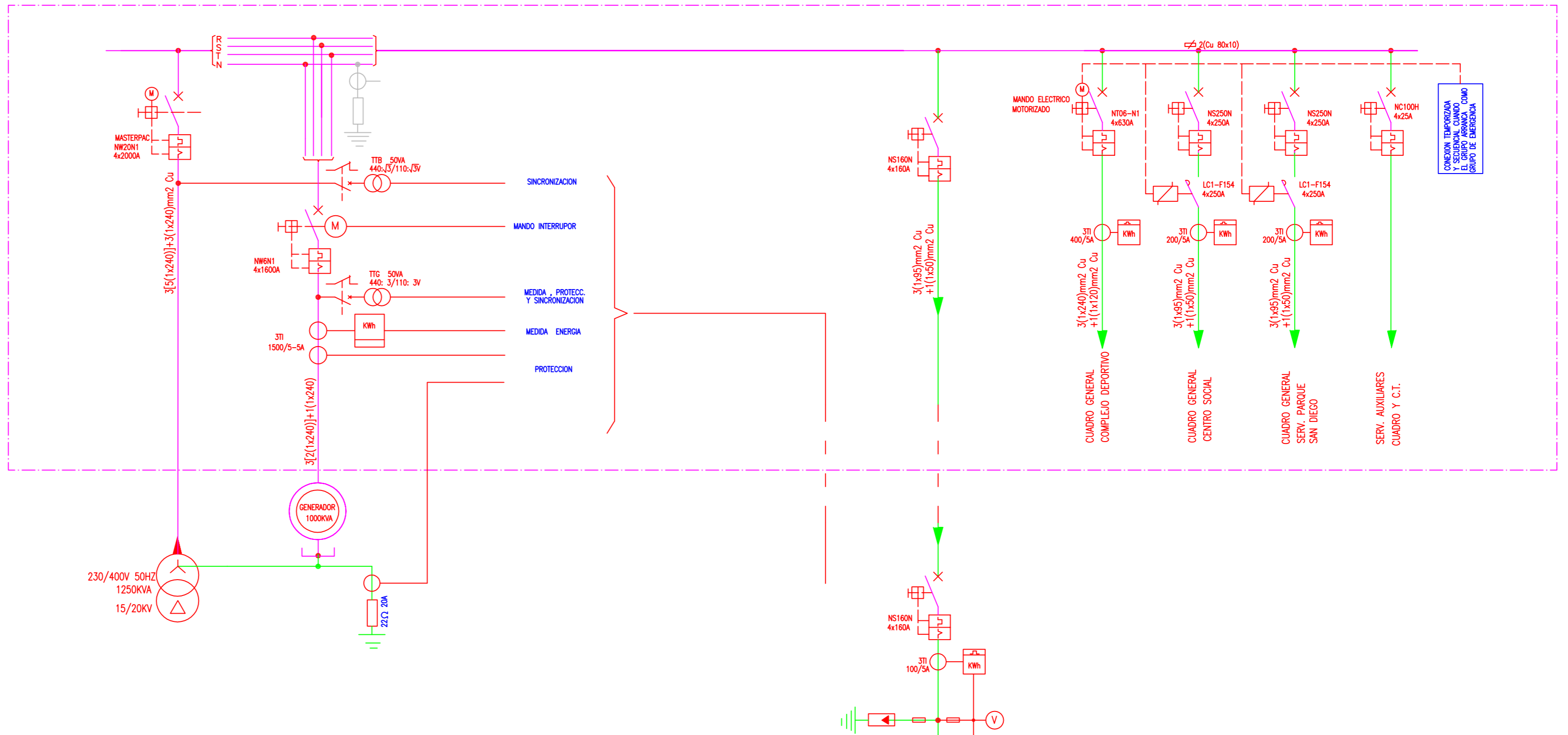
E.T.S.N.M. PROYECTO FIN DE CARRERA  
 INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12

TÍTULO DEL PROYECTO  
 PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO

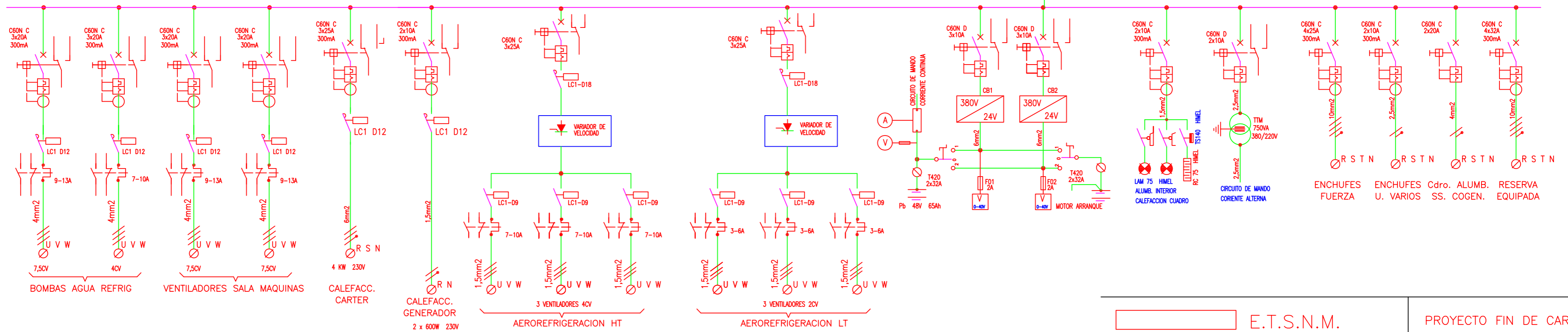
TÍTULO DEL PLANO  
 INSTALACIÓN DE FUERZA Y ALUMBRADO, PLANTA BAJA FECHA: JUNIO 2012

AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO FIRMA: ESCALA: 1/50  
 PLANO N°: 7

### CUADRO GENERAL DE B.T.

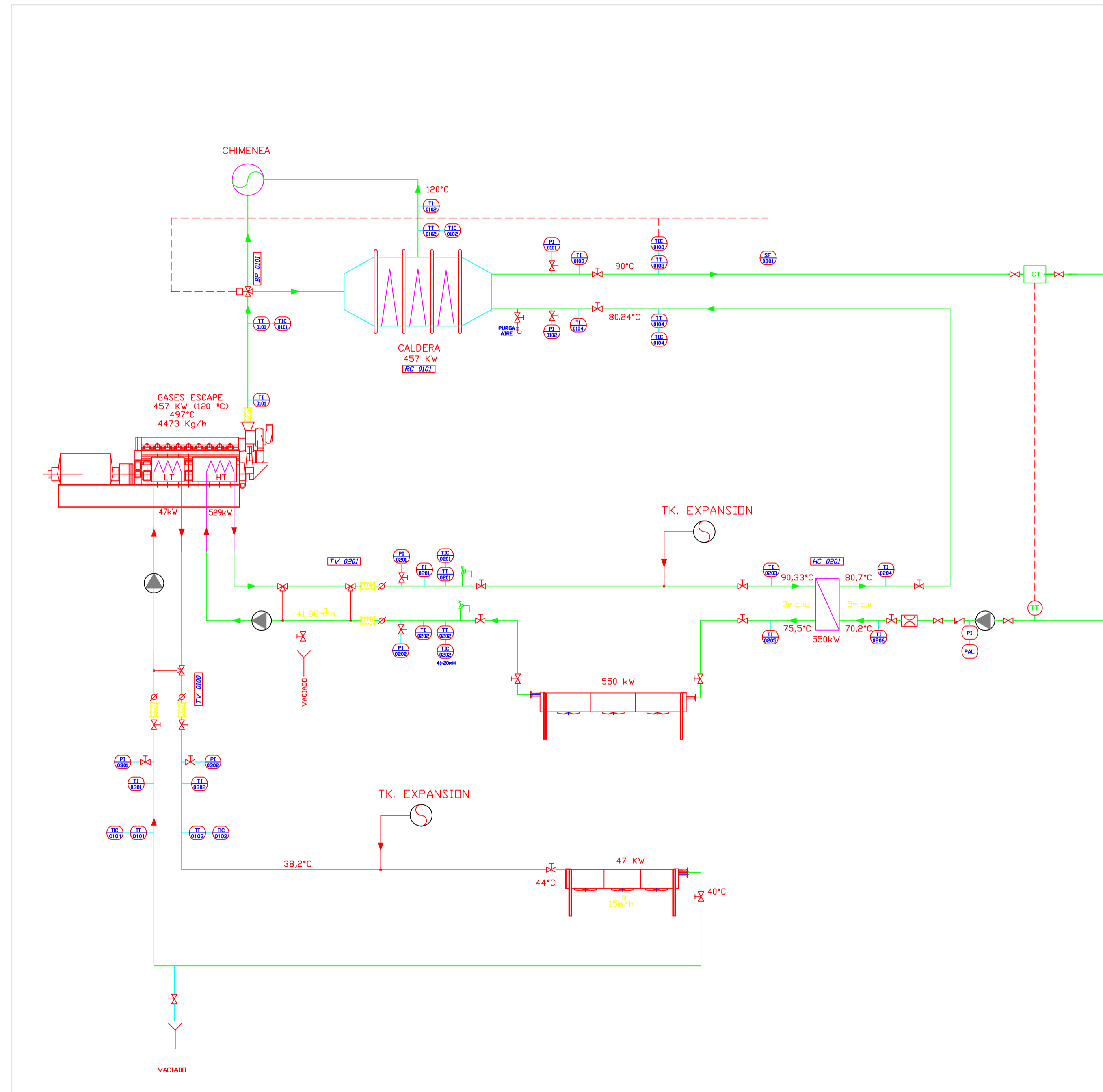


### CUADRO CONTROL Y SERV. AUX. COGENERACION

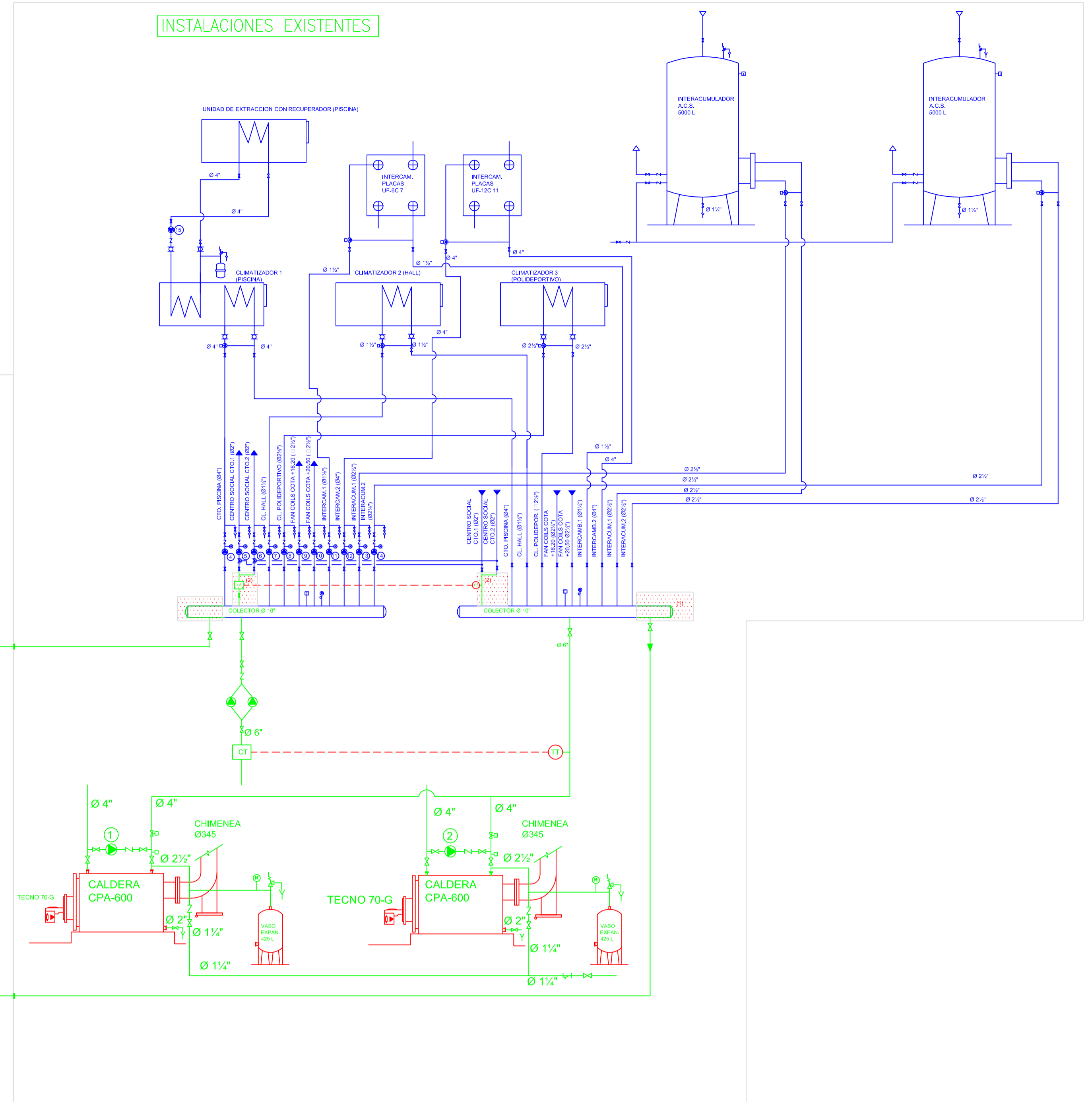


<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">E.T.S.N.M.</div>	PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES	
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO	
<b>TÍTULO DEL PLANO</b> ESQUEMA ELÉCTRICO. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN Y CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES DE COGENERACIÓN	
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO	FIRMA:
FECHA: JUNIO 2012 ESCALA: 1/50 PLANO N°: 8	



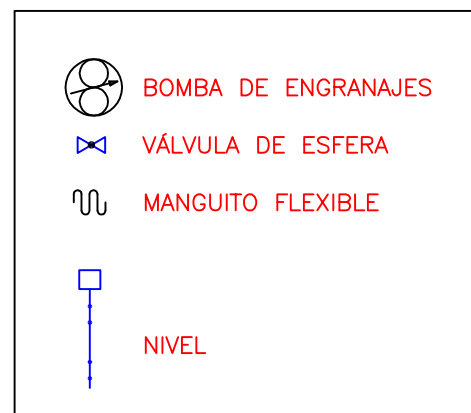
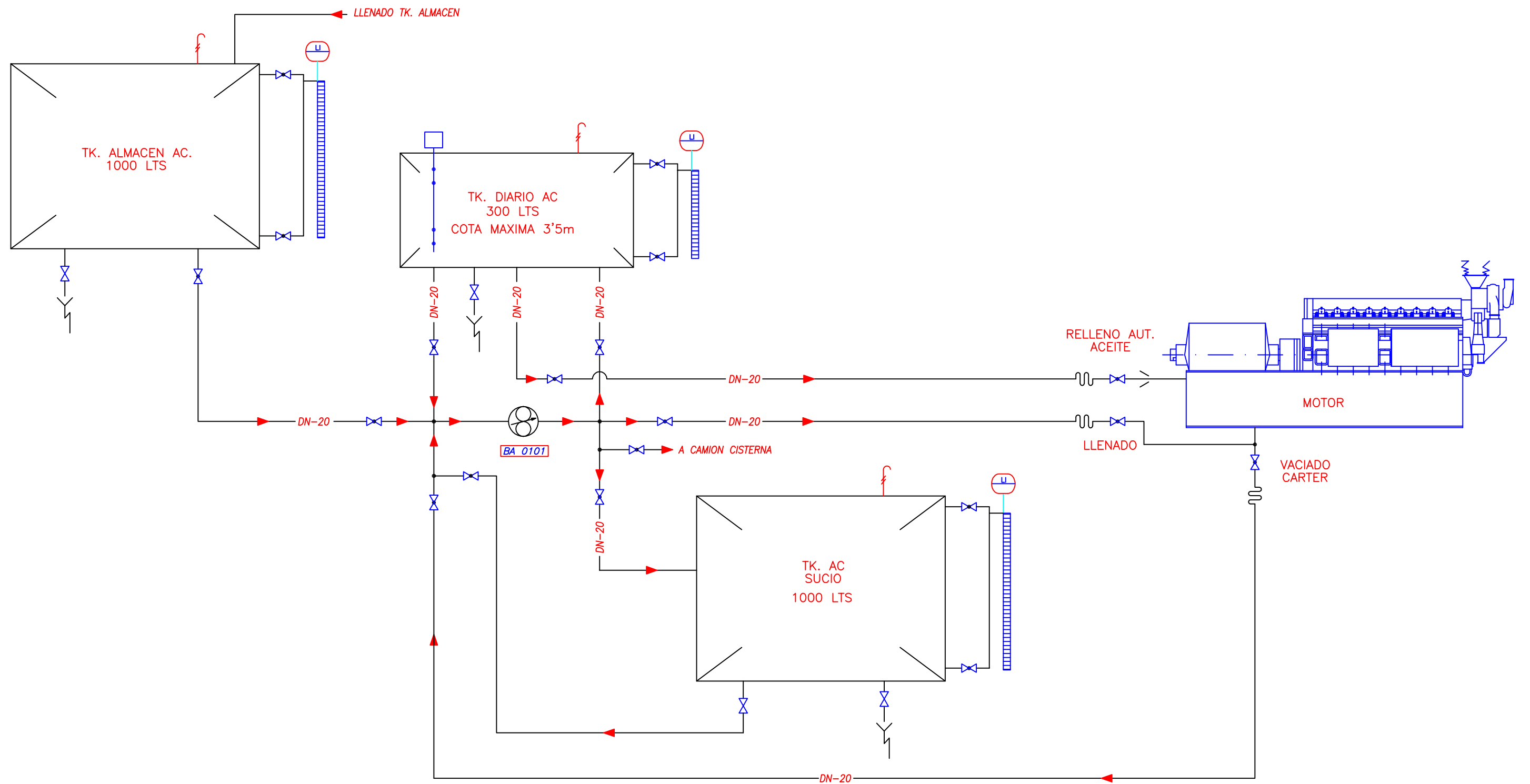


INSTALACIONES EXISTENTES



	VALVULA DE MARIPOSA
	VALVULA DE PIE
	FILTRO EN LINEA TIPO 1/4"
	VALVULA DE RETENCION DE DISCO
	VALVULA CIERRE ESFERICO (BOLA)
	LATIGULLO FLEXIBLE CON MANGUERA DE ALTA PRESION
	BOBMA DE CIRCULACION
	CENTADOR ENERGIA TERMICA
	TRANSMISOR DE TEMPERATURA
	TERMOSTATO
	LIMITE SUMINISTRO
	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
	CENTADOR DE COMBUSTIBLE
	VALVULA DE 3 VIAS MOTORIZADA
	VACIADO
	MANOMETRO
	VALVULA DE SEGURIDAD
	VALVULA DE TRES VIAS

E.T.S.N.M.		PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TÍTULO DEL PROYECTO		
PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TÍTULO DEL PLANO		FECHA: JUNIO 2012
ESQUEMA DE PRINCIPIO		ESCALA: 1/50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO N°: 9
ALBERTO ROUCO REGO		



E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO: MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		PROYECTO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-05-12
TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACION EN UN CENTRO DEPORTIVO		
TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA DE ACEITE		FECHA: JUNIO 2012
AUTOR: ALBERTO ROUCO REGO		ESCALA: 1/100
FIRMA:		PLANO N°: 10

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....</b>	<b>6</b>
1.1	CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS Y FACULTATIVAS .....	6
1.2	PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES .....	7
1.3	RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	9
1.4	PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO.....	9
1.5	LOS PRECIOS.....	10
<b>2</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES DE EJECUCIÓN MATERIAL Y TÉCNICA .....</b>	<b>11</b>
2.1	RED Y ACOMETIDA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL.....	11
2.1.1	<i>Objeto</i> .....	11
2.1.2	<i>Campo de aplicación</i> .....	11
2.1.3	<i>Condiciones generales</i> .....	11
2.1.3.1	Normativa aplicable .....	11
2.1.3.2	Equipamiento .....	12
2.1.3.3	Trazado .....	12
2.1.3.4	Permisos y autorizaciones .....	13
2.1.3.5	Materiales.....	13
2.1.3.6	Obra civil .....	14
2.1.3.7	Montaje mecánico.....	15
2.1.3.8	Pruebas.....	15
2.1.4	<i>Especificación de la obra civil en redes de acero en media presión B</i> .....	16
2.1.4.1	<i>Objeto</i> .....	16
2.1.4.2	<i>Rotura de pavimentos</i> .....	16
2.1.4.3	<i>Excavación</i> .....	17
2.1.4.4	<i>Profundidad</i> .....	18
2.1.4.5	<i>Anchura</i> .....	18

2.1.4.6	Cruces y paralelismos con otras conducciones.....	18
2.1.4.7	Fondo de zanja .....	19
2.1.4.8	Pretapado de la tubería .....	19
2.1.4.9	Relleno de la zanja .....	19
2.1.4.10	Recubrimiento final .....	20
2.1.4.11	Reposición de pavimentos.....	20
2.1.5	<i>Especificación del montaje mecánico en redes de acero en media presión B .....</i>	<i>21</i>
2.1.5.1	Objeto.....	21
2.1.5.2	Tubería.....	21
2.1.5.3	Personal.....	21
2.1.5.4	Almacenaje y manejo.....	21
2.1.5.5	Transporte y acopio en obra .....	22
2.1.5.6	Descenso de los tubos a la zanja .....	22
2.1.5.7	Alineación y soldadura.....	23
2.1.5.8	Control no destructivo de las soldaduras.....	27
2.1.5.9	Control destructivo de las soldaduras.....	30
2.1.5.10	Revestimiento anticorrosivo.....	31
2.1.5.11	Pruebas.....	34
2.1.6	<i>Especificación de pruebas en tubería de acero para media presión B.....</i>	<i>36</i>
2.1.6.1	Objeto.....	36
2.1.6.2	Introducción.....	36
2.1.6.3	Pruebas de redes.....	36
2.1.6.4	Pruebas de acometidas .....	37
2.1.6.5	Acta de pruebas .....	37
2.2	INSTALACIONES PROPIAS DEL SISTEMA DE COGENERACIÓN .....	40
2.2.1	<i>Objeto .....</i>	<i>40</i>
2.2.2	<i>Campo de aplicación .....</i>	<i>40</i>
2.2.3	<i>Equipamiento.....</i>	<i>40</i>

2.2.3.1	Grupo motor a gas .....	40
2.2.3.2	Intercambiadores de calor .....	41
2.2.3.3	Conducciones de agua caliente.....	41
2.2.3.4	Conducciones de agua fría .....	41
2.2.3.5	Bombas de agua.....	42
2.2.3.6	Torre de refrigeración .....	42
2.2.3.7	Conducciones de gases de escape .....	42
2.2.4	<i>Especificaciones del montaje mecánico</i> .....	42
2.2.4.1	Montaje de tuberías de acero .....	42
2.2.4.1.1	Objeto .....	42
2.2.4.1.2	Tubería .....	42
2.2.4.1.3	Personal.....	43
2.2.4.1.4	Almacenamiento, transporte y manejo .....	43
2.2.4.1.5	Soldadura .....	43
2.2.4.1.6	Pruebas .....	47
2.2.4.2	Montaje del grupo motor a gas y demás equipos.....	48
2.2.4.2.1	Objeto .....	48
2.2.4.2.2	Personal.....	48
2.2.4.2.3	Transporte y manejo.....	48
2.2.4.2.4	Montaje propiamente dicho .....	48
2.2.4.2.5	Pruebas .....	49
2.2.4.3	Montaje de los intercambiadores .....	49
2.2.4.3.1	Objeto .....	49
2.2.4.3.2	Personal.....	49
2.2.4.3.3	Transporte y manejo.....	49
2.2.4.3.4	Montaje propiamente dicho .....	50
2.2.4.3.5	Prueba .....	50
2.3	ACOMETIDA ELÉCTRICA DE LA COMPAÑÍA ELÉCTRICA .....	50

2.3.1	Objeto .....	50
2.3.2	Alcance .....	51
2.3.3	Carácter .....	51
2.3.4	Criterios generales.....	51
2.3.5	Normas administrativas de carácter general.....	53
2.3.6	Prescripciones y normas técnicas de carácter general.....	55
2.3.7	Potencia máxima de las centrales interconectadas .....	56
2.3.8	Condiciones específicas de interconexión de centrales de autogeneración con generadores síncronos.....	56
2.3.9	Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones autogeneradoras.....	57
2.3.10	Medida de la energía eléctrica recibida y entregada .....	58
2.3.11	Protecciones a disponer en la instalación.....	59
2.3.12	Medida.....	60
2.3.12.1	Objeto.....	60
2.3.12.2	Alcance .....	61
2.3.12.3	Definición del equipo de medida.....	61
2.3.12.3.1	Responsabilidades .....	61
2.3.12.3.2	Información requerida.....	62
2.3.12.4	Elementos de medida afectados .....	62
2.3.12.5	Características técnicas.....	63
2.3.12.5.1	Transformadores de tensión.....	63
2.3.12.5.2	Transformadores de intensidad.....	63
2.3.12.5.3	Cableado de interconexión entre t/t y medida.....	63
2.3.12.5.4	Cableado de interconexión entre t/i y medida .....	64
2.3.12.5.5	Convertidores de potencia activa .....	64
2.3.12.5.6	Convertidores de potencia reactiva .....	64
2.3.12.5.7	Convertidores de tensión.....	65
2.3.12.5.8	Contador de energía activa .....	65

---

2.3.12.5.9	Contador de energía reactiva .....	65
2.3.12.5.10	Registradores-discriminadores tarifarios .....	66
2.3.12.6	Criterios de actuación .....	67
2.3.12.7	Instalación .....	67
2.3.12.8	Actuaciones posteriores a la puesta en servicio .....	68
2.3.13	<i>Telecontrol</i> .....	68
2.3.13.1	Adaptación de la instalación al telecontrol.....	68
2.3.13.2	Terminal de telecontrol .....	70
2.3.14	<i>Perturbaciones</i> .....	70
2.3.15	<i>Puesta en servicio</i> .....	70
2.3.16	<i>Documentación</i> .....	70
2.3.16.1	Información a aportar por el autoproduccion .....	70
2.3.16.2	Información a aportar por UNIÓN FENOSA .....	71
2.3.16.3	Información a entregar con el proyecto .....	71



# 1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

## 1.1 Condiciones generales económicas y facultativas

La ejecución de las instalaciones descritas será con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y particulares en él utilizadas y a las reglas de la buena construcción.

El técnico y constructor deberán de asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, verificando los materiales en obra y descartando los suministros prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas técnicas anteriormente citadas.

El constructor determinará por escrito, antes de iniciar las obras, que la documentación aportada es completa y suficiente para el entendimiento de ésta. En caso contrario, deberá solicitar las pertinentes aclaraciones a los diversos técnicos implicados en ellas.

Así mismo, se fijará el tiempo, a través de documento escrito, de la realización de las obras entre las distintas partes contratantes, al igual que la cantidad de personas especializadas en la ejecución de las instalaciones, comprobando la distinta capacidad de realización del trabajo de los distintos trabajadores. Los materiales utilizados serán facilitados con la suficiente antelación para el cumplimiento estipulado de las obras.

Aquellos puntos que no sean muy claros o no estén lo suficientemente determinados en los documentos del proyecto, se realizarán con la buena construcción y el buen hacer por parte de la contrata, siempre de acuerdo con lo dispuesto por los técnicos dentro de los límites de las posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Así mismo, el jefe de obra deberá de estar presente durante la jornada legal de trabajo para poder ser consultado y dirigir las obras.

Por el contrario, toda modificación de la obra que suponga un incremento de precio de alguna unidad de obra superior al 20 %, o del total del presupuesto en más de un 10 %, será notificado y consultado con la propiedad.

El contratista tendrá el derecho y la obligación de requerir del técnico competente, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

El técnico competente, en supuestos casos de desobediencia a sus instrucciones, podrá requerir al contratista la no inclusión en el grupo de trabajo a aquellos operarios que manifiesten incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la buena marcha de las obras.

## **1.2 Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares**

El constructor empezará los trabajos en el plazo acordado por la contrata y el promotor de la obra. Se desarrollarán de la forma necesaria para que, dentro de los plazos marcados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución se lleve a cabo, dentro del plazo exigido en el contrato.

El orden de los trabajos será facultad de la contrata, salvo aquellos casos que, por circunstancias de orden técnico, se estime conveniente cambiar el orden.

Si, por causas mayores o, independientemente de la voluntad del constructor, éste no pudiera comenzar las obras, tuviera que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos acordados, se le otorgará una prórroga para que cumpla la contrata, previo informe favorable del jefe de obra.

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las obras, poniendo como excusa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, salvo en el caso de que, habiéndolo solicitado por escrito, no se les hubiesen proporcionado.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta conformidad al proyecto, a las modificaciones del mismo, que previamente hayan sido aprobadas, y a las órdenes e instrucciones que, bajo su responsabilidad y por escrito, entreguen las personas que hayan realizado el proyecto, dentro de las limitaciones presupuestarias.

El constructor empleará los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones generales y particulares de ejecución material y técnica “ del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la entrega de la obra, es responsabilidad del técnico y del jefe de obra todo lo que se haya instalado en la fábrica y, en caso de detectar defectos en los trabajos realizados o en los materiales empleados, podrá disponer la propiedad, que las partes defectuosas sean reemplazadas y reinstaladas de acuerdo con lo contratado, corriendo con los gastos que de ello se deriven los responsables de la obra.

El constructor deberá de presentar al Ingeniero Director de obra una lista completa de los materiales y de los aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

A petición de los mismos, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

Todos los materiales, elementos de las instalaciones o aparatos utilizados deberán de llevar sus certificaciones homologadas. En el caso de que éstos no cumplan suficientemente con las características exigidas, se dará la orden al constructor de retirarlos. Si, a los quince días de recibir la orden, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad, cargando con los gastos a la contrata.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las instalaciones correrán a cuenta de la contrata.

Todo ensayo, que no haya resultado satisfactorio o, que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse de nuevo a cargo de la contrata.

El constructor deberá de mantener la obra limpia, así como sus alrededores, en cuanto a materiales sobrantes se refiere.

Los materiales nunca deberán de ocupar la zona de tránsito de peatones, debiéndose de guardar las correspondientes distancias de seguridad.

### **1.3 Recepción de las instalaciones**

La garantía de las distintas instalaciones tendrá un plazo superior a nueve meses. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo de la contrata.

La recepción definitiva se realizará una vez transcurrido el plazo de garantía, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos implícitos a la normal conservación de las instalaciones, quedándole sólo las responsabilidades que pudieran alcanzarle por los defectos de construcción.

En caso de resolución del contrato, el contratista estará obligado a retirar, en el plazo fijado o acordado entre la propiedad y él mismo, todo tipo de maquinaria, medios auxiliares, etc. y estará obligado a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la fábrica en condiciones de ser reanudada por la empresa.

### **1.4 Prescripciones de carácter económico**

En caso de que la obra o instalaciones se realicen por contrato, el contratista estará obligado a prestar fianza, mediante un depósito previo, en metálico, valores o en aval bancario, por importe de, entre el 3 % y el 10 % del precio total contratado, o bien, mediante retención de las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción. El plazo para la realización de la misma no excederá de 30 días naturales, a partir de la fecha en la que se comunica la adjudicación.

En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de la obra se las encargará realizar a un tercero, o podrá realizarlo por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la misma no fuese suficiente para cubrir el importe de los gastos efectuados.

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

### **1.5 Los precios**

El contratista estará obligado a efectuar los cambios existentes ante una partida de precios contradictorios. El precio se resolverá entre el director de la obra y el contratista.

Las contradicciones que hubiese, serán referidas siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## **2 PLIEGO DE CONDICIONES DE EJECUCIÓN MATERIAL Y TÉCNICA**

### **2.1 Red y acometida de la distribución del gas natural**

#### **2.1.1 Objeto**

El objeto de este pliego es determinar los preceptos mínimos de diseño, proyecto y construcción en las redes y acometida destinadas a la distribución de Gas Natural en media presión B, en el Término Municipal de A Coruña.

Así mismo, servirá como documento técnico en las relaciones que se establezcan entre la Compañía Distribuidora, Gas Natural S.A., y las Empresas especializadas que acometan la realización de todo o parte de lo regularizado en las mismas.

#### **2.1.2 Campo de aplicación**

El presente pliego será de aplicación en las distintas fases de realización de las canalizaciones destinadas a la conducción de Gas Natural ( Segunda Familia, según UNE 60.002 ) con presión máxima de servicio de 4 bar relativos.

#### **2.1.3 Condiciones generales**

##### **2.1.3.1 Normativa aplicable**

Todas las canalizaciones para la distribución de gases combustibles, objeto de este pliego, deberán de ser realizadas en concordancia con los siguientes Reglamentos, Normas y Especificaciones Técnicas.

- Reglamento General de Servicio Público de Gases Combustibles.  
Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos.  
Instrucción Técnica Complementaria I.T.C.-MIG-5.3 de Canalizaciones de Gas en Media Presión B.

- Normas, Ordenanzas y Especificaciones Técnicas que puedan ser promulgadas por Organismos Oficiales competentes en la materia, tales como Entes Autónomos, Ayuntamiento y otros.
- Las presentes Normas Técnicas, tanto en su contenido general, como en las especificaciones y recomendaciones particulares que definan operaciones específicas de las obras de canalización.
- Condiciones técnicas particulares que deriven de la concesión del permiso correspondiente por las personas públicas o privadas que lo otorguen. - Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

No se podrá adoptar ninguna disposición diferente de las precisadas en este Pliego de Condiciones sin notificarlo por escrito a Gas Natural S.A. y la obtención de su aprobación correspondiente.

### **2.1.3.2 Equipamiento**

Para realizar las distintas operaciones que conforman los trabajos de canalización en redes y acometidas, deberán de usarse las tecnologías que sean de aplicación en cada material, por medio del empleo de los útiles y máquinas específicas, manipuladas por personal adiestrado para su uso y, en su caso, con documentación que acredite su capacidad, a fin de conseguir el mejor aprovechamiento de los materiales y el máximo de seguridad para las personas y las cosas.

### **2.1.3.3 Trazado**

En base a los datos y documentación recogida por los servicios técnicos de la Compañía Distribuidora, se han elaborado los planos de proyecto que se incluyen en el Documento correspondiente, en los que se indica, de forma aproximada, el trazado de la canalización, siendo necesario realizar las catas previas al comienzo de la obra, con el fin de determinar exactamente el lugar más idóneo para instalar la tubería.

El trazado que resulte de estas prospecciones deberá de ser tan rectilíneo como sea posible y sensiblemente semejante al proyectado.

Cuando, por dificultades encontradas en el subsuelo, sea necesario variar de forma substancial el trazado previsto, deberá de recabarse la autorización de la Compañía Distribuidora.

#### **2.1.3.4 Permisos y autorizaciones**

Este apartado estará formado por los distintos permisos y autorizaciones que sean necesarios para la realización de la obra, otorgados por aquellos Organismos Públicos o Privados que tengan jurisdicción sobre la zona en que se realicen los trabajos.

Será por cuenta de Gas Natural S.A., la obtención de estos permisos, correspondiendo al contratista, encargado de la realización de la obra, la obtención de las condiciones de señalización requeridas por parte de los Servicios Municipales y, si hubiera lugar, de otros Organismos, para el inicio y ejecución de las obras.

#### **2.1.3.5 Materiales**

La práctica totalidad de los materiales a instalar en las redes y acometida de este proyecto será suministrada por Gas Natural S.A., que cuidará de obtener y archivar los certificados que acrediten que el material cumple con la reglamentación vigente y las normas que sean de aplicación en cada caso.

El almacenamiento de los materiales deberá de efectuarse según las especificaciones propias de cada material, a fin de conseguir que permanezcan sus características propias durante todo el tiempo, evitando con ello que se produzcan deterioros que lo dejarán inservible, tales como apoyos en superficies inadecuadas, exceso de carga por alturas de apilado excesivas, agresiones físicas o químicas, etc.



