

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sist. de Telecomunicación)

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

# “Proyecto de un hogar digital en pro de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables”

**TRABAJO FINAL DE CARRERA**

Autor/es:

**Juan Bautista Monmeneu Martí**

Director/es:

**Vicente Llario SanJuan**

**Fernando Boronat Seguí**

**GANDIA, 2011**



# PARTE I

## SITUACIÓN ACTUAL

<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. ANÁLISIS DEL MOMENTO ACTUAL</b>	<b>3</b>
1.1 MARCO EDUCATIVO	3
1.2 ENTORNO LABORAL	9
1.2.1. Sectores	10
1.3 CONCLUSIONES	15
<b>2. DESARROLLO SOSTENIBLE</b>	<b>18</b>
2.1 ESTRATEGIA EUROPEA DE DESARROLLO SOSTENIBLE	21
2.2 ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE DESARROLLO SOSTENIBLE	25
<b>3. CONTEXTO MEDIOAMBIENTAL</b>	<b>29</b>
3.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL. EL CAMBIO CLIMÁTICO	29
3.1.1. Estrategia en el ámbito del cambio climático	31
3.2 ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES	34
3.2.1. Instrumentos de mercado en favor del medioambiente	34
3.2.2. Séptimo programa Marco	35
3.3 SITUACIÓN MEDIOAMBIENTAL ESPAÑOLA	37
3.3.1. Estructura política	40
3.3.2. Actuaciones ante el cambio climático	42
3.3.2.1. Mecanismos de Flexibilidad	43
3.3.2.2. Estrategia española de cambio climático y energía limpia	45
3.3.2.3. Líneas estratégicas de lucha contra el cambio climático	49
3.3.2.4. Plan Nacional de Adaptación al cambio climático	51
3.3.2.4. Plan Nacional de I+D+i sobre el clima	53

<b>4. CONTEXTO ENERGÉTICO</b>	<b>55</b>
4.1. POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UE.	61
4.1.1. Integración del medioambiente a la política energética de la UE	65
4.2.2. Seguridad del abastecimiento energético	66
4.2.3. Mercado interior de la energía	67
4.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA	71
4.2.1. PLAN DE ACCIÓN PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (2007 – 2012)	74
4.3. ENERGÍAS RENOVABLES	76
4.3.1. PROGRAMA DE TRABAJO DE LAS FER	78
4.3.2. FOMENTO DEL USO DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTE RENOVABLES	79
4.3.3. PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	80
4.3.3.1. Plan estratégico europeo de tecnología Energética	81
4.3.3.2. Programa Energía Inteligente- Europa	82
<b>5. CONTEXTO ENERGÉTICO ESPAÑOL</b>	<b>83</b>
5.1 POLÍTICA ENERGÉTICA	85
5.1.1. Acción estratégica sobre cambio climático y energía limpia	88
5.2 MERCADO ENERGÉTICO ESPAÑOL	92
5.2.1. Estructura mercado. Comercialización, Distribución, Producción	93
5.2.2. Agentes de los mercados	95
5.2.3. Tipos de mercado	97
5.2.4. Operador de Mercado y Operador de Sistema	100
5.2.5. Regulador	101
5.2.6. Productores	102
5.2.7. Consumidores	107
5.2.8. Tarifas	109
5.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA	116
5.3.1. Estrategia de ahorro y eficiencia energética	121
5.3.2. Plan de acción 2008 – 2012	123
5.3.3. Plan de Activación del Ahorro y Eficiencia Energética	127
5.4 ENERGÍAS RENOVABLES	129
5.4.1. Real Decreto 1565/2010 y Real Decreto Ley 14/2010	134
5.4.1. Producción y autoconsumo de Energías Renovables	137
5.4.2. Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011 – 2020	140

