

Jornada
Cogeneración
sectores 3ª y
residencial

17 febrero 2009

La cogeneración de pequeña escala en España: situación actual y perspectivas

17/febrero/2009

*Miguel Manrique de Lara
Dpto. de Transformación de la Energía
Dirección de Ahorro y Eficiencia Energética*

1. Definiciones
2. Evolución histórica de la cogeneración
3. Potencial de cogeneración en España
4. Estrategia de Ahorro y Eficiencia energética en España en el ámbito de la cogeneración
5. E4. Plan de Acción 2005- 2007
 - 5.1 Real Decreto 661/07
6. Código Técnico de la Edificación
7. E4. Plan de Acción 2008- 2012
8. Instalaciones de microcogeneración en edificios de viviendas en Colmenar Viejo
9. Conclusiones

1. DEFINICIONES

Unidad de microcogeneración:

unidad de cogeneración con una potencia máxima inferior a los 50 kW_e

Cogeneración de pequeña escala:

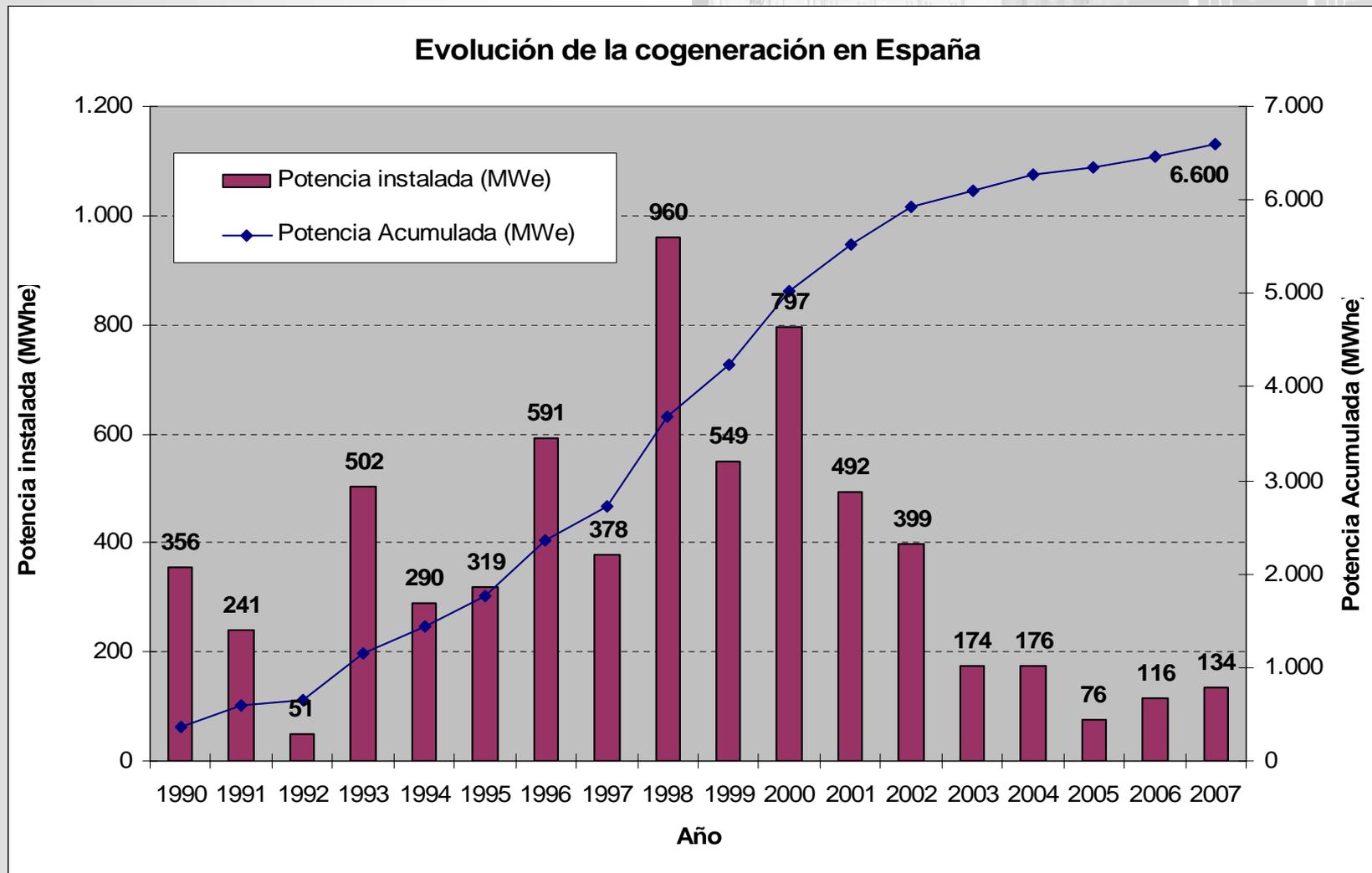
unidades de cogeneración con una potencia instalada inferior a 1 MWe

La microcogeneración y cogeneración de pequeña escala son consideradas de alta eficiencia si ahorran energía primaria.

Actuaciones y políticas de promoción que abarcan a la cogeneración de pequeña escala