Tanto en el momento de la entrega del material al equipo instalador, como en la recepción del material sobrante de la obra, deberán de realizarse las inspecciones que garanticen que el tránsito de material es el consignado en los documentos pertinentes y que se encuentra en perfecto estado para su uso inmediato.

El material utilizado para la realización de las canalizaciones será acero estirado sin soldadura que se ajustará a lo establecido en las normas ITC-MIG 5.2., y UNE 60.305 y UNE 60.309.

La tubería se suministrará en largos de 6 a 6,4 metros, con extremos lisos cortados a escuadra, protegidos exteriormente contra la oxidación, con certificado de fábrica según DIN 50049/3.1.B.

#### **2.1.3.6 Obra civil**

La obra civil implicará todos los trabajos tendentes a situar la red o acometida en condiciones tales que permanezcan en el tiempo las características de buena instalación, conseguidas en el momento de la finalización de su montaje. Por ello deberá de tomarse un especial cuidado en la realización de todas y cada una de las fases de que se compone:

- Excavación.
- Relleno.
- Compactación.
- Restitución.

El Contratista responderá de la ejecución correcta de la Obra Civil, según las técnicas adecuadas, asumiendo los perjuicios que una mala realización pudiera ocasionar y subsanado todo defecto que aparezca dentro del año siguiente a la terminación de la obra, siempre que no justifique documentalmente que el defecto es imputable a agentes externos.

### **2.1.3.7 Montaje mecánico**

La obra mecánica estará compuesta por el conjunto de operaciones que se realizan para conseguir el tendido y acoplamiento de los distintos elementos de una canalización (Red o acometida), aplicando las tecnologías que le son propias.

El Contratista tendrá en cuenta, dada la climatología de la zona, el poder afrontar las bajas temperaturas de cara a la soldadura y tendido de tubería.

Se pondrá especial cuidado en la programación del montaje mecánico para dejar al menos preparada toda la tubería puesta en zanja en el día.

La unión de las tuberías entre sí con los accesorios necesarios se realizará por medio de soldadura normal al arco y cuando se deban instalar elementos de distinto material se emplearán juntas mecánicas con bridas PN-10 (DIN) o accesorios diseñados especialmente según normas de reconocido prestigio.

### **2.1.3.8 Pruebas**

Una vez terminada la instalación y previo a la puesta en servicio se realizará una prueba de estanqueidad por medio de aire o nitrógeno, con el fin de asegurar la bondad de la misma.

Se definirán en cada momento los tramos a probar, programando con antelación el comienzo de la prueba con objeto de avisar a los representantes de la Administración para que presencien las mismas, si así lo requieren.

En la prueba deberán de tomarse las medidas que procedan para evitar riesgos innecesarios, levantando el acta correspondiente en el que se recogerán los resultados de las mismas.

Si el resultado de la prueba no fuera satisfactorio, el Contratista deberá de realizar las operaciones de reparación que sean necesarias para subsanar los defectos, siendo a su cargo todos los trabajos que se ocasionen, si las causas del defecto

son imputables a una mala instalación o manipulación de los materiales integrantes de la canalización.

## **2.1.4 Especificación de la obra civil en redes de acero en media presión B**

### **2.1.4.1 Objeto**

Esta especificación tiene por objeto definir los criterios básicos a considerar para la realización de la obra civil correspondiente a la instalación de conducciones de acero estirado sin soldadura para Gas Natural en media presión B (hasta 4 bar, ef.).

### **2.1.4.2 Rotura de pavimentos**

El pavimento debe demolerse con un corte limpio con máquina, cuando se trate de aglomerados y por losetas enteras, cuando de éstas se trate. Igualmente debe de levantarse con sumo cuidado aquél que se compone de elementos separador, tal como losetas de piedras, adoquinando sobre arena, etc. En todos los casos, la rotura se hará de tal forma que no se produzcan desmoronamientos de los bordes en la fase de excavación y la superficie afectada sea la menos posible.

Los materiales que estén destinados a ser empleados de nuevo deberán de dejarse de modo que no dificulten la circulación ni entorpezcan la buena marcha de los trabajos y se puedan emplear con facilidad cuando se reponga el pavimento.

Aquellos materiales que no puedan ser utilizados en la posterior reposición del pavimento deberán de ser trasladados en la máxima rapidez a un vertedero, con el fin de que no se mezcle con ellos la tierra procedente de la excavación, la cual quedaría inservible para el posterior relleno de la zanja.

### **2.1.4.3 Excavación**

La excavación de la zanja podrá realizarse a mano o a máquina. Para la elección del método más apropiado en cada caso concreto, será de mucha utilidad lo observado en las catas de prueba realizadas para determinar el trazado definitivo. No obstante se optará preferentemente por la excavación con medios mecánicos.

La excavación se realizará de forma ordenada hasta la profundidad deseada. En estos casos especiales, cuando la consistencia del terreno no es la adecuada o bien cuando la profundidad de la zanja así lo aconseje, se procederá a su entubamiento a medida que se vaya profundizando.

En los puntos en donde sea necesario realizar uniones en fondo de zanja y la anchura de la misma no sea suficiente para un fácil manejo, se hará la plaza necesaria que facilite la unión.

Los productos procedentes de la excavación deberán de situarse de forma que no entorpezcan el desarrollo de los trabajos y ni impidan la libre evacuación de las posibles aguas pluviales por los sumideros situados a este efecto, evitando al mismo tiempo que exista el riesgo de inundaciones, bien en la zanja o en la vía pública y disponiéndolos de forma que se dejen pasos suficientes, tanto para los vehículos como para los peatones, en particular en las accesos a inmuebles, almacenes, garajes, etc. No obstante referente a los productos procedentes de la excavación se atenderá lo dispuesto por las Ordenanzas Municipales.

En las obras de excavación se observará con cuidado especial, tanto si se realiza a máquina como a mano, no dañar las posibles obras subterráneas encontradas en el subsuelo, procediendo a las medidas que sean de aplicación en cada caso para evitar que sufran daños.

Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará de inmediato a los servicios de inspección de Gas Natural S.A. y al propietario del servicio para que proceda a su reparación.

#### **2.1.4.4 Profundidad**

La zanja se realizará con la profundidad necesaria para situar la tubería de forma que su generatriz superior esté situada a una profundidad igual o mayor a 0.40 metros con relación al nivel definitivo del suelo.

Si por dificultades encontradas en el subsuelo debe de colocarse la tubería a una profundidad menor de 0.40 metros, se han de tomar las medidas especiales de protección de la tubería, que garanticen que no estará expuesta a esfuerzos superiores a los que soportaría a aquella profundidad mínima de 0.40 metros.

#### **2.1.4.5 Anchura**

La anchura de la zanja será el resultado de incrementar 0.40 metros el diámetro de la tubería a la que vaya destinada, con dos objetivos principales:

- a) Garantizar la no existencia de otros servicios a menos de 0.20 metros de la tubería.
- b) Tener suficiente espacio para realizar el tendido de la tubería con las ondulaciones necesarias para que absorba todas las dilataciones y contracciones que se puedan producir en la misma.

#### **2.1.4.6 Cruces y paralelismos con otras conducciones**

La obra civil se realizará de forma que, con relación a los distintos servicios que se encuentran en el subsuelo, la distancia mínima entre la generatriz exterior de la tubería y aquellos, tanto en paralelo como en cruce, sea de 0.20 metros.

Se podrá disminuir dicha distancia en los casos en que sea imprescindible, siempre que se sitúen pantallas entre ambos servicios, a fin de conseguir que no se produzcan interferencias entre ambas canalizaciones.

Se procurará, siempre que sea posible, adaptar la profundidad de la zanja para cruzar los servicios que la atraviesan por debajo de los mismos, respetando la distancia, entre generatrices más próximas, indicada anteriormente.

#### **2.1.4.7 Fondo de zanja**

El fondo de zanja estará desprovisto de piedras y de los elementos duros que se hayan encontrado en la excavación, habiendo procedido a su saneamiento y compactación cuando no ofrezcan garantías de estabilidad permanente. Estará perfectamente enrasado y exento de cambios bruscos de nivel.

Para que exista un apoyo uniforme de la tubería y garantizar su perfecta instalación, se rellenará el fondo de zanja con 0.15 metros de tierra cribada o arena de río que deberá de rasantearse adecuadamente.

#### **2.1.4.8 Pretapado de la tubería**

Una vez puesta la tubería en el fondo de la zanja se comenzará con el tapado de la misma por encima de la generatriz superior, hasta 0.20 metros, con el mismo tipo de material que el que se puso en el fondo de la zanja.

En esta primera fase del tapado, pretapado, deben de tomarse las máximas precauciones para que no queden espacios huecos, retacando las tierras por las partes inferiores laterales de la tubería y procediendo a un buen apisonado manual de toda la tierra.

Después de esta primera capa de relleno se situará una malla de material plástico, polietileno, de 0.40 metros de anchura y color amarillo intenso que servirá de aviso de la existencia de la conducción.

#### **2.1.4.9 Relleno de la zanja**

Una vez realizado el pretapado y colocada la malla de señalización, se continuará con el relleno de la zanja con el material procedente de la excavación en tongadas

de 0.20 metros, compactándolas de forma que se alcance la misma consistencia que se tenía al principio.

Si el terreno procedente de la excavación no fuese idóneo para conseguir un grado de compactación aceptable, será sustituido por material de aportación, que pueden ser zahorras naturales o artificiales de cantera.

La compactación mínima a conseguir será del 90 % proctor modificado en el caso de aceras y 95 % para calzadas.

Se podrán efectuar, periódicamente, ensayos que aseguren la calidad de la obra.

Se cuidará, una vez acabado este relleno y, lo antes posible, de retirar todo el material sobrante de la excavación.

#### **2.1.4.10 Recubrimiento final**

Se terminará de rellenar la zanja con una losa continua de hormigón. Esta losa de hormigón es de espesor variable según que el emplazamiento de la tubería sea acera o calzada. Esta capa de hormigón deberá de ser vibrado convenientemente con objeto de conseguir que él mismo penetre en las oquedades que se hayan podido producir en bordes de la zanja y la superficie de la losa quede lo más uniforme posible.

Esta losa de hormigón podrá ser sustituida por otro material, si así lo requirieran los Servicios Técnicos Municipales o de cualquier otro Organismo competente en la zona donde se esté instalando la tubería.

#### **2.1.4.11 Reposición de pavimentos**

La reposición de pavimentos demolidos deberá de hacerse de forma que la zona afectada por las obras de la canalización quede en el estado primitivo, antes de comenzar las obras, atendiendo en todo momento las indicaciones de los Organismos competentes o propietarios afectados.

Deberá de prestarse especial atención a la reposición de pavimentos en que las tramillas afectadas queden perfectamente enrasadas y libres de materiales que impidan su rápida apertura.

## **2.1.5 Especificación del montaje mecánico en redes de acero en media presión B**

### **2.1.5.1 Objeto**

Esta especificación tiene por objeto definir los detalles que se deberán de tener en cuenta al instalar conducciones de acero estirado sin soldadura para Gas Natural en media presión B (hasta 4 bar, ef.)

### **2.1.5.2 Tubería**

La tubería a utilizar en las instalaciones objeto de esta especificación será de acero estirado sin soldadura DIN-2440 St33.2.

### **2.1.5.3 Personal**

El personal que instale la tubería de acero debe de haber recibido la formación necesaria para conocer los métodos de trabajo adecuados, siendo necesario que los operarios estén homologados por Gas Natural S.A. Las pruebas de homologación del operario irán encaminadas a conocer si éste está al corriente de las precauciones generales a tomar al instalar este material así como si tiene el conocimiento práctico de la sistemática de la instalación.

### **2.1.5.4 Almacenaje y manejo**

El lugar destinado al almacenaje de tubería tendrá la garantía de que ésta no pueda entrar en contacto con productos químicos agresivos como hidrocarburos líquidos, alcoholes, ácidos y gases fuertes, etc. El material debe de ser almacenado sobre una superficie plana, libre de abrasivos y aristas cortantes



como grava, guijarros, etc., así como en lugar que no pueda sufrir desperfectos por agresiones mecánicas (caídas de materiales duros, etc.).

En el caso de que la tubería sea almacenada en tubos rectos, se procurará que estén apoyados en toda su longitud y se apilarán con una altura máxima de 1 metro al objeto de evitar deformaciones.

En el manejo se debe actuar con suficiente precaución, a fin de evitar cortes o desperfectos en el material, evitando, por ejemplo, arrastrar el tubo sobre superficies duras o con piedras puntiagudas.

#### **2.1.5.5 Transporte y acopio en obra**

En el transporte de las tuberías y en las operaciones de carga y descarga desde el almacén hasta la obra deberán de tomarse todas las precauciones necesarias para que el material no sufra ningún tipo de deterioro, especialmente en los extremos de la tubería.

Sólo se permitirá el acopio a pie de obra de la tubería que se vaya a instalar en zanja en el día.

Se protegerán los extremos de la tubería acopiada en obra con objeto de evitar que entre en ella cualquier tipo de suciedad o cuerpo extraño que pudiera dañar el material.

El acopio de la tubería en obra se efectuará en superficies sin pendientes y exentas de piedras o cuerpos punzantes, situándola sobre elementos de apoyo y protección necesarios.

#### **2.1.5.6 Descenso de los tubos a la zanja**

El descenso de los tubos o de los conjuntos de tubos previamente unidos por soldadura se realizará después de haber comprobado que:

- No existe ningún cuerpo extraño ni suciedad en el interior.

- Los extremos del tramo a poner en zanja están suficientemente tapados y protegidos.
- La tubería se encuentra en perfectas condiciones y no tiene ningún tipo de corte, entalla o golpe.
- Todas las uniones o soldaduras de accesorios intercalados en la conducción tiene en sí anotada con una marca indeleble la fecha en la que se ha realizado, identificación del operario que la realizó y condiciones en las que fue efectuado.
- El fondo de la zanja está en perfectas condiciones tal y como se definió en la Especificación de la Obra Civil y, no existe ningún cuerpo extraño que pueda dañar la tubería.

El descenso se podrá realizar por medios mecánicos o a mano, cuidando siempre que los útiles empleados no dañen la tubería y no se someta ésta a esfuerzos de flexión excesivos.

Siempre que sea posible se procurará que el marcado de la tubería quede en la parte superior de la misma.

Antes de comenzar la operación de pretapado se tomarán los datos necesarios de la canalización, (profundidad de recubrimiento, situación de la tubería con referencia a puntos fijos, situación de accesorios, etc. ), con objeto de plasmarlos en los planos definitivos de la misma. Así mismo se comprobará que no ha quedado ningún cuerpo extraño que pudiera dañar la tubería en el futuro.

#### **2.1.5.7 Alineación y soldadura**

La soldadura de tuberías entre sí se hará atendiendo a lo dispuesto en la norma UNE 19.045.

Todos los elementos empleados para soldar, alinear, biselar y manejar el tubo, deberán ser de un tipo apropiado y aprobado por Gas Natural S.A. antes del

comienzo de los trabajos. Todos los materiales para la labor de soldadura serán suministrados por el Contratista, incluidos los fungibles ( electrodos, oxígeno, acetileno, etc. ).

Deberá de ser homologado a la vez que el procedimiento de soldadura un procedimiento de reparaciones que sufrirá los mismos ensayos que requiera la soldadura.

Los biseles de la tubería se limpiarán con equipo adecuado hasta dejar el metal libre de óxido y suciedad en toda su superficie. Esta operación no podrá adelantar a la soldadura más de 100 metros, tampoco podrá permanecer la superficie del biselado expuesta al aire más de 1 hora después de haber sido limpiada.

Se podrá emplear centradores de alineación exterior o interior, pero en ningún momento se podrá soldar al tubo ningún objeto extraño para centrado, así como tampoco se podrá probar el arco eléctrico directamente sobre el tubo.

Se reducirán al mínimo los martilleos tendentes a lograr una buena alineación de la tubería. El martillo deberá de ser de diseño apropiado, con cabeza de bronce o material plástico. Se prohíbe golpear a la tubería una vez comenzado el depósito de cualquier cordón.

Las soldaduras se efectuarán al arco eléctrico, ya sea manual o automática. El Contratista podrá proponer a Gas Natural S.A. mejoras en los procedimientos de la soldadura.

La realización de las soldaduras de la canalización deberá de confiarse únicamente a soldadores aceptados tras las correspondientes pruebas de capacitación según Norma UNE 14.011, calificación 1 y 2, previo acuerdo de Gas Natural S.A..

Gas Natural S.A. se reserva el derecho de rechazar a un soldador en cualquier momento de la obra, siempre que esté en condiciones de demostrar su negligencia o incapacidad.

Para las pruebas de calificación el Contratista preverá la mano de obra, materiales, equipo de soldadura y diversos. La tubería será suministrada por Gas Natural S.A., en el diámetro, calidad y espesor que se utilizará en la obra.

Los ensayos destructivos y no destructivos que se lleven a cabo para la calificación de soldadores, de acuerdo con la Norma API 1104 serán a cuenta del Contratista.

El soldador trabajará en el terreno de acuerdo con la forma en que fue homologado. Para las reparaciones es necesario que los soldadores que las realicen estén homologados en los procedimientos de soldadura ordinaria y reparaciones.

Una vez finalizadas las pruebas de calificación, a cada soldador aceptado se le dará un número de identificación, que conservará durante toda la obra.

No se admitirá que dos soldadores distintos tengan la misma identificación, aun cuando alguno de ellos no trabaje ya en la obra.

El tubo soldado se soportará en forma adecuada hasta que se baje a zanja. Los apoyos provisionales serán de madera o de material blando y de diseño aprobado por Gas Natural S.A. y a propuesta del Contratista. Las cuñas o apoyos impedirán el movimiento del tubo después de acuerdo con lo señalado en las especificaciones de materiales.

El espacio libre cuando se suelde sobre el terreno será al menos de 50 cm., alrededor de todo el tubo. Cuando se suelde bajo zanja, el soldador deberá de disponer del espacio libre suficiente para tener buen acceso visual al baño de fusión de la soldadura.

Durante la aplicación del cordón de raíz, el tubo estará en posición estacionaria. Podrán emplearse uno o dos soldadores simultáneamente, según el diámetro. No se comenzarán dos cordones en el mismo punto.

Cuando trabajen varios soldadores en el mismo cordón, cada uno comenzará el suyo en zona de tubería diferente, de forma que no se acumulen peligrosamente las temperaturas.

Las uniones soldadas no deberán sufrir movimientos bruscos antes de que hayan enfriado suficientemente. No se deberá mover el tubo hasta que no esté completamente terminado el cordón de raíz. Si se emplea centrador de alineación exterior no se permitirá retirar ésta mientras no se haya soldado al menos una longitud superior al 50 % de la circunferencia del tubo.

No se dejará para el día siguiente junta alguna que no se haya terminado la totalidad de los cordones.

Se mantendrá la intensidad y tensión apropiados para cada tipo de varilla o electrodo de tal manera que se logre una completa fusión y una adecuada penetración.

Las conexiones en el circuito de soldaduras, deberán de ser las adecuadas, cuidando de que exista una correcta toma de masa. Así mismo, se evitará cualquier disminución de tensión en el circuito conductor. Cualquier irregularidad o quemadura que se produzca en los tubos, deberá de ser subsanada según las instrucciones de Gas Natural S.A. y su coste será a cuenta del Contratista.

El electrodo permanecerá exento de humedad.

La soldadura no deberá de verse afectada por un enfriamiento demasiado rápido. No se soldará con temperaturas inferiores a  $-4^{\circ}$  C.

Las tolerancias en la soldadura de uniones están señaladas en la especificación.

Cada cordón debe de limpiarse de impurezas antes de aplicar el cordón siguiente.

Periódicamente se anotará en el libro de tubos la tubería que se va colocando, con la numeración de las soldaduras.

Las uniones se numerarán de forma continua, evitando los cambios y repeticiones de numeración, de manera que sea posible localizar en cualquier momento una soldadura determinada.

Se llevará un control de soldaduras mediante un libro en que deberá figurar para cada unión: número de la soldadura, fecha de realización, contraseña del soldador, resultado de la prueba radiografía o de control destructivo si los hubiere y tipo de defecto después de haber necesitado reparación.

Los soldadores deberán de identificar su trabajo por medio de marcas apropiadas en los tubos adyacentes a la soldadura, de manera aceptable para Gas Natural S.A., de modo que se pueda identificar no sólo el número de soldador, sino el cordón que realizó. Estas marcas se deben de ejecutar en la totalidad de las soldaduras, sean o no objeto de radiografía.

#### **2.1.5.8 Control no destructivo de las soldaduras**

A) Se realizará un control radiográfico de las soldaduras que se efectúen sobre los tubos en los casos y porcentajes siguientes:

- a. Control radiográfico al 100 %.
  - i. Todas las soldaduras que en obra se encierren en tubos de protección.
  - ii. Todas las soldaduras de piezas especiales, tales como piezas en T, conexiones de bridas, etc.
- b. Control radiográfico del 20 % a cargo del Contratista. Se efectuará sobre el resto de las soldaduras. El técnico de Gas Natural S.A. podrá indicar cuales son las soldaduras que deben de ser radiografiadas.

B) La aceptación de las soldaduras se hará en base a la Norma UNE 14.011, admitiéndose como correctas las calidades 1 y 2 de la citada Norma.

Se radiografiarán al 100 %, con cargo al Contratista, la producción realizada durante los 10 primeros días laborables. Si en los 5 últimos días laborables, con una producción normal de soldadura, el porcentaje de reparaciones fuese superior a un 4 %, se continuará radiografiando al 100 %, con cargo al Contratista, hasta conseguir disminuir el porcentaje indicado de reparaciones, contabilizándose siempre sobre los 5 últimos días laborables de producción normal.

Una vez alcanzado un porcentaje inferior al 4 % en las condiciones indicadas, se disminuirá el radiografiado a un 20 % a cargo del Contratista, siendo el Propietario el que indique las soldaduras a radiografiar dentro del citado tanto por ciento.

Por cada soldadura que, en base a la Norma UNE 14.011, deba de repararse, se realizarán controles radiográficos, con cargo al Contratista, en dos soldaduras distintas a las del ensayo. Si alguna de estas dos soldaduras penalizadas fuese objeto de corte o reparación, se aplicarán las siguientes medidas:

- a) Corte: Se radiografiarán, con cargo al Contratista, la totalidad de las soldaduras realizadas durante 5 días de producción normal, anteriores a la fecha del corte y se continuará radiografiando al 100 %, con cargo al Contratista, la producción total de soldaduras posteriores a la fecha de corte, hasta alcanzar un porcentaje inferior al 4 % en los últimos cinco días de producción normal.
- b) Reparación: Se radiografiarán, con cargo al Contratista, 4 soldaduras distintas a la del ensayo. Si alguna de estas cuatro soldaduras fuese objeto de corte o reparación, se aplicará el apartado a).

No se podrán reparar y serán objeto de corte, aquellas soldaduras que tengan una longitud a reparar:

1. Superior al 20 % de la longitud de la soldadura, en la raíz.
2. Superior al 30 % de la longitud de la soldadura en el relleno.

Por cada soldadura que sea objeto de corte, por mala ejecución de la misma, se aplicará el apartado a).

Las soldaduras que se repitan serán radiografiadas de nuevo con cargo al Contratista.

Se admitirán penetrómetros de hilos, DIN 547.109, del tipo adecuado al espesor radiografiado y se requiere una sensibilidad del orden del 2 % del espesor examinado, considerando este espesor el nominal del tubo.

Se admite, con autorización del Propietario, el uso de rayos gamma, siempre que sea empleado el isótopo Ir. 192 y se alcance la sensibilidad indicada. Cuando se autorice el uso del Ir. 192, se requerirá una película de calidad de imagen igual a la clase I o II Superior, tipo GEVAERT D-4 o equivalente.

La película será del tipo aprobado por el Propietario. El tipo de película utilizada debe de precisarse por el Contratista en la descripción del procedimiento radiográfico sometido a la aprobación del Propietario.

Para el control radiográfico realizado mediante Rayos X, se requiere el uso de película de calidad de imagen, igual a la clase II tipo GEVAERT D-7 o equivalente.

El valor de ennegrecimiento de la película no debe de ser inferior a 2 cuando se utiliza fuente de Rayos X e inferior a 2.5 cuando se use fuente de Rayos Gamma. Este valor de ennegrecimiento, o densidad, se medirá en correspondencia con la imagen radiográfica del metal base, en la parte de mayor espesor.

- c) Identificación de las placas: Todas las placas deberán de llevar grabada su identificación respecto a la unión que representan. A tal fin se utilizarán cifras y números de plomo colocados en la unión identificando:

1. Gas Natural S.A.



2. Denominación de la red de penetración.
  3. Número de la unión.
- d) Número circular de las placas. Cada placa debe de tener cierto solape respecto a las adyacentes.
  - e) Identificación de los soldadores que han efectuado los cordones.
  - f) Fecha en que se realizó la soldadura.
  - g) Las placas analizadas serán propiedad de Gas Natural S.A. La calificación de las soldaduras será realizada por la Propiedad o su representada, acatando el Contratista en caso de duda la calificación de la Propiedad. Las radiografías de las soldaduras se entregarán para su calificación en un plazo máximo de 2 días laborables desde la ejecución de la soldadura.
  - h) Al final de la obra, quien efectúe las radiografías, entidad colaboradora de la Administración, deberá de facilitar a Gas Natural S.A. un informe resumen de las placas documentadas y las calificaciones de calidad obtenidas.

#### **2.1.5.9 Control destructivo de las soldaduras**

Gas Natural S.A. podrá exigir la extracción de muestras de soldadura ya realizadas y radiografiadas o no, en el número que considere conveniente a fin de someterlas a pruebas destructivas y hasta un máximo de un 5 por mil sin cargo alguno para Gas Natural S.A.

El resto, los gastos de extracción y reconstrucción de las soldaduras serán, en tal caso, a cuenta de Gas Natural S.A. si el resultado de la prueba es positivo, es decir, si la soldadura cumple las especificaciones requeridas. En caso contrario, serán de cuenta del Contratista.

### **2.1.5.10 Revestimiento anticorrosivo**

Caso de que el tubo no venga revestido de fábrica, el revestimiento de la tubería deberá de ser hecho por el Contratista, bien sea en obra, bien en talleres estacionarios.

El origen, características y forma de aplicación de los productos necesarios para la confección del revestimiento será sometido a la aprobación de Gas Natural S.A.

Los materiales a emplear serán suministrados por el Contratista así como lo exige Gas Natural S.A. y, en todo caso, siempre deben de contar con la aprobación y control de calidad de Gas Natural S.A.

Si durante el transcurso de la obra Gas Natural S.A. considera que la calidad del revestimiento no coincide con la que al inicio de la obra le fue sometida a aprobación, comunicará al Contratista sus objeciones a los materiales empleados y/o a la forma de su aplicación, debiendo éste realizar los cambios oportunos en el caso de que se demuestren justificadas aquellas objeciones.

El origen y calidad de los productos de revestimientos deben de ser indicados en los embalajes. Durante su almacenamiento se tomarán las precauciones suficientes para evitar su deterioro. En todo caso, Gas Natural S.A. podrá ordenar efectuar pruebas para verificar la calidad del producto almacenado.

Todo el equipo necesario para la aplicación del revestimiento será sometido a la aprobación de Gas Natural S.A. y será debidamente mantenido, limpiado y reglado en forma periódica. Así mismo, Gas Natural S.A. podrá recusar al personal que lleve a cabo el revestimiento en caso de inobservancia de las instrucciones impartidas o incumplimiento de alguna de las cláusulas de estas Especificaciones.

La aplicación del revestimiento se hará sobre una superficie del tubo perfectamente seca y limpia de toda traza de herrumbre, humedad, polvo, tierra, barro, grasa, etc. A tal fin, el tubo será cuidadosamente cepillado mediante cepillos metálicos, manuales o mecánicos o chorro de arena.

En caso necesario se procederá a una limpieza preliminar para eliminar:

- Los cuerpos grasos mediante un disolvente volátil.
- Las gotas de soldadura o rebabas que pueden perforar el revestimiento, mediante buril o lijado o cuchillas.
- Las placas de calamina o de óxido que no sean susceptibles de eliminación mecánica, mediante uso de decapantes y/o desoxidantes adecuados que no corroan el material base.

No se realizarán los trabajos en obra con viento fuera, lluvia, niebla, viento transportando arena o a una temperatura inferior a la prescrita en las especificaciones de los productos utilizados, salvo que se adopten las protecciones adecuadas.

A fin de evitar daños en el revestimiento debidos a una innecesaria exposición del tubo revestido a los agentes atmosféricos, se limitará, al mínimo indispensable, el período de tiempo entre la inspección del revestimiento y la cobertura de la tubería.

En los tramos ocultos que se encuentran en los planos y, en especial, en todos los tramos en que la tubería discurra dentro del tubo de protección, revestimiento de mortero de cemento o vaya lastrada con semicoquillas de hormigón, se dispondrá de una doble capa de cinta adhesiva y una sola cinta de protección mecánica, revestimiento reforzado.

El revestimiento de válvulas, bridas y demás piezas especiales, se hará obligatoriamente a mano y se habrá de solapar al revestimiento contiguo, formando un todo.

Se realizará en almacén un acta de recepción de tubería revestida o no, pudiendo el Contratista en su momento indicar a Gas Natural S.A. cuales son los tubos que presenten defectos, tanto en su revestimiento como en los biseles. Gas Natural S.A. podrá ordenar su reposición y posterior abono, si procede. Una vez

recepcionado y, si es necesario repasado, será por cuenta del Contratista todos los defectos que aparezcan hasta el momento de la puesta en zanja ocasionados por descuidos o transporte defectuoso.

El Contratista se obliga a efectuar cuantas comprobaciones y reparaciones fuesen precisas para que el revestimiento anticorrosivo mantenga las condiciones adecuadas de aislamiento.

Se hará pasar el detector de revestimiento al tubo para comprobar la cantidad y efectividad del mismo. La tensión dieléctrica a garantizar será de 10 kV. Deberá de realizarse la prueba en presencia del Técnico de Gas Natural S.A. Se le avisará con 24 horas de antelación. El Contratista será responsable de mantener el detector en correctas condiciones de funcionamiento. Se utilizará el detector de anillo concéntrico al tubo y éste deberá de desplazarse a una velocidad no superior a 30 cm/segundos y no podrá permanecer parado y funcionando sobre el revestimiento.

Cada unidad de detección por chispa ( Holiday Detector ) deberá de ser contrastada por el Contratista en un Laboratorio Oficial, entregando a Gas Natural S.A. una copia de los resultados.

La aplicación de protección anticorrosiva mediante cintas deberá de realizarse empleando siempre una imprimación previa con un producto recomendado por la firma suministradora de la cinta. En los tubos obtenidos por soldadura longitudinal o helicoidal, en los que el cordón de soldadura sobresalga respecto a la superficie exterior del tubo, se atenderá a cubrir, con suficiente imprimación, la zona de soldadura.

La imprimación deberá de cumplir las siguientes características:

#### Imprimación

Disolvente . . . . . bencina o similar

Punto de inflamación(DIN 51758). . . . . 24 ° C.

Peso específico(DIN 51757) . . . . .	0.81 g/cm <sup>3</sup>
Contenido de sólidos . . . . .	30 %
Viscosidad, 25 ° C, 4 mm. □ (DIN 5321) . . . . .	60 s.
Rendimiento. . . . .	0.125 l/m <sup>2</sup>

### **2.1.5.11 Pruebas**

#### **A. Prueba neumática**

Será obligatoria en los casos en que no se realice la prueba hidráulica.

La canalización se someterá a una prueba con aire a 0.6 Mpa ( 6 bar ) durante por lo menos 24 horas a partir del momento en que se alcance esta presión.

Si la estanqueidad de las juntas y uniones soldadas pueden ser verificadas con agua jabonosa u otro método apropiado, la duración del ensayo podrá reducirse a 3 horas.

#### **B. Prueba hidráulica.**

Los elementos que constituyen la unión entre el tramo ensayado y la canalización en servicio serán verificados con agua jabonosa a la presión de servicio. Así mismo se seguirá igual procedimiento para la comprobación de eventuales reparaciones.

Se cumplimentarán con los resultados el “ Acta de Recepción “.

Cuando se realice la prueba hidráulica, el Contratista proporcionará los rascadores para la limpieza y secado de la tubería, los instrumentos de prueba, tramos de roscados, las bombas para llenado, agua, tubería para el llenado y drenaje del agua, mano de obra, equipo de transporte y soldadura y cualquier otro material o equipo que se necesita para la limpieza interior de las tuberías, para la reparación o reemplazo de materiales o trabajos defectuosos y para hacer las uniones necesarias entre tramos para poner en prueba la tubería. Todo este material y equipo será sometido a aprobación de Gas Natural S.A.

Las operaciones a realizar en la canalización serán las siguientes:

- Limpieza del tramo a ensayar.
- Llenado con agua.
- Ensayo hidráulico.
- Vaciado y secado de la tubería.

La prueba hidráulica no precederá, en ningún caso, a la toma de radiografías y a la reparación de las soldaduras defectuosas.

Antes de empezar la prueba hidráulica, el Contratista localizará una fuente adecuada de aprovisionamiento de agua para llenar y probar cada sección y obtendrá la aprobación de Gas Natural S.A., respecto a su calidad. En caso necesario, Gas Natural S.A., puede exigir su filtrado y la adición de productos inhibidores de corrosión, sin que el Contratista pueda reclamar cantidad alguna de este hecho.

Si llegase a ocurrir una rotura o fuga en la tubería durante la prueba, el Contratista reparará el defecto señalado a sus expensas si la fuga se produce en una junta o, a cuenta de Gas Natural S.A., si el defecto se produce en un tubo o pieza suministrado por Gas Natural S.A.

En las canalizaciones para gas seco, deberá de secarse totalmente la tubería después de la prueba hidráulica a cargo del Contratista.

Una vez que se haya completado el período de prueba y habiéndose registrado todos sus datos, Gas Natural S.A. interpretará los resultados. Todos los datos y registros, relativos a la prueba, pasarán a integrarse definitivamente en los archivos técnicos de Gas Natural S.A.

Para la prueba neumática así mismo el Contratista aportará todo el material y equipo para el ensayo.

Se podrán realizar, tanto en los ensayos hidráulicos como en los de aire, subtomas de tubería a elección del Contratista sin que ello exima de la prueba final de la longitud total de la tubería.

Tanto para las pruebas hidráulicas como neumáticas, el Contratista deberá de instalar un manómetro registrador gráfico automático de presiones y temperaturas.

## **2.1.6 Especificación de pruebas en tubería de acero para media presión B**

### **2.1.6.1 Objeto**

El objeto de la presente especificación es el de definir las pruebas a realizar en las conducciones de acero para canalizaciones de Gas Natural a media presión B.

### **2.1.6.2 Introducción**

Previamente a la puesta en servicio de las redes y acometida se someterán a una prueba de estanqueidad por medio de aire o nitrógeno con el fin de cumplir escrupulosamente con lo indicado en la ITC -MIG-5.3 y asegurar la bondad de la instalación.

Se consideran dos tipos de pruebas que se diferenciarán por la duración de las mismas en función de que se trate de un tramo fundamental de la Red o una acometida en la que se pueden probar las uniones con agua jabonosa.

Antes de comenzar cualquier prueba de estanqueidad nos aseguraremos de que han transcurrido 1.5 horas desde la última soldadura realizada.

### **2.1.6.3 Pruebas de redes**

La prueba se realizará a través de un accesorio especialmente preparado al efecto, soldado a la tubería, que denominaremos cabeza de prueba, a través del cual se pondrá en presión la canalización y se realizarán las conexiones del manómetro registrador y de un manómetro debidamente tarado de escala siguiente, 0 -10 kg/cm<sup>2</sup>.

Se presurizará la canalización hasta una presión de 8 kg / cm<sup>2</sup>, manteniendo ésta durante 15 minutos y procediendo, a continuación, a purgar por el extremo

opuesto de la canalización, en donde tenemos instalada la cabeza de prueba, hasta conseguir una presión de  $6 \text{ kg / cm}^2$ . Una vez estabilizada esta presión se mantendrá así durante 24 horas.