# PARTE II

## TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

<b>1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	<b>144</b>
1.1 RADIACIÓN SOLAR	144
1.1.1. Efecto fotovoltaico	150
1.2 CÉLULA SOLAR	152
1.2.1. Tipos de células	155
1.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	157
1.3.1. Módulo fotovoltaico	158
1.3.2. Inversor	161
1.3.3. Acumulador	166
1.3.4. Regulador de carga	172
1.3.5. Cableado	174
1.3.6. Cajas de conexiones	175
1.3.7. Interruptor de continua	175
1.3.8. Protecciones	176
1.3.9. Estructuras	178
1.4 MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	179
1.4.1. Dimensionado	179
1.4.2. Sección del cable y Caídas de Tensión	183
1.4.3. Cálculo de pérdidas	184
1.4.4. Puesta a Tierra	186
<b>2. ELECTRICIDAD</b>	<b>190</b>
2.1 REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	190
2.1.1. Artículos del REBT	190
2.1.2. ITCs	194
2.1.3. Códigos IP, IK	218

<b>3. DOMÓTICA</b>	<b>221</b>
3.1 ANÁLISIS DEL ENTORNO	223
3.2 APLICACIONES	228
3.3 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA	230
3.3.1. Red Domótica	232
3.3.2. Dispositivos	234
3.3.3. Características	237
3.3.4. Medios de transmisión	239
3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS	240
3.4.1. Protocolos	242
3.4.1.1 KNX	249
3.5 MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA	251
3.5.1. Preestudio	251
3.5.2. Instalación	257
3.5.3. Entrega	260

# PARTE III

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES

<b>1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>264</b>
<b>2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>266</b>
2.1    NORMAS	266
2.2    CIRCUITOS	267
2.3    CABLEADO Y CANALIZACIONES	271
2.4    PROTECCIONES	273
2.5    PRESUPUESTO	277
<b>3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE SUMINISTRO</b>	<b>278</b>
3.1    UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS	278
3.2    DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	280
3.3    ESTRUCTURAS	292
3.4    CABLEADO Y CANALIZACIONES	295
3.5    PROTECCIONES	297
3.6    PRESUPUESTO	300
<b>4. INSTALACIÓN DOMÓTICA</b>	<b>301</b>
4.1    CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION	305
4.2    ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES	310
4.3    PRESUPUESTO	319

## **ANEXOS**

ANEXO 1. ITC-BT-01.

ANEXO 2. ITC-BT-02.