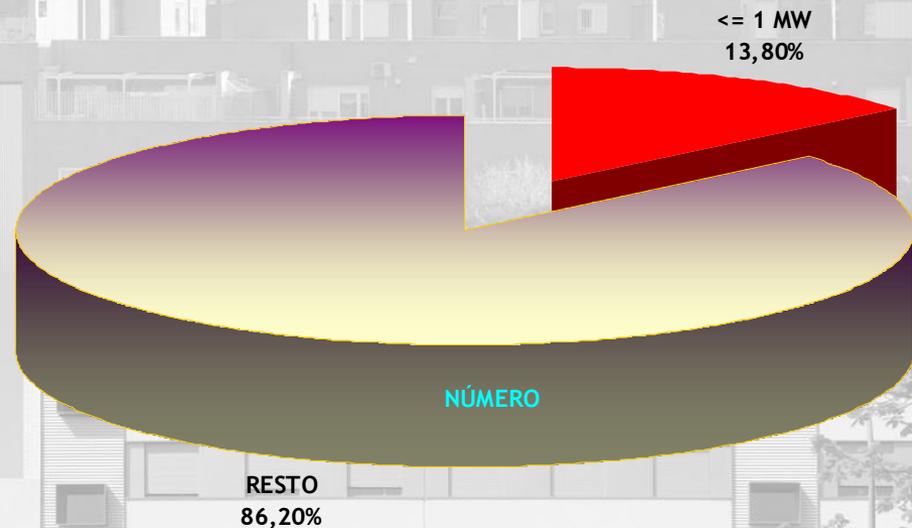
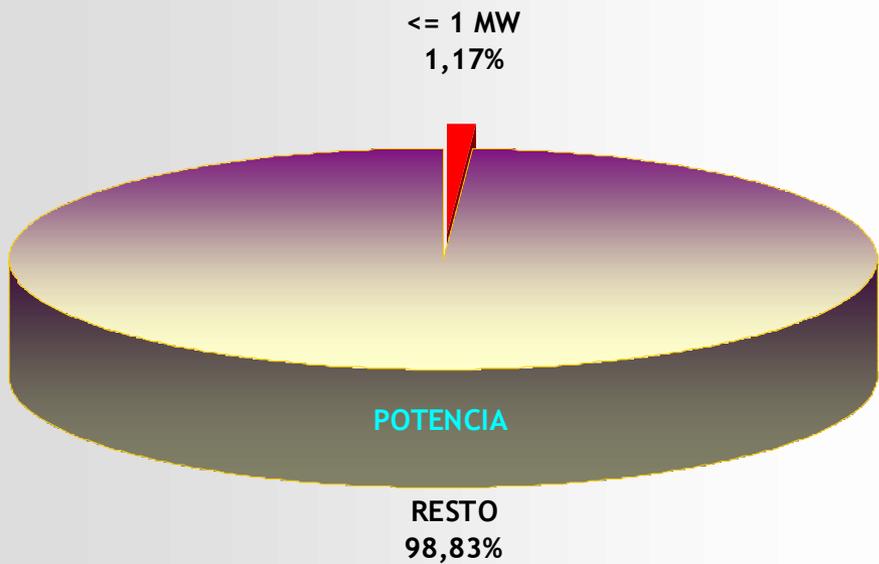
Fuente: RD 616/2007 sobre Fomento de la Cogeneración

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA COGENERACIÓN (I)



Jornada
Cogeneración
sectores 3ª y
residencial
17 febrero 2009

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA COGENERACIÓN (II)



Datos año 2007

3. POTENCIAL DE LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA (I)

	Potencial tecnológico (MWe)	Potencia instalada (MWe)	Grado de penetración	Grado de disponibilidad
Industria	9.393	5.048	54%	46%
Refino	1.430	577	40%	60%
Residencial y Terciario	6.414	175	3%	97%
Tratamiento y valorización de residuos	2.084	412	20%	80%
TOTAL	19.321	6.212	32%	68%

➔ **Alto potencial no explotado en doméstico y comercial**

➔ **Aún existe un potencial significativo en industria y refino**

3. POTENCIAL DE LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA (II)

	Año 2004		Año 2010		Año 2015		Año 2020	
	Calor útil (GWh)	Potencial tecnológico (MWe)						
Sector secundario: industria y refino	78.195	10.823	90.235	12.423	97.667	13.450	106.656	14.903
Residencial y Terciario	19.716	6.414	27.287	8.025	32.096	9.440	32.992	9.703
Tratamiento y valorización de residuos (*)	17.612	2.084	19.759	2.322	21.417	2.521	22.801	2.685
TOTAL	115.523	19.321	137.281	22.770	151.180	25.411	162.449	27.291

➔ **Industria y doméstico y comercial, áreas de potencial significativo**

➔ **Potencial tecnológico muy superior a la potencia instalada en la actualidad**

3. POTENCIAL DE LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA (III)

Existencia de **alto potencial tecnológico no explotado** en todos los sectores de actividad

La situación de estancamiento no es debida a la inexistencia de potencial

Necesidad de medidas legislativas y de promoción



4. ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA (E4) EN EL ÁMBITO DE LA COGENERACIÓN

Estrategia Española de Eficiencia Energética 2004 - 2012

Plan de Acción 2005 - 2007

Objetivo

Plan de Acción 2008 - 2012

Objetivo

- Desarrollo del potencial de cogeneración de alta eficiencia
 - Mejora de la eficiencia energética de la cogeneración

Plan de Acción 2005 - 2007

Actuaciones legislativas realizadas

- Real Decreto Ley 7/2006
- Real Decreto 616/2007 sobre fomento de la cogeneración (transposición Directiva 2004/8/CE)
- Orden ITC/1522/2007 por la que se regula la garantía de origen
- Real Decreto 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

Actuaciones de promoción realizadas

- Estudios de viabilidad para nuevas cogeneraciones
- Programas de ayudas públicas para cogeneraciones en sectores no industriales
- Auditorias energéticas para renovación de cogeneraciones existentes

5.1 Real Decreto 661/2007 producción de energía eléctrica en Régimen Especial . Tarifas para cogeneración de pequeña escala

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia (MWe)	Tarifa Regulada (c€/kWh)
a.1	a.1.1	Gas Natural	$P \leq 0,5$	14,1012
			$0,5 < P \leq 1$	11,5714
	a.1.2	Gasóleo/GLP	$P \leq 0,5$	18,2228
			$0,5 < P \leq 1$	15,5078

- Actualización de tarifas cada trimestre en base al incremento del precio de venta del combustible y del IPC
- Independientemente de la tarifa las instalaciones cobrarán Complemento de Reactiva y Complemento de Eficiencia y opcionalmente discriminación horaria

Sistema de tarifa con máxima aportación económica a cogeneraciones de pequeña escala