Realizada la prueba, se descargará la canalización por medio de un tubo metálico de una longitud mínima de 1 metro, previsto de su correspondiente sistema de cierre. Las purgas se realizarán por el mismo procedimiento.

#### **2.1.6.4 Pruebas de acometidas**

En el caso de acometidas aisladas que se efectúen sobre la canalización ya en servicio, se realizará la prueba presurizando el conjunto hasta una presión de  $6 \text{ kg / cm}^2$  durante 2 horas, comprobando las juntas con agua jabonosa u otro método apropiado.

En este caso se requerirá únicamente la instalación de un manómetro debidamente tarado de escala  $0 - 10 \text{ kg / cm}^2$ .

#### **2.1.6.5 Acta de pruebas**

Una vez finalizadas las pruebas se realizará la consiguiente acta de las mismas de acuerdo con los modelos que a continuación se adjuntan:

MODELO A: Pruebas de Redes.

MODELO B: Pruebas de Acometidas.



**MODELO A****ACTA DE COMPROBACIÓN DE ESTANQUEIDAD**

D. ...., Ingeniero. .... Del Servicio Territorial de Economía de la Comunidad Autónoma de Galicia, de conformidad con lo dispuesto en los Reglamentos de Servicio Público de Gases Combustibles y Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos y de acuerdo con la ITC -MIG -R -5.3, apartado 6, ha comprobado la realización de las siguientes pruebas:

- Prueba de estanqueidad con. .... el día. .... utilizando registrador de presión y temperatura, tipo. .... cuyo gráfico se adjunta a la presente acta.

La prueba se ha realizado en el tramo de Red de Distribución de Gas Natural en el Término Municipal de A Coruña, ubicado en .....

Características del tramo: .....

Presión de servicio: 4 kg/cm<sup>2</sup>.

Presión de prueba: 6 kg/cm<sup>2</sup> durante 24 horas.

Vistos los resultados favorables obtenidos en estas pruebas, se levanta la presente ACTA en presencia de D. .... Como representante de D. .... Contratista adjudicatario de las obras y D. .... como representante de Gas Natural S.A.

En....., a. .... de. .... de. ....

**MODELO B****ACTA DE COMPROBACIÓN DE ESTANQUEIDAD**

D. ...., Ingeniero. .... Del Servicio Territorial de Economía de la Comunidad Autónoma de A Coruña, de conformidad con lo dispuesto en los Reglamentos de Servicio Público de Gases Combustibles y Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos y de acuerdo con la ITC -MIG -R -5.3, apartado 6, ha comprobado la realización de las siguientes pruebas:

Prueba de estanqueidad con. .... El día. .... utilizando manómetro, tipo. .... Escala. .... y comprobando las uniones con agua jabonosa.

La prueba se ha realizado en la Acometida de Distribución de Gas Natural en el Término Municipal de A Coruña, ubicado en .....

Características de la Acometida: .....

Presión de servicio:  $4 \text{ kg/cm}^2$ .

Presión de prueba:  $6 \text{ kg/cm}^2$  durante 24 horas.

Vistos los resultados favorables obtenidos en estas pruebas, se levanta la presente ACTA en presencia de D. .... Como representante de D. .... Contratista adjudicatario de las obras y D. .... como representante de Gas Natural S.A.

En....., a. .... de ..... de .....

## **2.2 Instalaciones propias del sistema de cogeneración**

### **2.2.1 Objeto**

El objeto de la presente especificación es el de definir las instalaciones a realizar propias del sistema de cogeneración que se piensa introducir en el centro.

### **2.2.2 Campo de aplicación**

El presente pliego será de aplicación en las distintas fases de realización de la instalación del sistema de cogeneración, es decir, la instalación de los equipamientos que conforman dicho sistema, grupo motor de gas, con recuperación de calor en los gases de escape, conducciones de agua caliente y fría, máquina de absorción y depósito de almacenamiento de agua caliente.

### **2.2.3 Equipamiento**

En este apartado del pliego de condiciones se hará mención de los distintos aparatos o dispositivos de que consta el sistema de cogeneración.

#### **2.2.3.1 Grupo motor a gas**

El grupo de cogeneración funciona con gas natural, con recuperación de calor en los gases de escape, fabricado por 2G Bio-Energetechnik Ibérica, consta de:

- Un grupo motor-generator de gas natural de 1.500 r.p.m. y 835 kW.
- Un sistema de refrigeración del circuito de baja temperatura del motor en base a un refrigerador.
- Un sistema de refrigeración del circuito de alta temperatura del motor en base a un recuperador de calor de placas agua/agua, para el aprovechamiento de la energía térmica en forma de agua caliente, en serie con este un aerorefrigerador para la refrigeración de emergencia del circuito cuando no exista demanda suficiente de calor en el complejo deportivo y centro social.

- Un recuperador de calor de los gases de escape para la producción de agua caliente, que aprovecha la energía térmica de los gases de escape a la salida del motor y antes de la evacuación a la atmósfera.
- Todos los sistemas y equipos accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de la planta de

### **2.2.3.2 Intercambiadores de calor**

La fabricación de los intercambiadores de calor a instalar deberá de ser solicitada a una empresa especializada que garantice la calidad de los mismos de acuerdo con los parámetros de diseño que vienen detallados en la Memoria, es decir, respetando el intervalo de temperaturas, y los caudales de gases y de agua que correspondan a cada tipo de intercambiador de calor.

### **2.2.3.3 Conducciones de agua caliente**

El circuito de agua caliente estará aislado, por medio de lana de roca, cubierto de chapa fina. Las conducciones estarán constituidas por tubos de acero AISI 316L, de acero inoxidable, de composición:

- Carbono: C < 0,03%.
- Manganeso: Mn < 2%.
- Silicio: Si < 1%.
- Cromo: Cr 17%.
- Níquel: Ni 12%.
- Molibdeno: Mo 2,25%.

### **2.2.3.4 Conducciones de agua fría**

El circuito de agua fría estará aislado, por medio caucho expandido de celda cerrada y protegido por chapa. Las conducciones estarán constituidas por tubos de acero AISI 316L, de acero inoxidable, con la misma composición que la indicada anteriormente.

### **2.2.3.5 Bombas de agua**

Se montará una bomba de agua para cada circuito de agua, una para el circuito de agua fría y otra para el circuito de agua caliente, adecuada a cada volumen de impulsión y atendiendo a los metros de conducción requerida.

### **2.2.3.6 Torre de refrigeración**

Se dispondrá de una torre de refrigeración para permitir el enfriamiento de la máquina de absorción, con una potencia de refrigeración mínima de 786 kW y un sistema de tratamiento de agua de la torre.

### **2.2.3.7 Conducciones de gases de escape**

Las conducciones de gases de escape estarán constituidas por tubos de será de acero inoxidable austenítico AISI 316L, resistente a los humos y al calor. Así mismo, se dotará de aislante lana de roca, para que los humos no alcancen la temperatura de rocío ácida y no se produzcan corrosiones ácidas, todo ello recubierto por chapa de aluminio.

## **2.2.4 Especificaciones del montaje mecánico**

### **2.2.4.1 Montaje de tuberías de acero**

#### **2.2.4.1.1 Objeto**

Esta especificación tiene por objeto definir los detalles que se deberán de tener en cuenta al realizar el montaje de tuberías de acero.

#### **2.2.4.1.2 Tubería**

La tubería a utilizar en las instalaciones objeto de esta especificación será de acero estirado sin soldadura AISI 316 L.

#### 2.2.4.1.3 Personal

El personal que instale la tubería de acero debe de haber recibido la formación necesaria para conocer los métodos de trabajo adecuados

Las pruebas de homologación del operario irán encaminadas a conocer si éste está al corriente de las precauciones generales a tomar al instalar este material así como si tiene el conocimiento práctico de la sistemática de la instalación.

#### 2.2.4.1.4 Almacenamiento, transporte y manejo

El lugar destinado al almacenaje de tubería tendrá la garantía de que ésta no pueda entrar en contacto con productos químicos agresivos como hidrocarburos líquidos, alcoholes, ácidos y gases fuertes, etc. El material debe de ser almacenado sobre una superficie plana, libre de abrasivos y aristas cortantes como grava, guijarros, etc., así como en lugar que no pueda sufrir desperfectos por agresiones mecánicas (caídas de materiales duros, etc. ).

En el caso de que la tubería sea almacenada en tubos rectos, se procurará que estén apoyados en toda su longitud y se apilarán con una altura máxima de 1 metro al objeto de evitar deformaciones.

En el transporte de las tuberías y en las operaciones de carga y descarga desde el almacén hasta la obra deberán de tomarse todas las precauciones necesarias para que el material no sufra ningún tipo de deterioro, especialmente en los extremos de la tubería.

En el manejo se debe actuar con suficiente precaución, a fin de evitar cortes o desperfectos en el material, evitando, por ejemplo, arrastrar el tubo sobre superficies duras o con piedras puntiagudas.

#### 2.2.4.1.5 Soldadura

La soldadura de tuberías entre sí se hará atendiendo a lo dispuesto en la norma UNE 19.045.

Todos los elementos empleados para soldar, alinear, biselar y manejar el tubo, deberán ser de un tipo apropiado y aprobado por el técnico responsable de la obra antes del comienzo de los trabajos. Todos los materiales para la labor de soldadura serán suministrados por el Contratista, incluidos los fungibles (electrodos, oxígeno, acetileno, etc. ).

Deberá de ser homologado a la vez que el procedimiento de soldadura un procedimiento de reparaciones que sufrirá los mismos ensayos que requiera la soldadura.

Los biseles de la tubería se limpiarán con equipo adecuado hasta dejar el metal libre de óxido y suciedad en toda su superficie. Esta operación no podrá adelantar a la soldadura más de 100 metros, tampoco podrá permanecer la superficie del biselado expuesta al aire más de 1 hora después de haber sido limpiada.

Se podrá emplear centradores de alineación exterior o interior, pero en ningún momento se podrá soldar al tubo ningún objeto extraño para centrado, así como tampoco se podrá probar el arco eléctrico directamente sobre el tubo.

Se reducirán al mínimo los martilleos tendentes a lograr una buena alineación de la tubería. El martillo deberá de ser de diseño apropiado, con cabeza de bronce o material plástico. Se prohíbe golpear a la tubería una vez comenzado el depósito de cualquier cordón.

Las soldaduras se efectuarán al arco eléctrico, ya sea manual o automática.

La realización de las soldaduras de la canalización deberá de confiarse únicamente a soldadores aceptados tras las correspondientes pruebas de capacitación según Norma UNE 14.011, calificación 1 y 2.

El Técnico responsable de la obra se reserva el derecho de rechazar a un soldador en cualquier momento de la obra, siempre que esté en condiciones de demostrar su negligencia o incapacidad.

Para las pruebas de calificación el Contratista preverá la mano de obra, materiales, equipo de soldadura y diversos. La tubería será suministrada por el Contratista, en el diámetro, calidad y espesor que se utilizará en la obra.

Los ensayos destructivos y no destructivos que se lleven a cabo para la calificación de soldadores, de acuerdo con la Norma API 1104 serán a cuenta del Contratista.

El soldador trabajará en el terreno de acuerdo con la forma en que fue homologado. Para las reparaciones es necesario que los soldadores que las realicen estén homologados en los procedimientos de soldadura ordinaria y reparaciones.

Una vez finalizadas las pruebas de calificación, a cada soldador aceptado se le dará un número de identificación, que conservará durante toda la obra.

No se admitirá que dos soldadores distintos tengan la misma identificación, aun cuando alguno de ellos no trabaje ya en la obra.

El tubo soldado se soportará en forma adecuada hasta que se ubique en el lugar adecuado. Los apoyos provisionales serán de madera o de material blando y de diseño aprobado por el Técnico responsable de la obra y a propuesta del Contratista. Las cuñas o apoyos impedirán el movimiento del tubo después de acuerdo con lo señalado en las especificaciones de materiales.

El espacio libre cuando se suelde sobre el terreno será al menos de 50 cm., alrededor de todo el tubo. Cuando se suelde bajo zanja, el soldador deberá de disponer del espacio libre suficiente para tener buen acceso visual al baño de fusión de la soldadura.

Durante la aplicación del cordón de raíz, el tubo estará en posición estacionaria. Podrán emplearse uno o dos soldadores simultáneamente, según el diámetro. No se comenzarán dos cordones en el mismo punto.



Cuando trabajen varios soldadores en el mismo cordón, cada uno comenzará el suyo en zona de tubería diferente, de forma que no se acumulen peligrosamente las temperaturas.

Las uniones soldadas no deberán sufrir movimientos bruscos antes de que hayan enfriado suficientemente. No se deberá mover el tubo hasta que no esté completamente terminado el cordón de raíz. Si se emplea centrador de alineación exterior no se permitirá retirar ésta mientras no se haya soldado al menos una longitud superior al 50 % de la circunferencia del tubo.

No se dejará para el día siguiente junta alguna que no se haya terminado la totalidad de los cordones.

Se mantendrá la intensidad y tensión apropiados para cada tipo de varilla o electrodo de tal manera que se logre una completa fusión y una adecuada penetración.

Las conexiones en el circuito de soldaduras, deberán de ser las adecuadas, cuidando de que exista una correcta toma de masa. Asimismo, se evitará cualquier disminución de tensión en el circuito conductor. Cualquier irregularidad o quemadura que se produzca en los tubos, deberá de ser subsanada según las instrucciones del Técnico responsable de la obra y su coste será a cuenta del Contratista.

El electrodo permanecerá exento de humedad.

La soldadura no deberá de verse afectada por un enfriamiento demasiado rápido. No se soldará con temperaturas inferiores a  $-4^{\circ}$  C.

Las tolerancias en la soldadura de uniones están señaladas en la especificación.

Cada cordón debe de limpiarse de impurezas antes de aplicar el cordón siguiente.

Periódicamente se anotará en el libro de tubos la tubería que se va colocando, con la numeración de las soldaduras.

Las uniones se numerarán de forma continua, evitando los cambios y repeticiones de numeración, de manera que sea posible localizar en cualquier momento una soldadura determinada.

Se llevará un control de soldaduras mediante un libro en que deberá figurar para cada unión: número de la soldadura, fecha de realización, contraseña del soldador, resultado de la prueba radiografía o de control destructivo si los hubiere y tipo de defecto después de haber necesitado reparación.

Los soldadores deberán de identificar su trabajo por medio de marcas apropiadas en los tubos adyacentes a la soldadura, de modo que se pueda identificar no sólo el número de soldador, sino el cordón que realizó. Estas marcas se deben de ejecutar en la totalidad de las soldaduras, sean o no objeto de radiografía.

#### 2.2.4.1.6 Pruebas

Las pruebas que se realicen a la red de tuberías deberán de correr a cargo del Contratista y se dará a conocer el o los métodos utilizados al Técnico responsable de la obra.

El resultado de estas pruebas quedará reflejado en un acta de pruebas de la instalación, que se dará a conocer al Técnico responsable de la obra. Y será decisión de éste último el dar el visto bueno de la instalación o en su defecto ordenar las rectificaciones que cree conveniente.

Por último, el Técnico responsable de la obra deberá de firmar un documento acreditativo del correcto funcionamiento de la red de tuberías para que conste a tal efecto y se proceda al reinicio de la producción cuando sea necesario.

### **2.2.4.2 Montaje del grupo motor a gas y demás equipos**

#### 2.2.4.2.1 Objeto

Esta especificación tiene por objeto definir los detalles que se deberán de tener en cuenta al realizar el montaje del grupo motor y demás equipos descritos anteriormente.

#### 2.2.4.2.2 Personal

En lo que respecta a la instalación del motor, ésta deberá de realizarse por personal cualificado y capacitado para tal menester, contando con un manual y los planos del grupo motor y demás equipos, para su correcto montaje.

#### 2.2.4.2.3 Transporte y manejo

El Contratista se hará cargo de la recepción del grupo motor y el resto de equipos y de verificar que cumplen con todas las especificaciones descritas en la Memoria. Así mismo será el responsable del manejo del grupo motor y demás equipos, desde la recepción de éstos en la obra hasta la definitiva ubicación de los mismos en el lugar acondicionado para ello tal y como se hace constar en el correspondiente plano del respectivo documento.

Se deberán de tomar todas las precauciones necesarias para que el material no sufra ningún tipo de deterioro en el proceso de su instalación, haciéndose responsable el Contratista de los posibles deterioros que puedan producirse.

#### 2.2.4.2.4 Montaje propiamente dicho

El Contratista se hará cargo de la colocación de una bancada que permita la resistencia de la sollicitación del grupo motor y demás equipos. El montaje se realizará, como ya se ha especificado, por personal cualificado para tal menester y se realizará conforme a las especificaciones técnicas de cada fabricante,

garantizando el buen montaje del grupo motor y demás equipos, para su correcto funcionamiento.

#### 2.2.4.2.5 Pruebas

Por último, también se encargará de supervisar las pruebas preoperacionales de puesta a punto y de aceptación definitiva del Propietario de la instalación del grupo motor y demás equipos, corriendo a cargo del Contratista las pertinentes pruebas necesarias para garantizar el buen funcionamiento del grupo de cogeneración.

### **2.2.4.3 Montaje de los intercambiadores**

#### 2.2.4.3.1 Objeto

Esta especificación tiene por objeto definir los detalles que se deberán de tener en cuenta al realizar el montaje de los intercambiadores de calor.

#### 2.2.4.3.2 Personal

En lo que respecta a la instalación de los intercambiadores de calor, ésta deberá de realizarse por personal cualificado y capacitado para tal menester, contando con los manuales y los planos de los intercambiadores que deberán de ser entregados por la empresa de fabricación de éstos para su correcto montaje.

#### 2.2.4.3.3 Transporte y manejo

El Contratista se hará cargo de la recepción de los intercambiadores de calor y de verificar que cumplen con todas las especificaciones descritas en la Memoria. Así mismo será el responsable del manejo de éstos desde la recepción de los mismos en la obra hasta la definitiva ubicación de los mismos en el lugar acondicionado para ello tal y como se hace constar en el correspondiente plano del respectivo documento.

Se deberán de tomar todas las precauciones necesarias para que el material no sufra ningún tipo de deterioro en el proceso de su instalación, haciéndose responsable el Contratista de los posibles deterioros que puedan producirse.

#### 2.2.4.3.4 Montaje propiamente dicho

El montaje se realizará, como ya se ha especificado, por personal cualificado para tal menester y se realizará conforme a las especificaciones técnicas del fabricante, garantizando el buen montaje de los intercambiadores para su correcto funcionamiento.

#### 2.2.4.3.5 Prueba

Por último, también se encargará de supervisar las pruebas preoperacionales de puesta a punto y de aceptación definitiva del Propietario de la instalación de los intercambiadores, corriendo a cargo del Contratista las pertinentes pruebas necesarias para garantizar el buen funcionamiento de éstos.

## **2.3 Acometida eléctrica de la compañía eléctrica**

### **2.3.1 Objeto**

El objeto del presente documento es establecer unos requisitos técnicos que faciliten el desarrollo del Proyecto de centrales de autogeneración eléctrica, de forma que se garantice su compatibilidad con la red de Alta Tensión de UNIÓN FENOSA en su funcionamiento interconectado.

El documento recoge y aplica los criterios definidos en la Orden Ministerial de 5 de Septiembre de 1985, inserta en el B.O.E. 219 de 12 de Septiembre por el que se establecen las normas Administrativas y Técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de Minicentrales y centrales de autogeneración eléctrica.

### **2.3.2 Alcance**

Este documento define los criterios generales aplicables a centrales de autogeneración eléctrica interconectados con la red de Alta Tensión de UNIÓN FENOSA en niveles de tensión iguales o superiores a los de media tensión.

En función a estos criterios, UNIÓN FENOSA definirá los requerimientos particulares para cada caso.

### **2.3.3 Carácter**

El presente documento tiene carácter obligatorio para aquellos auto-productores que deseen conectarse a la red de Alta y Media Tensión de UNIÓN FENOSA.

### **2.3.4 Criterios generales**

La interconexión de centrales de autogeneración a la red de UNIÓN FENOSA cumplirán con cuantas normas establezca, para este tipo de instalaciones el Ministerio de Industria y Energía.

Cada elemento de la instalación del auto-generador y el conjunto de ellos, en el punto de interconexión, deberán de cumplir con las características que exija la red de UNIÓN FENOSA en ese punto.

UNIÓN FENOSA, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Industria y Energía, definirá, en función de la potencia, tipo de características de los generadores, el punto de la red y la tensión en la que deberá de realizarse la interconexión.

Como norma general será competencia del auto-productor la definición, adquisición, instalación y mantenimiento de los equipos de la interconexión de los sistemas de comunicación asociados.

Será responsabilidad del auto-generador la desconexión instantánea del interruptor de interconexión en el caso de apertura del o de los interruptores en cabecera de UNIÓN FENOSA o cualquier otro interruptor de la red que deje al

generador funcionando en isla, es decir, desacoplados de la red de UNIÓN FENOSA, sobre parte del mercado de UNIÓN FENOSA. Esta responsabilidad se mantendrá en aquellos casos en los que, debido a limitaciones técnicas, UNIÓN FENOSA acepte una aplicación parcial de los requerimientos definidos en el presente documento.

Igualmente será responsabilidad del auto-generador la vigilancia de las condiciones de cierre en la conexión del interruptor de interconexión.

Los sistemas de protección y control del auto-generador deberán de estar preparados para un reenganche sin condiciones del interruptor de cabecera de UNIÓN FENOSA en un tiempo mínimo de 0,5 s.

Cuando la potencia instalada de generación supere los 5 MVA, el auto-generador instalará y mantendrá un sistema de telecontrol conectado al Despacho de Maniobras de UNIÓN FENOSA en la zona.

En todos los casos, el autogenerador realizará la adaptación al telecontrol de sus instalaciones de interconexión.

UNIÓN FENOSA podrá revisar periódicamente, y/o siempre que se haya producido una avería o una perturbación grave, el estado de la regulación y del mantenimiento de los equipos de protección y conexión de las centrales de autogeneración conectadas a su red.

Tanto los equipos de medida como los de protección y, en su caso, telecontrol, se ubicarán en armarios independientes, en un mismo recinto convenientemente acondicionado y fácilmente accesible para el personal de UNIÓN FENOSA.

La conexión eléctrica del auto-generador a la red eléctrica será establecida mediante acuerdo mutuo entre la empresa auto-generadora y la Compañía Eléctrica que opere en la zona de ubicación del auto-generador, en este caso UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A. Esta cuestión será por sí sola motivo para la realización de un proyecto específico, donde se indiquen todas las cuestiones técnicas que afectan a dicha conexión eléctrica. Por tanto, se considera que la

conexión no es objeto de este proyecto, no obstante, al pretender dar una visión general de lo que representa la cogeneración, se hará un recorrido sobre todas las cuestiones técnicas y normas administrativas que serán necesarias tomar en cuenta para la realización de un proyecto de estas características. En el documento del Pliego de Condiciones, a su vez, se enuncian los elementos que deberán de constituir la instalación de la conexión eléctrica a la Compañía UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A., asimismo se describen los centros de transformación y de seccionamiento, así como la interconexión eléctrica con el centro.

Para ello, se remitirá a la Orden Ministerial 2.225 del 5 de septiembre de 1.985 sobre “Normas Administrativas y Técnicas para Funcionamiento y Conexión a las Redes Eléctricas de Centrales Hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA. y Centrales de Autogeneración eléctrica”.

Se desarrollarán las siguientes cuestiones:

1. Normas administrativas de carácter general.
2. Prescripciones y normas técnicas de carácter general.
3. Potencias máximas de las centrales interconectadas.
4. Condiciones específicas de interconexión de centrales de autogeneración con generadores síncronos.
5. Condiciones de puesta a tierra de las centrales.
6. Medida de la energía eléctrica recibida y entregada.
7. Protecciones a disponer.

### **2.3.5 Normas administrativas de carácter general**

El titular de la empresa auto-generadora deberá de solicitar, de la empresa eléctrica que distribuya energía en su zona, en este caso a UNIÓN FENOSA S.A., los datos y las condiciones técnicas para la realización del proyecto de las instalaciones del auto-generador a la red. La conexión del auto-generador a la red de la empresa suministradora se hará de forma que la inversión precisa sea lo



más reducida posible y en caso de desacuerdo se acatará lo que decida el órgano competente de la Administración.

Al solicitar a la empresa eléctrica los datos para proyectar las instalaciones de conexión, el titular auto-generador deberá de comunicar a la empresa eléctrica el número, potencia y tipo de los generadores así como los datos necesarios para calcular las corrientes de cortocircuito y la potencia máxima que prevé entregar. La empresa eléctrica deberá de proporcionar al titular auto-generador el punto y tensión de conexión a la red, la potencia máxima y mínima de cortocircuito y, si existe reenganche automático, sus datos de funcionamiento.

Realizadas las instalaciones de interconexión, el titular solicitará de la empresa eléctrica la conexión de sus instalaciones a la red, presentando los proyectos de acuerdo con la legislación vigente, así como la autorización de sus instalaciones de generación.

La empresa eléctrica deberá de verificar, antes de realizar la puesta en servicio, que las instalaciones de interconexión y demás elementos que afecten a la regularidad del suministro estén realizadas de acuerdo con las normativas correspondientes. Así mismo, la Compañía Eléctrica podrá proceder a la regulación de aquellos elementos que lo precisen en colaboración con el técnico elegido por el titular, precintándolos para garantizar la permanencia de la regulación. En caso de disconformidad con el estado de la instalación, la empresa eléctrica comunicará por escrito al titular las reformas que se precisen remitiendo una copia al órgano competente de la Administración, que realizará en este caso las inspecciones precisas y dictará la resolución que proceda. La empresa eléctrica cobrará los servicios de verificación previstos en el Reglamento de Acometidas Eléctricas.

El auto-generador interconectado a la red de una empresa eléctrica deberá de suscribir con ella un contrato, en la que se pueda incluir un seguro de daños causados, un compromiso de verificación periódica de las instalaciones y se establezca una vía rápida de comunicación con los técnicos encargados de la

instalación y la Compañía Eléctrica en caso de detectarse un defecto en el suministro de energía eléctrica a la Compañía.

Cualquier discrepancia entre ambas partes sobre el contrato a firmar será resuelta por el Órgano Provincial competente de la Administración.

### **2.3.6 Prescripciones y normas técnicas de carácter general**

Se establecen las siguientes prescripciones generales para fijar las condiciones de funcionamiento y conexión de los auto-generadores a las redes públicas:

- a) El funcionamiento de los grupos electrógenos no deberá de provocar en la red pública averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las admitidas por los Reglamentos en vigor que afecten a los demás abonados. Además, su funcionamiento no dará origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación en la instalación auto-generadora.
- b) La tensión generada por las instalaciones auto-generadores será prácticamente sinusoidal con el objeto de evitar efectos perjudiciales en los equipos de baja impedancia a altas frecuencias y equipos electrónicos, informáticos y de telecomunicación.
- c) Las condiciones de funcionamiento y de conexión de una estación auto-generadora a una red pública se fijarán en función de la potencia de los generadores y de sus características, de las máquinas motrices que los accionen, así como de la forma de funcionamiento de la central y de la potencia máxima que vaya a suministrar a la red. Por otra parte, al establecer las condiciones de conexión a la red pública, se tendrán en cuenta las características siguientes de la red:
  - Tensión nominal y máxima de cortocircuito admisible de servicio.
  - Potencia máxima de cortocircuito admisible.
  - Capacidad de transporte de la línea.

- Potencia disponible de los transformadores de los centros de transformación o subestaciones.
- Sistemas de puesta a tierra.
- Tipo de red aérea o subterránea.

Otros datos que fueran de interés y necesarios.

- d) Las empresas eléctricas podrán revisar periódicamente o cuando se haya originado una avería, el estado de regulación y mantenimiento de los equipos de protección y conexión de los auto-generadores conectados a sus redes. Durante la revisión puede estar presente un técnico del órgano competente de la Administración. Si fuese necesario parar la central para efectuar las revisiones, el incremento instantáneo de la potencia demandada no repercutirá en la potencia base de facturación.

### **2.3.7 Potencia máxima de las centrales interconectadas**

Los auto-generadores con generadores síncronos, que es el tipo de generadores elegidos en este proyecto, se podrán conectar a la red eléctrica cuando la potencia no sea superior a 10 MWA., siempre que su potencia no exceda el 50% de la capacidad de transporte de la línea a la que se conecte.

Para potencias mayores convendrán ambas partes las condiciones técnicas de la conexión, y en caso de desacuerdo, decidirá el órgano competente de la Administración.

### **2.3.8 Condiciones específicas de interconexión de centrales de autogeneración con generadores síncronos**

Se establecen las siguientes condiciones generales para generadores síncronos:

- a) Los generadores síncronos deberán de tener una capacidad de generación de energía reactiva suficiente para mantener las condiciones de un factor de potencia que oscile entre 0,8 y 1 en adelanto o en atraso, medido en el punto

de conexión, con las variaciones de tensión normales y admisibles de la red a la que estén conectados.

- b) El aumento de la potencia de cortocircuito a la red a que dé lugar la interconexión de la central deberá de ser compatible con las condiciones de la misma.
- c) La instalación auto-generadora deberá de poseer un equipo de sincronización automático o manual y en cualquier caso será exigible un relé de enclavamiento de sincronismo. Podrá prescindirse de dicho equipo si la conexión se pudiera efectuar como generador asíncrono o en los casos que se emplee un rectificador inversor.
- d) La conexión del auto-generador con la red deberá de hacerse cuando en la operación de sincronización las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y de la red sean inferiores o iguales a los siguientes límites:

GENERADORES CON POTENCIAS  $\leq 1.000$  kVA.

Diferencia de Tensiones. . . . .  $\pm 8 \%$ .

Diferencia de Frecuencia. . . . .  $\pm 0,1$  Hz.

Diferencia de Fase. . . . .  $\pm 10^\circ$ .

- e) Los generadores síncronos de potencia igual o superior a 1.000 kVA. podrán conectarse a la red como asíncronos si se puede conseguir que la caída de tensión máxima de conexión sea como máxima del 5 % de la tensión nominal y la duración no sea superior a 0,5 segundos.
- f) Para controlar la energía reactiva suministrada por el generador, se dispondrá de un control de excitación que permita regular la energía reactiva suministrada a la red.

### **2.3.9 Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones autogeneradoras**

La puesta a tierra de las centrales interconectadas se hará siempre de forma que no alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa eléctrica. Para la conexión de la central a la red se empleará un interruptor provisto de un

polo suplementario que establezca o interrumpa la conexión a tierra de la empresa eléctrica al cerrar o abrir el interruptor.

Cuando por fallo de la red u otra causa la central trabaje aislada de la red de la empresa eléctrica, el neutro del generador se conectará automáticamente a una toma de tierra propia de la central prevista para tal fin.

Para la protección de las instalaciones de la central se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la red de la empresa eléctrica con un sistema de disparo adecuado para desconexión si se sobrepasa la corriente admisible.

### **2.3.10 Medida de la energía eléctrica recibida y entregada**

Para medir la energía eléctrica recibida de las empresas eléctricas y la entregada a ellas, se dispondrá de contadores y máxímetros distintos, aunque podrán ser de uso común otros elementos del equipo, tales como transformadores de medida y relojes conmutadores.

La liquidación de las energías entregadas y recibidas por cada auto-generador se efectuará en facturas independientes. Los equipos de medida de la energía recibida por el auto-generador se ajustarán a lo exigido para abonados de su mismo tipo que no sean auto-generadores.

Los equipos de medida para la venta de energía a las empresas eléctricas que hay que instalar son:

- a) El contador (vatíohorímetro) de energía activa con trinquete que evite la marcha atrás, de triple discriminación horaria.
- b) Máxímetro integrador de energía activa de quince minutos. Si la energía entregada a la red es de tipo eventual se podrá prescindir de máxímetro en el equipo de entrega, pero no en el de energía recibida. Si la energía que entrega a la red es del tipo programada, el máxímetro deberá de ir provisto de un registrador que imprima, en los mismos períodos, la potencia indicada con el máxímetro.

- c) Contador (varhorímetro) de energía reactiva, con trinquete para evitar la marcha atrás.
- d) Reloj conmutador de las distintas tarifas de los contadores y del maxímetro.

### **2.3.11 Protecciones a disponer en la instalación**

Las centrales conectadas a las redes públicas irán equipadas de protecciones para garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a que estén conectadas, tanto en la explotación normal como en un incidente. Por ello, todos los auto-generadores conectados irán equipados de interruptor de desacoplamiento de funcionamiento automático y manual, accesible permanentemente al personal de la Compañía Eléctrica. Además, las instalaciones auto-generadores deberán de tener protecciones adecuadas para reducir los daños en sus propias instalaciones como consecuencia de defectos internos. Estas protecciones se ajustarán a lo establecido en los reglamentos electrotécnicos. En el siguiente esquema se refleja los dispositivos y protecciones necesarias a instalar en la instalación de este proyecto con sus características de potencia y tensión:

EQUIPOS	REGULACIÓN	OBJETO DE LA PROTECCIÓN
<b>1.- EQUIPO DE PROTECCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN</b>		
Un interruptor automático		Poder desconectar la central de la red
Tres relés de mínima tensión instantánea (entre fases)	0,85 Um (1)	Para detectar la marcha en red separada a una tensión anormal y para detectar defectos bifásicos o trifásicos en la salida
Un relé de máxima tensión.	1,10 Um (1)	Para detectar la marcha en red separada.
Un relé de máxima tensión homopolar.	(3)	Protección defectos fase-tierra.
Un relé de máxima y mínima frecuencia.	49 a 51 Hz.	Marcha anormal con la red separada.
Tres relés instantáneos de máx. intensidad.		Sobrecargas.
Un teledisparo.		Para evitar que la central quede alimentando a la red de forma separada.
<b>2.- EQUIPO DE PROTECCIÓN DEL AUTOGENERADOR</b>		
Un relé de enclavamiento de sincronismo.		Para evitar conectar sincronismo fuera de sincronismo o con la red sin tensión. (sólo para generadores síncronos)
Un equipo de protección de la máq. motriz generador (2) Un sincronizador automático		Según recomendaciones del fabricante y de acuerdo con los reglamentos. Para centrales de más de 1.000 kVA con generadores síncronos.

Centrales conectadas a red alta tensión de compañía para generadores síncronos de potencia  $\leq 10.000$  kVA.

(1): Um : Tensión media entre fases.

(2): Existirá en la central un interruptor automático para cada generador.

(3): A determinar en cada caso.

## 2.3.12 Medida

### 2.3.12.1 Objeto

Atendiendo al Real Decreto 2566/1944 de 9 de diciembre, publicado en el

B.O.E. 313 de diciembre de 1994, el presente documento define los criterios generales que se aplicarán en la medida a instalar en los clientes auto-productores que se conecten a la red de UNIÓN FENOSA.

### **2.3.12.2 Alcance**

Su aplicación afectará a todos los clientes-auto-productores que se conecten a las instalaciones de UNIÓN FENOSA, y que con carácter permanente o esporádico suministren energía eléctrica a la red.

### **2.3.12.3 Definición del equipo de medida**

#### **2.3.12.3.1 Responsabilidades**

Como norma general será competencia del cliente auto-productor la definición, adquisición, instalación y mantenimiento del equipo de medida.

La instalación de medida diseñada por el auto-productor, deberá de cumplir las condiciones técnicas y garantías de seguridad contenidas en el correspondiente Reglamento, según la tensión, del Ministerio de Industria y Energía, así como las normas establecidas en UNIÓN FENOSA, que en el caso de un cliente auto-productor pueden asimilarse con las especificadas para un cliente que sea únicamente consumidor de energía de nuestra red.

Los contadores y discriminadores tarifarios a instalar por el cliente-auto-productor se diseñarán de forma que al final del período de facturación se puedan obtener todos los registros necesarios requeridos para la confección de la factura de compra de energía por parte de UNIÓN FENOSA, así como los necesarios para que el cliente-auto-productor pueda realizar la factura de venta de energía.

Todo lo relacionado con la compra de energía por parte del cliente-auto-productor es responsabilidad de la Región o Zona, siendo GESAE la responsable de lo concerniente a la compra de la energía por parte de UNIÓN FENOSA. Para que el cliente-auto-productor tenga una imagen única en temas de medida, se establece que el interlocutor sea APROM, que asume el compromiso de que todos los acuerdos que se adopten con el cliente auto-productor sobre la instalación de los equipos de medida, cuenten con la aprobación específica de los responsables de la Región o Zona.