ANEXO 3. FICHAS TÉCNICAS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

ANEXO 4. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

## **PLANOS**

PLANO 0. PLANTA Y PERFIL DEL EDIFICIO

PLANO 1. INSTALACIÓN ELECTRICA DE DISTRIBUCIÓN

PLANO 2. DISTRIBUCIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

PLANO 3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE SUMINISTRO

PLANO 4. INSTALACIÓN DOMÓTICA

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

## BLOQUE 1

Gráfico 1. Opinión de los universitarios en formación vs. Entorno laboral	5
Gráfico 2. Opinión de los universitarios sobre necesidades formativas	6
Gráfico 3. Opinión de los universitarios funciones del puesto de trabajo	6
Gráfico 4. Opinión de los universitarios ante la formación post-universitaria	6
Gráfico 5. Sectorización laboral del ITT	9
Gráfico 6. Evolución del equipamiento TIC en viviendas	11
Gráfico 7. Intensidad energética primaria en España vs. UE	26
Gráfico 8. Intensidad energética final en distintos países de la UE	26
Gráfico 9. Previsión de las emisiones, según las medidas adoptadas	37
Gráfico 10. Nivel de Emisiones en España	38
Gráfico 11. Evolución en la Producción e Importación de energía primaria	56
Gráfico 12. Producción y consumo de Energía Primaria según su origen	56
Gráfico 13. Evolución de la Producción de Energía Primaria según Origen	57
Gráfico 14. Evolución de la Intensidad energética en la UE	59
Gráfico 15. Consumo de Energía final por sectores	71
Gráfico 16. Consumo de E. primaria por sectores - Consumo de E. final por origen	83
Gráfico 17. Porcentaje de importaciones de Energía primaria en España	84
Gráfico 18. Evolución de la potencia neta disponible en España por tipo de tecnología	92
Gráfico 19. Evolución de la producción de electricidad en España por tipo de tecnología	92
Gráfico 20. Comparativa de cuotas de producción por agente titular	96
Gráfico 21. Evolución de participación de la demanda en el mercado liberalizado por Consumidor	99
Gráfico 22. Mix tecnológico de generación de las principales empresas	102
Gráfico 23. Potencia neta disponible en España	103
Gráfico 24. Balance de Compra-Venta de las empresas eléctricas	104
Gráfico 25. Porcentaje de clientes	105
Gráfico 26. Porcentaje de capacidad instalada	106
Gráfico 27. Producción neta de electricidad	106
Gráfico 28. Reparto de energía consumida por categoría de consumidor	107
Gráfico 29. Comparación de tarifas eléctricas de consumo doméstico en países europeos	113
Gráfico 30. Opinión de los consumidores sobre la eficiencia energética	119
Gráfico 31. Opinión de los consumidores sobre el precio de la energía de fuentes Renovables	119
Gráfico 32. Análisis de escenarios del Plan de Acción 2008-2012	124
Gráfico 33. Reparto porcentual del origen de fondos públicos	125
Gráfico 34. Reparto porcentual de la aplicación sectorial de los recursos públicos	126
Gráfico 35. Evolución de la potencia instalada en el régimen especial en España	129
Gráfico 36. Estructura de generación eléctrica en España	130
Gráfico 37. Consumo de energía primaria por fuentes en España	130
Gráfico 38. Porcentaje de Evolución del crecimiento de la demanda de electricidad	131
Gráfico 39. Generación de enero a julio del 2011	131
Gráfico 40. Variación de la tarifa fotovoltaica en España	135
Gráfico 41. Cruce de la tarifa fotovoltaica con el precio de la electricidad	135
Gráfico 42. Evolución de la producción eléctrica bruta en el escenario de eficiencia energética adicional	140
Gráfico 43. Estimación de la generación eléctrica previsible de cada tecnología renovable en España	141

## **BLOQUE 2**

Gráfico 44. Irradiancia diaria en Junio y en Enero	146
Gráfico 45. Horas solares Pico	148
Gráfico 46. Curva característica de la célula solar	153
Gráfico 47. Eficiencia del inversor	162
Gráfico 48. Mapa de sombras	184
Gráfico 49. Mapa de Pérdidas por orientación	185
Gráfico 50. Valores de K	187

## **BLOQUE 3**

Gráfico 51. Curva de corte en interruptores automáticos	274
Gráfico 52. Ángulos óptimos de inclinación mensuales	282

# ÍNDICE DE FIGURAS

## BLOQUE 1

Figura 1. Estructura institucional de coordinación propuesta en el PNACC	51
Figura 2. Objetivos de una política energética	83
Figura 3. Esquema del mercado de la electricidad	95
Figura 4. Transacciones de los Agentes de Mercado	96
Figura 5. Esquema de operaciones en el mercado eléctrico español	97
Figura 6. Sobre los precios con discriminación horaria	110
Figura 7. Desglose del coste de la electricidad	112
Figura 8. Evolución temporal de los Planes de la E4	123
Figura 9. Evolución temporal del apoyo a la fotovoltaica en España	136