5.1 Real Decreto 661/2007 producción de energía eléctrica en Régimen Especial. Rendimiento eléctrico equivalente

$$REE = \frac{E}{Q - \frac{V}{Ref H}}$$

Tipo de combustible	Rendimiento eléctrico equivalente (REE)
<i>Combustibles líquidos en centrales con calderas</i>	49%
<i>Combustibles líquidos en motores térmicos</i>	56%
<i>Combustibles sólidos</i>	49%
<i>Gas natural y GLP en motores térmicos</i>	55%
<i>Gas natural y GLP en turbinas de gas</i>	59%
<i>Otras tecnologías y/o combustibles</i>	59%
<i>Biomasa incluida en grupos b.6 y b.8</i>	30%
<i>Biomasa y/o biogás incluido en grupo b.7</i>	50%

Estos porcentajes se rebajan en un 10% para cogeneraciones inferiores a 1 MWe

Jornada
Cogeneración
sectores 3ª y
residencial
17 febrero 2009

5. E4. PLAN DE ACCIÓN 2005-2007 (IV)

5.1 Real Decreto 661/2007. Complementos a la retribución

	OPCIÓN TARIFA REGULADA	OPCIÓN MERCADO
Discriminación horaria (opcional)	X	
Complemento por eficiencia	X	X
Complemento por energía reactiva	X	X
Garantía de potencia		X (eliminado)
Desvíos	X	X

5.1 Real Decreto 661/2007 producción de energía eléctrica en Régimen Especial. Complemento por discriminación horaria

- Complemento voluntario a las plantas en la opción a tarifa
- Modificado por DF 1ª de RD 1578/2008
 - Se aplica un factor de **1,37** para el periodo **punta** y de **0,64** para el periodo **valle**, para las instalaciones de la categoría a).
 - Los periodos tarifarios son los establecidos en el ANEXO II de la Orden ITC/2794/2007.
- El acogimiento a este régimen no será por periodos inferiores a 1 año.

5.1 Real Decreto 661/2007 producción de energía eléctrica en Régimen Especial. Complemento por eficiencia

- El complemento por eficiencia **se aplica a la electricidad cedida al sistema** para las plantas de $P < = 50$ MW en Régimen Especial y para las comprendidas entre 50 MW y 100 MW del Régimen Ordinario que acrediten un REE superior al mínimo exigido.

$$\text{Complemento eficiencia} = 1.1 \times (1/\text{REE}_{\min} - 1/\text{REE}_i) \times \text{Cmp}$$

- REE_{\min} : es el rendimiento eléctrico equivalente mínimo por tecnología.
 - REE_i : es el rendimiento eléctrico equivalente acreditado por la planta.
 - Cmp : es el coste de la materia prima del gas natural en €/kWh PCS, publicado trimestralmente por el Mº de Industria, Turismo y Comercio.
- Se aplica independientemente de la opción de venta escogida, TARIFA o MERCADO.

La resolución de DGPEM de 14/07/2008 estableció la posibilidad de percepción del complemento por eficiencia de forma mensual parcial a cuenta, liquidando anualmente en función del REE real obtenido y certificado.

Cmp ha dejado de publicarse y se va a sustituir por una función del Brent.

5.1 Real Decreto 661/2007 producción de energía eléctrica en Régimen Especial. Complemento por energía reactiva

- *El complemento por energía reactiva se aplica como un porcentaje sobre un valor (revisable anualmente), en función del factor de potencia y del período en que se entregue la energía.*
- *El último valor corresponde a la Orden ITC 3801/2008 y es de 83,717 c€/MWh.*

Complemento por energía reactiva

Tipo de FP	Energía activa y reactiva	Bonificación por ciento		
	Factor de potencia	Punta	Llano	Valle
Inductivo.	< 0,95	-4	-4	8
	< 0,96 y ≥ 0,95	-3	0	6
	< 0,97 y ≥ 0,96	-2	0	4
	< 0,98 y ≥ 0,97	-1	0	2
	< 1 y ≥ 0,98	0	2	0
Capacitivo.	1	0	4	0
	< 1 y ≥ 0,98	0	2	0
	< 0,98 y ≥ 0,97	2	0	-1
	< 0,97 y ≥ 0,96	4	0	-2
	< 0,96 y ≥ 0,95	6	0	-3
	< 0,95	8	-4	-4

- ❑ *Se utilizará los períodos P, V y LL de la DH3.*

- ❑ *En horas punta se bonifica la generación de reactiva.*

- ❑ *En las horas valle se bonifica la absorción de reactiva.*

- ❑ *Máxima bonificación del 6%.*

5.1 Real Decreto 661/2007. Anexo IX aprovechamiento del calor útil para climatización de edificios

- **En climatización de edificios se considerarán dos periodos semestrales para la determinación del REE**
- **Se calculará, a efectos remuneratorios, la electricidad que asociada a la energía térmica útil real cumpliría el REE mínimo exigido:**

$$E_{REE_0} = \frac{V}{\text{Ref } H \cdot \left(\frac{1}{\eta_e} - \frac{1}{REE_{\min}} \right)}$$

- **Se factura mensualmente por la electricidad vendida y se liquida semestralmente en función del mínimo entre la electricidad vendida y el E_{REE_0}**
- **Si $REE > REE_0$ se aplicará complemento por eficiencia**

6. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

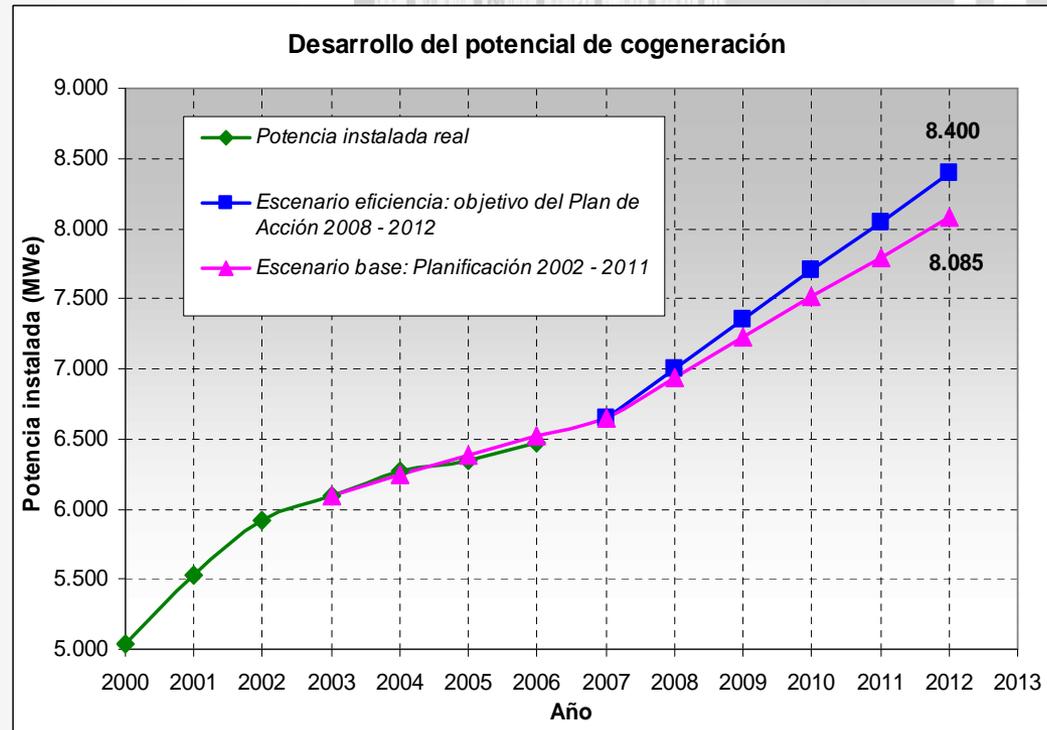
En edificios de nueva construcción y en rehabilitación de edificios en los que exista una demanda de ACS y/o climatización de piscinas, podrá disminuirse justificadamente la instalación solar mínima cuando se cubra este aporte energético de ACS mediante alguna de las vías:

- ***Aprovechamiento de energía renovables***
- ***Procesos de cogeneración***
- ***Fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio***

Reconocimiento de la cogeneración como sistema de alta eficiencia en la climatización de edificios

7. E4. PLAN DE ACCION 2008- 2012. OBJETIVO (I)

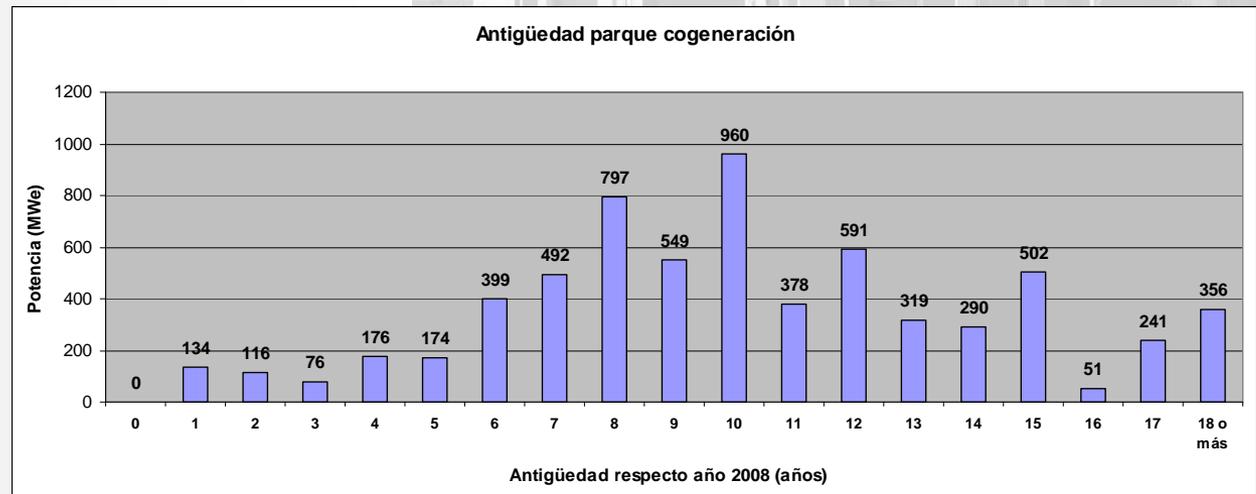
Plan de
Acción
2008 -
2012



- **Objetivo de 8.400 MW instalados en 2012**
- **Incremento de 315 MWe respecto a la situación de referencia**
- **Ahorro energético asociado de 95 ktep de energía primaria**
- **221 ktCO₂ evitadas por el desarrollo del potencial de cogeneración**

7. E4. PLAN DE ACCION 2008- 2012. (II)

Plan de Acción 2008 - 2012



- *Modernización de cogeneraciones existentes, con un ahorro energético asociado de 363 ktep de energía primaria.*
- *1.065 ktCO₂ evitadas por la mejora de la eficiencia energética.*

Plan de Acción 2008 - 2012

Actuaciones legislativas realizadas

- Guía de calor útil
- Regulación sobre la conexión a red eléctrica en baja tensión de cogeneraciones de baja potencia

Actuaciones de promoción en curso

- Estudios de viabilidad para nuevas cogeneraciones
- Programas de ayudas públicas para cogeneraciones en sectores no industriales
- Auditorias energéticas para renovación de cogeneraciones existentes

7. Plan de Acción 2008-2012.

(IV)

Regulación de la conexión a red eléctrica en baja tensión de cogeneraciones de pequeña escala

Ámbito

Cogeneraciones de pequeña escala

Contenido

- Simplificación y agilización del procedimiento existente para tramitación administrativa
- Condiciones técnicas mínimas exigibles

Consideraciones

Condiciones técnicas:

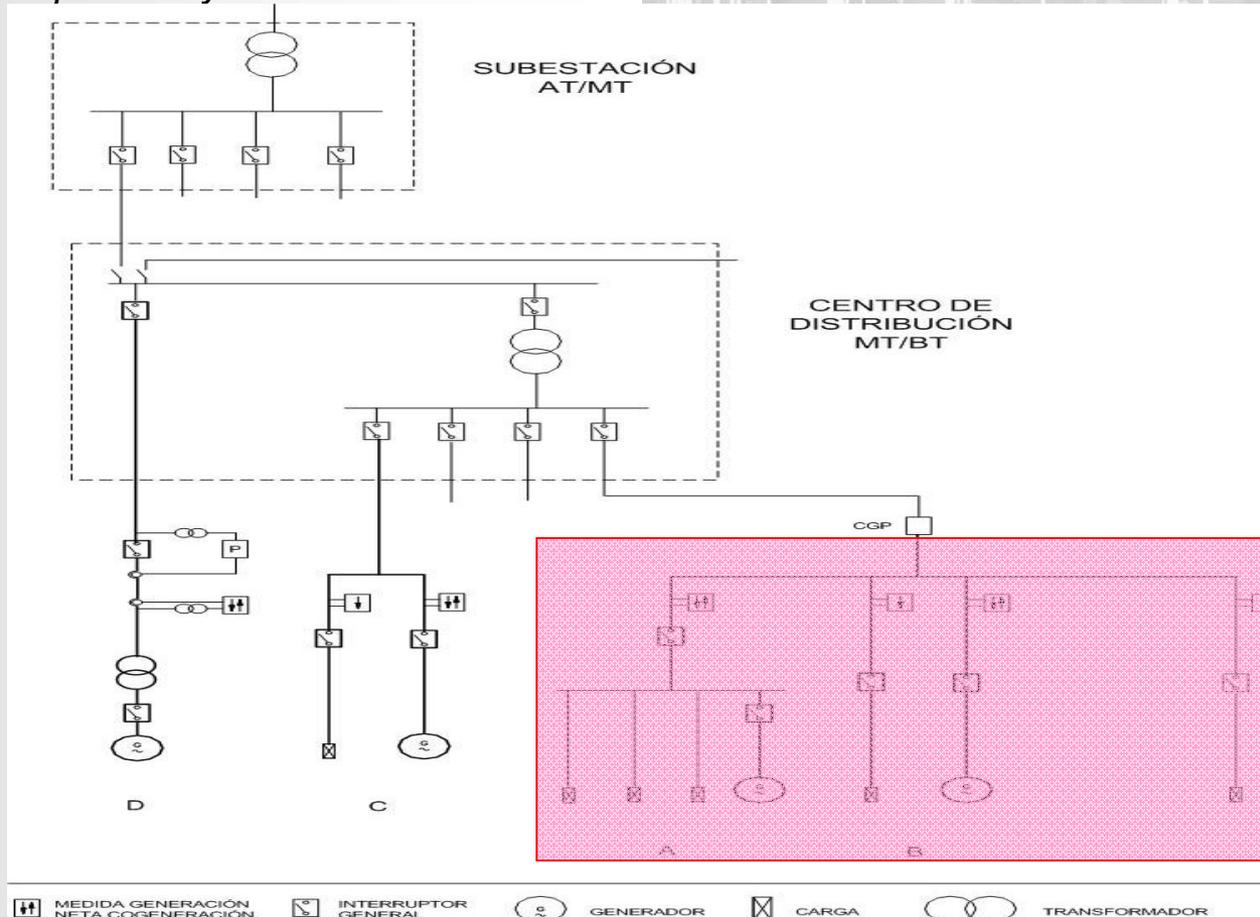
- Posibles esquemas de interconexión
- Medida y facturación de energía
- Homologación de equipos y protecciones
- Condiciones de puesta a tierra
- Proceso de acoplamiento a red
- Condiciones de seguridad

Plan de
Acción 2008
- 2012

7. E4. PLAN DE ACCION 2008- 2012. (IV)

Regulación de la conexión a red de cogeneraciones de pequeña escala. Tipología de las instalaciones

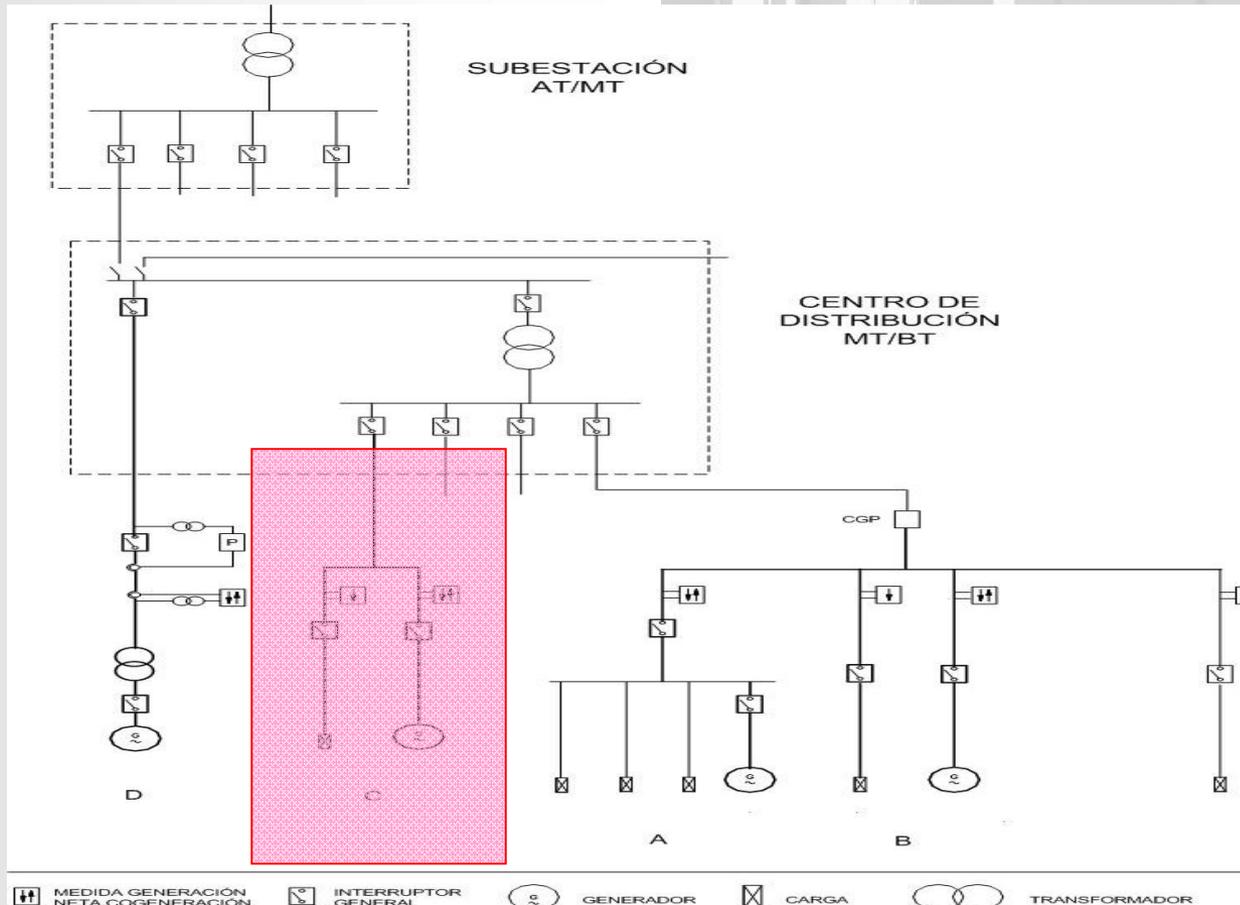
TIPO I: Plantas de cogeneración de pequeña escala conectadas a un punto de la red general de baja tensión según esquema A y B.