### 2.3.12.3.2 Información requerida

El cliente auto-productor deberá de enviar a GESAE una copia del proyecto eléctrico relacionado con la medida en la que se incluirán los siguientes documentos:

- Características de los transformadores de tensión e intensidad.
- Características de los contadores y convertidores.
- Esquema de conexionado del conjunto de la medida, transformadores, contadores, convertidores, discriminador tarifario, bloques de pruebas, etc.
- Descripción del armario de alojamiento de los elementos de medida.
- Características del discriminador tarifario.

Basándose en los documentos aportados por el cliente auto-productor APROM efectuará una evaluación técnica estableciéndose los contactos necesarios con el usuario para definir de común acuerdo el equipo de medida idóneo.

### 2.3.12.4 **Elementos de medida afectados**

Los equipos afectados en la descripción de estos criterios son fundamentalmente:

- Transformadores de tensión.
- Transformadores de intensidad.
- Cableado de interconexión entre los T/t y la medida.
- Cableado de interconexión entre los T/i y la medida.
- Convertidor de potencia activa (sólo auto-productores  $\geq 5$  MW.)
- Convertidor de potencia reactiva (sólo auto-productores  $\geq 5$  MW.)
- Convertidor de medida de tensión (sólo auto-productores  $\geq 5$  MW.)
- Contadores de energía activa.
- Contadores de energía reactiva.

Registadores-discriminadores tarifarios.

Los convertidores de medida únicamente se instalarán en aquellos auto-productores con una potencia de generación igual o mayor que 5 MW. en los que hay que instalar una medida remota de telecontrol.

### **2.3.12.5 Características técnicas**

A continuación se relacionan las características técnicas mínimas que deberán de cumplir los equipos afectados relacionados en el apartado anterior. Éstas características serán independientes de la tensión de la red, a excepción de los contadores de energía activa cuya clase de precisión será igual o mejor que 0,2 para tensiones superiores a 66 Kv y/o potencia de generación igual o mayor que 5 MW. clase 0,5 para potencias entre 1 y 5 MW. y clase 1 para potencias inferiores a 1 MW.

En el diseño de los equipos se deberán de tener en cuenta los códigos y normas utilizadas en España, así como las normas específicas de UNIÓN FENOSA.

La instalación se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias MI/BT.

#### **2.3.12.5.1 Transformadores de tensión**

Las características de los transformadores de tensión, son las que están definidas en el apartado de la memoria descriptiva correspondiente.

#### **2.3.12.5.2 Transformadores de intensidad**

Las características de los transformadores de intensidad, son las que están definidas en el apartado de la memoria descriptiva correspondiente.

#### **2.3.12.5.3 Cableado de interconexión entre t/t y medida**

Los conductores de interconexión entre los transformadores de tensión los contadores y los convertidores irán protegidos bajo tubo, de forma que no se

puedan manipular y tendrá una sección que garantice una caída de tensión inferior al 2 por mil.

#### 2.3.12.5.4 Cableado de interconexión entre t/i y medida

Los conductores de interconexión entre los transformadores de intensidad, los contadores y los convertidores serán de  $4 \text{ mm}^2$  de sección e irán protegidos bajo tubo, de forma que no puedan ser manipulados.

#### 2.3.12.5.5 Convertidores de potencia activa

- Se instalarán cuando la potencia de generación instalada sea igual o superior a 5 MW. (en el caso del presente proyecto no se instalarían los convertidores, puesto que la potencia de generación instalada es inferior a 5MW, P: 1,76MW).
- Tipo de medida: Sistema 4 hilos.
- Dirección: Bidireccional.
- Relación entrada-salida:  $1.000 \text{ W} \rightarrow \pm 2,5 \text{ mA}$ .
- Clase de precisión: Igual o mejor que 0,5.
- Autoalimentado.

#### 2.3.12.5.6 Convertidores de potencia reactiva

- Se instalarán cuando la potencia de generación instalada sea igual o superior a 5 MW. (en el caso del presente proyecto no se instalarían los convertidores puesto que la potencia de generación instalada es inferior a 5 MW, Pot : 1,76 MW).
- Tipo de medida: Sistema 4 hilos.
- Dirección: Bidireccional.
- Relación entrada-salida:  $1.000 \text{ VAr} \rightarrow \pm 2,5 \text{ mA}$ .
- Clase de precisión: Igual o mejor que 0,5.
- Autoalimentado.

#### 2.3.12.5.7 Convertidores de tensión

- Tipo de medida: Tensión compuesta (110 V. )
- Relación entrada-salida: 1,2 V  $\rightarrow$   $\pm$  5 mA. -Clase de precisión: Igual o mejor que 0,5.
- Autoalimentado.

#### 2.3.12.5.8 Contador de energía activa

- Tipo de medida: Sistema 4 hilos.
- El registro de energía activa se realizará en los dos sentidos, bien sea mediante uno o dos aparatos.
- Clase de precisión de los contadores: Igual o mejor que 0,5.
- Tensión: 110 /  $\sqrt{3}$  V.
- Intensidad: 5 A.
- Estarán dotados de emisor de impulsos, libre de potencial, para cada sentido de la energía.
- Llevarán un contacto libre de potencial para identificar el sentido de la energía, importación o exportación de energía activa, entendiéndose como exportación la energía que el cliente auto-productor mete en la red de UNIÓN FENOSA. Si el contador no estuviera dotado de dicho contacto, se instalará un relé direccional.

#### 2.3.12.5.9 Contador de energía reactiva

- Tipo de medida: Sistema 4 hilos.  
El registro de energía reactiva se realizará en los dos sentidos, bien sea mediante uno o dos aparatos.
- Clase de precisión de los contadores: Igual o mejor que 1.
- Tensión: 110 /  $\sqrt{3}$  V.
- Intensidad: 5 A.

- Estarán dotados de emisor de impulsos, libre de potencial, para cada sentido de la energía.
- La medición de la energía reactiva se realizará discriminando la energía importada o exportada en los cuatro cuadrantes.

#### 2.3.12.5.10 Registradores-discriminadores tarifarios

Este equipo está destinado a la recepción de los impulsos procedentes de los contactos emisores de los contadores, de su registro o almacenamiento de datos y de apoyo para la teletransmisión, tratamiento y preparación de los datos de energía activa, reactiva y potencia, con el fin de preparar las facturas como consumidor y/o productor de la energía eléctrica.

Debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Número de entradas en función de las medidas solicitadas, con posibilidades de parametrización de las mismas. -Medición de la energía reactiva en los cuatro cuadrantes.
- Parametrización del período de integración, potencia y energía.
- Capacidad para almacenar los resultados en períodos cuarto-horarios con fecha, hora y minuto para un período superior a cuarenta días.
- Reloj interno sincronizado a la red o controlado por cuarzo.
- Dotado o preparado para adoptarlo a un módem telefónico para teleadquisición de datos con el fin de facilitar al cliente auto-productor y a UNIÓN FENOSA la adquisición de los datos correspondientes a los registros cuarto-horarios de energía.
- Interface serie RS-232C y/o optoacoplador para la parametrización del equipo, bien sea mediante PC o terminal portátil. -Permitirá realizar cierres de facturación automática y/o manualmente, siendo esta opción bloqueable mediante precinto.

### **2.3.12.6 Criterios de actuación**

La recepción y verificación de los equipos de medida relacionados con este documento con la excepción de los registradores-discriminadores tarifarios, así como el control de su instalación serán competencia de la Región o Zona. Los responsables de realizar esta tarea, deberán de enviar a APROM, una copia de los protocolos del fabricante de los transformadores de medida, contadores y convertidores, así como los protocolos de verificación a la puesta en servicio y de mantenimiento.

APROM previa notificación a la Región o Zona podrá, en los clientes auto-productores que estime oportuno, realizar las tareas de recepción y verificación de los equipos de medida, antes de su instalación, a la puesta en servicio o durante el mantenimiento.

Los registradores-discriminadores tarifarios, serán recepcionados en el laboratorio de APROM y deberán de ir acompañados del software de programación y tratamiento de datos. También se acompañará cuando se utilice el software de facturación.

En los casos en que estos equipos estén programados para registrar valores de potencia y energía como cliente, el laboratorio suministrará a la Región o Zona una copia de dicha programación.

El laboratorio enviará el equipo registrador-discriminador tarifario a la instalación del cliente auto-productor una vez que su correcta programación se ajuste a lo dispuesto en los contratos de compra venta de energía.

### **2.3.12.7 Instalación**

Los criterios de instalación para los transformadores de medida en intemperie e interior, así como los contadores y demás elementos de medida, se realizará de acuerdo con las normas existentes en UNIÓN FENOSA para los clientes consumidores.

En los circuitos secundarios de medida de los transformadores de tensión e intensidad, única y exclusivamente se conectarán elementos relacionados con la medida.

Los contadores y convertidores se alojarán en armarios normalizados y dispondrán de los correspondientes bloques de prueba para facilitar su verificación, reparación o sustitución.

Los relés a utilizar estarán dotados de dispositivo antirrebote y aislamiento galvánico.

Los aparatos de medida con posibilidades de manipulación estarán dotados de los elementos necesarios para su precintado. El auto-productor tendrá la opción de colocar su precinto.

#### **2.3.12.8 Actuaciones posteriores a la puesta en servicio**

Toda modificación que se vaya a realizar en los elementos de medida deberá de contar con la aprobación previa de la Región o Zona y de APROM.

Las solicitudes de los auto-productores para la asistencia a una avería o modificación de la programación del registrador-discriminador tarifario serán evaluadas por la Región o Zona y APROM, y se atenderá una vez que el usuario haya aceptado el presupuesto.

#### **2.3.13 Telecontrol**

##### **2.3.13.1 Adaptación de la instalación al telecontrol**

Cuando la potencia instalada de generación sea igual o mayor que 5 MVA., se realizará la adaptación de los circuitos del punto de interconexión para telemedida y telecontrol desde el despacho de maniobras de UNIÓN FENOSA de la siguiente información:

– Medida.

Potencia activa, Potencia reactiva, Tensión del lado línea de la interconexión y Tensión lado barras. Para ello se instalarán convertidores de medida según las características definidas en el apartado II.3.9.

– Señalizaciones.

Al terminal de control se enviarán mediante contacto libre de potencial la señalización correspondiente al estado de los siguientes elementos:

- Interruptor de línea.  
Seccionador de línea.  
Disparo por actuación de las protecciones de interconexión. Esta señal agrupará el disparo por protecciones 27, 64, 59, 81M y 81m. Debe de mantenerse durante 0,1 s.
- Disparo Temporizado fase, por actuación de la protección de sobreintensidad (51). Debe de mantenerse durante al menos 0,1 s.
- Disparo Temporizado neutro, por actuación de la protección de sobreintensidad (51N). Debe de mantenerse durante al menos 0,1 s.
- Disparo Instantáneo por actuación de las protecciones de sobreintensidad (50F y 50N ). Debe de mantenerse al menos durante 0,1 s.
- Posición de la maneta Local-Telemando.  
Fallo de alimentación al terminal de telecontrol.

– Órdenes.

Orden de apertura del interruptor de interconexión. El contacto del terminal actuará directamente, sin pasar a través de relés o elementos auxiliares, sobre los circuitos de apertura del interruptor. Esas señales se llevarán mediante cable apantallado hasta regletas del terminal de telecontrol ubicado en el mismo recinto que los equipos de protección y medida de la interconexión.

Cuando no se instale el terminal de telecontrol, se preverá un espacio libre correspondiente al futuro armario. En ese caso las señales del telecontrol se



llevarán hasta unas bornas independientes y diferenciadas ubicadas en el armario de protección y control de la interconexión.

### **2.3.13.2 Terminal de telecontrol**

El cliente auto-productor instalará y mantendrá un terminal de telecontrol y el correspondiente enlace vía radio con el Despacho de Maniobras de UNIÓN FENOSA en la zona.

NOTA: Puesto que en el presente proyecto la potencia generada de la instalación es inferior a 5 MW, no se instalará el telecontrol.

### **2.3.14 Perturbaciones**

La inyección de perturbaciones en niveles superiores a los admisibles autoriza a UNIÓN FENOSA a desconectar la central de su red, previa comunicación al órgano competente de la administración.

### **2.3.15 Puesta en servicio**

De acuerdo con la O.M. anteriormente citada, personal técnico de UNIÓN FENOSA verificará las instalaciones de la interconexión y demás elementos que afecten a la regularidad del suministro antes de realizar la puesta en servicio.

### **2.3.16 Documentación**

La documentación a tramitar en las distintas fases del proyecto es la siguiente:

#### **2.3.16.1 Información a aportar por el autoproducer**

- Número, tipo y potencia de los generadores.
- Clase y cantidad de potencia y energía a entregar y/o demandar.
- Plano de emplazamiento.
- Copia de la concesión de auto-productor o, en su defecto, copia de la solicitud ante la Administración.

### **2.3.16.2 Información a aportar por UNIÓN FENOSA**

- Condiciones técnicas
- Punto de interconexión a la red.
- Tensión nominal de la red.
- Potencia máxima y mínima de cortocircuito en la interconexión.
- Presupuesto en el que se indiquen los costes asociados a modificaciones en la línea de suministro y modificaciones necesarias en la red.
- Presupuesto para la verificación de los sistemas de medida, protección y teledisparo cuando proceda.

### **2.3.16.3 Información a entregar con el proyecto**

Con el fin de obtener la aceptación del Proyecto, por parte de UNIÓN FENOSA, el auto-productor deberá facilitar la siguiente documentación:

- Proyecto eléctrico visado (dos copias).
- Tres copias del esquema unifilar definitivo, donde se indique la configuración de la instalación, características de los T/i y T/t (relaciones de transformación, potencias y clase de precisión), transformadores de potencia y generadores, modelos de los equipos de protección, indicando sobre qué interruptor actúan, y sincronización.
- Planos desarrollados (trifilares) de las instalaciones que comprendan al menos desde el punto de interconexión hasta los transformadores de potencia.
- Esquemas de control de cierre y apertura del interruptor de interconexión, incluyendo la actuación de las protecciones sobre dicho interruptor y sus correspondientes conexiones.
- Manual de instrucciones de los relés de protección.
- Esquema de alimentación de los relés de protección.
- Protocolo de ensayos de los transformadores de tensión e intensidad (para medida y protección) firmados y sellados por el suministrador. Algunas

Administraciones Territoriales establecen la obligatoriedad de pasar estos transformadores por el Laboratorio Oficial designado a tal efecto. Es responsabilidad del auto-productor conocer las zonas en las que esta comprobación sea requerida, así como su oportuna cumplimentación.

- Proyecto del autodisparo, dado el caso.
- Información técnica de los relés de protección de línea.
- Características de los contadores y convertidores.
- Características del registrador para la discriminación tarifaria.
- Esquema de conexionado del conjunto de medida, transformadores, contadores, convertidores, bloques de pruebas, etc. -Descripción del armario del alojamiento de los equipos de medida. -Planos desarrollados de las instalaciones que pasen a propiedad de UNIÓN FENOSA.
- Características del discriminador horario.

Una vez estudiada la documentación, UNIÓN FENOSA, enviará las observaciones oportunas al Proyecto, así como el presupuesto de actividades a realizar por UNIÓN FENOSA para la puesta en servicio de los sistemas de protección, medida, teledisparo, telecontrol y a los ajustes de los relés de protección requeridos en el punto de interconexión con la red.

El auto-productor, al finalizar la verificación de los ajustes de los relés de protección, remitirá a UNIÓN FENOSA el Protocolo de verificación con los ajustes definitivos.

A Coruña, a 30 de junio de 2012

Fdo. Alberto Rouco Rego

Ingeniero Marino

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

---

FECHA: JUNIO 2012

**AUTOR:** Alberto Rouco Rego

Fdo.: Alberto Rouco Rego

MEDICIONES Y PRESUPUESTO					
PLANTA DE COGENERACION CENTRO DEPORTIVO					
CAPITULO 1. INSTALACIONES MECANICAS					
Có	Concepto	Ud	Total	Precio ud.	Precio total
<b>MOTOR</b>					
IM-1	Ud. Suministro e instalación de Grupo Motor-Alternador 3512E de 835kW a 0,4kV o similar, incluso elementos y sistemas auxiliares s/especificación de suministro ofertada, incluyendo entre otros: - Filtros de aire. - Turbocargadores. - Silenciador. - Bombas de refrigeración y aceite accionadas por el motor. - Enfriado aceite. - Rampa de gas de alimentación a motor. - Conexiones flexibles.	1,00	1,00	300.000,00 €	300.000,00 €
<b>CIRCUITO DE APROVECHAMIENTO DE AGUA CALIENTE Y REFRIGERACIÓN DE CAMISAS</b>					
IM-2	Ud. Suministro e instalación de bomba de agua de refrigeración de camisas B1, en bancada, para circuito de interposición, incluso cableado hasta cuadro de auxiliares, valvulería y control, para caudal 78m <sup>3</sup> /h AP= 36m.c.a., V= 2.900rpm, 18,5kW 400V III 50Hz.	1,00	1,00	3.850,00 €	3.850,00 €
IM-3	Ud Suministro e instalación de bomba de agua caliente B2, en bancada, incluso cableado hasta cuadro de auxiliares, valvulería y control, para caudal 55m <sup>3</sup> /h AP= 18m.c.a., V= 2.900rpm, 11kW 400V III 50Hz.	1,00	1,00	2.950,00 €	2.950,00 €
IM-4	Ud. Reforma de intercambiador de calor circuito camisas interpuesto al motor, de placas de Acero AISI 304 de flujo cruzado en contracorriente, 529kW, Primario agua glicolada al 37% de etilenglicol E/S 90/75°C, Ap=9,3mca Secundario agua E/S: 70/80°C Ap =5,9mca con sus accesorios y controles.	1,00	1,00	500,00 €	500,00 €
IM-5	Ud. Suministro e instalación de aerorrefrigerador para circuito de refrigeración de camisas de motor, modelo BDDS802BD84 ALFA LAVAL o similar, con capacidad para 529kW, entrada de agua a 90°C, salida a 75°C, para un caudal de 78m <sup>3</sup> /h, y AP=1,8mca	1,00	1,00	6.957,00 €	9.478,60 €
IM-6	Ud. Reforma de circuito de camisas	1,00	1,00	450,00 €	450,00 €
IM-7	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN80, aislada mediante lana de roca de 40mm de espesor y revestida exteriormente con chapa de aluminio brillante, incluso montaje y accesorios, circuito de refrigeración de camisas, y recuperación térmica.	20,00	20,00	51,44 €	1.028,80 €
IM-8	Ud. Suministro e instalación de codos para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN80, aislada mediante lana de roca de 40mm de espesor y revestida exteriormente con chapa de aluminio brillante, incluso montaje y accesorios, circuito de refrigeración de camisas, y recuperación térmica.	8,00	8,00	39,40 €	315,20 €
IM-9	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN -2448 PN10, DN25 agua circuito de recuperación térmica.	50,00	50,00	36,02 €	1.801,00 €
IM-10	Ud. Suministro e instalación de válvula de mariposa DN125, con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para circuito de refrigeración de alta temperatura.	6,00	6,00	180,30 €	1.081,80 €
IM-11	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN125, PN16 con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para circuito de refrigeración de alta temperatura.	1,00	1,00	545,00 €	545,00 €
IM-12	Ud. Suministro e instalación de válvula de esfera DN 25, PN16 de cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable circuito refrigeración alta temperatura	4,00	4,00	32,50 €	130,00 €
IM-13	Ud. Suministro e instalación de válvula de retención DN125, con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para el circuito de refrigeración de alta temperatura.	2,00	2,00	150,00 €	300,00 €
IM-14	Ud. Suministro e instalación de válvula de control tres vías DN125, PN16, con regulación proporcional, para instalar en el circuito de recuperación de vapor, actuador eléctrico, equipada con posicionador electrónico señal de entrada 4-20 mA, asientos recambiables, con cuerpo de fundición y material de los internos de acero inoxidable.	1,00	1,00	1.750,00 €	1.750,00 €
IM-15	Ud. Suministro e instalación de válvula de mariposa DN100, con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para circuito de refrigeración de alta temperatura.	9,00	9,00	73,29 €	659,61 €
IM-16	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN100, PN16 con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para circuito de refrigeración de alta temperatura.	1,00	1,00	344,00 €	344,00 €
IM-17	Ud. Suministro e instalación de válvula de retención DN100, con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable, para el circuito de refrigeración de alta temperatura.	1,00	1,00	120,00 €	120,00 €
IM-18	Ud. Suministro e instalación de válvula de control tres vías DN100, PN16, con regulación proporcional, para instalar en el circuito de recuperación de vapor, actuador eléctrico, equipada con posicionador electrónico señal de entrada 4-20 mA, asientos recambiables, con cuerpo de fundición y material de los internos de acero inoxidable.	1,00	1,00	1.650,00 €	1.650,00 €
IM-19	Ud. Suministro y montaje de válvulas de venteo automáticas DN25.	2,00	2,00	80,30 €	160,60 €
IM-20	Ud. Suministro de manómetro local, esfera 100mm, para tubería DN125.	5,00	5,00	15,00 €	75,00 €
IM-21	Ud. Suministro de manómetro local, esfera 100mm, para tubería DN100.	4,00	4,00	15,00 €	60,00 €
IM-22	Ud. Suministro e instalación de filtro "Y" de paso recto DN125, con cuerpo de fundición y tamiz de acero inoxidable.	1,00	1,00	285,32 €	285,32 €
IM-23	Ud. Suministro e instalación de filtro "Y" de paso recto DN100, con cuerpo de fundición y tamiz de acero inoxidable.	1,00	1,00	265,30 €	265,30 €

PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO					
CAPITULO 1. INSTALACIONES MECÁNICAS					
Có	Concepto	Ud	Total	Precio ud.	Precio total
IM-24	Ud. Suministro e instalación de transmisión de temperatura, señal 4-20 mA termopar tipo K, con longitud del termopar para inserción en tubería DN125.	5,00	5,00	69,00 €	345,00 €
IM-25	Ud. Suministro e instalación de transmisión de temperatura, señal 4-20 mA termopar tipo K, con longitud del termopar para inserción en tubería DN100.	2,00	2,00	69,00 €	138,00 €
IM-26	Ud. Suministro y montaje de transmisión de presión, señal 4-20 mA, con sonda para inserción en tubería DN125	1,00	1,00	69,00 €	69,00 €
IM-27	Ud. Suministro e instalación de depósito de expansión cerrado de 35 litros de capacidad para circuito de refrigeración de aguas de camisas, dotado de conexiones para drenaje. V/V nivel de alarma.	1,00	1,00	184,00 €	184,00 €
IM-28	Ud. Suministro e instalación de depósito de expansión cerrado de 83 litros de capacidad para circuito secundario de refrigeración de aguas de camisas, dotado de conexiones para drenaje. V/V nivel de alarma.	1,00	1,00	228,00 €	228,00 €
IM-29	Ud. Suministro e instalación de contador de calorías agua caliente depósito con cabezal de medidor electrónico incluyendo el mismo : 2 sondas de temperatura PT 500 ( 6 metros) Batería de alimentación Caudal 55m3/h Contador conforme UNE-EN 1434 Diámetro de conexión del contador embreado DN100	1,00	1,00	4.250,00 €	4.250,00 €
IM-30	Ud. Reforma de circuito de gases de escape, suministro e instalación de recuperador térmico a la salida de la caldera PR-7/GA-1'5/447	1,00	1,00	15.200,00 €	15.200,00 €
CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE AFTERCOOLER					
IM-31	Ud. Suministro e instalación de bomba de agua de refrigeración de aftercooler en primario B3, en bancada para 25m3/h, 10 mca, 2,2 kW 400 V III 50 Hz, 1,450 rpm, incluso cableado hasta cuadro de auxiliares, valvulería y control,	1,00	1,00	1.650,00 €	1.650,00 €
IM-32	Ud. Suministro e instalación de bomba de agua de refrigeración de aftercooler en secundario B4, en bancada para 9 m3/h, 18 mca, 2,2 kW 400 V III 50 Hz, 1450 rpm, incluso cableado hasta cuadro de auxiliares, valvulería y control,	1,00	1,00	1.300,00 €	1.300,00 €
IM-33	UD. Reforma de intercambiador de calor circuito aftercooler CAF1 interpuesto al motor, de placas de Acero AISI 304 de flujo cruzado en contracorriente, 100kW, Primario agua glicolada al 30% de etilenglicol E/S 57/54°C, Ap=1,3 mca Secundario agua glicolada al 30% de etilenglicol E/S: 40/50°C Ap = 0,3 mca kPa con sus accesorios y controles.	1,00	1,00	450,00 €	450,00 €
IM-34	Ud. Suministro e instalación de aerorrefrigerador para circuito del circuito de baja temperatura, marca ALFA LAVAL o similar, con capacidad para 47kW, entrada de agua a 44°C, salida a 40°C, para un caudal de 15m3/h, y AP=1,8mca	1,00	1,00	6.800,00 €	6.800,00 €
IM-35	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, sin aislamiento, DN65	57,00	57,00	102,20 €	5.825,40 €
IM-36	Ud. Suministro e instalación de codos para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN65, incluso montaje y accesorios, circuito de refrigeración de aftercooler.	22,00	22,00	36,90 €	811,80 €
IM-37	Ud. Suministro e instalación de T para tubería de acero DIN-2448 PN10, DN65 según normativa.	2,00	2,00	80,20 €	160,40 €
IM-38	Ud. Suministro e instalación de reducción para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN40/25	6,00	6,00	30,10 €	180,60 €
IM-39	Ud. Suministro e instalación de reducción para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN80/65	2,00	2,00	35,20 €	70,40 €
IM-40	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN -2448 PN10, DN25 agua circuito de aftercooler	30,00	30,00	36,02 €	1.080,60 €
IM-41	Ud. Suministro e instalación de válvula de mariposa DN65, PN16, con estanquidad en elastómero, cuerpo y mariposa en fundición y eje en acero inoxidable.	4,00	4,00	120,20 €	480,80 €
IM-42	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, sin aislamiento, DN50	213,00	213,00	28,00 €	5.964,00 €
IM-43	Ud. Suministro e instalación de válvula de mariposa DN50, PN16, con estanquidad en elastómero, cuerpo y mariposa en fundición y eje en acero inoxidable.	12,00	12,00	105,20 €	1.262,40 €
IM-44	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN65, PN16 con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable.	1,00	1,00	206,00 €	206,00 €
IM-45	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN50, PN16 con cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable.	1,00	1,00	122,00 €	122,00 €
IM-46	Ud. Suministro e instalación de válvula de retención DN65, con cuerpo de fundición y clapeta en acero inoxidable.	1,00	1,00	71,00 €	71,00 €
IM-47	Ud. Suministro e instalación de válvula de retención DN50, con cuerpo de fundición y clapeta en acero inoxidable.	1,00	1,00	45,00 €	45,00 €
IM-48	Ud. Suministro e instalación de filtro "Y" de paso recto DN65, PN16 con cuerpo de fundición y tamiz de acero inoxidable	1,00	1,00	210,20 €	210,20 €
IM-49	Ud. Suministro e instalación de filtro "Y" de paso recto DN50, PN16 con cuerpo de fundición y tamiz de acero inoxidable	1,00	1,00	195,35 €	195,35 €
IM-50	Ud. Suministro e instalación de válvula de esfera DN25, PN16 con cuerpo en fundición y obturador en acero inoxidable.	4,00	4,00	32,50 €	130,00 €

PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO					
CAPITULO 1. INSTALACIONES MECÁNICAS					
Có	Concepto	Ud	Total	Precio ud.	Precio total
IM-51	Ud. Suministro e instalación de válvula de control tres vías DN50, PN 16, con regulación proporcional, para instalar en el circuito secundario de aftercooler , actuador eléctrico, equipada con posicionador electrónico, señal de entrada 4-20 mA, asientos recambiables, con cuerpo de fundición y material de los internos de acero inoxidable.	1,00	1,00	885,00 €	885,00 €
IM-52	Ud. Suministro e instalación de válvulas de venteo automáticas DN 25	2,00	2,00	80,30 €	160,60 €
IM-53	Ud. Suministro de manómetro local, esfera 100mm, para tubería DN65.	4,00	4,00	15,00 €	60,00 €
IM-54	Ud. Suministro de manómetro local, esfera 100mm, para tubería DN50.	6,00	6,00	15,00 €	90,00 €
IM-55	Ud. Suministro e instalación de transmisión de temperatura, señal 4-20 mA termopar tipo K, con longitud del termopar para inserción en tubería DN65.	3,00	3,00	69,00 €	207,00 €
IM-56	Ud. Suministro e instalación de transmisión de temperatura, señal 4-20 mA termopar tipo K, con longitud del termopar para inserción en tubería DN50.	3,00	3,00	69,00 €	207,00 €
IM-57	Ud. Suministro y montaje de transmisión de presión, señal 4-20 mA, con sonda para inserción en tubería DN65	1,00	1,00	69,00 €	69,00 €
IM-58	Ud. Suministro e instalación de contador de calorías agua caliente depósito con cabezal de medidor electrónico incluyendo el mismo : 2 sondas de temperatura PT 500 ( 6 metros) Batería de alimentación Caudal 9m3/h Contador conforme UNE-EN 1434 Diámetro de conexión del contador embreado DN100	1,00	1,00	3.950,00 €	3.950,00 €
CIRCUITO DE ACEITE					
IM-59	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448 PN10, DN32	80,00	80,00	12,50 €	1.000,00 €
IM-60	Ud. Suministro e instalación de codos para tubería de acero DIN-2448 PN10, DN32 según normativa.	13,00	13,00	25,20 €	327,60 €
IM-61	Ud. Suministro e instalación de T para tubería de acero DIN-2448 PN10, DN32 según normativa.	3,00	3,00	70,50 €	211,50 €
IM-62	Ud. Suministro e instalación de reducción para tubería de acero DIN-2448 PN10, 2 DN32/DN25 según normativa.	1,00	1,00	22,20 €	22,20 €
IM-63	MI. Suministro e instalación de tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448 PN10, DN25	11,25	11,25	26,44 €	297,45 €
IM-64	Ud. Suministro e instalación de codos para tubería de acero DIN-2448 PN10, DN25 según normativa.	4,00	4,00	59,50 €	238,00 €
IM-65	Ud. Suministro e instalación de T para tubería de acero DIN-2448 PN10, DN25 según normativa	1,00	1,00	25,20 €	25,20 €
IM-66	Ud. Suministro e instalación de reducción para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN50/32	1,00	1,00	28,20 €	28,20 €
IM-67	Ud. Suministro e instalación de reducción para tubería en acero al carbono estirado sin soldadura DIN-2448, PN10, DN50/25	1,00	1,00	25,30 €	25,30 €
IM-68	Ud. Suministro e instalación de bomba de aceite, en bancada, incluso cableado hasta cuadro de auxiliares, valvulería y control, para 18,5 l/min y 0,76CV	1,00	1,00	1.150,00 €	1.150,00 €
IM-69	Ud. Suministro e instalación de depósito de aceite de diario, de 300l de capacidad	1,00	1,00	380,00 €	380,00 €
IM-70	Ud. Suministro e instalación de depósito de aceite de 1000 litros	1,00	1,00	850,00 €	850,00 €
IM-71	Ud. Suministro e instalación de depósito de aceite sucio de 1000 litros	1,00	1,00	850,00 €	850,00 €
IM-72	Ud. Suministro e instalación de válvula de esfera DN 50, PN 16 de cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable circuito de aceite	1,00	1,00	62,50 €	62,50 €
IM-73	Ud. Suministro e instalación de válvula de esfera DN 25, PN 16 de cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable circuito de aceite	1,00	1,00	18,50 €	18,50 €
IM-74	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN 32, PN 16 de cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable circuito de aceite	4,00	4,00	72,50 €	290,00 €
IM-75	Ud. Suministro e instalación de válvula de asiento DN 25, PN 16 de cuerpo de fundición y obturador en acero inoxidable circuito de aceite	2,00	2,00	98,52 €	197,04 €
IM-76	Ud de suministro de filtro "Y" de paso recto DN32, PN 16 con cuerpo de fundición y tamiz de acero inoxidable	1,00	1,00	175,30 €	175,30 €
IM-77	Ud de suministro de manómetro local, esfera 100 mm distintos rangos para tuberías DN 32	2,00	2,00	15,00 €	30,00 €
INSTALACIÓN DE GAS					
IM-78	MI. Suministro e instalación de tubería de acero DIN 2440 DN 80 con p/p de accesorios soportación, pintura y mano de obra de soldadura	55,00	55,00	51,44 €	2.829,20 €
IM-79	Ud. Suministro e instalación de codos para tubería de acero DIN 2440 DN 80 según normativa	6,00	6,00	21,00 €	126,00 €
IM-80	Ud. Suministro e instalación de válvula de edificio de tipo bola DN 80 con bridas PN 16 y mando y palanca	1,00	1,00	42,50 €	42,50 €
IM-81	Ud. Suministro e instalación de cuantómetro para un caudal máximo de 300 m3/ h	1,00	1,00	3.250,00 €	3.250,00 €
IM-82	Ud. Suministro e instalación de filtro de DN 65 conexión roscada Pmax= 6 bar	1,00	1,00	40,00 €	40,00 €
IM-83	Ud. Suministro e instalación de manómetro de esfera de diámetro 100 mm con conexión 1/2", rango de presión 0-4 bar y clase 1	1,00	1,00	15,00 €	15,00 €
IM-84	Ud. Suministro e instalación de válvula portamanómetros de aguja de acero de 1/2"	1,00	1,00	5,20 €	5,20 €

<b>PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO</b>					
<b>CAPITULO 1. INSTALACIONES MECÁNICAS</b>					
<b>Có</b>	<b>Concepto</b>	<b>Ud</b>	<b>Total</b>	<b>Precio ud.</b>	<b>Precio total</b>
IM-85	Ud. Suministro e instalación de regulador para presión de salida de 200 mbar y caudal de 300 m <sup>3</sup> /h , con conexiones roscadas y VIS incorporadas por máxima y mínima presión	1,00	1,00	2.250,00 €	2.250,00 €
IM-86	Ud Suministro e instalación de columna de impulsos para regulador de acción directa con conexiones 3 de 1/2" y 2 de 1/4" con válvula de aguja ANSI 600	1,00	1,00	525,30 €	525,30 €
IM-87	Ud Suministro e instalación de manómetro de esfera de diámetro 100 mmm, con conexión de 1/2", rango de presión 0-600 mbar y clase	1,00	1,00	15,00 €	15,00 €
IM-88	Ud Suministro e instalación de válvula de purga de esfera de 1/2"	1,00	1,00	5,20 €	5,20 €
IM-89	Ud. Suministro e instalación de entradas de tipo mariposa , de DN80 con bridas PN 16 y mando palanca	1,00	1,00	42,50 €	42,50 €
IM-90	Ud. Central de detección de gases explosivos microprocesada de 4 zonas ampliables a 8 mediante un módulo expansor PL4-E para detectores de salida analógica de 4-20 mA de las series "SMART 2" y "SMART 3". Señalización del estado de prealarma/alarma/avería a través de display LCD. Tensión de alimentación a 230 Vca. Dispone de cargador y requiere una batería de 12 Vcc 7 Ah.	1,00	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
IM-91	Ud. Detector autónomo de gas natural a 220 V, con salida de relé, totalmente instalado, según Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimiento industriales aprobado en el RD 2267/2004, de 3 de diciembre.	4,00	4,00	299,01 €	1.196,04 €
					<b>12.841,94 €</b>
<b>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					
IM-92	Ud. Suministro e instalación de extintor de eficacia 21A113B polvo ABC, homologado.	2,00	2,00	47,78 €	95,56 €
IM-93	Ud. Suministro e instalación de extintor de CO2 5kg de eficacia mínima 89B homologado.	3,00	3,00	116,84 €	350,52 €
IM-94	Ud. Suministro e instalación de carros de polvo ABC 50 kg eficacia mínima 233B	1,00	1,00	279,93 €	279,93 €
IM-95	Ud. Suministro e instalación de pulsador manual de alarma contra incendios.	2,00	2,00	113,77 €	227,54 €
IM-96	Ud. Suministro e instalación de señalización de medios de protección contraincendios.	8,00	8,00	12,98 €	103,84 €
IM-97	Ud. Suministro e instalación de sirena interior de incendios	1,00	1,00	35,00 €	35,00 €
IM-98	Ud. Suministro e instalación de sirena exterior de incendios	1,00	1,00	115,00 €	115,00 €
IM-99	Ud. Conexión con la central de incendios del hotel o instalación de central de incendios en central de cogeneración	1,00	1,00	450,00 €	450,00 €
					<b>1.657,39 €</b>