## BLOQUE 2

Figura 10. Aprovechamiento natural de la radiación solar	144
Figura 11. Aprovechamiento actual de la radiación solar	144
Figura 12. Mapa mundial de Irradiación solar	146
Figura 13. Geometría Solar	147
Figura 14. Circuito equivalente y curva de la célula solar	151
Figura 15. Célula solar	152
Figura 16. Tipos de células solares	155
Figura 17. Instalación fotovoltaica aislada	157
Figura 18. Tipos de Módulos fotovoltaicos	158
Figura 19. Inversores de conexión a red	164
Figura 20. Inversores conexión aislada	165
Figura 21. Esquema de conexión serie de un regulador	173
Figura 22. Esquema de conexión paralelo de un regulador	173
Figura 23. Esquema de distribución tipo TN-S	201
Figura 24. Esquema de distribución tipo TN-C	202
Figura 25. Esquema de distribución tipo TN-C-S	202
Figura 26. Esquema de distribución tipo TT	202
Figura 27. Esquema de distribución tipo IT	203
Figura 28. Esquema de Instalación de Enlace para un solo usuario	204
Figura 29. Automatización y control del hogar digital	230
Figura 30. Redes de una instalación	231
Figura 31. La pasarela residencial une las redes internas con las externas	232
Figura 32. Topología KNX	250

## BLOQUE 3

Figura 33. Instalación de suministro y de distribución	264
Figura 34. Plano de ubicación	278
Figura 35. Imagen del horizonte	278
Figura 36. Regulador de carga	286
Figura 37. Inversor	286
Figura 38. Esquema de red de suministro	287
Figura 39. Esquema de distribución de la red de suministro	289
Figura 40. Esquema de conexionado del Regulador	290
Figura 41. Esquema de conexionado del inversor	290
Figura 42. Modelos de Estructuras monoaxiales	292
Figura 43. Diagrama de Fuerzas	293
Figura 44. Anclaje para las estructuras de los módulos	293
Figura 45. Esquema eléctrico unifilar	299
Figura 46. Dispositivos de alumbrado de bajo consumo	301
Figura 47. Modelo de etiqueta energética	302
Figura 48. Entradas y salidas de la gestión domótica de la electricidad	306
Figura 49. Estados de la gestión domótica de la electricidad	308
Figura 50. Sistema inalámbrico de medida de temperatura y consumo	311
Figura 51. Sistema de control de iluminación y climatización integrado en sistemas de control KNX	313
Figura 52. Sistema eSolar	315

# ÍNDICE DE TABLAS

## BLOQUE 1

Tabla 1. Internet en hogares y compras a través de Internet	11
Tabla 2. Áreas de Actuación de la EECCEL, respecto al Cambio Climático	47
Tabla 3. Áreas de Actuación de la EECCEL, respecto a Energía Limpia	47
Tabla 4. Plan de Medidas urgentes en relación con la E4	48
Tabla 5. Fallos e intervenciones en el mercado interior de la energía	67
Tabla 6. Ventajas e Inconvenientes de la armonización de las normativas a escala europea	77
Tabla 7. Cuotas de mercado en el mercado total de generación eléctrica	103
Tabla 8. Cuotas de generación eléctrica del Régimen Ordinario y Especial en 2008	103
Tabla 9. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en términos de energía Suministrada	105
Tabla 10. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en términos de clientes	105
Tabla 11. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en los segmentos libre y regulado en términos de energía suministrada	105
Tabla 12. Comparativa entre empresas eléctricas	106
Tabla 13. Tarifa eléctrica en consumidor de 3.000 kWh/año	113
Tabla 14. Tarifa eléctrica en consumidor de 8.000 kWh/año	114
Tabla 15. Tarifas eléctricas en consumidor de 9.000 kWh/año	114
Tabla 16. Tarifas eléctricas en consumidor de 10.000 kWh/año	115
Tabla 17. Tarifas eléctricas en consumidor de 15.000 kWh/año	115
Tabla 18. Atención de los consumidores a la energía que consume un producto	120
Tabla 19. Tasas medias de los escenarios analizados, en energía primaria	124
Tabla 20. Objetivos sectoriales en el periodo 2008-2012, en ahorro y reducción de Emisiones	124
Tabla 21. Resumen de medidas y actuaciones por tipología y sectores	125
Tabla 22. Numero de medidas del Plan de Activación Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, según Líneas de Actuación	127
Tabla 23. Plan de Activación 2008-2011. Principales Medidas	128