7. E4. PLAN DE ACCION 2008- 2012. (IV)

Regulación de la conexión a red de cogeneraciones de pequeña escala. Tipología de las instalaciones

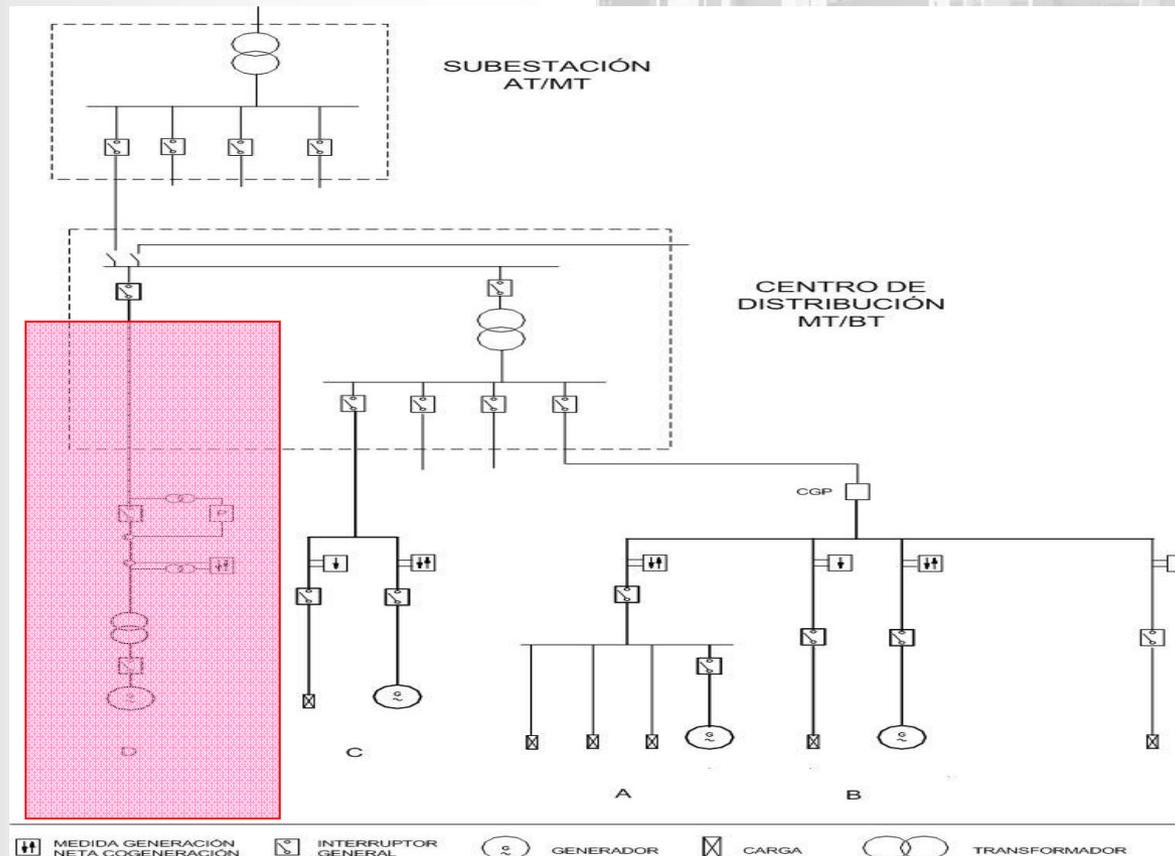
TIPO II: Plantas de cogeneración de pequeña escala conectadas a un centro de transformación de baja tensión con línea dedicada según esquema C



7. E4. PLAN DE ACCION 2008- 2012. (IV)

Regulación de la conexión a red de cogeneraciones de pequeña escala. Tipología de las instalaciones