**TOTAL INSTALACIONES MECÁNICAS****401.536,90 €**



MEDICIONES Y PRESUPUESTO					
PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO					
CAPÍTULO 2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
Có	Concepto	Ud	Total	Precio	Importe
<b>ENTRONQUE DE MEDIA TENSIÓN</b>					
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					
<b>EQUIPO DE MEDIDA.</b>					
IE-14	Ud. de armario de polyester reforzado con fibra de vidrio de 750x750x300 con maneta giratoria y cerradura normalizada por UNION FENOSA. conteniendo en su interior debidamente los siguientes elementos: 1 Ud. de contador electrónico de activa (CI 0,5) y reactiva (CI1), modelo ZMD405, fab. Landis&Gyr; 1 Ud. de modem GSM modelo MULTICOM-GSM, fab. Landis&Gyr; 1 Ud. de regleta de comprobación modelo 614V-UEF fabricación UNIBLOCK; pequeño material accesorio de montaje, totalmente cableado e instalado.	1,00	1,00	1.963,00 €	1.963,00 €
IE-15	Ud. de línea de interconexión entre transformadores de tensión e intensidad, formada por dos circuitos independientes, para tensiones e intensidades, realizados con tubo de acero M40, conteniendo en su interior cable apantallado ROZ1 0,6/1 kV de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección de cobre, incluyendo la puesta a tierra del tubo mediante cable bicolor de 6 mm <sup>2</sup> , totalmente instalado.	1,00	1,00	380,18 €	380,18 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>2.343,18 €</b>
<b>CUADROS ELECTRICOS</b>					
IE-16	Ud. CUADRO PROTECCIONES INTERCONEXIÓN UNIÓN FENOSA, realizado en chapa de 2 mm. pintado en RAL 7032 de 800 mm. de ancho, 800 de profundidad y 2000 mm. de alto conteniendo en su interior los siguientes elementos: -1 Ud. de relé de protección, parametrizados para las funciones de protección 50/51, 50/51N, 67 Na. Fabricación SIEMENS tipo 7SJ6226. -1 Ud. de relé de protección, parametrizados para las funciones de protección 3x27, 59, 81 M/m. fabricación SIEMENS tipo 7RW80. -1 Ud. de relé de protección, parametrizados para las funciones de protección 25 y 59 N. fabricación SIEMENS tipo 7RW80. -2 Ud. bloques de comprobación fabricación UNIBLOCK. -1 Ud. de voltímetro analógico, de 96 x 96 mm, escala 0-240 <sup>0</sup> y 0-500 V, para conectar a transformadores 400:√3/110:√3.fabricación SACI tipo EC3CE. -2 Ud. de resistencia ferrosresonancia fabricación ARTECHE. -6 Ud. de interruptor magnetotermico fabricación MERLIN GERIN tipo C60N. -6 Ud. de transformadores 220/110 fabricación TERMI. -15 Ud. de relé auxiliares fabricación OMRON tipo MK3P5. -3 Ud. de lámparas de señalización fabricación TEE. -1 Ud. de selector con llave fabricación TEE. -2 Ud. de pulsador luminoso fabricación TEE. -1 Ud. de conversor 24 Vcc- 48 Vcc, 100 W, para alimentar el telemando de la compañía. -1 Ud. de pequeño material accesorio y mano de obra de montaje y cableado	1,00	1,00	10.564,00 €	10.564,00 €

IE-17	<p>Ud. CUADRO ACOPLAMIENTO y MEDIDA GENERADOR, realizado en chapa de 2 mm. pintado en RAL 7032 de 800 mm. de ancho, 800 de profundidad y 2000 mm. de alto conteniendo en su interior los siguientes elementos:</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático bastidor abierto, provisto de mando motor, bobina de cierre y bobina de apertura por minima tensión, 4P, 2000 A, 42 kA , 690/1150 V. fabricación MERLIN GERIN tipo NW20N1.</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático magnetotermico, 4P, 160 A, 36 kA, 380/415 V, provisto de relés magnetotermicos tipo TM__D. fabricación MERLIN GERIN tipo NSX160F.</p> <p>-3 Ud. de transformadores de intensidad toroidales encapsulados en resina epoxi, relación de transformación 2000/5 10 VA CI 0,5. Fabricación SACI tipo TU100RS.</p> <p>-3 Ud. de transformadores de intensidad toroidales encapsulados en resina epoxi, relación de transformación 2000/5 10 VA CI 5P10. Fabricación SACI tipoTUP60R.</p> <p>-6 Ud. de transformadores de tensión, relación de tensión 400:√3/110:√3, 100 VA CI 0,5.fabricación POLILUX.</p> <p>-1 Ud. de relé de protección, parametrizados para las funciones de protección generador 50/51+ 50/51N, 49, 46 y 32 fabricación SIEMENS tipo 7SJ.</p> <p>-3 Ud. de amperimetro analógico de hierro móvil, de 96 x 96 mm, escala 0-240° y 0-2000, para conectar a transformadores de intensidad 1000/5. Fabricación SACI tipo EC3CE.</p> <p>-1 Ud. de voltímetro analógico, de 96 x 96 mm, escala 0-240° y 0-500 V, para conectar a transformadores 400:√3/110:√3.fabricación SACI tipo EC3CE.</p> <p>-1 Ud. de conmutador de voltímetro 6 posiciones. Fabricación TELERGON tipo T701.</p> <p>-1 Ud. de vatímetro ferrodinámico, de 96 x 96 mm, escala 0-90 °, para conexión trifásica desequilibrada 4 hilos, alcance 110 V y 5 A. fabricación SACI tipo WC3VIn.</p> <p>-1 Ud. de varímetro ferrodinámico, de 96 x 96 mm, escala 0-90 °, para conexión trifásica desequilibrada 4 hilos, alcance 110 V y 5 A. fabricación SACI tipo WC3VInr.</p> <p>-1 Ud. de fasímetro de inducción, escala 360 °, de 96 x 96</p>	1,00	1,00	18.654,00 €	18.654,00 €
-------	--	------	------	-------------	-------------

<p>Ud. CUADRO DE CONTROL PLANTA Y SINCRONISMO COGENERACIÓN realizado en chapa de 2 mm. pintado en RAL 7032 de 800 mm. de ancho, 800 de profundidad y 2000 mm. de alto conteniendo en su interior los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1 Ud. de unidad central SIMATIC S7-300, CPU 315-2 PN/DP, CPU con 256 Kbyte de Memoria central, primera interfase MPI/DP, segunda interfase Ethernet Profinet. Fabricación SIEMENS tipo 6ES5315-2EH13-OABO.</li> <li>-1 Ud. de Micro Memory Card para S7-300/C7/S7-200 IM 151 CPU, 3,3 V NFLASCH, 512 Kbyte fabricación SIEMENS tipo 6ES7953-8LJ20-OAAO.</li> <li>-5 Ud. de tarjeta de entradas digitales SM 321, con Separación galvánica 32 ED, 24 V DC. Fabricación SIEMENS tipo 6ES7321-1BL00-0AA0 .</li> <li>-4 Ud. de tarjeta de salidas digitales SM 322, con separación galvánica, 32 SD, 24 V DC, 0,5 A corriente fabricación SIEMENS tipo 6ES7322-1BL00-0AA0.</li> <li>-2 Ud. de tarjeta de entradas analógicas SM 331, con separación galvánica, 8 EA, resolución 13 BIT, U/I/resistencia/PT100, NI100, NI1000, LG-NI1000 tiempo de conversión 66 ms., 40 polos fabricación SIEMENS tipo 6ES7331-1KF01-0AB0</li> <li>-1 Ud. de tarjeta de salidas analógicas SM 332, con separación galvánica, 8 SA, U/I; con diagnóstico, resolución 11/12 BIT, 40 polos, posible conexión y desconexión con bus protector activo fabricación SIEMENS tipo 6ES7332-5HF00-0AB0.</li> <li>-12 Ud. de conector frontal 392 con terminales de tornillo, 40 polos fabricación SIEMENS tipo 6ES7392-1AM00-0AAO.</li> <li>-3 Ud. de interfase IM 360 en el bastidor central para conexión de Max. 3 bastidores de ampliación. Con Bus K de comunicaciones. Fabricación SIEMENS tipo 6ES7360-3AA01-0AAO.</li> <li>-4 Ud. de interfase IM 361 en el bastidor de ampliación para conexión con el bastidor central (IM 360) alimentación 24 V DC. Con Bus K de comunicaciones. Fabricación SIEMENS tipo 6ES7361-3CA01-0AAO.</li> <li>-1 Ud. cable de conexión entre IM 360/IM 361 1m de longitud fabricación SIEMENS tipo 6ES7368-3BB01-0AAO.</li> <li>-1 Ud. de fuente de alimentación PS 307, 120/230 V AC; 24 V</li> </ul>	1,00	1,00	35.478,00 €	35.478,00 €
--	------	------	-------------	-------------

IE-18	<p>Ud. CUADRO DE S.S.A.A CORRIENTE ALTERNA realizado en chapa de 2 mm. pintado en RAL 7032 de 800 mm. de ancho, 800 de profundidad y 2000 mm. de alto conteniendo en su interior los siguientes elementos:</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático magnetotermico, 4P, 160 A, 36 kA, 380/415 V, provisto de relés magnetotérmicos tipo TM__D. fabricación MERLIN GERIN tipo NSX160F.</p> <p>-1 Ud. de voltímetro analógico de 96 96 mm. Escala 0-240° y 0-500 V. para conectar a transformadores 400:√3/110:√3 fabricación SACI tipo EC3CE.</p> <p>-1 Ud. de amperímetro analógico de hierro móvil, de 96 x 96 mm, escala 0-240° y 0-200, para conectar a transformadores de intensidad 200/5. Fabricación SACI tipo EC3CE.</p> <p>-1 Ud. de transformadores de intensidad toroidales encapsulados en resina epoxi, relación de transformación 200/5 10 VA CI 0,5. Fabricación SACI tipo TU100RS.</p> <p>-3 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 4P, 32 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-3 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 4P, 20 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 3P, 16 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 2P, 25 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-1 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 2P, 20 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-3 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 2P, 16 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-9 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 2P, 10 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-2 Ud. de interruptor automático magnetotémico, 2P, 6 A, 15 kA, 230/400 V, curva C, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-1 Ud. de interruptor diferencial, 4P, 40 A, 300 mA, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-2 Ud. de interruptor diferencial, 4P, 25 A, 300 mA, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación Merlin Gerin tipo C60H.</p> <p>-2 Ud. de interruptor automático protección de motor, regulación 24-32 A, provisto de bloque de contactos auxiliares. fabricación TEE tipo GV2-M32.</p>	1,00	1,00	12.500,00 €	12.500,00 €
IE-19	Ud. de transformador seco ANAN, relación de transformación 400/ 400-230 V, 160 kVA de potencia nominal, provisto de cambiador de tomas de regulación por conmutador sobre tapa, ruedas, cáncamos de elevación, termómetro de esfera de dos contactos, totalmente instalado.	1,00	1,00	4.950,00 €	4.950,00 €
IE-20	Ud. CUADRO DE S.S.A.A CORRIENTE CONTINUA formado por equipo Rectificador-cargador de 50 A. para conexión a 220 V, 50 Hz y salida 24 Vcc. incluida batería de recombinación de gases 24 Vcc y 200 Amperio Hora fab SAFT-URA.	1,00	1,00	6.587,00 €	6.587,00 €
IE-21	Ud. Sistema de Alimentación Ininterrumpida S.A.I 900 VA 10 minutos de autonomía ON LINE con alimentación a 220 Vac y 24 Vcc.	1,00	1,00	715,63 €	715,63 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>89.448,63 €</b>
<b>EQUIPO VISUALIZACIÓN SCADA Y SOFTWARE.</b>					

IE-22	Ud. de SIMATIC NET IE SOFTNET-S7 LEAN/ 2006; software para comunicación S7, S5, OPC, comunicaciones PG/OP, NCM PC, 8 conexiones, licencia simple para una instalación de software, software más manual electrónico en CD, llave en disquete, clase A 2 idiomas (AL,IN); para 32 BIT WINDOWS XP PROFESSIONAL, 2000 PRO/SV; WIN 2003 SERVER para CP1512/ CP1612/ CP7515 de SIEMENS ref. 6AV6381-1BE06-2AX0, incluso instalación.	1,00	1,00	971,62 €	971,62 €
IE-23	Software de sistema Winccv6.2+SP2, RT 1024 (1024 power tags), run time, en DVD, licencia individual, 5 idiomas (al., in., fr., esp., it.), ejecutable. bajo win2000/xpprof , totalmente instalado y parametrizado.	1,00	1,00	9.271,05 €	9.271,05 €
IE-24	Ud. de PC compatible P IV Quant core 7000Kb nivel I con 4 GB RAM DDR2 1066 en placa base INTEL R87 con doble tarjeta Ethernet 100/100/1000 integrada en placa con 1 conector PCI Express X 12 para tarjeta gráfica con 2 GB DDR3 y salida HDMI, un disco duro 500GB SATA, fuente de alimentación 700W con protección interna, teclado, ratón y monitor 19" LCD, totalmente instalado.	1,00	1,00	1.355,00 €	1.355,00 €
IE-25	Ud. de ruter 10/100/1000 Ethernet alimentación 220V ac para red abierta y conexión exterior efectuando funciones de Miden NULO y posibilidad de enrutamiento en intranet, totalmente instalado.	1,00	1,00	531,78 €	531,78 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>12.129,45 €</b>
<b>CANALIZACIONES DE BAJA TENSION</b>					
IE-26	MI de conductor RZ 0,6/1 kV de 1x240 mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	375,00	375,00	32,61 €	12.228,75 €
IE-27	MI de conductor RZ1-OL 4G6 mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	500,00	500,00	6,78 €	3.390,00 €
IE-28	MI de conductor RZ1 0,6/1 kV 4G4 mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	500,00	500,00	5,09 €	2.545,00 €
IE-29	MI de conductor RZ1 0,6/1 kV 4G2,5 mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	500,00	500,00	3,76 €	1.880,00 €
IE-30	MI de conductor RZ1 0,6/1 kV 4G1,5 mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	500,00	500,00	3,36 €	1.680,00 €
IE-31	MI de conductor apantallado ROZ1 3G1,5mm <sup>2</sup> de sección de Cu, totalmente instalado.	500,00	500,00	3,61 €	1.805,00 €
IE-32	MI de conductor termopar tipo K, totalmente instalado.	200,00	200,00	4,61 €	922,00 €
IE-33	MI. de bandeja de varilla de acero galvanizado, sin tapa, 300x60 mm, soportes, uniones y material auxiliar.	30,00	30,00	45,35 €	1.360,50 €
IE-34	MI. de bandeja de varilla de acero galvanizado, sin tapa, 200x60 mm, soportes, uniones y material auxiliar.	50,00	50,00	38,33 €	1.916,50 €
IE-35	MI. de bandeja de varilla de acero galvanizado, sin tapa, 100x60 mm, soportes, uniones y material auxiliar.	50,00	50,00	31,33 €	1.566,50 €
IE-36	MI de tubo de acero galvanizado M40, con unión enchufable y parte proporcional de accesorios para montaje superficial, totalmente instalado.	50,00	50,00	12,29 €	614,50 €
IE-37	MI de tubo de acero galvanizado M32, con unión enchufable y parte proporcional de accesorios para montaje superficial, totalmente instalado.	50,00	50,00	10,91 €	545,50 €
IE-38	MI de tubo de acero galvanizado M25, con unión enchufable y parte proporcional de accesorios para montaje superficial, totalmente instalado.	50,00	50,00	7,66 €	383,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>30.837,25 €</b>
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>					
IE-39	MI de perforación en profundidad y relleno de mezcla activadora.	180,00	180,00	39,40 €	7.092,00 €
IE-40	Ud. de pica de puesta a tierra de acero-cobre L=2000 mm, D=14,6 mm, incluso soldadura aluminotérmica.	12,00	12,00	52,76 €	633,12 €
IE-41	MI. de conductor Cu desnudo 50 mm <sup>2</sup> totalmente instalado.	540,00	540,00	7,11 €	3.839,40 €

IE-42	Ud. de puente de seccionamiento de tierras.	2,00	2,00	43,49 €	86,98 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>11.651,50 €</b>
<b>ALUMBRADO EDIFICIO COGENERACIÓN</b>					
IE-43	Ud. de pantalla estanca de superficie IP-65, 2x36 W con equipo de alto factor, incluso sujeciones, colocación y p/p de tubo de PVC rígido y cableado. Totalmente instalada.	16,00	16,00	60,00 €	960,00 €
IE-44	Ud. de toma de corriente, tomas tipo Schuko de 10/16 A de superficie, incluyendo p.p de cableado bajo tipo rígido de PVC, desde cuadro de SS.AA, totalmente instaladas	8,00	8,00	35,00 €	280,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>1.240,00 €</b>
<b>PUESTA EN MARCHA</b>					
IE-45	P.A. Puesta en marcha de la instalación de forma coordinada con los demás proveedores incluyendo ajuste y prueba de relés de protección y asistencia a las pruebas a realizar por la compañía suministradora.	1,00	1,00	14.560,00 €	14.560,00 €
IE-46	P.A Realización de ingeniería de detalle, incluyendo gestiones a realizar con la compañía eléctrica para la autorización de esquemas de principio y desarrollados.	1,00	1,00	9.584,00 €	9.584,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>24.144,00 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>171.794,01 €</b>	

<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</b>					
<b>PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO</b>					
<b>CAPITULO 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>					
<b>Có</b>	<b>Concepto</b>	<b>Ud</b>	<b>Total</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>CAPÍTULO 3.1: PROTECCIONES COLECTIVAS</b>					
1.1	Ud. Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo "Obligación" de 45x33 cm., sin soporte metálico y p.p. de desmontaje. Valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	5	5	4,50	22,50
1.2	Ud. Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo "Prohibición" de 45x33 cm. Sin soporte y p.p. de desmontaje. Valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	5	5	4,50	22,50
1.3	Ud. Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo "Advertencia" de 45x33 cm. Sin soporte y p.p. de desmontaje. Valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	2	2	4,50	9,00
1.4	Ud. Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo "Información" de 45x33 cm. Sin soporte y p.p. de desmontaje. Valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	2	2	4,50	9,00
1.5	Ml. Valla metálica para acotamiento de espacios y contención de peatones, formada por elementos autónomos normalizados de 2,50x1,10 m., i/montaje y desmontaje de los mismos.	10	10	3,52	35,22
1.6	H. Mano de obra de brigada de seguridad, empleada en mantenimiento y reposición de protecciones (Oficial 2ª y Peón).	20	20	15,00	300,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.1</b>					<b>398,22</b>

<b>CAPÍTULO 3.2: PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>					
2.1	Ud. Casco de seguridad homologado.	5	5	1,94	9,68
2.2	Ud. Traje completo impermeable (taje de agua), valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	5	5	9,58	47,92
2.3	Ud. Pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, homologada.	3	3	4,26	12,77
2.4	Ud. Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible adaptable al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, homologada.	3	3	11,56	34,68
2.5	Ud. Pantalla de soldadura oxiacetinénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antiinflamable, ventanal abatible, adaptable a cabeza, compatible con el uso de casco, homologada.	3	3	8,13	24,38
2.6	Ud. Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtros intercambiables para polvo. Homologada.	5	5	9,03	45,14
2.7	Ud. Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. Homologada.	5	5	5,20	26,02
2.8	Ud. Gafas de montura de acetato, patillas adaptables, visores de vidrio neutro, tratados templados e inastillables, para trabajos con riesgo de impactos en ojos. Homologadas.	5	5	9,42	47,12
2.9	Ud. Gafas de vinilo con ventilación directa, sujeción a cabeza graduable, visor de policarbonato, para trabajos con ambientes pulvigenos.	5	5	3,10	15,48
2.10	Ud. Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables uso optativo con o sin casco de seguridad, homologado.	5	5	3,16	15,78
2.11	Ud. Par de tapones antirruido fabricado en clururo de polivinilo, homologado.	5	5	1,91	9,53
2.12	Ud. Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliéster, anillas de acero estampado con resistencia superior a 115 kg/mm2., hebilla con mordiente de acero estampado, cuerda de amarre de alta tenacidad y 1 m. de longitud fabricada en nylon y mosquetón de cierre, homologado.	5	5	11,56	57,79
2.13	Ud. Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones.	5	5	10,39	51,93
2.14	Ud. Muñequera de cuero.	5	5	2,30	11,51

2.15	Ud. Mandil para trabajos de soldadura, fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa.	3	3	10,39	31,16
2.16	Ud. Par de polainas para trabajos de soldadura, fabricada en cuero sistema de sujeción debajo del calzado.	3	3	6,08	18,25
2.17	Ud. Par de manguitos para trabajos de soldadura, fabricados en piel.	3	3	3,47	10,40
2.18	Ud. Par de guantes de protección para carga y descarga de materiales abrasivos fabricados en nitrilo/vinilo con refuerzo en dedos pulgares.	5	5	5,00	25,00
2.19	Ud. Par de guantes de protección de goma fina, reforzados, para trabajos con materiales húmedos, albañilería, hormigonado, pocería, etc.	5	5	1,38	6,91
2.20	Ud. Par de guantes de protección contra aceites y grasa, fabricado en neopreno.	5	5	1,72	8,59
2.21	Ud. Par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en latex.	5	5	1,89	9,47
2.22	Ud. Par de guantes de protección en trabajos de soldaduras, fabricado en serraje con manga de 12 cm.	2	2	3,22	6,44
2.23	Ud. Par de botas de protección para trabajos en agua, barro, hormigón y pisos con riesgos de deslizamiento, fabricadas en goma forrada con lona de algodón y piso antideslizante.	5	5	9,05	45,26
2.24	Ud. Par de botas de seguridad contra riesgos mecánicos fabricadas en serraje afelpado con plantilla antisudor y antialérgica, puntera de acero con revestimiento y piso resistente a la abrasión, homologadas.	5	5	23,34	116,72
2.25	Ud. Par de botas de seguridad para protección de objetos punzantes, fabricadas en lona y serraje, con piso de goma y plantilla metálica incorporada, homologadas.	5	5	16,99	84,95
2.26	Ud. Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón, según ordenanza general de Seguridad e Higiene artículo 142.	5	5	15,63	78,16
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.2</b>					<b>851,01</b>

<b>CAPÍTULO 3.3: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>					
3.1	Ud. Caseta prefabricada modulada, para aseos ó botiquín en obras de duración hasta 6 meses, formada por estructura de perfiles laminados en frío; cerramientos y cubierta de panel "sandwich" en chapa prelacada por ambas caras; aislamiento con espuma de poliuretano; carpintería de aluminio anodizado; rejillas de protección y suelo con soportes de perfilera, tablero fenólico y pavimento. Equipada con un inodoro, una ducha y un lavabo, así como sus correspondientes instalaciones de agua fría y caliente, desagües, conexión al saneamiento, instalación eléctrica completa y acometidas provisionales. -/preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-175 armado con acero AEH-400, placas de asiento, conexión de instalaciones, transporte colocación y desmontado.	1	1	350,00	350,00
3.2	M². Amueblamiento provisional en local para vestuario, comprendiendo: taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos, totalmente terminado y desmontado.	5	5	55,24	276,20
3.3	M². Amueblamiento provisional en local para aseos y botiquín, comprendiendo: Mesas, asientos, bancos, percheros, espejos, ... totalmente terminado y desmontado, según O.G.S.H.T. (9 de marzo 71). Valorado en función del número óptimo de utilizaciones, medida la superficie útil del local amueblado.	15	15	17,36	260,45
3.4	H. Mano de obra, empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).	50	50	11,23	561,65
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.3</b>					<b>1.448</b>

<b>CAPÍTULO 3.4: MEDICINA PREVENTIVA</b>					
4.1	Ud. Mueble botiquín provisto de material sanitario necesario para curas y primeros auxilios.	1	1	162,44	162,44
4.2	Ud. Reposición de material sanitario para curas y primeros auxilios.	2	2	114,94	229,89
4.3	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	10	10	44,64	446,43
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.4</b>					<b>838,76</b>



<b>CAPÍTULO 3.5: EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>					
5.1	Ud. Extintor manual A.F.P.G. de polvo seco polivalente o A.B.C.E. de 6 kg., colocado sobre soporte fijado al paramento vertical, i/p.p. de pequeño material y desmontaje.	3	3	44,14	132,43
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.5</b>					<b>132,43</b>
<b>CAPÍTULO 4.6: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					
6.1	Ud. Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), i/instalación y desmontaje.	3	3	55,00	165,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.6</b>					<b>165,00</b>
<b>CAPÍTULO 3.7: FORMACIÓN Y REUNIONES OBLIGADAS</b>					
7.1	H. Formación de personal en Seguridad e Higiene en el Trabajo.	50	50	3,61	180,30
7.2	Ud. Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (S/la normativa vigente)	2	2	60,00	120,00
7.3	H. Vigilante de seguridad con conocimientos demostrados del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción y del Plan de Seguridad.	40	40	12,39	495,47
7.4	H. Cuadrilla en reposición de elementos de protección.	50	50	15,61	780,41
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.7</b>					<b>1.576,19</b>

**TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**5.409,90 €**

<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</b>						
<b>PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO</b>						
<b>CAPITULO 5. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>						
<b>Có</b>	<b>Concepto</b>	<b>Ud</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
GR-1	Gestión de residuos de construcción demolición					
		1		1	1931	1.931,00 €
<b>TOTAL GESTIÓN</b>						<b>1.931,00 €</b>

<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</b>
<b>PLANTA DE COGENERACIÓN CENTRO DEPORTIVO</b>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>

<b>CAPÍTULO 1</b>		Instalaciones Mecánicas		401.536,90 €
<b>CAPÍTULO 2</b>		Instalaciones Eléctricas		171.794,01 €
<b>CAPÍTULO 3</b>		Seguridad y salud		5.409,90 €
<b>CAPÍTULO 4</b>		Gestión de residuos		1.931,00 €

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>580.671,81 €</b>
	Gastos Generales	13%	75.487,34 €
	Beneficio Industrial	6%	34.840,31 €
<b>IMPORTE DE EJECUCIÓN</b>			690.999,46 €
	Iva	18%	124.379,90 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>			<b>815.379,36 €</b>

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de OCHOCIENTOS QUINCEMIL TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

# “TÍTULO: PROYECTO DE PLANTA DE COGENERACIÓN EN UN CENTRO DEPORTIVO”

---

## ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

---

FECHA: JUNIO 2012

**AUTOR:** Alberto Rouco Rego

Fdo.: Alberto Rouco Rego

## ÍNDICE - ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES Y OBJETO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>6</b>
2.1	TIPO DE OBRA.....	6
2.2	SITUACIÓN.....	6
2.3	ACCESOS, COMUNICACIONES E INFRAESTRUCTURAS .....	7
2.4	SERVICIOS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN AFECTADAS POR LA OBRA .....	7
2.5	PROMOTOR .....	7
2.6	AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	7
2.7	PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA.....	7
2.8	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	7
2.9	NÚMERO DE TRABAJADORES.....	7
<b>3</b>	<b>NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>8</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA .....	8
4.2	FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	8
4.2.1	Actividades a realizar.....	9
4.3	OFICIOS, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	36
4.4	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA.....	38
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS .....</b>	<b>38</b>
5.1	RIESGO DE INCENDIO .....	61
5.2	RELACIÓN DE PROTECCIONES COLECTIVAS.....	61
5.3	RELACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	62
<b>6</b>	<b>SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS.....</b>	<b>63</b>
6.1	SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO .....	63
6.2	SEÑALIZACIÓN VIAL.....	64
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.....</b>	<b>65</b>
8.1	PRIMEROS AUXILIOS.....	65
8.2	EVACUACIÓN DE ACCIDENTADOS .....	66
<b>9</b>	<b>OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....</b>	<b>66</b>
<b>10</b>	<b>COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>66</b>

11	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	67
12	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	68
13	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS .....	69
14	LIBRO DE INCIDENCIAS .....	70
15	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	71
16	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	71
17	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN OBRAS.....	72

## ÍNDICE - PLIEGO DE ESPECIFICACIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

<b>1</b>	<b>CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>74</b>
1.1	DE LA PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD.....	74
1.1.1	<i>Ordenación de la acción preventiva .....</i>	<i>74</i>
1.1.2	<i>Normas generales de seguimiento y control .....</i>	<i>76</i>
1.2	DE LA FORMACIÓN E INFORMACIÓN.....	77
1.2.1	<i>Acciones formativas.....</i>	<i>77</i>
1.2.2	<i>Instrucciones generales y específicas.....</i>	<i>78</i>
1.3	ASISTENCIA MÉDICO-SANITARIA.....	79
1.3.1	<i>Servicios asistenciales.....</i>	<i>79</i>
1.3.2	<i>Medicina preventiva .....</i>	<i>80</i>
1.3.3	<i>Botiquín de obra .....</i>	<i>81</i>
1.3.4	<i>Normas sobre primeros auxilios y socorrismo .....</i>	<i>81</i>
1.4	MEDIDAS DE EMERGENCIA .....	82
<b>2</b>	<b>CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....</b>	<b>83</b>
2.1	LOCALES Y SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR .....	83
2.1.1	<i>Emplazamiento, uso y permanencia en obra.....</i>	<i>83</i>
2.1.2	<i>Características técnicas .....</i>	<i>84</i>
2.1.3	<i>Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento .....</i>	<i>84</i>
2.2	DE LA ORGANIZACIÓN DE LA OBRA .....	85
2.2.1	<i>Programación de los trabajos.....</i>	<i>85</i>
2.2.2	<i>Medidas previas al inicio de la obra .....</i>	<i>86</i>
2.3	DE LAS MEDIDAS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	88

2.3.1	<i>Generalidades</i> .....	88
2.3.2	<i>Lugares de trabajo</i> .....	90
2.3.3	<i>Puestos de trabajo</i> .....	90
2.3.4	<i>Equipos de protección</i> .....	92
2.3.5	<i>Equipos de trabajo</i> .....	92
2.4	DE LOS LOCALES Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS .....	93
2.5	DE LAS INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES DE OBRAS .....	94
2.5.1	<i>Generalidades</i> .....	94
2.5.2	<i>Instalaciones eléctricas</i> .....	94
2.5.3	<i>Instalación de agua potable</i> .....	97
2.6	DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO .....	97
2.6.1	<i>Generalidades</i> .....	97
2.6.2	<i>Maquinas y Equipos</i> .....	100
2.6.3	<i>Herramientas manuales</i> .....	102
2.7	DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN .....	103
2.7.1	<i>Protecciones colectivas</i> .....	103
2.7.2	<i>Equipos de protección individual (EPI)</i> .....	103
2.8	DE LAS SEÑALIZACIONES .....	106
2.8.1	<i>Normas generales</i> .....	106
2.8.2	<i>Señalización de las vías de circulación</i> .....	107
2.8.3	<i>Personal auxiliar para labores de señalización</i> .....	107
2.9	DE LOS CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN .....	107
<b>3</b>	<b>CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA .....</b>	<b>108</b>
3.1	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	108
3.2	CERTIFICACIONES .....	108
3.3	MODIFICACIONES.....	109
3.4	LIQUIDACIÓN.....	109
3.5	VALORACIÓN DE UNIDADES INCOMPLETAS .....	109

## 1 ANTECEDENTES Y OBJETO

Se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud de acuerdo con lo establecido en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Es el objetivo del presente Estudio de Seguridad la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un RIESGO NULO durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios.

Este Estudio se redacta en tanto sirva no solo de cumplimiento de la Ley, sino que pueda ser guía y directriz práctica durante la ejecución de las obras y sobre todo, la interpretación del futuro Plan de Seguridad que deben emitir las empresas constructoras de estas obras. Es por eso que se hace en este Estudio, referencia a los deberes y derechos en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que en el marco de las relaciones laborales se fijan en la legalidad vigente, normas y códigos.

Así, en nuestra Constitución, Art. 40.2.-“Los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y la readaptación profesional y velarán por la Seguridad e Higiene en el Trabajo.”

En el Estatuto de los Trabajadores, Art.4.2.d.-...”tienen derecho a su integridad física, y a una política adecuada en materia de Seguridad en el Trabajo...” en el Art.19.1.-...” Protección eficaz en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante la prestación de sus servicios...” Art. 19.3.-...” inspección control y participación por medio de sus representantes legales...”.



La figura del Vigilante, sustituida hoy por un Delegado de Prevención en la nueva Ley, vigente, así como los Comités de Seguridad que se sustituyen por los Comités de Seguridad y Salud, el Coordinador en materia de Seguridad durante la fase de Proyecto y durante la fase de Obra, el Aviso Previo del promotor a la autoridad laboral competente y el mayor rango de todas estas disposiciones, adecuación a las Directivas de la CEE y en concreto a la Directiva 92/57/CEE, constituyen los órganos precisos para determinar el cuerpo básico de garantías de protección para los trabajadores, dentro del marco eficaz de una política coherente con el resto de países de la C.E.E.

Como resumen sintetizado de los objetivos que éste Plan pretende alcanzar, se enumeran los siguientes según el R.D. 1627/7/1997 y en su Art. 8. Principios generales aplicables al Proyecto de obras, y además:

- 1) Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores, con aplicación del Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, (31/1995/8 de Noviembre) “Principios de Acción Preventiva” que dice:
  - a) Evitar los riesgos.
  - b) Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
  - c) Combatir los riesgos en sus orígenes.
  - d) Adaptar el trabajo a la persona...atenuar la monotonía... lo repetitivo...
  - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
  - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún riesgo.
  - g) Planificar la prevención buscando un conjunto coherente...
  - h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
  - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- 2) Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, insuficiencias o faltas de medios.

- 3) Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de Seguridad, a las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- 4) Determinar los costos de las medidas de protección y prevención.
- 5) Definir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo. Ante la duda, se dispondrá la protección más completa.
- 6) Se rechazarán por sistema las causas “fortuitas”, se esclarecerán los hechos. Se buscará la trayectoria y trazabilidad de lo ocurrido. Se dispondrán los medios para que no se repitan las causas.
- 7) En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista de la obra elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aplicable a la obra, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de sus propios sistemas y medios de ejecución de la obra.

## **2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.**

### **2.1 Tipo de obra**

La obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consiste en la ejecución de todos los trabajos necesarios para la realización del Proyecto de Planta de cogeneración para un complejo deportivo. Para ello, se ejecutarán todas las partidas necesarias de obra civil, montaje de equipos, montaje de tuberías y valvulería, montaje de estructura metálica, instalaciones eléctricas en baja y media tensión e instalaciones auxiliares, imprescindibles para su construcción.

### **2.2 Situación**

Las obras objeto del presente proyecto se desarrollarán en edificio anexo al complejo deportivo.

### **2.3 Accesos, comunicaciones e infraestructuras**

La zona de actuación se encuentra totalmente urbanizada, por lo que dispone de viales de acceso, y todas las infraestructuras de instalaciones necesarias para las acometidas de electricidad, agua, saneamiento y telefonía.

### **2.4 Servicios y redes de distribución afectadas por la obra**

Al realizarse las obras en el interior de un edificio existente, no se afectan servicios ni redes de distribución públicas, salvo las interferencias previsibles derivadas del tránsito de camiones.

### **2.5 Promotor**

Promotor: Universidade de A Coruña

### **2.6 Autor del estudio de seguridad y salud**

El autor del Estudio de Seguridad y Salud es el alumno Alberto Rouco Rego de la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas.

### **2.7 Presupuesto total de ejecución material de la obra**

El presupuesto total de ejecución material de la obra asciende a **815.379,36 €**.