## BLOQUE 2

Tabla 24. Tipos de suelo y albedo	148
Tabla 25. Pérdidas por Radiación solar incidente	152
Tabla 26. Estado de carga de un vaso con su tensión y con la densidad del electrolito	169
Tabla 27. Caídas de tensión asumibles	183
Tabla 28. Resistividad del terreno	187
Tabla 29. Clasificación de instalación según tensión nominal	191
Tabla 30. Tipo de instalaciones eléctricas	198
Tabla 31. Tipo de acometida en función del sistema de instalación	203
Tabla 32. Relación entre secciones y tubos	206
Tabla 33. Clasificación de los receptores	213
Tabla 34. Grados de protección IP indicados por la primera cifra característica	219
Tabla 35. Grados de protección indicados por la segunda cifra característica	219
Tabla 36. Descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales	219
Tabla 37. Grados de protección IK	220
Tabla 38. Ejemplos de tipos de sensores, sistemas de control y actuadores domóticos	235
Tabla 39. Ventajas e inconvenientes de los sistemas por tipología	240

**BLOQUE 3**

Tabla 41. Listado de posibles cargas en una vivienda	267
Tabla 42. Listado de cargas de iluminación	268
Tabla 43. Potencias previstas en cada circuito	268
Tabla 44. Estancias, circuitos y puntos de utilización	270
Tabla 45. Parámetros de caracterización de los circuitos	271
Tabla 46. Intensidades nominales del interruptor general automático	273
Tabla 47. Tipo de protecciones y normas UNE	273
Tabla 48. Cargas y energía consumida diaria	280
Tabla 49. Irradiación solar en Valencia	282
Tabla 50. Irradiación mensual con ángulo óptimo en Valencia	283
Tabla 51. Irradiación mensual con ángulo más equitativo	284
Tabla 52. Irradiación para inclinación de 30° y 50°	285
Tabla 53. Especificaciones del regulador	288
Tabla 54. Características de las baterías	291
Tabla 55. Presión de viento dinámico (N/m <sup>2</sup> )	292
Tabla 56. Secciones de cables por tramos	296
Tabla 57. Elementos domóticos por líneas	316
Tabla 58. Elementos domóticos por estancias	317

## REFERENCIAS

- [1] Perfil del Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones. COITT.  
[http://www.aneca.es/var/media/151120/libroblanco\\_telecomunicaciones.pdf](http://www.aneca.es/var/media/151120/libroblanco_telecomunicaciones.pdf)
- [2] Estadísticas del INE sobre *Equipamiento y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en los hogares*.  
<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t25/p450/e01/&file=pcaxis>
- [3] Aprobación del nuevo reglamento de ICT en el que entra a formar parte los servicios que complementan el "Hogar Digital"  
[http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?id=BOE-A-2011-5834](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2011-5834)
- [4] Estadísticas en relación a la Energía realizadas por eurostat.  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>
- [5] "Quinta comunicación nacional de España" de la convención Marco de Naciones Unidas.  
[http://unfccc.int/resource/docs/natc/esp\\_nc5.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/natc/esp_nc5.pdf)
- [6] "Plan de Acción 2008-2012". MITYC e IDAE.  
<http://www.mityc.es/es-ES/Documentacion/DocumInteres/plan20082012.pdf>
- [7] "Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático", MARM.  
<http://www.marm.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/iniciativas-en-el-ambito-nacional/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/default.aspx>
- [8] "Informe del Sistema Eléctrico español", Red Eléctrica Española, 2010.  
[http://www.ree.es/sistema\\_electrico/pdf/infosis/Inf\\_Sis\\_Elec\\_REE\\_2010.pdf](http://www.ree.es/sistema_electrico/pdf/infosis/Inf_Sis_Elec_REE_2010.pdf)
- [9] "Informe del mercado eléctrico" OMEL, 2008.  
<http://www.omel.es/es/pdfs/Memoria2008.pdf>
- [10] "La Energía en España", MITYC secretaría de estado de la energía, 2010.  
[http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_Espana\\_2010\\_2ed.pdf](http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_Espana_2010_2ed.pdf)
- [11] "Descripción del funcionamiento del MIBEL". Por el consejo regulador del MIBEL, 2009.  
[http://www.cne.es/cne/doc/mercados/Estudio\\_MIBEL\\_ES.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/mercados/Estudio_MIBEL_ES.pdf)
- [12] "Evolución del Mercado de Energía Eléctrica", OMEL, 2011.  
[http://www.omie.es/files/informe\\_mensual\\_ene\\_2011.pdf](http://www.omie.es/files/informe_mensual_ene_2011.pdf)
- [13] "Análisis de las ofertas de suministro de gas y electricidad, para los consumidores domésticos en el mercado liberalizado", CNE dirección de gas y de Energía Eléctrica, 2009  
[http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/30112009MercadoMin\\_SupervOofertasV2.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/30112009MercadoMin_SupervOofertasV2.pdf)
- [14] "Attitudes towards Energy", Special Eurobarometer, European Commission, January 2006,  
[http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_247\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_247_en.pdf)
- [15] "Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004 – 2012", MITYC, 2003.  
<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Documents/AprobacionEstrategia.pdf>
- [16] "La Energía en España", MITYC secretaría de estado de la energía, 2008.  
[http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA\\_2008.pdf](http://www.mityc.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/ENERGIA_2008.pdf)
- [17] "Estadísticas eléctricas mensuales", MITYC, 2011.  
<http://www.mityc.es/energia/balances/Publicaciones/ElectricasMensuales/Paginas/ElectricasMensuales.aspx>
- [18] "Informe de ASIF: Hacia el crecimiento sostenido de la fotovoltaica en España", ASIF 2011.  
<http://asif.org/descargas/?did=790>