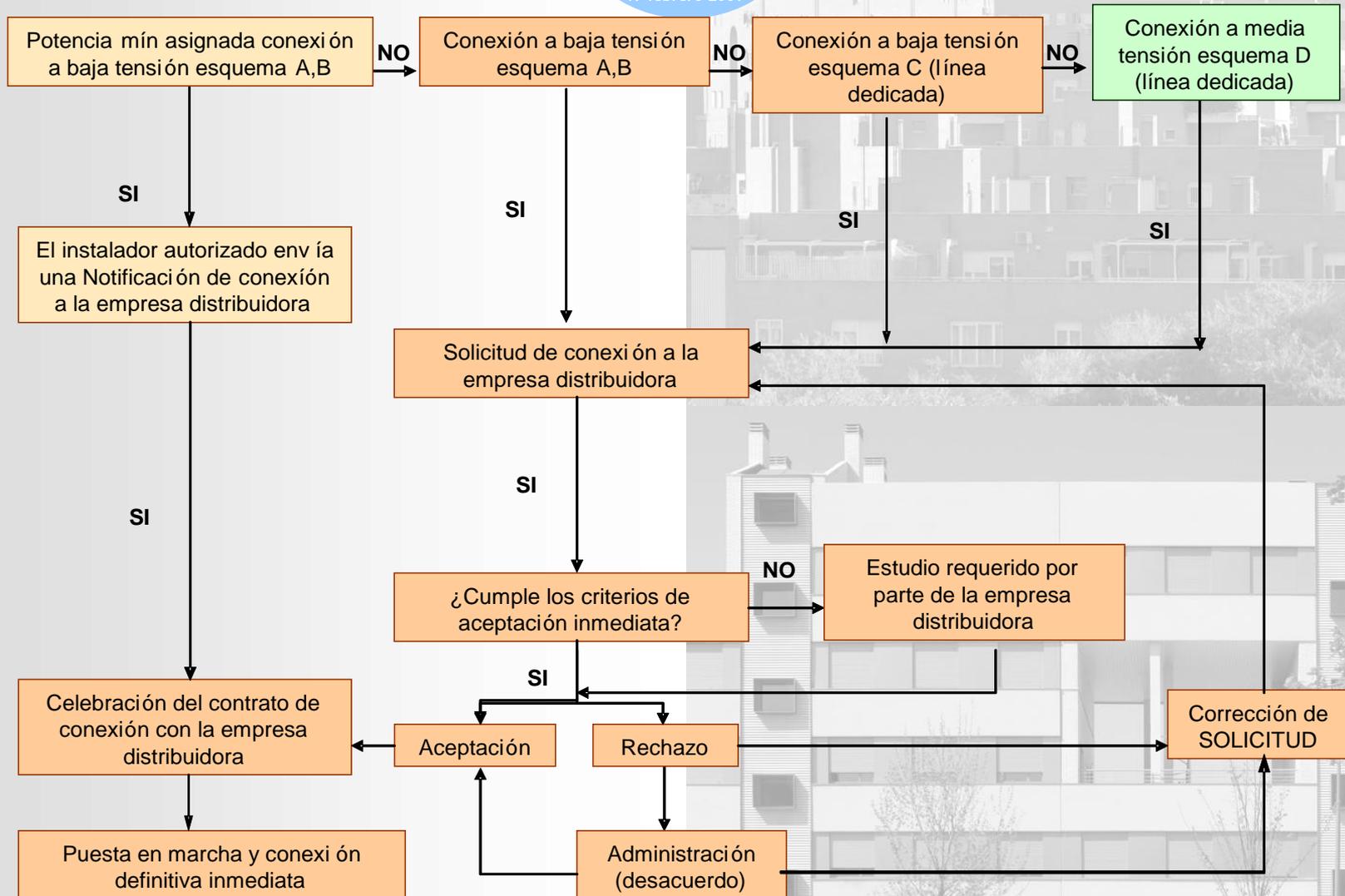
TIPO III: Plantas de cogeneración de pequeña escala conectadas mediante línea dedicada a un punto de un centro de distribución de media tensión (valor igual o superior a 10 KV) según esquema D



Regulación de la conexión a red de cogeneraciones de pequeña escala. Características

- 1. Establecimiento de condiciones administrativas y técnicas básicas para la interconexión a red de baja y media tensión*
- 2. Normalización de tipologías de conexión*
- 3. Definición de condiciones técnicas mínimas para la obtención de punto de conexión*
- 4. Asignación inmediata de punto de conexión para instalaciones que estén por debajo de una potencia mínima definida y tipología de conexión*
- 5. Homologación de protecciones integradas en equipos*
- 6. Disminución del tiempo de tramitación del punto de conexión*
- 7. Disminución de costes asociados a la interconexión*

7.1 Borrador RD interconexiones Esquema procedimiento



8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.1 Alcance

IDAE y GRUPO ORTIZ CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS han formalizado un convenio de colaboración para la ejecución, p.e.m. y explotación de dos instalaciones piloto de microgeneración de pequeña potencia con microturbina en edificio de 94 viviendas y otra con micromotor en edificio de 97 viviendas situados en Colmenar Viejo (Madrid).

Las instalaciones piloto generarán energía eléctrica para su venta a red y ACS y calefacción para los edificios.

Ambas instalaciones irán dotadas de un sistema de monitorización para procesar los datos energéticos operativos.

8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.2 Responsabilidad

Corresponde a IDAE:

- Realización de la Inversión.
- Gestión de compra de los equipos.
- Supervisión de ejecución hasta p.e.m.
- Seguimiento y monitorización de instalaciones.

Corresponde a ORTIZ:

- Operación, mantenimiento y explotación de las instalaciones.
- Seguimiento, monitorización y emisión de informes de seguimiento.

8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.3 Proyecto con microturbina de 65 kWe (I)

Ubicación: bloque de 94 viviendas en Colmenar Viejo (Madrid).

La instalación consta de:

- Microturbina alimentada con Gas Natural, de 65 kWe y 120 kWt.
- Sistema eléctrico para venta de energía a red
- Sistema intercambiador de calor
- Sistema de acumulación de 20 m³
- Sistema de control

Funcionamiento: producción de energía eléctrica para su venta a red y suministro de energía térmica como apoyo a calefacción y ACS.



8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.3 Proyecto con microturbina de 65 kWe (II)

Los resultados energéticos principales con este proyecto son:

- | | |
|--|---------------------|
| <input type="checkbox"/> Producción eléctrica anual: | 366 MWh |
| <input type="checkbox"/> Energía Térmica sustituida anual: | 612 MWh |
| <input type="checkbox"/> Ahorro de Energía Primaria (PES) anual: | 155 MWh |
| <input type="checkbox"/> Horas de funcionamiento anuales: | 5.630 h |
|
 | |
| <input type="checkbox"/> Emisiones evitadas: | 31 tCO ₂ |
| <input type="checkbox"/> REE (microturbina): | 60,6% |
| <input type="checkbox"/> R. Global (microturbina): | 74,5 % |

8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.4 Proyecto con 3 micromotores de 5,5 kWe c.u. (I)

Ubicación: bloque de 97 viviendas en Colmenar Viejo, Madrid.

La instalación consta de:

- Tres Micromotores alimentados con Gas Natural, de 5,5 kWe c.u. y 12,5 kWt c.u.
- Sistema eléctrico para venta de energía a red
- Sistema intercambiador de calor
- Sistema de control

Funcionamiento: producción de energía eléctrica para su venta a red y suministro de energía térmica como apoyo a calefacción y ACS.