### **2.8 Plazo de ejecución**

El plazo de ejecución se estima en 7 meses.

### **2.9 Número de trabajadores**

De acuerdo con la estimación adjunta, durante la ejecución de las obras se ha previsto una presencia media de 10 trabajadores simultáneamente.

## **3 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA**

- Ley 31/ 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

- Real Decreto 486/1.997 sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores.

Adicionalmente, serán de aplicación las Condiciones Técnicas y Prescripciones Reglamentarias de aplicación a cada uno de los trabajos.

## **4 DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

### **4.1 Características generales de la obra**

Como ya anteriormente se ha indicado, la obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consiste en la ejecución de las obras civiles necesarias para el Proyecto de Planta de cogeneración.

En la Memoria Descriptiva y Planos del proyecto en el que se integra este estudio se recoge una descripción detallada de las características de estas obras e instalaciones.

### **4.2 Fases de ejecución de la obra**

En coherencia con las características de la obra, se han previsto las siguientes fases de ejecución:

TRABAJOS PREVIOS DE OBRA CIVIL EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES AUXILIARES.

EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS.

MONTAJE DE EQUIPOS.

MONTAJE DE TUBERIAS.

MONTAJE DE VALVULERIA.

MONTAJE DE INSTRUMENTACION. CALORIFUGADO DE TUBERIAS.

MONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA TENSION MONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION.

CABLEADO DE INSTRUMENTACION.

SISTEMA DE CONTROL.

#### **4.2.1 Actividades a realizar**

Demoliciones

La demolición de los elementos será realizada por maquinaria debidamente matriculada (en el caso que se utilice maquinaria) con la documentación de maquinista y maquina debidamente legalizada, y con operarios especializados en demoliciones en el caso que se realice con medios manuales

Desarrollo de las fases de trabajo:

Antes de proceder a una demolición se han de llevar a cabo una serie de actuaciones, que a continuación detallamos:

- Visita previa de reconocimiento.
- Recabar la posible documentación existente, a Organismos, Propiedad, Colegios Profesionales, etc.
- Investigar y situar la ubicación de tuberías de agua, colectores, gas, electricidad, etc.
- Anotar la antigüedad del edificio y calidades de los elementos estructurales y decorativos para posible recuperación.

- Estudiar la cimentación del edificio y colindantes Se deben tomar medidas preventivas previas a la demolición:

#### 1. Vallado del recinto y señalización. Protección de acceso y huecos:

- Se cerrará el recinto mediante valla de material resistente
- La valla tendrá una altura mínima de 2m
- La distancia mínima de esta valla a los parámetros de la obra será de 1.50 m según las Ordenanzas Municipales.
- La valla se iluminará cada 10 m y en las esquinas con luces rojas.
- La señalización exterior será de prohibido el paso a los peatones, salida de camiones y maquinaria pesada en movimiento.
- La señalización interior será de uso obligatorio de casco, guantes, botas, caídas a distinto nivel y caída de objetos
- Los accesos al edificio a demoler y las distintas zonas de trabajo así como los huecos, se protegerán en caso necesario, con cubiertas, pasillos de seguridad, barandillas u otros medios para evitar el daño de caídas de materiales a los trabajadores.

#### 2. Protección de la vía pública:

- Para evitar la caída de materiales se pondrán lonas o redes tupidas a lo largo del andamiaje.

#### 3. Apeos y apuntalamientos:

- Cuando se aprecien grietas notables en muros, vigas, desplomes acusados en o elementos en mal estado ha de procederse a su apeo provisional.
- Estos apeos serán de abajo arriba y al revés de cómo se hace la demolición.

- También se apearán los huecos ordinarios, pisos apeos de machos y muros; así mismo se apuntalarán los edificios colindantes, medianerías, estructuras viales y en general aquellas partes que tengan peligro de derrumbamiento.

Las piezas grandes se evacuarán con la ayuda de grúas.

- Caso de piezas manejables el desescombrado puede hacerse a través de huecos de En forjados, no coincidentes en la vertical
- Otro método de evacuación es el empleo de tubos telescópicos o canaletas, estos tubos sólo saldrán al exterior de la fachada en el último tramo que será inclinado para reducir la velocidad de salida del material.
- Se podrá lanzar el escombros desde una altura no superior a 6 m, siempre que se disponga de un espacio libre de 6x6 m de lado.
- Cuando la carga de escombros se haga con máquina, ésta se acercará como máximo un metro del frente de la demolición y trabajará en sentido oblicuo al frente.

Normas de seguridad en utilización de equipos oxiacorte

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo.

Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases. Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.

Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.

Si una botella de combustible (normalmente propano) se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecte esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.

Si se incendia el grifo de una botella de combustible (normalmente propano), se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.

Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de combustible (normalmente propano), debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

#### Utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de combustible (normalmente propano) llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
- Los grifos de las botellas de oxígeno y combustible (normalmente propano) deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.



- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas debe ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso el desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

## Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de combustible (normalmente propano) negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.
- No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

## Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:

- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al combustible (normalmente propano) alrededor de 3/4 de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del combustible (normalmente propano) y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

#### Retorno de llama

- En caso de retorno de la llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del combustible (normalmente propano) y después las llaves de alimentación de ambas botellas.

- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

#### Emplazamiento

- No deben ubicarse en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, huecos de escaleras, pasillos, etc.
- Los suelos deben ser planos, de material difícilmente combustible y con características tales que mantengan el recipiente en perfecta estabilidad.

#### Ventilación

- En las áreas de almacenamiento cerradas la ventilación será suficiente y permanente, para lo que deberán disponer de aberturas y huecos en comunicación directa con el exterior y distribuidas convenientemente en zonas altas y bajas. La superficie total de las aberturas será como mínimo 1/18 de la superficie total del área de almacenamiento.

#### Instalación eléctrica

- Estará de acuerdo con los vigentes Reglamentos Electrotécnicos

#### Protección contra incendios

- Indicar mediante señalización la prohibición de fumar.
- Las botellas deben estar alejadas de llamas desnudas, arcos eléctricos, chispas, radiadores u otros focos de calor.
- Proteger las botellas contra cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- Si se produce un incendio se deben desalojar las botellas del lugar de incendio y se hubieran sobrecalentado se debe proceder a enfriarse con abundante agua.

#### Medidas complementarias

- Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.
- Proteger las botellas contra las temperaturas extremas, el hielo, la nieve y los rayos solares.
- Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.
- Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro es moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.
- Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.
- Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.
- No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

Otras normas no reglamentarias

- Almacenar las botellas al sol de forma prolongada no es recomendable, pues puede aumentar peligrosamente la presión en el interior de las botellas que no están diseñadas para soportar temperaturas superiores a los 54oC.
- Guardar las botellas en un sitio donde no se puedan manchar de aceite o grasa.
- Si una botella de combustible (normalmente propano) permanece accidentalmente en posición horizontal, se debe poner vertical, al menos doce horas antes de ser utilizada. Si se cubrieran de hielo se debe utilizar agua caliente para su eliminación antes de manipularla.
- Manipular todas las botellas como si estuvieran llenas.
- En caso de utilizar un equipo de manutención mecánica para su desplazamiento, las botellas deben depositarse sobre una cesta, plataforma o carro apropiado con las válvulas cerradas y tapadas con el capuchón de seguridad

## **DEMOLICIÓN MANUAL**

Para la realización de este método es necesario disponer de los siguientes útiles y herramientas: cuñas, mazas, picos, palas, cortafríos, punterolas, palanquetas, martillos, etc.

Con estos útiles se pueden demoler pequeños bloques de obra, con lo cual los cascotes nunca adquieren excesivo tamaño.

### **Principales riesgos y medidas preventivas en fase de ejecución**

Los accidentes que pueden ocurrir con mayor frecuencia son: fractura de piernas, pinchazos por clavos en las extremidades superiores e inferiores, golpes por objetos o herramientas en distintas partes del cuerpo, caídas al mismo o distinto nivel, atrapamiento por objetos, proyección de partículas en los ojos, etc.

A fin de evitar los riesgos que puedan producir los accidentes expuestos, se han de tomar las precauciones necesarias, y que entre otras enumeramos:

- Sanear cada día
- Al finalizar el turno y previamente al inicio de trabajos, todas las zonas con riesgo inminente de desplome.
- Colocación de testigos en lugares adecuados, vigilando su evolución durante toda la demolición.
- El derribo debe hacerse a la inversa de la construcción planta a planta, empezando por la cubierta de arriba hacia abajo. Procurando la horizontalidad y evitando el que trabajen operarios situados a distintos niveles.
- Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio, ya que lo sobrecargan.
- Para derribar las chimeneas, cornisas y voladizos, Susceptibles de desprendimientos, se dispondrá de un sólido andamiaje.
- Al retirar las chapas, las cubiertas se harán de forma simétrica respecto a la cumbre, y siempre desde esta a los aleros.
- A lo largo de la cumbre se dispondrá de un sistema de sujeción fijado a elementos resistentes para amarrar los cinturones de seguridad de los operarios y que permita la movilidad de los mismos.
- Cuando sea necesario trabajar sobre un muro externo que tenga piso solamente a un lado y altura superior a los 10 m., debe establecerse en la otra cara, un andamio.
- Cuando el muro es aislado, sin piso por ninguna cara y su altura sea superior a 6 m, el andamio se situará por las dos caras.
- Sobre un muro que tenga menos de 35 cms de espesor, nunca se colocará un trabajador.

- La tabiquería interior se ha de derribar a nivel de cada planta, cortando con rozas verticales y efectuando el vuelco por empuje que se hará por encima del punto de gravedad.
- Las vigas, armaduras y elementos pesados, se desmontarán por medio de poleas.
- Se ha de evitar el dejar distancias excesivas entre las uniones horizontales de las estructuras verticales.
- Ya hemos dicho que el escombros se ha de evacuar por tolvas o canaletas, por lo que esto implica la prohibición de arrojarlo desde lo alto al vacío.
- Los escombros producidos han de regarse de forma regular para evitar polvaredas.
- Se debe evitar trabajar en obras de demoliciones y derribos cubiertas de nieve o en días de lluvia.

## **Protecciones**

### **Protecciones colectivas**

Como método de trabajo y en el campo de la protección, prioritariamente se utilizarán las protecciones técnicas que son colectivas y más eficaces, agotando al máximo este sistema.

Las protecciones técnicas y colectivas más utilizadas son: los apeos y apuntalamientos, que garantizan la estabilidad de los elementos que pudieran desprenderse durante el derribo, las barandillas correctamente instaladas en huecos y las lonas, redes, etc.

### **Protecciones personales**

Los operarios que trabajen en obras de derribos, han de disponer y utilizar en todo momento las prendas de protección personal necesarias que sean homologadas y de calidad reconocida:

- Cascos de seguridad.



- Guantes de cuero, cota de malla, etc.
- Botas de seguridad con plantilla de acero y puntera reforzada.
- Ropa de trabajo en perfecto estado de conservación.
- Gafas de seguridad antipartículas y anti-polvo.
- Cinturón de seguridad de sujeción o de suspensión.
- Mascarillas individuales contra el polvo y/o equipo autónomo.

Acabada la demolición, se hará una revisión general de edificaciones medianeras y colindantes, viales e instalaciones adyacentes, adoptándose las medidas adicionales que fuesen necesarias. Se dejarán las protecciones, cerramientos, huecos de arquetas o pozos convenientemente protegidos y señalizados.

### **Movimiento de tierras**

La excavación de la zona hasta la cota de cimentación deberá ser realizada con maquinaria debidamente matriculada, con la documentación de maquinista y maquina debidamente legalizada.

### **Desarrollo de las fases de trabajo:**

Antes de empezar cualquier trabajo

- Se precisa conocer las reglas y recomendaciones que aconseja el contratista de la obra. Así mismo deben seguirse las recomendaciones especiales que realice el encargado de la obra.
- El conductor deberá usar prendas de protección personal:
- Casco protector de la cabeza: Habitualmente la cabeza del conductor está protegida con cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular por la obra. El casco de seguridad estará homologado (MT-1).

- Botas de seguridad antideslizantes: El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- Protección de los oídos: Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el uso de auriculares o tapones. Serán homologados (MT-2).
- Ropa de trabajo: No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.
- Guantes: El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.
- Protección de la vista: Así mismo, y cuando no exista cabina, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.
- Toda prenda de protección personal estará homologada siempre que lo exija la normativa vigente.

Se conocerán las normas de circulación en la zona de trabajo, las señales y balizamientos utilizados tales como: banderolas, vallas, señales manuales, luminosas y sonoras. Cuando se deba trabajar en la vía pública, la máquina deberá estar convenientemente señalizada de acuerdo con lo indicado en el Código de Circulación.

El conductor deberá conocer la zona de trabajo, además de:

- Conocer el plan de circulación de la obra y cada día informarse de los trabajos realizados que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas, tendido de cables, etc.
- Conocer la altura de la máquina circulando y trabajando, así como las zonas de altura limitada o estrechas.

- Con el tren de rodadura de ruedas de goma, circular con precaución o velocidad lenta en zonas de polvo, barro o suelo helado
- Realizar un buen mantenimiento de las zonas de circulación.

Al Arrancar la máquina:

- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las cercanías de la máquina, y si hay alguien, hacer que se aparte de sus inmediaciones.
- Secarse las manos, quitarse el fango de los zapatos antes de subir a la máquina
- Utilizar empuñaduras y estribos para subir, si están estropeados se repararán.
- Verificar regulación del asiento.
- Seguir las instrucciones del manual del constructor.
- En terreno con pendiente seguir las siguientes medidas preventivas:
  - No bajar de lado
  - Para desplazarse sobre un terreno en pendiente, orientar el brazo de la máquina hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
  - Para extracción, trabajar de cara a la pendiente.
  - Al parar, orientar el equipo hacia la parte alta de la pendiente y apoyarlo en el suelo.
  - Una pendiente se baja con la misma velocidad que se sube.
  - No bajar nunca una pendiente con el motor parado o en punto muerto, bajar con una marcha puesta.

En trabajos de demolición seguir las siguientes premisas:

- No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura por encima del suelo es superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
- Tapar los huecos del suelo antes de circular. Si esto no es posible, balizar la zona.
- Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades.
- Equipar a la cabina de una estructura que proteja al conductor contra la caída de materiales.
- Si se trabaja en lugar peligroso:
  - Cuando se trabaja en zanja, en cantera, junto a taludes en los que haya peligro de caída de materiales o de vuelco de la maquina se equipará la retroexcavadora con cabina antivuelco y contra caída de objetos.
  - Si se entra en una galería oscura, encender los faros y las luces de posición.

Al finalizar la jornada de trabajo se han de seguir una serie de medidas preventivas, tales como:

Llenado de carburante:

- Cuando se llene el depósito no fumar y tener el motor parado.
- Colocarse a favor del viento para no quedar salpicado.
- Cerrar bien el tapón del depósito.

Al aparcar la maquina:

- Es preferible parar la maquina en terreno llano, calzar las ruedas y apoyar el equipo en el suelo.

- El suelo donde se estacione la maquina será firme y sólido; en invierno no estacionar la maquina en el barro o en charcos de agua, ya que puede helar.
- Para parar la maquina, consultar el manual del constructor.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Colocar el freno de parada y desconectar la batería
- Quitar la llave de contacto y guardarla el maquinista, asimismo cerrar la puerta de la cabina.
- Bajar de la cabina utilizando las empuñaduras y escalones diseñados para ello. Siempre mirando a la maquina.

Queda totalmente prohibido:

- Subir pasajeros
- Utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.
- Colocar la cuchara por encima del camión
- No respetar las señalizaciones
- Subir o bajar en marcha sea cual sea su velocidad
- Trabajar en las proximidades de una línea eléctrica aérea con tensión sin asegurarse que se han tomado las distancias mínimas de seguridad, siendo para líneas de menos de 66.000 V 3m, y de 5m para las de mas de 66.000V
- Ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.

Consejos para el conductor

- No ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.
- No tomar medicamentos sin prescripción facultativa, especialmente tranquilizantes.

- No realizar carreras, ni bromas a los demás conductores.
- Estar únicamente atento al trabajo.
- No transportar a nadie en la cuchara.
- Cuando alguien debe guiar al maquinista, éste no lo perderá nunca de vista.
- No dejar nunca que este ayudante toque los mandos.
- Reducción del polvo en el lugar de trabajo, por medio de una ventilación eficaz y sistemas de extracción localizada.
- Proveer a las cabinas de los vehículos empleados (volteadora, pala cargadora, etc.) de ventilación a través de filtros que impidan la entrada de microorganismos al interior, así como un adecuado mantenimiento de los mismos.
- Encender los faros al final del día para ver y ser visto.

#### Cimentación:

La cimentación se realizará mediante zapatas aisladas y zunchos de arriostramiento.

- Se colocará la ferralla, se colocaran placas de anclaje y se procederá al hormigonado y posteriormente se someterá a vibrado. Se han de tomar las siguientes medidas preventivas:
- El acceso y salida de los pozos o zanjas se efectuaran mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja o pozo y apoyada sobre una superficie consistente de reparto de cargas. La escalera sobrepasará un metro el borde del pozo o zanja.
- Los productos de la excavación se transportaran directamente a vertedero, entregándose previamente al PROMOTOR, la documentación en regla de maquinas, camiones, maquinistas, etc.

- Los acopios de materiales se harán de forma que el centro de gravedad de la carga, esté a una distancia igual a la profundidad de la zanja o pozo más un metro
- Cuando vayan a estar más de un día abiertos, al existir tráfico de personal o de terceros en las proximidades, deberá protegerse el riesgo de caída a distinto nivel, mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de dos metros del borde.
- Ante la existencia de conducciones eléctricas próximas a la zona de trabajo, se señalarán previamente, suspendiendo los trabajos mecánicos, continuando manualmente. Se avisará lo antes posible a los propietarios de la instalación para intentar realizar los trabajos con esta fuera de servicio.
- Deben existir pasarelas protegidas por barandillas que permitan atravesar sin riesgo. Además deben existir escaleras de mano suficientes para permitir salir de las zanjas en caso de emergencia con suficiente rapidez, estando las vías de salida libres de obstáculos.
- Cuando las zanjas o los pozos tengan más de un metro de profundidad, siempre que haya operarios en su interior, deberá mantener uno en exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo, y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia. Es conveniente que se establezca entre los operarios un sistema de señales acústicas para ordenar la salida de la zanja en caso de peligro.
- Queda prohibido trabajos simultáneos en distintos niveles de la misma vertical, ni se trabajará sin casco de seguridad. Además se evitara situar cargas suspendidas por encima de los operarios.
- Las maniobras de la maquinaria y camiones serán dirigidos por personal distinto al conductor.
- Si es necesario que se acerquen vehículos al borde de las zanjas, se instalaran topes de seguridad a base de tablones de madera embutidos en el terreno

- La anchura de la zanja será la suficiente para permitir la realización de los trabajos recomendándose en función de la profundidad las siguientes:
  - Hasta 1,5 metros anchura mínima de 0,65 metros.
  - Hasta 2 metros anchura mínima de 0,75 metros.
  - Hasta 3 metros anchura mínima de 0,80 metros.
- Las anchuras anteriores se consideran libres, medidas entre las posibles entibaciones si existieran
- Cuando la profundidad de la zanja sea superior a 1,5 m y existan problemas de desprendimientos se recurrirá a un sistema de entibación cuajada (revistiendo el 100% de la pared).
- Queda totalmente prohibido entibar sobre superficies inclinadas, realizándolo siempre sobre superficies verticales, y en caso necesario se rellenará el trasdós de la entibación para asegurar un perfecto contacto entre esta y el terreno.
- Deberán revisarse diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado.
- Las entibaciones o partes de estas se quitaran sólo cuando dejen de ser necesarias, y siempre por franjas horizontales empezando por las parte inferior del corte. Hay que tener en cuenta que tan peligroso resultan las operaciones de entibado como desestibado.
- Se señalará adecuadamente con carteles.

### **Estructura Metálica:**

Para realizar la estructura se empezará colocando los soportes y apoyos en los pilares metálicos según detalles del proyecto de ejecución.

Toda la estructura metálica se irá montando por fases en el suelo para posteriormente izarla mediante grúas móviles hasta su lugar definitivo donde se procederá a los trabajos de terminación y remate, usándose en todo momento los



medios individuales de protección contra caídas a distinto nivel, así como los propios para caídas de objetos. Estas operaciones se realizarán con la ayuda de grúas móviles y manipuladoras telescópicas. Se han de tomar las siguientes medidas preventivas:

- Hay que asegurarse de que la carga está perfectamente enganchada y equilibrada, y deberá transportarse sujeta como mínimo por dos puntos.
- Revisar periódicamente los elementos de amarre: cuerdas, cables y cadenas.
- El posicionamiento de los perfiles en su lugar de montaje debe ser guiado mediante cuerdas, por un operario que quede fuera de la vertical del material que se esté manipulando.
- Revisar frecuentemente las llaves para los tornillos y demás elementos.
- Almacenar los perfiles ordenados, de acuerdo a sus dimensiones y orden de utilización, en capas horizontales y sobre durmientes de madera; se procurará que sea lo más próximo posible a su lugar de montaje.
- Habrá que disponer de un extintor de incendios adecuado.
- Asegurarse antes del comienzo de los trabajos, de que en la zona no hay materiales inflamables y explosivos.
- Se deberá acotar la zona de trabajo.
- No realizar trabajos de soldadura en superficies que contengan grasas o aceites, así como en zonas donde se almacenen o empleen pinturas inflamables, barnices, disolventes, etc.
- Se prohíbe fumar.
- Queda prohibido trabajar sin los equipos de protección individual en los trabajos de soldadura y oxicorte.
- En el montaje de la estructura, está prohibido trabajar sin instalar los sistemas de protección colectiva e individual que impidan o limiten la caída.

- Prohibido utilizar grupos electrógenos sin conexión de los mismos a tierra o sin protección.

### **Ejecución de elementos de hormigón armado:**

Se ejecutarán los elementos verticales (muros de hormigón armado).

Los trabajos de encofrado de elementos de hormigón armado se ajustarán al proyecto de ejecución y a las indicaciones de la D.F. de las obras

- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Para el tránsito sobre el forjado en construcción se dispondrán pasarelas de circulación apoyadas sobre elementos resistentes del conjunto de 60 cms de ancho como mínimo.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos

### **DESENCOFRADO Y TRABAJOS POSTERIORES:**

- Desencofrar los elementos verticales desde arriba hacia abajo.
- Los desencofrados se utilizarán mediante barra de uñas realizando la operación desde zona ya desencofrada.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinería (redes, lonas)

- Terminado, el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán. No dejar nunca clavos en la madera, salvo que esta quede acopiada en lugar donde nadie pueda pisar.
- Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarlos cerca de ellos.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Los huecos del forjado, se cubrirán con madera clavada sobre las antes de proceder al armado.
- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar caídas a⇒ distinto nivel.

#### NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD:

Antes de autorizar la subida de personas al forjado para armarlo y hormigonarlo, el Encargado debe revisar la verticalidad y estabilidad de los puntales y la correcta nivelación de las sopandas. Solamente entonces autorizará proseguir con el trabajo.

- Se suspenderán los trabajos al exterior en presencia de vientos fuertes y lluvias intensas.

- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Uso correcto de todo el equipo de protección personal que se asigne: casco, gafas, cinturones, guantes etc.
- No hacer temeridades
- El ascenso o descenso de personal a los encofrados se realizará por escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán listones provisionales de madera en fondos de encofrados de losas de madera para evitar deslizamientos en esta fase de obra.
- Se protegerán y señalizarán debidamente las esperas de hierro redondo en arranque de losas de escaleras y donde existe peligro de caídas sobre ellas ante el peligro de hincado en personas.
- Se balizarán las armaduras metálicas de esperas de pilares y muros de hormigón.
- Se protegerán los extremos de forjados o encofrados y los huecos de forjados con redes, barandillas y cubrimientos de huecos.
- Se esmerará el orden y la limpieza en la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas en madera usada se extraerán o remacharán.
- Terminado un tajo, se limpiará todo el material sobrante, apilándolo para su posterior retirada.
- Antes del vertido del hormigón se comprobará la buena estabilidad del conjunto.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la rectificación de la situación de redes, protecciones de huecos y barandillas.
- Se prohíbe circular sobre sopandas, se tenderán tableros que actúen de caminos seguros y se circulará sujetos al cable con cinturón de seguridad.

- Se prohíbe apoyar escaleras de mano sobre puntales.
- El izado de tableros o bovedillas recuperables se efectuara mediante bateas emplintadas, colocando el material ordenado y sujeto mediante flejes, cuerdas, redes o lonas.
- La instalación de tableros o bovedillas recuperables sobre sopandas se realizará desde castillete de hormigonado o andamio adecuado.
- Los desencofrados se utilizaran mediante barra de uñas realizando la operación desde zona ya desencofrada. Terminado el desencofrado se apilaran los tableros para su transporte en bateas emplintadas, y se recorrerá la planta retirando los escombros sobrantes.
- Antes de autorizar la subida de personal al forjado para armarlo se revisará la verticalidad y buena estabilidad de puntales y del conjunto

#### Vertido de hormigón

- Antes del inicio del vertido del hormigón, el capataz o encargado revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes de vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.
- El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado) se efectuará mediante escaleras de mano. Se prohíbe el acceso escalando.
- Antes del inicio del hormigonado, el capataz o encargado, revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
- El hormigonado se realizará desde plataforma en coronación de encofrado, torreta o andamio tubular.
- Antes del inicio del hormigonado y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del

- muro o se habrá colocado en su lugar la torreta o andamio desde el que se realizará el vertido.
- El acceso a la plataforma de trabajo se realizará mediante escaleras de mano reglamentarias.
  - Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general), fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de los taludes de vaciado, para verter el hormigón.
  - El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.
  - El desencofrado del trasdós del muro se efectuará lo más rápidamente posible, para no alterar la entibación si la hubiere, o la estabilidad del talud natural.
  - Los grandes huecos se protegerán tendiendo redes horizontales en la planta inmediatamente inferior. En el momento en que el forjado lo permita se izara en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
  - Los puntales se colocarán sobre madera clavados.
  - Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. Para prevenir el riesgo catastrófico, se prohíbe verter el contenido del cubo de servicio en un único punto del forjado que se dispone a hormigonar; es decir, concentrar cargas de hormigón en un solo punto para ser extendidas con rastrillos y vibrador.
  - El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.
  - Se establecerán plataformas móviles de un mínimo de 60 cm. de ancho (tres tablonos trabados entre si) desde los que ejecutar los trabajos de vibrado o vertido del hormigón.

- Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de tres tablonos de anchura de 60 cm.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón) en prevención de caídas a distinto nivel.
- Se prohíbe cargar los forjados en los vanos una vez encofrados y antes de transcurrido el periodo mínimo de endurecimiento, en prevención de flechas y hundimientos.
- Antes del inicio del hormigonado, se revisará la correcta disposición y estado de las redes de protección de los trabajos de estructura.
- Se prohíbe trepar por los encofrados de pilares o permanecer en equilibrio sobre los mismos.
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos.
- No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.
- El hormigonado y vibrado del hormigón se realizará desde castilletes de hormigonado.
- La cadena de cierre del acceso de la torreta de hormigonado permanecerá amarrada, cerrando el conjunto siempre que sobre la plataforma exista algún operario.
- Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las tapas que falten y clavando las sueltas diariamente.
- Se revisará el buen estado de las viseras de protección contra caídas de objetos, solucionándose los deterioros diariamente.
- Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.

- Se esmerará el orden y la limpieza durante esta fase. El barrido de puntas, clavos y restos de maderas y de serrín será diario, prestando especial atención a los restos de alambres.
- Seguir recomendaciones para manipulación de cargas y posturas forzadas.

#### **Entornos al lugar de la obra:**

El acceso a la obra no entraña ninguna dificultad al poder realizarse a través de los viarios existentes. En cuanto a la circulación de personas ajenas a la obra, hay que tener en cuenta, en primer lugar, que el acceso al recinto queda impedido, y en segundo lugar, que la circulación periférica esta controlada sin riesgo alguno para el tráfico de la zona.

Topográficamente, el terreno no presenta dificultades.

#### **4.3 Oficios, maquinaria y medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra**

Las actividades de obra descritas, se realizan con la concurrencia de los siguientes oficios:

- Albañilería en general.
- Carpintería metálica.
- Pintores.
- Electricistas.
- Montaje de Equipos electromecánicos.
- Montadores de Estructuras metálicas
- Montadores de tuberías y valvulería.
- Montadores de instrumentos y sistemas de control
- Montadores de calorifugados.
- Montadores de sistemas contra incendios.



- Montadores de equipos eléctricos y transformadores.

Como medios auxiliares para la realización de los diferentes trabajos, se ha previsto la utilización de:

- Andamios en general
- Redes tipo horca.
- Escaleras de mano.
- Redes de seguridad.
- Líneas de vida.

Como maquinaria necesaria para la ejecución de la obra se ha previsto el empleo de:

- Pala cargadora
- Cizalla hidráulica
- Máquinas de oxicorte
- Volquete autopropulsado
- Motoniveladora
- Camión de transporte de materiales
- Camión grúa
- Dumper
- Martillo neumático
- Máquinas herramienta de mano en general
- Taladro eléctrico portátil
- Rozadora radial eléctrica
- Soldadora por arco eléctrico

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista de la obra elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aplicable a la misma, en el que se analizarán, se estudiarán, desarrollarán y complementarán estas previsiones, en función de sus propios sistemas y medios de ejecución de la obra.

#### **4.4 Planificación de la obra**

Se adjunta como anexo al presente Proyecto de Ejecución el Plan de Obra detallado para todas las tareas anteriormente descritas.

### **5 ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS**

Se realiza a continuación un análisis y evaluación de riesgos asociados a la ejecución de la obra, con indicación de las medidas preventivas a adoptar, y los equipos de protección individual y colectiva a emplear. No obstante, como medidas preventivas de carácter general se tendrá en cuenta:

Actividades de la obra:

- Se mantendrán las vallas de obras en buen estado vigilándolas y manteniéndolas en el transcurso de la obra.
- Se mantendrán limpias las áreas de trabajo, evitando acumulación de escombros y montículos de tierra.
- Se señalizará y separará el tránsito de vehículos y operarios.
- Se colocarán barandillas en los bordes de los desniveles (0.90 m.).
- Se evitará una exposición constante de los operarios a los agentes atmosféricos adversos.
- Se colocarán los topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.
- Las cargas deberán ir paletizadas con el fin de evitar el deslizamiento de cualquier material en la maniobra de izado y traslado.

- Se apilarán ordenadamente los elementos auxiliares antes y después de utilizarlos. Los oficios que intervienen en la obra:
- Se mantendrán los tajos limpios de escombros o medios auxiliares.
- Se señalará el área dispuesta por donde se vierten los escombros.
- Se evitará el acopio de cemento, yesos o derivados que estén mal envasados o rotos con el fin de no provocar polvaredas que puedan afectar a operarios y transeúntes fuera del recinto delimitado para la obra.
- No se permitirá la realización de fuego en la obra bajo ningún concepto, evitándose así incendios, asfixias, etc...
- Los envases almacenados deben permanecer correctamente cerrados.
- Se vigilará que los locales o lugares de trabajo donde sea necesaria la utilización de maquinaria que produzcan polvo estén perfectamente ventilados.
- Se cuidará que cada oficio que por necesidad de los medios auxiliares necesiten corriente eléctrica, la tomen de los cuadros de distribución de equipados con puesta a tierra, así como conectar los aparatos con las clavijas macho hembra para tal fin.

#### Medios auxiliares:

- Se extremará el cuidado oportuno para instalar andamios y borriquetas en planos horizontales. Si por cualquier motivo esto no fuese posible, se calzarán adecuadamente con elementos resistentes y se tomarán medidas para evitar el deslizamiento de los citados elementos y vuelcos.
- Antes de la utilización de cualquier medio auxiliar, se comprobará el estado del mismo desechando todo aquel que no cumpla con las prescripciones mínimas.

- Los medios auxiliares deberán poseer los elementos propios adecuados para la prevención de la seguridad.

#### Maquinaria para intervenir en la obra:

- Se recibirá en la obra la maquinaria que cumpla con las condiciones de seguridad dispuestas para cada una en la legislación vigente, desechando aquellas que no lo cumplan.
- Se designará la circulación interior en la obra para las distintas maquinarias rodadas adecuando el terreno para tal fin para evitar vuelcos y atropellos.
- No se dejarán las máquinas funcionando si no existe un operario pendiente de su utilización.
- No se colocarán instalaciones provisionales o definitivas en el trazado designado para la circulación de maquinaria.
- Se colocarán topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.
- Cuando en la ejecución de la obra coincidan dos o más máquinas de circulación rodada, se dispondrá un trabajador u operario para controlar el movimiento alternativo de las mismas.
- Para la maquinaria portátil o de fácil traslado, se tendrá en cuenta que posea los elementos de seguridad diseñados para la misma, que esté conectada correctamente en el cuadro de distribución, que los cables no estén pelados o dañados. No se trabajará con la mencionada maquinaria en presencia de agua, sólo se utilizará aquella que esté diseñada para tal fin.
- Las máquinas de uso corriente y de pequeño tamaño suelen tener elementos que por su utilización en el trabajo requerido se desgastan, por lo que hay que evitar apurar al máximo dicho material para evitar riesgos leves ligeramente dañinos.

#### Instalaciones de la obra:

- Se suministrarán andamios y borriquetas en perfecto estado, no acumulando los materiales a manipular de forma desordenada.
  - No se trabajará sin comprobar que la instalación no posee tensión eléctrica.
  - Se comprobará antes del inicio de la jornada laboral en estado de las bombonas de butano.
  - No se manejarán productos tóxicos en lugares cerrados o sin ventilación.
- Desmontaje de las instalaciones provisionales de la obra:
- Antes de la eliminación o retirada de los elementos auxiliares e instalaciones provisionales de la obra, se comprobará que los servicios están desconectados.

Se muestra un análisis y evaluación inicial de riesgos para las principales actividades de esta obra:

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: Montaje de estructuras.							Lugar de evaluación: Sobre planos							
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección	Consecuencias			Estimación del riesgo						
	B	M	A		c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Vuelco de pilas por acopio de perfilería.	X			X	X		X			X				
Desprendimiento de cargas suspendidas.	X			X			X			X				
Derrumbamiento por golpes con cargas suspendidas de elementos punteados.	X			X	X	X				X				
Atrapamientos por objetos pesados.	X			X	X		X			X				
Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	X				X	X				X				
Vuelcos de estructura.	X			X			X			X				
Quemaduras.	X							X		X				
Caídas de personal al mismo nivel.	X				X		X			X				
Pisadas sobre objetos punzantes.	X				X	X				X				
Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.	X				X	X				X				
Radiaciones por soldadura de arco.	X				X	X				X				
Partículas en los ojos.														
Contacto con la corriente eléctrica.	X				X	X				X				
Explosión de botellas de gases licuados.														
Incendios		X			X	X				X				
MEDIDAS PREVENTIVAS.														
1.- La perfilería será acopiada en el lugar designado en los planos.														
2.-la zona destinada al acopio de perfilería será previamente acopiada.														
3.- Los perfiles será acopiados previamente teniendo en cuenta que en ningún caso será superada la altura de 1.50 mts.														
4.- Los perfiles se apilarán en función de sus dimensiones.														
5.- Los perfiles se apilarán por capas horizontales. Cada capa se apilará en sentido perpendicular a la inmediatamente inferior.														
6.- Las maniobras de montaje de estructuras y cubiertas serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas siguiendo las directrices del primero.														
7.- Entre pilares se tenderán cables de seguridad a los que amarrar el mosquetón del cinturón de seguridad que será utilizado en los desplazamientos sobre las alas de las vigas.														
8.- Las tareas de soldadura en cubierta se realizarán por medio de andamios tubulares correctamente fijados a pilares y que poseerán plataformas de trabajo de 60 cms. De anchura, y de barandillas perimetrales de 90 cms.														
9.- En las zonas donde no sea posible trabajar en cubierta por medio de andamios tubulares debidamente fijados, se colocarán redes de protección.														
10.- Tras la conclusión de trabajos de soldadura se revisará el estado de las redes														
11.- Se revisará diariamente la fijación de las redes														
12.- Se prohíben los trabajos en altura sin fijación de los cinturones. A elementos fijos.														
13.- Se prohíbe n los trabajos de soldadura sobre tajos donde en niveles inferiores se encuentren otros operarios.														
14.- Se prohíbe la permanencia o paso de operarios bajo tajos de soldadura.														