- [19] "Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER)", MITyC e IDAE, 2010.  
[http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Documents/20100630\\_PANER\\_Espana\\_version\\_final.pdf](http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Documents/20100630_PANER_Espana_version_final.pdf)
- [20] Imagen perteneciente al grupo 3Tier. <http://gaiasolep.com/>
- [21] "Mapa interactivo del sistema de información geográfico de fotovoltaica", Comisión Europea JRC.  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [22] Alfa Desarrollo "Energía Solar" Ed. FEMEVAL, 2009.
- [23] Página de inversores centrales, Web de Solarmax.  
<http://www.solarmax.com/es/es/productos/inversores-centrales>
- [24] Página de inversores de ramas, Web de DIEHL  
<http://www.diehl.com/en/diehl-controls/photovoltaics/string-inverters.html>
- [25] "R.D. 842/2002, por el que se aprueba el REBT", MITyC, 2002.  
<http://www.boe.es/boe/dias/2002/09/18/pdfs/C00001-00211.pdf>
- [26] CEDOM "Cuaderno de divulgación Domótica" Ed. AENOR, 2008
- [27] "Hogar Digital. Introducción", Web CASADOMO Canales.  
<http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=9&m=15&idm=15&pat=14&n2=14>
- [28] "Datos de Irradiación Solar, PVGIS", Comisión Europea, JRC.  
<http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php>
- [29] "Regulador-Seguidor MPPT". Web de Atersa, Productos.  
<http://www.atersa.com/datosproductos.asp?param=57>
- [30] "Sunny Island 5048", Web de SMA-Ibérica Productos  
<http://www.sma-iberica.com/es/productos/inversor-aislado/sunny-island-5048-5048-us.html>
- [31] "Ficha Técnica del Sunny Island 5048", Web de SMA-Ibérica Productos  
[http://files.sma.de/dl/5612/SI5048\\_5048U-DES103520W.pdf](http://files.sma.de/dl/5612/SI5048_5048U-DES103520W.pdf)
- [32] "Manual de Instalación y funcionamiento", Web de Atersa. Productos  
<http://www.atersa.com/img/2011121103946.pdf>
- [33] "Catálogo de Baterías Estacionarias", Web de TAB Productos.  
<http://www.tab.com.es/Documentos/Opzs/Catalogo.pdf>
- [34] Artículo "Cálculo con ciertas incógnitas" páginas 70 - 125, de la Revista Photon Nº 10/2009.
- [35] "Control de Iluminación", página Web de MECCEL, I+D+i.  
[http://www.mecel.es/d\\_contiluminacion.htm](http://www.mecel.es/d_contiluminacion.htm)
- [36] "eSolar", Web de Enerpoint. Monitoraje de plantas fotovoltaicas  
[http://www.enerpoint.es/es/products\\_detail.php?id\\_cat=12&id\\_marca=16](http://www.enerpoint.es/es/products_detail.php?id_cat=12&id_marca=16)