8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.4 Proyecto con 3 micromotores de 5,5 kWe c.u. (II)

Los resultados energéticos principales con este proyecto son:

- | | |
|---|---------|
| <input type="checkbox"/> Producción eléctrica anual: | 96 MWh |
| <input type="checkbox"/> Energía Térmica substituida anual: | 216 MWh |
| <input type="checkbox"/> Ahorro de Energía Primaria (PES) anual:
(18,7%) | 82 MWh |
| <input type="checkbox"/> Horas de funcionamiento anuales
5.820 h | |
| <input type="checkbox"/> Emisiones evitadas: | 16 tCO2 |
| <input type="checkbox"/> REE (micromotor): | 83% |
| <input type="checkbox"/> R. Global (micromotor): | 85,9 % |

8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.5 Sistema de monitorización, seguimiento y registro (I)

Obtención de información con objeto de mejorar el diseño y optimización futura de este tipo de instalaciones.

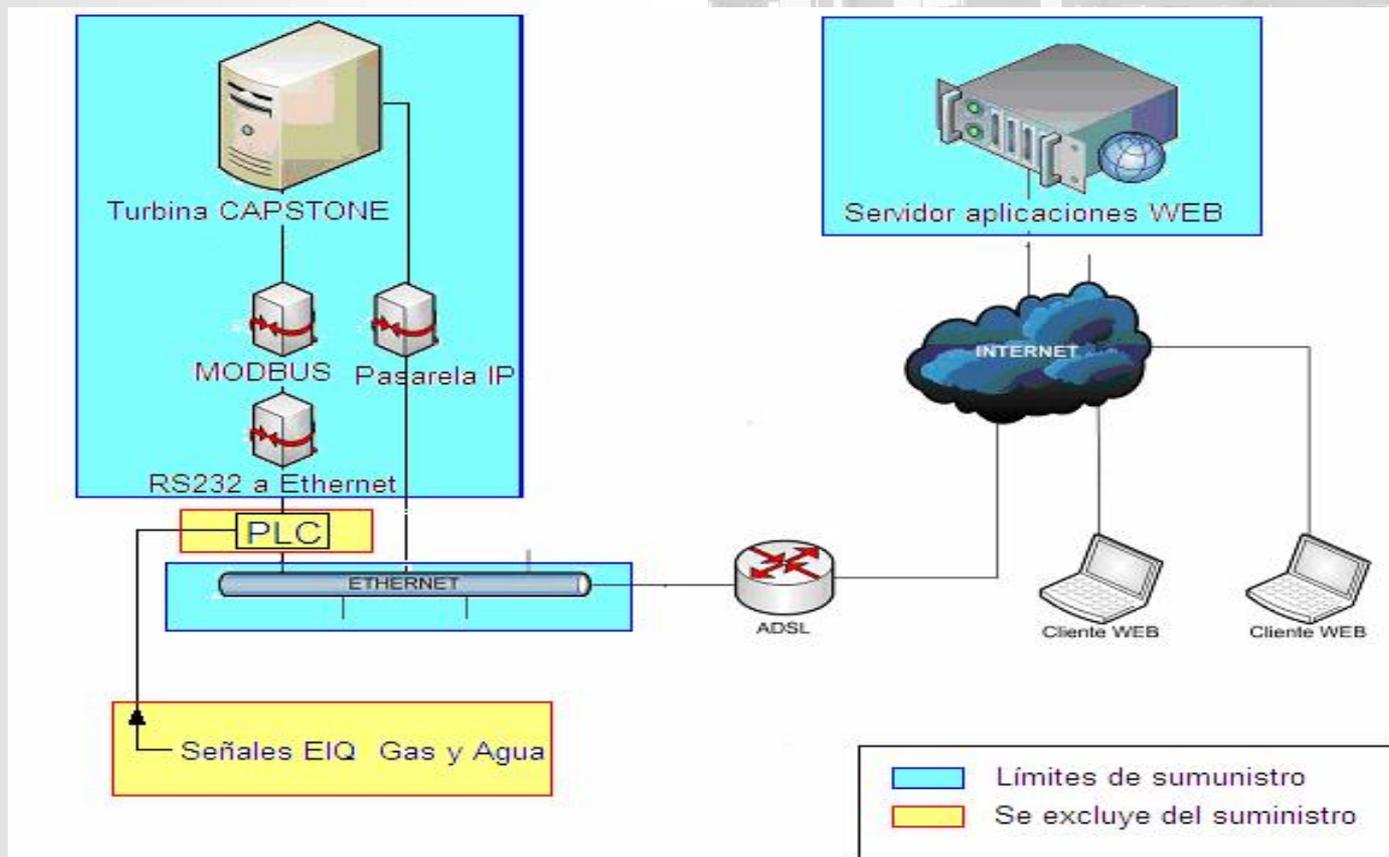
Determinación del grado de efectividad e integración de las instalaciones de microcogeneración con las convencionales.

Medición y registro de todos los datos asociados con:

- ✓ Datos de consumo agregado e individual de ACS y calefacción.
- ✓ Producciones eléctricas y térmicas de las plantas piloto.

8. INSTALACIONES DE MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.5 Sistema de monitorización, seguimiento y registro (II)



9. CONCLUSIONES

1. Existencia de un gran potencial no explotado de cogeneraciones de pequeña escala en los sectores industrial y terciario.
2. El objetivo de la E4 para cogeneración es el desarrollo del potencial de cogeneración de alta eficiencia así como la mejora de la eficiencia de las cogeneraciones.
3. Se ha realizado un importante esfuerzo legislativo (RD 661/2007, RD 616/2007, RDL 7/2006) y se haya en ejecución medidas de promoción del Plan de Acción 2005 - 2007.
4. Planificación en futuro inmediato: Plan de Acción 2008 - 2012 de la E4 orientado al desarrollo del potencial de cogeneración:
 - Norma de interconexión a red de cogeneraciones de pequeña potencia
 - Incorporación de nuevas medidas para la promoción de microcogeneraciones
5. La experiencia adquirida en los proyectos de microcogeneración en Colmenar Viejo permitirán diferenciar las tecnologías de microcogeneración en sistemas que actualmente no la utilizan y de acuerdo con las alternativas previstas en el Plan de Acción 2008- 2012 y contribuyendo al ahorro de Energía Primaria y reducción de emisiones.