15.- Se prohíbe el tránsito o la realización de trabajos de soldadura bajo la circulación de cargas suspendidas.				
16.- las botellas de gases en uso de la obra permanecerán dentro del carro portabotellas correspondientes.				
17.- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.				
18.- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso recoge pinzas.				
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>				
1.- Ropa de trabajo.				
2.- Casco de polietileno.				
3.- Botas de seguridad.				
4.- Botas de seguridad con suela aislante.				
5.- Guantes de cuero.				
6.- Botas de goma o de PVC de seguridad				
7.- Ropa de trabajo.				
8.- Manoplas de soldador				
9.- Mandil de soldador				
10.- Polainas de soldador				
11.- Yelmo de soldador				
12.- Pantallas de mano para soldador				
13.- Gafas de soldador				
14.- Gafas de seguridad antiproyecciones				
Interpretación de las abreviaturas				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Instalación de maquinaria						Lugar de evaluación: Sobre planos							
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Desprendimiento de la carga suspendida a gancho grúa, (eslingado erróneo).	X				X		X			X			
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Caídas desde altura, (montaje de carpintería en fachadas)	X			X	X		X			X			
Cortes en las manos por el manejo de máquinas herramienta manuales.	X				X	X			X				
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X			
Atrapamiento de dedos entre objetos pesados en manutención a brazo.		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o cortantes, (fragmentos).	X				X	X			X				
Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas, (falta de apuntalamiento o apuntalamiento peligroso).	X			X			X			X			
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.													
2.- Los acopios de carpintería metálica se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto para ello y que aparecen indicados en planos.													
3.- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar posibles accidentes por tropiezos e interferencias.													
4.- El capataz o encargado de obra vigilará que todos los elementos estén correctamente acopiados, para evitar posibles accidentes por desplomes.													
5.- En todos los tajos se mantendrán las zonas de circulación libres de cascotes, recortes metálicos y elementos punzantes para evitar accidentes por pisadas sobre objetos punzantes.													
6.- Antes de la utilización de una maquinaria herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina (radial, remachadora, lijadora, etc...)													
7.- Antes de la utilización de cualquier máquina- herramienta se comprobará que está en perfectas condiciones y con los medios de protección en perfectas condiciones.													
8.- Los cercos metálicos serán presentados por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes o caídas.													
9.- El cuelgue de las hojas de las carpinterías se efectuará como mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelco o desplome													
10.- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar dispondrá de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra o de doble aislamiento.													
11.- Se notificará a la Dirección Facultativa, las desconexiones habidas por funcionamiento de los disyuntores diferenciales.													
12.- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido se mantendrán apuntalados para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.													



13.- Los tramos metálicos longitudinales (postes) transportadas por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otras personas.

#### EQUIPOS DE PREVENCIÓN.

1.- Casco de polietileno.

2.- Faja elástica de sujeción de cintura.

3.- Guantes de cuero.

4.- Botas de seguridad.

5.- Botas con puntera reforzada.

6.- Ropa de trabajo.

7.- Trajes par a tiempo lluvioso.

8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.

#### Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Instalación eléctrica Baja y Media Tensión.							Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Caídas de personas al mismo nivel.	X			X			X			X			
Cortes por manejo de herramientas manuales.	X			X	X	X				X			
Cortes por manejo de guías y conductores.	X			X	X		X			X			
Golpes por herramientas manuales..	X				X	X				X			
Sobreesfuerzos.	X			X			X			X			
Contactos eléctricos directos		X			X		X			X			
Contactos eléctricos indirectos		X			X		X			X			
Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección		X		X			X			X			
Mal funcionamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan el sistema de protección de tierras)		X		X			X			X			
Quemaduras.	X							X		X			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- El calibre y sección del cuadro será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado por la maquinaria e iluminación prevista													
2.- Los hilos tendrán la funda aislante sin defectos despreciables.													
3.- Las posibles derivaciones desde el cuadro general a los cuadros secundarios deberán siempre realizarse por medio de mangueras antihumedad.													
4.- Los empalmes entre mangueras siempre estarán elevados, y nunca por el suelo.													
5.- Los empalmes definitivos se realizarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancos de seguridad.													
6.- En ningún caso el trazado de suministro eléctrico coincidirá con el de suministro de agua.													
7.- Las mangueras de "alargaderas" provisionales y de corta distancia podrán llevarse por el suelo pero siempre aproximadas a paramentos verticales.													
8.- Las mangueras de alargaderas provisionales, se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.													
9.- Los interruptores se ajustarán expresamente a lo recogido en el Reglamento de Baja Tensión.													
10.- Los interruptores se instalarán en el interior de las cajas normalizadas, provistas de cerradura con cierre de seguridad.													
11.- Las cajas de los interruptores permanecerán colgadas, bien a los paramentos verticales o bien a los pies derechos estables.													
12.- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para la intemperie, y se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.													
13.- Los cuadros metálicos exteriores tendrán carcasa conectada a tierra.													
14.- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes.													
15.- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante, calculados expresamente para realizar la maniobra con seguridad.													
16.- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según cálculo realizado.													

17.- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.				
18.- Cada toma de corriente suministrará energía a un único aparato, máquina o herramienta.				
19.- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la clavija "macho", para evitar contactos eléctricos directos.				
20.- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas – herramientas de funcionamiento eléctrico.				
21.- Los circuitos generales estarán protegidos con interruptores.				
22.- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por disyuntor general.				
23.- Todas las líneas estarán protegidas por disyuntor general.				
24.- Las partes metálicas de todo el equipo eléctrico dispondrá de toma de tierra.				
25.- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.				
26.- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.				
27.- El hilo de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.				
28.- La toma de tierra de la máquina que no esté dotada de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro de obra.				
29.- Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.				
30.- La conductividad del terreno se efectuará vertiendo periódicamente en la pica, ( placa o conductor) agua de forma periódica.				
31.- El punto de conexión de la pica estará protegido en arqueta de tapa practicable.				
32.- No se efectuará el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.				
33.- Junto al cuadro general se instalará un extintor de polvo químico.				
34.- Los cables de obra estarán protegidos como mínimo de 1000V de tensión de aislamiento.				
35.- No se permitirán empalmes mal ejecutados.				
36.-Cuadro de protección IP-55				
37.- El cuadro será ubicado en sitio seco.				
38.-El cuadro de obra no será manipulado en ambiente mojado.				
39.- Cualquier manipulación sobre la instalación o elementos eléctricos será llevada a cabo por personal cualificado para ello, y siempre con la instalación fuera de servicio.				
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>				
1.- Casco de polietileno.				
2.- Botas aislantes de electricidad.				
3.- Guantes aislantes de electricidad.				
4.- Plantillas anticlavos				
5.- Comprobadores de tensión.				
6.- Ropa de trabajo.				
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.				
8.- Cinturón de seguridad clase C.				
<b>Interpretación de las abreviaturas</b>				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: Instalación de tuberías						Lugar de evaluación: Sobre planos								
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caidas de personas a distinto nivel.	X			X	X		X			X				
Caidas de personas al mismo nivel.	X			X			X			X				
Cortes por manejo de herramientas manuales y objetos	X			X	X	X				X				
Atrapamientos entre piezas pesadas.	X			X	X		X			X				
Explosión (de soplete, botellas de gases licuados, bombonas)	X				X	X				X				
Sobreesfuerzos.	X			X			X			X				
Pisadas sobre objetos punzantes.														
Los inherentes al uso de la soldadura autógena.	X			X			X			X				
Explosión, (botellas de gases licuados tumbadas; vertido de acetona; bombonas de propano; impericia).		X			X		X				X			
Incendio, (impericia; fumar; desorden del taller con material inflamable).		X		X	X	X				X				
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X				X				
Ruido, (amolado).	X			X		X				X				
Contacto con la energía eléctrica, (anular o puntear protecciones, conexiones directas sin clavija).		X		X	X		X				X			
Radiaciones por arco voltaico.		X			X		X				X			
Intoxicación por vapores metálicos, (ausencia de captación localizada).		X			X		X				X			
Proyección violenta de partículas, (picado del cordón de soldadura; amolado con radial).	X				X	X				X				
Quemaduras.	X							X		X				
MEDIDAS PREVENTIVAS														
1.- El almacén para acopio de material de fontanería será ubicado en el sitio indicado en planos														
2.- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que, el extremo que va por delante supere la altura de un hombre en un hombre, para evitar posibles golpes y tropiezos con otros operarios.														
3.- Los bancos de trabajo estarán limpios de material sobrante, manteniéndose la buenas condiciones de uso.														
4.- Las bombonas o botellas de gas permanecerán almacenadas bajo llave en el lugar indicado en planos, existirá un extintor de polvo químico seco prohíbe además fumar en esta zona.														
5.- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a material inflamable.														
6.- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.														
7.- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura, para evitar incendios.														
8.- Se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol.														
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.														
1.- Casco de polietileno.														
2.- Mandil de cuero														

3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad.					
5.- Botas con puntera reforzada.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
El tajo de soldadura utilizará los elementos propios de estas tareas que aparecen recogidos en los apartados correspondientes.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Instalación de saneamientos.							Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar, factores de forma y ubicación del tajo de instalación de tuberías.	X			X		X			X				
Caídas de objetos, (piedras, materiales, etc.).	X				X	X			X				
Golpes por objetos desprendidos en manipulación manual.	X				X	X			X				
Caídas de personas al entrar y al salir de zanjas por; (utilización de elementos inseguros para la maniobra: módulos de andamios metálicos, el gancho de un torno, el de un maquinillo, etc.).	X				X		X			X			
Caídas de personas al caminar por las proximidades de una zanja, (ausencia de iluminación, de señalización o de oclusión).	X				X	X			X				
Derrumbamiento de las paredes de la zanja, (ausencia de blindajes, utilización de entibaciones artesanales de madera).	X				X			X				X	
Interferencias con conducciones subterráneas, (inundación súbita, electrocución).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas forzadas, sobrecargas).	X				X	X			X				
Estrés térmico, (por lo general por temperatura alta).	X				X	X			X				
Pisadas sobre terrenos irregulares o sobre materiales.	X				X	X			X				
Cortes por manejo de piezas cerámicas y herramientas de albañilería.	X				X	X			X				
Dermatitis por contacto con el cemento.	X				X	X			X				
Atrapamiento entre objetos, (ajustes de tuberías y sellados).	X				X		X			X			
Caída de tuberías sobre personas por: (eslingado incorrecto; rotura por fatiga o golpe recibido por el tubo, durante el transporte a gancho de grúa o durante su instalación; uña u horquilla de suspensión e instalación corta o descompensada; rodar el tubo con caída en la zanja -acopio al borde sin freno o freno incorrecto-).	X							X				X	
Atrapamientos por: (recepción de tubos a mano; freno a brazo, de la carga en suspensión a gancho de grúa; rodar el tubo -acopio sin freno o freno incorrecto-).	X				X			X				X	
Polvo, (corte de tuberías en vía seca).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas, (corte de tuberías en vía seca).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (parar el penduleo de la carga a brazo; cargar tubos a hombro).	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- El almacén para tuberías y elementos de fontanería será ubicado en el sitio indicado en planos y destinado para ello.													
2.- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que, el extremo que va por delante supere la altura de un hombre en un hombre, para evitar posibles golpes y tropiezos con otros operarios.													
3.- Los bancos de trabajo estarán limpios de material sobrante, manteniéndose la buenas condiciones de uso.													
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.													
1.- Casco de polietileno.													
2.- Guantes de cuero.													

3.- Botas de seguridad.					
4.- Botas con puntera reforzada.					
5.- Ropa de trabajo.					
6.- Trajes para tiempo lluvioso.					
7.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Aplicación de Pinturas.							Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Higiénicos originados por las pinturas y barnices.	X				X	X			X				
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X			
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X		
Contacto con productos tóxicos o peligrosos	X				X	X			X				
Rotura de herramientas de aire comprimido.	X			X			X			X			
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X				
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- Las pinturas se almacenarán en los lugares indicados en los planos bajo el título de " almacén de pinturas" manteniéndose siempre la ventilación por tiro de aire para evitar los riesgos de incendios e intoxicaciones.													
2.- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la zona de acceso al almacén de pinturas.													
3.- En la zona de acceso al almacén de pinturas se colocará cartel de prohibido fumar y otra de peligro de incendios.													
4.- Se prohíbe almacenar pintura susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados.													
5.- Se evitará la formación de ambientes con atmósferas nocivas.													
6.- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes según planos, de los que amarrar el fijador del cinturón de seguridad en las actuaciones de riesgo de caída.													
7.- Los andamios para pintar tendrán un ancho mínimo de 60 cms. para evitar los accidentes por trabajos realizados en superficies angostas.													
8.- Se prohíbe la formación de andamios con bidones, pilas de materiales o asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.													
9.- Se prohíbe la formación de andamios con tabloncillos apoyados en escaleras de mano tanto de los de apoyo libre como de tijera, para evitar riesgo de caída a distinto nivel.													
10.- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux. Medidos a una altura de pavimento de 2 m.													
11.- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizante y cadenilla limitadora de apertura.													
12.- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica se realizarán siempre en lugares ventilados.													
13.- El vertido de pigmento se realizará siempre desde la menor altura posible, evitando salpicaduras y atmósferas pulverulentas.													
14.-Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajes en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.													
15.- La pintura de las cerchas de la obra se ejecutará desde superficies de trabajo adecuadas y con el fijador del cinturón de seguridad amarrado a un punto firme de la propia cercha.													
16.- Se tenderán redes de protección horizontales, sujetas a puntos firmes de la estructura según detalles de planos, bajo el tajo de pinturas de cerchas como medio de protección frente al riesgo de caídas de altura.													
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>													



1.- Casco de polietileno.			
2.- Faja elástica de sujeción de cintura y cinturón de seguridad.			
3.- Guantes de PVC largos			
4.- Mascarilla con filtro mecánico.			
5.- Mascarilla con filtro específico			
6.- Ropa de trabajo.			
7.- Gafas de seguridad			
8.- Calzado de seguridad			
Interpretación de las abreviaturas			
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado
			I Riesgo importante
			In Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Ferrallistas.						Lugar de evaluación: Sobre planos							
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra; superficies embarradas).	X				X	X			X				
Aplastamiento de dedos, (mantención de ferralla para montaje de armaduras, recepción de paquetes de ferralla a gancho de grúa).	X				X		X			X			
Golpes en los pies, (caída de armaduras desde las borriquetas de montaje).	X				X		X			X			
Cortes en las manos, (montaje de armaduras; inmovilización de armaduras con alambre).	X				X	X			X				
Caída de cargas en suspensión a gancho de grúa por: (eslingado incorrecto; piezas de cuelgue de diseño peligroso, mal ejecutadas; cuelgue directo a los estribos; choque de la armadura contra elementos sólidos).	X						X			X			
Contacto con la energía eléctrica, (conexiones punteando la toma de tierra o los interruptores diferenciales; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X			X		X				X		
Contacto continuado con el óxido de hierro, (dermatitis).	X				X	X			X				
Erosiones en miembros, (roce con las corrugas de los redondos).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (sustentación de cargas pesadas, manejo de la grifa, etc.).	X				X	X			X				
Fatiga muscular, (manejo de rodillos).	X				X	X			X				
Ruido, (compresores para pistolas de pintar).		X			X	X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes, (redondos de acero, alambres).	X				X	X			X				
Golpes por las barras de ferralla: (durante la fase de doblado; caída de barras sobre los pies).	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- Los redondos de ferralla permanecerán en la zona destinada a acopio de este material y que aparece especificada en planos.													
2.- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera sin superar una altura de acopio mayor de 1.50 m													
3.-El transporte aéreo de paquetes de armadura mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.													
4.-La ferralla montada se almacenará en sitios destinados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en planos.													
5.-Los desperdicios o recortes de hierro y acero se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los para su posterior carga y transporte al vertedero.													
6.- Se efectuará barrido diario de los desperdicios de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.													
7.- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida al gancho de la grúa mediante eslingas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.													
8.- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas (o balancín) que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.													
9.- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.													
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.													

1.- Casco de polietileno.				
2.-Trajes para tiempo lluvioso.				
3.- Guantes de cuero.				
4.- Botas de seguridad				
5.- Ropa de trabajo				
6.- Trajes para tiempo lluvioso.				
7.- Cinturón para herramientas				
Interpretación de las abreviaturas				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Andamios en general.										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	I	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel	X			X			X			X			
Caídas desde altura, (plataformas peligrosas, vicios adquiridos, montaje peligroso de andamios, viento fuerte, cimbreo del andamio)	X			X	X			X			X		
Caídas al mismo nivel (desorden sobre el andamio)	X				X	X			X				
Desplome o caída del andamio (fallo de anclajes horizontales, pescantes, nivelación, etc)	X							X			X		
Contacto con la energía eléctrica (proximidad a las líneas eléctricas aéreas, uso de máquinas eléctricas sobre el andamio, anula las protecciones)	X						X			X			
Desplome o caída de objetos (tablones, plataformas metálicas, herramientas, materiales, tubos crucetas)	X							X		X			
Golpes por objetos o herramientas.	X				X		X			X			
Atrapamientos entre objetos en fase de montaje.	X				X		X			X			
Los derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas: epilepsia, vértigo.	X							X			X		
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- Los andamios deberán permanecer arriostrados para evitar movimientos indeseables.													
2.- Las estructuras de los andamios deberán ser revisadas.													
3.- Los tramos verticales de los andamios deberán estar apoyados sobre tablones de reparto de cargas.													
4.- Los pies derechos de los andamios en las zonas de reparto de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón.													
5.- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cms. De anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de manera que se eviten los movimientos innecesarios provocando deslizamientos o vuelcos.													
6.- Se prohíbe arrojar desde los andamios escombros.													
7.- La distancia máxima entre el andamio y el paramento vertical no será superior a 30 cms.													
8.- Se establecerá a lo largo y ancho de los paramentos verticales puntos fuertes de seguridad en los que se arriostren los andamios.													
9.- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el encargado de obra antes del inicio de los trabajos para prevenir fallos o faltas de medida de seguridad.													
10.- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación.													
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>													
1.- Casco de polietileno.													
2.- Botas de seguridad (según casos)													
3.- Calzado de seguridad (según caso)													
4.- Calzado antideslizante													
5.- Cinturón de seguridad clase A,C													
6.- Ropa de trabajo													

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Máquinas herramienta eléctrica en general.										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Cortes por: (el disco de corte; proyección de objetos; voluntarismo; impericia).		X			X		X				X		
Quemaduras por: (el disco de corte; tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia).		X			X	X				X			
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X		
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X		
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X		
Contacto con la energía eléctrica, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X		
Vibraciones.		X			X		X				X		
Ruido.		X			X	X				X			
Polvo.		X			X	X				X			
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en obra estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.													
2.- Los motores eléctricos de las máquinas –herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.													
3.-Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones con la máquinas accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes etc se harán a motor parado, para evitar accidentes.													
4.- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante montacorreas, nunca con destornilladores, las manos etc..., par evitar riesgo de atrapamiento.													
5.- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidos mediante bastidor soporte de cerramiento a base de malla metálica que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión impida el atrapamiento de personas y objetos.													
6.- Se prohíbe la manipulación o ajuste de maquinaria por parte de personal no especializado específicamente en la máquina a reparar.													
7.- Como medida adicional para evitar la puesta en servicio de la máquina averiada serán bloqueados los arranques o, en su caso se extraerán los fusible.													
8.- Sólo el personal autorizado con la pertinente documentación escrita será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina herramienta.													
9.- Las máquinas que no sean de sustentación manual apoyarán sobre elementos nivelados y firmes.													
10.- La elevación o descenso a máquina de objetos se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíbe que sean inclinados.													
11.- Se prohíbe la permanencia en zonas bajo trabajos de carga suspendida.													
12.- Los aparatos de izado y sustentación a emplear estarán provistos de limitadores de recorrido del carro y ganchos.													
13.- Los cables de izado y sustentación a emplear estarán calculados expresamente para las tareas que se encargan.													
14.- La sustitución de cables estará siempre efectuada por mano de obra especializada, siguiendo siempre las especificaciones del fabricante.													
15.- Los ganchos de sujeción será siempre de acero provistos de pestillos de seguridad.													
16.- Se prohíbe en esta obra la utilización de ganchos artesanales de seguridad contruidos a base de redondos doblados o material similar.													
17.- Los contadores tendrán siempre en sitio visible la carga máxima admisible y el nivel de llenado.													

18.- Todos los aparatos de izado tendrán siempre en sitio visible, la carga máxima que pueden transportar.							
19.- Se prohíbe en esta obra el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.							
20.- Se prohíbe engrasar cables en movimiento.							
21.- Los trabajos de izado y transporte se suspenderán para vientos mayores de 60 km/h.							
22.- Las máquinas-herramientas de corte tendrán disco protegido mediante carcasa antiproyecciones.							
23.- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos estarán protegidos mediante carcasa antideflagrantes.							
24.- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente.							
25.- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda y a sotavento en la medida de lo posible.							
26.- Se prohíbe la utilización de máquinas-herramientas por personal no especializado.							
27.- El encargado de obra revisará el estado de la maquinaria así como las fijaciones, cables instalación etc... de las mismas.							
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>							
1.- Guantes de seguridad, goma y PVC							
2.- Botas de seguridad (según casos)							
3.- Casco de polietileno.							
4.- Botas de goma							
5.- Ropa de trabajo.							
6.- Mandil, polainas y muñequeras. (en caso de soldadura)							
7.- Gafas de seguridad antiproyecciones.							
8.- Gafas de seguridad antipolvo.							
9.- Gafas de seguridad anti-impactos.							
10.- Protectores auditivos.							
11.- Mascarilla filtrante y mascarilla antipolvo con filtro mecánico específico recambiable.							
12.- Cinturón de seguridad.							
Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo				
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante			
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable			
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado				

<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS</b>															
Actividad: Soldadura por arco eléctrico, (soldadura eléctrica).									Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado		Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
		B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caída desde altura, (estructura metálica; trabajos en el borde de forjados, balcones aleros; estructuras de obra civil; uso de guindolas artesanales; caminar sobre perfilera).		X			X	X		X					X		

Cáidas al mismo nivel, (tropezar con objetos o mangueras).		X			X	X				X			
Atrapamiento entre objetos, (piezas pesadas en fase de soldadura).	X				X		X			X			
Aplastamiento de manos por objetos pesados, (piezas pesadas en fase de recibido y soldadura).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, ((permanecer en posturas obligadas; sustentar por objetos pesados).	X				X	X				X			
Radiaciones por arco voltaico, (ceguera).		X			X		X				X		
Inhalación de vapores metálicos, (soldadura en lugares cerrados sin extracción localizada).		X			X		X				X		
Quemaduras, (despiste; impericia; caída de gotas incandescentes sobre otros trabajadores).		X			X	X				X			
Incendio, (soldar junto a materias inflamables).	X				X		X			X			
Proyección violenta de fragmentos, (picar cordones de soldadura; amolar).		X			X	X				X			
Contacto con la energía eléctrica, (circuito mal cerrado; tierra mal conectada; bornes sin protección; cables lacerados o rotos).		X		X	X		X				X		
Heridas en los ojos por cuerpos extraños, (picado del cordón de soldadura; esmerilado).		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes.		X			X	X				X			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- El área de trabajo estará libre de obstáculos, productos deslizantes y restos de grasa.													
2.- No se realizarán trabajos cuando a menos de 6 metros existan productos inflamables o combustibles.													
3.- Las zonas donde existan peligros de "lluvia de chispas", deberá señalizarse de forma bien visible y acotarse para evitar el paso de operarios bajo la misma.													
4.- Se cuidará el recorrer los cables para evitar su deterioro.													
5.- La masa metálica de cada aparato estará conectada a la puesta a tierra.													
6.- Las bornas de conexión eléctrica estarán aisladas													
7.- Los cables de alimentación eléctrica estarán aislados en toda su longitud. El aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1.000V.													
8.- La superficie exterior de los portaelectrodos a mano y sus mandíbulas estarán siempre bien aislados													
9.- No se emplearán con tensiones superiores a 50 V. Y la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90V. En corriente alterna y 150 v. En caso de corriente continua.													
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>													
1.- Casco de Polietileno.													
2.- Ropa de trabajo.													
3.- Guantes de soldador													
4.- Manguitos de soldador													
5.- Guantes de cuero.													
6.- Cinturón de seguridad.													
7.- Botas de seguridad.													
8.- Pantalías y gafas de soldador.													

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Carpintería metálica y cerrajería.										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Desprendimiento de la carga suspendida a gancho grúa, (eslingado erróneo).	X				X		X			X			
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Caídas desde altura, (montaje de carpintería en fachadas)	X			X	X		X			X			
Cortes en las manos por el manejo de máquinas herramienta manuales.	X				X	X			X				
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X			
Atrapamiento de dedos entre objetos pesados en manutención a brazo.		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o cortantes, (fragmentos).	X				X	X			X				
Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas, (falta de apuntalamiento o apuntalamiento peligroso).	X			X			X			X			
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.													
2.- Los acopios de carpintería metálica se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto para ello y que aparecen indicados en planos.													
3.- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar posibles accidentes por tropiezos e interferencias.													
4.- El capataz o encargado de obra vigilará que todos los elementos estén correctamente acopiados, para evitar posibles accidentes por desplomes.													
5.- En todos los tajos se mantendrán las zonas de circulación libres de cascotes, recortes metálicos y elementos punzantes para evitar accidentes por pisadas sobre objetos punzantes.													
6.- Antes de la utilización de una maquinaria herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina (radial, remachadora, lijadora, etc...)													
7.- Antes de la utilización de cualquier máquina- herramienta se comprobará que está en perfectas condiciones y con los medios de protección en perfectas condiciones.													
8.- Los cercos metálicos serán presentados por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes o caídas.													
9.- El cuelgue de las hojas de las carpinterías se efectuará como mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelco o desplome													
10.- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar dispondrá de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra o de doble aislamiento.													
11.- Se notificará a la Dirección Facultativa, las desconexiones habidas por funcionamiento de los disyuntores diferenciales.													
12.- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido se mantendrán apuntalados para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.													



13.- Los tramos metálicos longitudinales (postes) transportadas por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otras personas.					
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.- Faja elástica de sujeción de cintura.					
3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad.					
5.- Botas con puntera reforzada.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		

## 5.1 Riesgo de incendio

El presente estudio de Seguridad y Salud, prevé el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio. Sabemos que las obras pueden llegar a incendiarse por las experiencias que en tal sentido conocemos. Esta obra en concreto, está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincidirán: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad.

La experiencia demuestra y los medios de comunicación social así lo han divulgado, que las obras pueden arder por causas diversas, que van desde la negligencia simple, a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.

Por ello, en el pliego de condiciones técnicas y particulares, se dan las normas a cumplir este plan de seguridad y salud, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

## 5.2 Relación de protecciones colectivas

Según se desprende del análisis de riesgo de cada una de las actividades que concurrirán en la obra, las protecciones colectivas necesarias son:

- Líneas de vida homologadas según normas CE EN 795, CE EN 353-1.
- Redes de seguridad homologadas según normas UNE-EN 1263-2.
- Extintores de incendios tipo 21A-113B.
- Interruptor diferencial de 300 mA mínimo.
- Toma de tierra normalizada general de la obra.

### **5.3 Relación de equipos de protección individual**

Según el análisis de riesgo realizado anteriormente, se extrae la siguiente relación de equipo de protección individual:

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Gafas anti proyecciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Cinturón elástico anti vibratorio.
- Botas impermeables.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Mandil de cuero.
- Polainas de cuero.
- Calzado para la conducción.
- Botas de seguridad.
- Guantes de soldador.
- Manguitos de soldador.

- Cinturón de seguridad.
- Pantallas y gafas de soldador.
- Manoplas de cuero.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Gafas de seguridad anti proyecciones.
- Muñequeras.
- Faja elástica.
- Gafas de seguridad anti polvo.
- Gafas de seguridad anti impactos.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante y mascarilla anti polvo con filtro mecánico específico recambiable.
- Arnés de seguridad.

## **6 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS**

### **6.1 Señalización de los riesgos del trabajo**

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual anteriormente indicados, se ha previsto el empleo de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. La señalización prevista es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo.

- Riesgo en el trabajo. BANDA DE ADVERTENCIA DE PELIGRO.
- Riesgo en el trabajo. PROHIBIDO PASO A PEATONES. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA CABEZA. Tamaño mediano.

- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA MANOS. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA OIDOS. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA PIES. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN VIAS RESPIRATORIAS. Tamaño mediano.
- Señal salvamento. EQUIPO PRIMEROS AUXILIOS. Tamaño mediano.

## 6.2 Señalización vial

Los trabajos a realizar, no originan riesgos importantes para los operarios por la presencia de la vecindad o del tráfico rodado. Es necesario, por lo tanto, que en los momentos en los que así se requiera se organice la circulación de vehículos de la manera más segura, mediante la instalación de la oportuna señalización vial.

La señalización prevista es la del listado que se ofrece, a modo de información:

- Señalización vial (manual) DISCO DE STOP O PROHIBIDO EL PASO.TM-3.
- Señalización vial PROHIBIDO EL ESTACIONAMIENTO.TR-308.60 cm de diámetro.
- Señalización vial TRIANGULAR PELIGRO. TP-18 "Obras" 60 cm de lado.

## 7 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se alojarán en el interior de locales distribuidos a tal fin, que podrán ser prefabricados o ejecutados in situ. Deberán reunir las adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, y disponer de las correspondientes acometidas de servicios (Electricidad, agua y saneamiento).

## 8 PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

### 8.1 Primeros auxilios

Será necesario disponer de un local con botiquín de primeros auxilios, en el que se den las primeras atenciones sanitarias a los posibles accidentados. El botiquín contendrá como mínimo:

- Un frasco conteniendo agua oxigenada.
- Un frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- Un frasco conteniendo tintura de yodo.
- Un frasco conteniendo mercurio cromo.
- Un frasco conteniendo amoníaco.
- Una caja de gasa estéril.
- Una caja de algodón hidrófilo estéril.
- Un rollo de esparadrapo.
- Un torniquete.
- Una bolsa para agua o hielo.
- Una bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- Un termómetro clínico.
- Una caja de apósitos autoadhesivos.
- Una caja de analgésicos.
- Un tubo de pomada para quemaduras

## 8.2 Evacuación de accidentados

En caso de accidente deben acudir a la mutua de accidentes de trabajo concertadas para sus trabajadores de acuerdo con la normativa aplicable.

En caso de accidente grave, avisar al Servicio de Urgencias del Propio Hospital.

## 9 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 10 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.

Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## **11 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito

y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **12 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.



- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **13 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- 1) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.

- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
  - 3) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
  - 4) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
  - 5) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
  - 6) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
  - 7) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **14 LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de

prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores

## **15 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **17 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

# **PLIEGO DE ESPECIFICACIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# 1 CONDICIONES GENERALES

## 1.1 De la planificación y organización de la seguridad y salud

### 1.1.1 Ordenación de la acción preventiva

Criterios de selección de las medidas preventivas

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra, por el empresario, estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a: Evitar los riesgos. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

Combatir los riesgos en su origen. Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

Tener en cuenta la evolución de la técnica. Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro. Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo. Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Dar las debidas instrucciones a los trabajadores. En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

#### ***Planificación y organización***

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, siendo, por tanto, responsabilidad del empresario, quien deberá orientar esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponer de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conlleven la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

El empresario deberá reflejar documentalmente la planificación y organización de la acción preventiva, dando conocimiento y traslado de dicha documentación, entre otros, al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, con carácter previo al inicio de las obras, para su aprobación.

El empresario, en base a la evaluación inicial de las condiciones de trabajo y a las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud (E. Seguridad y Salud en adelante), planificará la acción preventiva. El empresario deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de seguridad y salud, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

### ***Coordinación de actividades empresariales***

El empresario principal adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Cuando en la obra desarrollen simultáneamente actividades dos o más empresas, vinculadas o no entre sí contractualmente, tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las prescripciones y criterios contenidos en este Pliego, conjunta y separadamente. A tal fin, deberán establecerse entre estas empresas, y bajo la responsabilidad de la principal, los mecanismos necesarios de coordinación en cuanto a la seguridad y salud se refiere.

El empresario deberá comprobar que los subcontratistas o empresas con las que ellos contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la

normativa de aplicación sobre seguridad y salud en el trabajo. La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

### **1.1.2 Normas generales de seguimiento y control**

#### ***Evaluación continua de los riesgos***

Por parte del empresario principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado al responsable de su seguimiento y control antes de reiniciar los trabajos afectados. Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el empresario deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

#### ***Controles periódicos***

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaran indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el empresario deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el empresario deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se



reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias. Todos estos datos estarán a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, con independencia de otros agentes intervinientes que vengan exigidos por las normas en vigor.

#### Adecuación de medidas preventivas y adopción de medidas correctoras

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el empresario la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

## **1.2 De la formación e información**

### **1.2.1 Acciones formativas**

El empresario está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

El tiempo dedicado a la formación que el empresario está obligado a posibilitar, como consecuencia del apartado anterior, se lleve a cabo dentro del horario laboral o fuera de él, será considerado como tiempo de trabajo. La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso

adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

Con independencia de la formación impartida directamente a cuenta del empresario o sus representantes, en cumplimiento de lo estipulado anteriormente, se emplearán además, y como mínimo, las horas que se consideran en el presupuesto para formación de los trabajadores en la misma obra y dentro de la jornada laboral o fuera de ésta, considerando el tiempo empleado como tiempo de trabajo. A las sesiones que a tal fin se establezcan deberán asistir, también, los trabajadores de los subcontratistas.

### **1.2.2 Instrucciones generales y específicas**

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del empresario o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El empresario habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento u otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos

de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el empresario o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

### **1.3 Asistencia médico-sanitaria**

#### **1.3.1 Servicios asistenciales**

##### ***Prestaciones generales***

El empresario deberá asegurar en todo momento, durante el transcurso de la obra, la prestación a todos los trabajadores que concurran en la misma de los servicios asistenciales sanitarios en materia de primeros auxilios, de asistencia médico-preventiva y de urgencia y de conservación y mejora de la salud laboral de los trabajadores. A tales efectos deberá concertar y organizar las relaciones necesarias con los servicios médicos y preventivos exteriores e interiores que correspondan, a fin de que por parte de éstos se lleven a cabo las funciones sanitarias exigidas por las disposiciones vigentes.

##### ***Características de los servicios***

Los servicios médicos, preventivos y asistenciales deberán reunir las características establecidas por las disposiciones vigentes sobre la materia. Deberán quedar precisados en el Plan de Seguridad y Salud los servicios a

disponer para la obra, especificando todos los datos necesarios para su localización e identificación inmediata.

### **Accidentes**

El empresario deberá estar al corriente en todo momento, durante la ejecución de la obra, de sus obligaciones en materia de Seguridad Social y Salud laboral de los trabajadores, de acuerdo con las disposiciones vigentes, debiendo acreditar documentalmente el cumplimiento de tales obligaciones cuando le sea requerido por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud

En el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse el centro o los centros asistenciales más próximos a la obra, donde podrán ser atendidos los trabajadores en caso de accidente. Se dispondrán en lugares y con caracteres visibles para los trabajadores (oficina de obra, vestuarios, etc.) las indicaciones relativas al nombre, dirección y teléfonos del centro o centros asistenciales a los que acudir en caso de accidentes así como las distancias existentes entre éstos y la obra y los itinerarios más adecuados para llegar a ellos.

En caso de accidentes habrán de cursarse los partes correspondientes según las disposiciones vigentes, debiendo facilitar el empresario al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud una copia de los mismos y cuantos datos e informaciones complementarias le fuesen recabados por el propio responsable.