## WEBS CONSULTADAS:

[www.abb.es](http://www.abb.es)  
[www.asif.org](http://www.asif.org)  
[www.aven.es](http://www.aven.es)  
[www.casadomo.com](http://www.casadomo.com)  
[www.cne.es](http://www.cne.es)  
[www.domoticaviva.com](http://www.domoticaviva.com)  
<http://ec.europa.eu>  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)  
[www.energiaysociedad.es](http://www.energiaysociedad.es)  
[www.eon-espana.com](http://www.eon-espana.com)  
[www.eseficiencia.es](http://www.eseficiencia.es)  
<http://eur-lex.europa.eu>  
[www.futurasmus-knxgroup.es](http://www.futurasmus-knxgroup.es)  
[www.gasnaturalfenosa.com](http://www.gasnaturalfenosa.com)  
[www.hcenergia.com](http://www.hcenergia.com)  
[www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)  
[www.idae.es](http://www.idae.es)  
[www.iea.org](http://www.iea.org)  
[www.ine.es](http://www.ine.es)  
[www.konnex.org/es](http://www.konnex.org/es)  
[www.mityc.es](http://www.mityc.es)  
[www.omie.es](http://www.omie.es)  
[www.solarweb.net](http://www.solarweb.net)  
[www.schneider.es](http://www.schneider.es)  
[www.voltimum.es](http://www.voltimum.es)  
[www.xantrex.com](http://www.xantrex.com)

## BIBLIOGRAFÍA

- García Pascual, Antoni y Alabern Morera, Xavier *“Instalaciones eléctricas de acuerdo con el REBT del RD 842/2002”*. Ed. Marcombo, 2005.
- Huidobro Moya, José M. y Millán Tejedor, Ramón J. *“Domótica. Edificios Inteligentes”*. Ed. Creaciones copyright, 2005.
- Alfa Desarrollo *“Energía Solar”* Ed. FEMEVAL, 2009.
- Pareja Aparicio, Miguel *“Energía Solar Fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada”* Ed. Marcombo, 2009.

**BLOQUE 1.**

**SITUACIÓN ACTUAL**

## 0. INTRODUCCION

Nuestra evolución va ligada a la capacidad que tiene el ser humano de extraer la energía del planeta y transformarla para aumentar el desarrollo tecnológico. El momento actual forma la base de nuestra futura evolución. Y ¿cual va a ser esa evolución, cuando el momento actual refleja, una realidad sobre el agotamiento de los recursos naturales y un cambio climático del cual no podemos conocer cuales serán sus consecuencias?

La búsqueda de la mejora del nivel de vida basada en un crecimiento económico desligado de toda preocupación medioambiental está condenada al fracaso, pues genera una degradación del medio ambiente que, nos afecta disminuyendo la calidad de vida. Por ello, frente a un crecimiento económico puramente “cuantitativo”, es necesario oponer un concepto de desarrollo económico “cualitativo” y “sostenible”, que permita aumentar el nivel de vida de las generaciones presentes y futuras.

Tres pilares deberán cimentar este desarrollo:

- Económico (sin generación de riqueza no hay desarrollo)
- Medioambiental (dañar el medio ambiente condiciona el desarrollo futuro)
- Social (sólo es sostenible el desarrollo que beneficia a toda la sociedad).