En caso de accidente, el empresario habrá de asegurar la investigación del mismo, para precisar su causa y forma en que se produjo y proponer las medidas oportunas para evitar su repetición. Los datos obtenidos como resultado del estudio reseñado serán proporcionados al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

#### **1.3.2 Medicina preventiva**

El empresario deberá velar por la vigilancia periódica del estado de salud laboral de los trabajadores, mediante los reconocimientos médicos o pruebas exigibles conforme a la normativa vigente, tanto en lo que se refiere a los que

preceptivamente hayan de efectuarse con carácter previo al inicio de sus actividades como a los que se deban repetir posteriormente.

Los trabajadores deberán ser informados por el empresario, con carácter previo al inicio de sus actividades, de la necesidad de efectuar los controles médicos obligatorios. De acuerdo con lo establecido por este Pliego, por las disposiciones vigentes en el momento de realizar la obra y por el Convenio Colectivo Provincial, en su caso, en el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse la programación de reconocimientos médicos a efectuar durante el curso de la obra, en base a las previsiones de trabajadores que hayan de concurrir en la misma, con indicación de: número, servicios médicos donde se llevarán a cabo, frecuencia, tipo y finalidad, planteamiento, duración y seguimiento.

Será preceptivo, como requisito previo para el abono de las previsiones económicas recogidas a tal efecto en el Estudio de Seguridad y Salud, que el empresario justifique al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la realización de los reconocimientos médicos previstos en el Plan, mediante las acreditaciones correspondientes.

### **1.3.3 Botiquín de obra**

Se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado. Se hará cargo del botiquín, por designación del empresario, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo.

La mencionada persona será la encargada del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, que será sometido, para ello, a una revisión semanal y a la reposición de lo necesario, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

### **1.3.4 Normas sobre primeros auxilios y socorrismo**

Con base en el análisis previo de las posibles situaciones de emergencia y accidentes que puedan originarse por las circunstancias de toda índole que concurran en la obra, el empresario deberá asegurar el diseño y el

establecimiento de las normas sobre primeros auxilios y socorrismo que habrán de observarse por quienes tengan asignado el cometido de su puesta en práctica.

Las normas sobre primeros auxilios habrán de estar encaminadas a realizar el rescate y/o primera cura de los operarios accidentados, a evitar en lo posible las complicaciones posteriores y a salvar la vida de los sujetos.

En las normas a establecer sobre primeros auxilios deberán recogerse los modos de actuación y las conductas a seguir ante un accidentado para casos de rescate de heridos que queden aprisionados, pérdidas del conocimiento, asfixia, heridas, hemorragias, quemaduras, electrocución, contusiones, fracturas, picaduras y mordeduras. Se especificará, para cada caso concreto: forma de manejar al herido, traslados del accidentado, posiciones convenientes, principios de reanimación y métodos de respiración artificial, primeras curas a realizar, fármacos o bebidas que deben, o no, administrarse, etc.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, en caso de accidente en su área de trabajo, puedan actuar rápida y eficazmente. Asimismo, habrá de ponerse en conocimiento de todo el personal de la obra la situación de los teléfonos de urgencia, del botiquín de obra, de las normas sobre primeros auxilios y de los anuncios indicativos que hayan de exponerse en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

Las normas e instrucciones sobre primeros auxilios deberán exponerse en lugares accesibles y bien visibles de la obra.

#### **1.4 Medidas de emergencia**

El empresario deberá reflejar en el Plan de Seguridad y Salud las posibles situaciones de emergencia y establecer las medidas en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas. Este personal deberá poseer la formación conveniente, ser suficientemente numeroso y disponer del material adecuado, teniendo en cuenta el tamaño y los riesgos específicos de la obra.

El derecho de los trabajadores a la paralización de su actividad, reconocido por la legislación vigente, se aplicará a los que estén encargados de las medidas de emergencia. Deberá asegurarse la adecuada administración de los primeros auxilios y/o el adecuado y rápido transporte del trabajador a un centro de asistencia médica para los supuestos en los que el daño producido así lo requiera.

El empresario deberá organizar las necesarias relaciones con los servicios externos a la empresa que puedan realizar actividades en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento, lucha contra incendios y evacuación de personas. En lugar bien visible de la obra deberán figurar las indicaciones escritas sobre las medidas que habrán de ser tomadas por los trabajadores en casos de emergencia.

## **2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **2.1 Locales y servicios de salud y bienestar**

#### **2.1.1 Emplazamiento, uso y permanencia en obra**

Los locales y servicios para higiene y bienestar de los trabajadores que vengán obligados por el presente Estudio o por las disposiciones vigentes sobre la materia deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la misma, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación.

En el Plan de Seguridad y Salud deberán quedar fijados de forma detallada y en función del programa de trabajos, personal y dispositivos de toda índole previstos por la empresa los emplazamientos y características de los servicios de higiene y bienestar considerados como alternativas a las estimaciones contempladas en el presente Estudio de Seguridad.

Cualquier modificación de las características y/o emplazamiento de dichos locales que se plantee una vez aprobado el Plan de Seguridad y Salud requerirá la modificación del mismo, así como su posterior informe y aprobación en los

términos establecidos por las disposiciones vigentes. Queda prohibido usar los locales de higiene y bienestar para usos distintos a los que están destinados.

### **2.1.2 Características técnicas**

Todos los locales y servicios de higiene y bienestar serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Sus estructuras deberán poseer estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización y estar debidamente protegidas contra incendios.

Las características técnicas que habrán de reunir los materiales, elementos, aparatos, instalaciones y unidades de obra constitutivas de los locales y servicios de higiene y bienestar, así como las condiciones para su aceptación o rechazo, serán las establecidas por las normas básicas y disposiciones de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración, las fijadas en los distintos documentos del Estudio de Seguridad y Salud y, en su defecto, las estipuladas por las Normas Tecnológicas de la Edificación. Se seguirán para su ejecución las prescripciones establecidas por las normas reseñadas.

### **2.1.3 Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento**

Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, cuartos de vestuarios y salas de aseo serán continuos, lisos e impermeables y acabados en tonos claros de modo que permitan su fácil limpieza, lavado y pintura periódicos. Asimismo, estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos, aparatos y mobiliario que formen parte de los locales de servicio de higiene y bienestar estarán en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y aptos para su utilización. Los locales y servicios deberán estar suficientemente ventilados e iluminados, en función del uso a que se destinan y dispondrán de aire sano y en cantidad adecuada. Asimismo, su temperatura corresponderá a su uso específico. Los cerramientos verticales y horizontales o inclinados de los locales reunirán las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.



Los locales y servicios de higiene y bienestar deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias con la frecuencia requerida, así como las reparaciones y reposiciones precisas para su adecuado funcionamiento y conservación. Se evacuarán o eliminarán los residuos y aguas fecales o sucias; bien directamente, por medio de conductos, o acumulándose en recipientes adecuados que reúnan las máximas condiciones higiénicas, hasta su posterior retirada. No se permitirá sacar o trasegar agua para la bebida por medio de vasijas, barriles, cubos u otros recipientes abiertos o cubiertos provisionalmente.

## **2.2 De la organización de la obra**

### **2.2.1 Programación de los trabajos**

La planificación de la obra deberá tener en cuenta la adecuada coordinación entre las diferentes fases o hitos de ejecución, entre los distintos servicios de la empresa principal y entre ésta y los diferentes suministradores y subcontratantes.

Las medidas preventivas que se recojan en el Plan de Seguridad y Salud deberán justificarse en base a las previsiones del Estudio de Seguridad y Salud y a los dispositivos y programación de trabajos y actividades previstas por la empresa para llevar a cabo la organización y ejecución de la obra.

A tales efectos, será preceptivo que en el Plan de Seguridad y Salud se incluya un diagrama de barras donde habrán de reflejarse:

Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos previos o preparatorios al inicio de la ejecución de la obra, con desglose de las distintas actividades que comprenden.

Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos y actividades relativos a la ejecución de la obra.

En función de las previsiones anteriores, fechas de inicio y terminación de la ejecución de las distintas unidades de seguridad y salud y de puesta a disposición para ser utilizados, en el caso de las protecciones personales, así como tiempos de permanencia y fechas de retirada del tajo o de la obra.

Asimismo, se acompañará al programa reseñado justificación del mismo con indicación expresa, entre otras cosas, de:

Maquinarias, equipos e instalaciones accesorias a disponer en la obra, especificando características, emplazamiento y tiempo de permanencia en obra.

Número de trabajadores previstos para cada trabajo o actividad y simultaneidades de mano de obra como consecuencia de los solapes de distintas actividades.

Cuando durante el curso de la obra se plantee alterar, por parte de la empresa, la programación inicialmente prevista, habrá de ponerse en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud con antelación suficiente, a fin de que él mismo decida, antes del inicio de los trabajos afectados, sobre la necesidad, en su caso, de adecuar el Plan de Seguridad y Salud a la nueva programación.

## **2.2.2 Medidas previas al inicio de la obra**

### ***Condiciones generales***

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el presente Estudio.

A tales efectos, el empresario deberá comunicar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la adopción de las medidas preventivas, a fin de que él pueda efectuar las comprobaciones pertinentes con carácter previo a la autorización del inicio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores.

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el empresario tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos,

accesos, acopios, almacenamiento (si hace al caso) de determinadas sustancias, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberán realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

### ***Información previa***

Antes de acometer cualquiera de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el empresario deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de seguridad y salud requeridas. A tales efectos, recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbres o impedimentos de redes de instalaciones y servicios u otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas, insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

### ***Inspecciones y reconocimientos***

Con anterioridad al inicio de cualquier trabajo preliminar a la ejecución de la obra, se deberá proceder a efectuar las inspecciones y reconocimientos necesarios para constatar y complementar, si es preciso, las previsiones consideradas en el proyecto de ejecución y en el Estudio de Seguridad y Salud, en relación con todos aquellos aspectos que puedan influir en las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores. Habrán de llevarse a cabo, entre otros, las inspecciones y reconocimientos relativos principalmente a: Estado del solar o edificio, según se trate, y en especial de aquellas partes que requieran un tratamiento previo para garantizar las condiciones de seguridad y salud necesarias de los trabajadores.

Estado de las construcciones colindantes o medianeras, en su caso, a los efectos de evaluar los riesgos que puedan causarse a los trabajadores o a terceros. Servidumbres, obstáculos o impedimentos aparentes y su incidencia en las condiciones de trabajo y en la salud de los trabajadores.

Accesos a la obra de personas, vehículos, maquinarias, etc. Redes de instalaciones y su posible interferencia con la ejecución de la obra. Espacios y zonas disponibles para descargar, acopios, instalaciones y maquinarias. Topografía real del solar y su entorno colindante, accidentes del terreno, perfiles, talud natural, etc.

## **2.3 De las medidas generales durante la ejecución de la obra**

### **2.3.1 Generalidades**

Será requisito imprescindible, antes de comenzar cualquier trabajo, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridad pertinentes, recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. En tal sentido deberán estar:

Colocadas y comprobadas las protecciones colectivas necesarias, por personal cualificado. Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas, en su caso. Dotados los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.

Los tajos limpios de sustancias y elementos punzantes, salientes, abrasivos, resbaladizos u otros que supongan riesgos a los trabajadores. Debidamente

advertidos, formados e instruidos los trabajadores. Adoptadas y dispuestas las medidas de seguridad de toda índole que sean precisas. Una vez dispuestas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de prevención necesarias, habrán de comprobarse periódicamente y deberán mantenerse y conservarse adecuadamente durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra.

Las estructuras provisionales, medios auxiliares y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos serán determinados por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, y no podrá comenzar la ejecución de ninguna unidad de obra sin que se cumpla tal requisito. Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra:

Se seguirán en todo momento las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa, en cuanto se refiere al proceso de ejecución de la obra.

Se observarán, en relación con la salud y seguridad de los trabajadores, las prescripciones del presente Estudio, las normas contenidas en el Plan de Seguridad y Salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo.

Habrán de ser revisadas e inspeccionadas con la periodicidad necesaria las medidas de seguridad y salud adoptadas y deberán recogerse en el Plan de Seguridad y Salud, de forma detallada, las frecuencias previstas para llevar a cabo tal cometido.

Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables (fuertes vientos, lluvias, nieve, etc.)

Después de realizada cualquier unidad de obra: Se dispondrán los equipos de protección colectivos y medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.

Se darán a los trabajadores las advertencias e instrucciones necesarias en relación con el uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como de las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo: Los equipos y medios auxiliares. Las herramientas. Los materiales sobrantes. Los escombros.

### **2.3.2 Lugares de trabajo**

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

El número de trabajadores que los ocupen. Las cargas máximas que, en su caso, pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.

Las influencias exteriores que pudieran afectarles.

A los efectos anteriores, deberán poseer las estructuras apropiadas a su tipo de utilización y se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que pueden soportar o suspender. En el caso de que el soporte y otros elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento intempestivo o involuntario del conjunto o parte del mismo.

La estabilidad y solidez indicadas deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo. Los lugares de trabajo deberán ser objeto del correspondiente mantenimiento técnico que permita la subsanación más rápida posible de las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, así como de la limpieza que garantice las condiciones de higiene adecuadas.

### **2.3.3 Puestos de trabajo**

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones de la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con vistas a atenuar el trabajo monótono y el trabajo repetitivo y a reducir sus efectos en la salud.

Los lugares y locales de trabajo deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su cometido sin riesgos para su salud y seguridad. Dentro de lo posible, la superficie del puesto de trabajo deberá preverse de tal manera que el personal disponga de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades. Si no se pudiera respetar este criterio por razones inherentes al puesto de trabajo, el trabajador deberá poder disponer de otro espacio libre suficiente en las proximidades de su puesto de trabajo.

En los supuestos en que, por las características personales del trabajador, las condiciones de trabajo de su puesto habitual pudieran acarrear daños para su salud, aun habiéndose adoptado las medidas preventivas necesarias, el trabajador deberá ser cambiado a un puesto de trabajo compatible con su estado de salud, siempre que el mismo existiera en la obra, conforme a las reglas de movilidad funcional establecidas en el Estatuto de los Trabajadores.

La jornada laboral deberá estar en función del puesto de trabajo y habrá de ser adecuada a las características del trabajador, a las condiciones físico-ambientales y climatológicas y a los riesgos que entrañen las actividades a desarrollar.

Los puestos de trabajo deberán estar acondicionados, en la medida de lo posible, de tal manera que los trabajadores:

Estén protegidos contra las inclemencias del tiempo.

Estén protegidos contra atrapamientos o caídas de objetos.

No estén expuestos a niveles sonoros nocivos ni a otros factores exteriores nocivos, tales como: gases, vapores, polvo, neblinas contaminantes, etc.

Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro o puedan recibir auxilio inmediatamente.

No puedan resbalar o caerse.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán tener la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a los trabajos o actividades que hayan de desarrollar, de modo que no se permitirá la ejecución de trabajos por operarios que no posean la preparación y formación profesional suficientes,

cuando ello pueda ser causa de riesgos para su salud o seguridad o para la del resto de los trabajadores.

Para la asignación de labores nocturnas y trabajos extraordinarios se seleccionará los trabajadores según su capacidad física y previa determinación de los límites generales y particulares.

#### **2.3.4 Equipos de protección**

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas de organización del trabajo. En cualquier caso, los equipos deberán ser adecuados para la protección de los riesgos y tener en cuenta las condiciones existentes en el lugar de trabajo y las circunstancias personales del trabajador, debiéndose adecuar al mismo tras los necesarios ajustes.

Antes de la utilización y disponibilidad de los equipos de protección habrán de llevarse a cabo las verificaciones oportunas al objeto de comprobar su idoneidad. Asimismo, deberá llevarse a cabo el mantenimiento periódico y el control del funcionamiento de las instalaciones, elementos y dispositivos de seguridad.

Los elementos para la protección de los trabajadores serán instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por los fabricantes y suministradores. Deberá proporcionarse a los trabajadores la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de uso y mantenimiento.

#### **2.3.5 Equipos de trabajo**

Los equipos de trabajo habrán de ser adecuados a la actividad que deba realizarse con ellos y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la protección de los trabajadores durante su utilización o la reducción al mínimo de los riesgos existentes. Deberán ser objeto de verificación previa y del adecuado control periódico y mantenimiento, que los conserve durante todo el tiempo de su utilización para el trabajo en condiciones de seguridad.



La maquinaria, equipos y útiles de trabajo deberán estar provistos de las protecciones adecuadas y habrán de ser instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por los suministradores, de modo que se asegure su uso sin riesgos para los trabajadores. Deberán proporcionarse a los trabajadores la información e instrucciones necesarias sobre restricciones de uso, empleo, conservación y mantenimiento de los equipos de trabajo, para que su utilización se produzca sin riesgo para los operarios.

## **2.4 De los locales y servicios complementarios**

Los locales y servicios complementarios relativos a oficinas, talleres auxiliares, laboratorios, almacenes u otros análogos que se instalen en la obra reunirán serán de construcción segura y firme, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Los cimientos, estructuras, pisos y demás elementos de estas construcciones deberán ofrecer la estabilidad y resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para las que se calculen. Se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que los locales puedan soportar o suspender y queda prohibido sobrecargar los pisos y plantas de las edificaciones.

Su ubicación deberá quedar reflejada en el Plan de Seguridad y Salud. Los locales en que se produzcan, empleen o depositen sustancias fácilmente combustibles y que estén expuestos a incendios súbitos o de rápida propagación se construirán a conveniente distancia entre sí y aislados de los restantes lugares y puestos de trabajo. Cuando la separación entre locales sea imposible, se aislarán con paredes resistentes e incombustibles. Siempre que sea posible, los locales muy expuestos a incendios se orientarán evitando su exposición a los vientos dominantes.

El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin soluciones de continuidad; será de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y, de no ser así, se salvarán las diferencias de altura por rampas de pendiente no superior al 10%.

Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas o blanqueadas. Los techos deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

## **2.5 De las instalaciones para suministros provisionales de obras**

### **2.5.1 Generalidades**

Las instalaciones deberán realizarse de forma que no constituyan un peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas queden protegidas de manera adecuada contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Para la realización y selección de material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberán tomar en consideración el tipo y la potencia de energía distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra, especialmente las que estén sometidas a influencias exteriores, deberán ser regularmente verificadas y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y quedar claramente indicadas.

### **2.5.2 Instalaciones eléctricas**

#### ***Personal instalador***

El montaje de la instalación deberá efectuarlo, necesariamente, personal especializado. Hasta 50 Kw. podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo. A partir de esa potencia la dirección de la instalación corresponderá a un técnico titulado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al responsable del seguimiento del Plan de Seguridad la certificación acreditativa de lo expuesto en el párrafo anterior.

#### ***Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos***

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite los riesgos de tal contingencia. Esta protección será extensible tanto al lugar en que se ubique cada cuadro cuanto a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Todos los cuadros de la instalación eléctrica provisional estarán debidamente separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos y siempre dentro del recinto de la obra. El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso, tales como escombros, áreas de acopio de materiales, etc.

### ***Condiciones de seguridad de los cuadros eléctricos***

Los distintos elementos de todos los cuadros se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante. Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos. En el cuadro principal se dispondrán dos interruptores diferenciales: uno para alumbrado y otro para fuerza. La sensibilidad de los mismos será de:

Para la instalación de alumbrado: 30 mA

Para la instalación de fuerza: 300 mA

El sistema de protección, en origen, se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, para evitar los riesgos derivados de las posibles sobrecargas de líneas. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito que se disponga.

El armario dispondrá de cerradura, cuya apertura estará al cuidado del encargado o del especialista que sea designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica. Los cuadros dispondrán de las correspondientes bases de enchufe para la toma de corriente y conexión de los equipos y máquinas que lo requieran. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios, para facilitar que puedan permanecer cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y máquinas con la instalación de puesta a tierra.

### ***Instalación de puesta a tierra***

Las estructuras de máquinas y equipos y las cubiertas de sus motores cuando trabajen a más de 24 voltios y no posean doble aislamiento, así como las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de cajas o sobre ellas, deberán estar conectadas a la instalación de puesta a tierra.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos. Las condiciones mínimas de los elementos constitutivos de la instalación deberán ajustarse a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### **Conductores eléctricos**

Las líneas aéreas con conductores desnudos destinados a la alimentación de la instalación temporal de obras sólo serán permitidas cuando su trazado no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales que, además, sean inaccesibles a las personas, y la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 m. como mínimo.

En caso de conductores aislados no se colocarán por el suelo, en zonas de paso de personas o de vehículos, ni en áreas de acopio de materiales. Para evitarlo, en tales lugares se colocarán elevados y fuera del alcance de personas y vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente. Esta preocupación se hará extensiva a las zonas encharcadas o con riesgo de que se encharquen.

Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

### **Conservación y mantenimiento**

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, comprobándose: Funcionamiento de interruptores diferenciales y magnetotérmicos. Conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra. Asimismo, se verificará la continuidad

de los conductores a tierra. El grado de humedad de la tierra en que se encuentran enterrados los electrodos de puesta a tierra. Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado de uso. Que no existen partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares y en los de las distintas máquinas. Cada vez que entre en la obra una máquina de accionamiento eléctrico deberá ser revisada respecto a sus condiciones de seguridad. Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

### **2.5.3 Instalación de agua potable**

La empresa constructora facilitará a su personal agua potable, disponiendo para ello grifos de agua corriente distribuidos por diversos lugares de la obra, además de las zonas de comedor y servicios. Todos los puntos de suministro se señalarán y se indicará claramente si se trata de agua potable o no potable. Caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable con recipientes limpios, preferentemente plásticos por sus posibilidades de limpieza y para evitar roturas fáciles.

El Plan de Seguridad recogerá el número y lugar de su ubicación. En cualquier caso se tendrá en cuenta que estén separadas de zonas de interferencia con la instalación eléctrica. Asimismo, se colocarán en lugares en los que no haya riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores.

## **2.6 De los equipos de trabajo**

### **2.6.1 Generalidades**

#### ***Condiciones previas de selección y utilización***

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizados en el trabajo será seleccionado de modo que no ocasione riesgos añadidos para la seguridad y salud de los trabajadores y/o para terceros. Los equipos de trabajo y elementos

constitutivos de éstos o aparatos acoplados a ellos estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúen conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Los equipos a utilizar estarán basados en las condiciones y características específicas del trabajo a realizar y en los riesgos existentes en el centro de trabajo, y cumplirán las normas y disposiciones en vigor que les sean de aplicación, en función de su tipología, empleo y posterior manejo por los trabajadores. No podrá utilizarse para operaciones y en condiciones para las cuales no sea adecuado.

### **Señalizaciones**

El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores. Los sistemas de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar identificados con la señalización adecuada.

### **Medidas de protección**

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados del uso del propio equipo. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad o la salud de los trabajadores, la empresa adoptará las medidas necesarias para evitarlo.

Los protectores y dispositivos de protección: Deberán ser de construcción sólida, No deberán ocasionar riesgos adicionales, No deberán ser fáciles de retirar o de inutilizar, Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa, No deberán limitar la observación del ciclo de trabajo más de lo necesario,

Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o la sustitución de los elementos, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en que deba realizarse el trabajo y, a ser posible, sin desmontar el protector o el dispositivo de protección.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan aislarlos de cada una de sus fuentes de energía. Sólo podrán conectarse de nuevo cuando no exista peligro alguno para los trabajadores afectados. Los sistemas de accionamiento no deberán ocasionar, en su manipulación, riesgos adicionales. Asimismo, no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

### ***Información e instrucciones***

El empresario está obligado a facilitar al trabajador información sobre los equipos de trabajo, su empleo, uso y mantenimiento requerido, mediante folletos gráficos, y en caso necesario, mediante cursos formativos en tales materias. Los trabajadores que manejen o mantengan equipos con riesgos específicos recibirán una formación obligada y especial sobre tales equipos.

Estarán previstas las instrucciones y medios adecuados para el transporte de los equipos a fin de efectuarlo con el menor peligro posible. A estos efectos, en equipos estacionarios:

Se indicará el peso del equipo o partes desmontables de éste que tengan un peso > 500 Kg.

Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad del equipo y se sujetará éste de forma adecuada.

Los equipos o partes de ellos de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de amarre.

Se darán las instrucciones necesarias para que el montaje de los equipos de trabajo pueda efectuarse correctamente y con el menor riesgo posible. Se facilitarán las instrucciones necesarias para el normal funcionamiento de los equipos de trabajo, indicando los espacios de maniobra y de zonas peligrosas que puedan afectar a personas como consecuencia de su incidencia.

### ***Mantenimiento y conservación***

La empresa adoptará las medidas necesarias con el fin de que, mediante su mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en un nivel tal que satisfagan las condiciones de seguridad y salud requeridas. Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación deberán ser realizados por trabajadores específicamente capacitados para ello.

Deberá establecerse un plan de mantenimiento riguroso. Asimismo, diariamente se comprobará el estado de funcionamiento de los órganos de mando y elementos sometidos a esfuerzo.

### **2.6.2 Maquinas y equipos**

La maquinaria a utilizar en obra deberá cumplir con las disposiciones vigentes sobre la materia con el fin de establecer los requisitos necesarios para obtener un nivel de seguridad suficiente, de acuerdo con la práctica tecnológica del momento y a fin de preservar a las personas y los bienes de los riesgos de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas.

Toda máquina de nueva adquisición deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo, tanto de tipo operativo como de seguridad y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento.

Toda máquina o equipo debe ir acompañado de un manual de instrucciones extendido por su fabricante o, en su caso, por el importador. En dicho manual, figurarán las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas otras gráficas que sean complementarias para su mayor conocimiento.

De este manual se exigirá una copia cuyo texto literal figure en el idioma castellano. Toda máquina llevará una placa de características en la cual figurará, al menos, lo siguiente:

Nombre del fabricante.

Año de fabricación y/o suministro.

Tipo y número de fabricación.



Potencia.

Contraseña de homologación, si procede.

Esta placa será de material duradero y estará fijada sólidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura una vez instalada. Antes del empleo de máquinas que impliquen riesgos a personas distintas a sus usuarios habituales, habrán de estar dispuestas las correspondientes protecciones y señalizaciones.

Si como resultado de revisiones o inspecciones de cualquier tipo, se observara un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, de inmediato se paralizará la máquina en cuestión y se adoptarán las medidas necesarias para eliminar o reducir el peligro o riesgo. Una vez corregida, deberá someterse a nueva revisión para su sanción. La sustitución de elementos o de piezas por reparación de la máquina se hará por otras de igual origen o, en su caso, de demostrada y garantizada compatibilidad. Los órganos móviles o elementos de transmisión en las máquinas estarán dispuestos o, en su caso, protegidos de modo que eliminen el riesgo de contacto accidental con ellos.

La estructura metálica de la máquina fija estará conectada al circuito de puesta a tierra y su cuadro eléctrico dispondrá de un interruptor magnetotérmico y un diferencial, en el caso de que este cuadro sea independiente del general.

Las máquinas eléctricas deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados para eliminar el riesgo de contacto eléctrico o minimizar sus consecuencias en caso de accidente. Estos sistemas siempre se mantendrán en correcto estado de funcionamiento. Las máquinas dispondrán de dispositivos o de las protecciones adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación, tales como: resguardos fijos, apartacuerpos, barras de paro, autoalimentación, etc.

En la obra existirá un libro de registro en el que se anotarán, por la persona responsable, todas las incidencias que de las máquinas se den en su montaje, uso, mantenimiento y reparaciones, con especial incidencia en los riesgos que sean detectados y en los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.

No se podrán emplear las máquinas en trabajos distintos para los que han sido diseñadas y fabricadas. Será señalizado o acotado el espacio de influencia de las máquinas en funcionamiento que puedan ocasionar riesgos.

El personal de manipulación, mantenimiento, conductores en su caso, y personal de maniobras deberán estar debidamente cualificados para la utilización de la máquina de que se trate. El personal de mantenimiento será especializado.

### **2.6.3 Herramientas manuales**

Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.

La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los propios componentes. Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.

Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas. Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes. Para evitar caídas, cortes a riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, desde los que puedan caer sobre los trabajadores. Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas.

Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, a fin de prevenir accidentes, sin que en ningún caso puedan utilizarse para fines distintos a aquellos a que están destinadas.

## **2.7 De los equipos de protección**

### **2.7.1 Protecciones colectivas**

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo sobre las de protección. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

### **2.7.2 Equipos de protección individual (epi)**

#### ***Generalidades***

Sólo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los equipos de protección individual, en adelante denominados EPI, que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los EPI que lleven la marca "CE", y de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes. Hasta tanto no se desarrolle o entre plenamente en vigor la comercialización de los EPI regulados por las disposiciones vigentes, podrán utilizarse los EPI homologados con anterioridad, según las normas del Ministerio de Trabajo que, en su caso, les hayan sido de aplicación.

#### ***Requisitos de alcance general aplicables a todos los EPI***

Los EPI deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Los EPI reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible. El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del EPI se opongan a

su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad. Cuando las condiciones de empleo previsibles permitan distinguir diversos niveles de un mismo riesgo, se deberán tomar en cuenta clases de protección adecuadas en el diseño del EPI.

Los EPI a utilizar, en cada caso, no ocasionarán riesgos ni otros factores de molestia en condiciones normales de uso. Los materiales de que estén compuestos los EPI y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario. Cualquier parte de un EPI que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los EPI ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas. Los EPI posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los EPI se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los EPI serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Además de satisfacer los requisitos complementarios específicos para garantizar una protección eficaz contra los riesgos que hay que prevenir, los EPI para algunos riesgos específicos tendrán una resistencia suficiente contra los efectos de los factores ambientales inherentes a las condiciones normales de uso. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier EPI, habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.

Accesorios que se pueden utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.

Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

### ***Exigencias complementarias comunes***

Cuando los EPI lleven sistema de ajuste, durante su uso, en condiciones normales y una vez ajustados, no podrán desajustarse salvo por la voluntad del usuario. Los EPI que cubran las partes del cuerpo que hayan de proteger estarán, siempre que sea posible, suficientemente ventilados, para evitar la transpiración producida por su utilización; en su defecto, y si es posible, llevarán dispositivos que absorban el sudor.

Los EPI del rostro, ojos o vías respiratorias limitarán lo menos posible el campo visual y la visión del usuario. Los sistemas oculares de estos tipos de EPI tendrán un grado de neutralidad óptica que sea compatible con la naturaleza de las actividades más o menos minuciosas y/o prolongadas del usuario.

Si fuera necesario, se tratarán o llevarán dispositivos con los que se pueda evitar el empañamiento. Los modelos de EPI destinados a los usuarios que estén

sometidos a una corrección ocular deberán ser compatibles con la utilización de gafas o lentillas correctoras.

Cuando las condiciones normales de uso entrañen un especial riesgo de que el EPI sea enganchado por un objeto en movimiento y se origine por ello un peligro para el usuario, el EPI tendrá un umbral adecuado de resistencia por encima del cual se romperá alguno de sus elementos constitutivos para eliminar el peligro.

Cuando lleven sistemas de fijación y extracción, que los mantengan en la posición adecuada sobre el usuario o que permitan quitarlos, serán de manejo fácil y rápido.

En el folleto figurará una descripción del procedimiento que habrá que aplicar para comprobar sobre el usuario equipado que su EPI está correctamente ajustado y dispuesto para funcionar. Cuando el EPI lleve un dispositivo de alarma que funcione cuando no se llegue al nivel de protección normal, éste estará diseñado y dispuesto de tal manera que el usuario pueda percibirlo en las condiciones de uso para las que el EPI se haya comercializado. Cuando por las dimensiones reducidas de un EPI (o componentes de EPI) no se pueda inscribir toda o parte de la marca necesaria, habrá de incluirla en el embalaje y en el folleto informativo del fabricante.

Los EPI vestimentarios diseñados para condiciones normales de uso, en que sea necesario señalar individual y visualmente la presencia del usuario, deberán incluir uno o varios dispositivos o medios, oportunamente situados, que emitan un resplandor visible, directo o reflejado, de intensidad luminosa y propiedades fotométricas y colorimétricas adecuadas. Cualquier EPI que vaya a proteger al usuario contra varios riesgos que puedan surgir simultáneamente responderá a los requisitos básicos específicos de cada uno de estos riesgos.

## **2.8 De las señalizaciones**

### **2.8.1 Normas generales**

El empresario deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar

el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad. Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra. Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

### **2.8.2 Señalización de las vías de circulación**

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

### **2.8.3 Personal auxiliar para labores de señalización**

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás. Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

## **2.9 De los criterios de medición y valoración**

Los criterios de medición y valoración a seguir en obra serán los marcados en los precios descompuestos de este Estudio, o en su defecto, a lo establecido al respecto por la Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción en la publicación vigente en el momento de redactar este Estudio.

La forma de medición a seguir para cada una de las unidades de seguridad y salud será la especificada en el epígrafe que define cada precio descompuesto.

### **3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

#### **3.1 Plan de seguridad y salud**

En el Plan de Seguridad y Salud se deberán recoger todas las necesidades derivadas del cumplimiento de las disposiciones obligatorias vigentes en materia de Seguridad y Salud para las obras objeto del proyecto de ejecución y las derivadas del cumplimiento de las prescripciones recogidas en el presente Estudio, sean o no suficientes las previsiones económicas contempladas en el mismo.

Aunque no se hubiesen previsto en este Estudio de Seguridad y Salud todas las medidas y elementos necesarios para cumplir lo estipulado al respecto por la normativa vigente sobre la materia, y por las normas de buena construcción para la obra a que se refiere el proyecto de ejecución, el empresario vendrá obligado a recoger en el Plan de Seguridad y Salud cuanto sea preciso a tal fin.

Las mediciones, calidades y valoraciones recogidas en este Estudio podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el empresario en el Plan de Seguridad y Salud, siempre que sean autorizadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.

#### **3.2 Certificaciones**

Salvo que las normas vigentes sobre la materia o las estipulaciones fijadas en el contrato de las obras dispongan otra cosa, el abono de las unidades de seguridad y salud se efectuará de forma porcentual sobre el importe de la obra ejecutada en el período que se certifique.

Para que sea procedente el abono se requerirá con carácter previo que hayan sido ejecutadas y dispuestas en obra, de acuerdo con las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud, con las fijadas en el Plan o con las exigidas por la normativa vigente, las medidas de seguridad y salud que correspondan al período a certificar.

La facultad sobre la procedencia de los abonos que se trate de justificar corresponde al Coordinador de Seguridad y Salud.



Para el abono de las partidas correspondientes a formación específica de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, reconocimientos médicos y seguimiento y control interno en obra, será requisito imprescindible la previa justificación al mencionado Coordinador de Seguridad y Salud de que se han cumplido las previsiones establecidas al respecto en dicho Plan, para lo que será preceptivo que el empresario aporte la acreditación documental correspondiente, según se establece en otros apartados de este Pliego.

### **3.3 Modificaciones**

Cuando durante el curso de las obras se modifique el proyecto de ejecución aprobado y, como consecuencia de ello fuese necesario alterar el Plan aprobado, el importe económico del nuevo Plan, que podrá variar o ser coincidente con el inicial, se dividirá entre la suma del presupuesto de ejecución material primitivo de las unidades de obra y el que originen, en su caso, las modificaciones de éstas, multiplicando por cien el cociente resultante, para obtener el porcentaje a aplicar para efectuar el abono de las partidas de Seguridad y Salud, de acuerdo con el criterio establecido con anterioridad en este Pliego.

Dicho porcentaje será el que se aplique a origen a la totalidad del presupuesto de ejecución material de las unidades de obra en las certificaciones sucesivas, deduciéndose lo anteriormente certificado.

### **3.4 Liquidación**

A no ser que las estipulaciones contractuales dispongan lo contrario, no procederá recoger en la liquidación de las obras variaciones de las unidades de Seguridad y Salud sobre las contempladas en el Plan de Seguridad y Salud vigente en el momento de la recepción de las obras.

### **3.5 Valoración de unidades incompletas**

Sin perjuicio de lo dispuesto a tal efecto por las bases contractuales que rijan para la obra, en caso de ser pertinente, por resolución de contrato, valorar unidades incompletas de seguridad y salud, se atenderá a las descomposiciones establecidas en el presupuesto del Estudio para cada precio descompuesto,

siempre que se cumplan las condiciones y requisitos necesarios para el abono establecidos en el presente Pliego.

A Coruña, Junio de 2012