Por otra parte, no podemos pensar que solamente nosotros (con nuestra mentalidad) poblan este planeta. Tenemos una serie de problemáticas globales que son observadas desde distintos puntos de vista. El cambio climático nos afectara a todos pero no todos tienen los medios, o deseo de utilizarlos, para reducir sus efectos. Tenemos la responsabilidad de indicar a los países que se encuentran menos desarrollados, en pleno crecimiento, el camino a seguir para crecer haciendo un uso responsable de los recursos naturales que disponemos.

Incomodas verdades como el cambio climático. Guerras por la energía de los países en desarrollo. Crisis financieras; que permite adaptar los mercados y crear nuevas oportunidades. Un marco regulatorio aun por delimitar. Una reforma educacional; Bolonia. Emergentes salidas profesionales; como la domótica. Un sector en crecimiento; la fotovoltaica. El ahorro y eficiencia energética. Son las motivaciones de este proyecto.

## Objetivos

El presente trabajo manifiesta una serie de problemáticas (ambientales, energéticas, regulatorias, educacionales), y ofrece una solución existente pero no suficientemente extendida, motivando un cambio de mentalidad orientado a que las personas conozcan el valor de la energía y la obligación de hacer un uso eficiente.

Se plantea el cambio de mentalidad en el uso de fuentes de energía renovables de un punto de vista de beneficio económico a un beneficio medioambiental. Las pequeñas instalaciones individuales provenientes de energías renovables, al verter su producción obtienen un beneficio económico (o una casación entre energía vertida y consumida), pero habitualmente no se plantea la posibilidad que esa energía sirva únicamente de autoabastecimiento con la recompensa medioambiental que conlleva generar electricidad a partir de fuentes de energía renovables.

Además, ante las limitaciones de este tipo de producción, utilizar un sistema domótico que se encargue de racionalizar los consumos. Atendiendo a criterios de estimación de energía producida y consumida, criterios de hábitos del usuario de la vivienda.

En un primer capítulo, se analiza el momento actual político, legislativo, normativo y social sobre la energía, a un nivel Europeo y Nacional. En el cual se observa la preocupación que supone el actual modelo energético, los esfuerzos y las tendencias hacia la motivación, concienciación y aplicación del incremento de generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, así como de la eficiencia energética.

Se analiza en un primer momento la situación del ingeniero Técnico en Telecomunicaciones en su formación y perfil laboral, para mostrar las posibilidades que puede abarcar en el desarrollo del futuro energético en la sociedad. A continuación se estudian las políticas medioambientales y energéticas que manifiestan la situación insostenible del actual modelo energético. Fomentando el desarrollo de tecnologías que permitan el uso de alternativas energéticas y un uso responsable.

En el segundo capítulo se desarrollan los campos que implican el proyecto (energía solar fotovoltaica, electricidad y domótica). Se estudian sus fundamentos, evolución, características, aplicaciones y estructura. En cada apartado independientemente, se muestran los principios básicos de cada una de las ciencias que se aplican y/o de las normas que se deben cumplir al ser utilizadas.

Por último, proporciona un ejemplo de una toma de decisiones y un desarrollo de las distintas fases de ejecución de los proyectos que comprenden para una vivienda residencial de unas características tipo. Se incorporan los conocimientos adquiridos en cuestiones fotovoltaicas, eléctricas y domóticas.

Se pretende poner de manifiesto la posibilidad de tener una vivienda con una instalación generadora de electricidad con fuente solar fotovoltaica, dotada de una instalación eléctrica de distribución, a la cual se le incorpora un sistema domótico, que otorga de inteligencia y automatización a la instalación, y permita al usuario reducir el consumo, y adaptar sus hábitos de consumidor a sus posibilidades generadoras.

# 1. ANALISIS DEL MOMENTO ACTUAL

## 1.1. MARCO EDUCATIVO.

Desde hace varios años la Comunidad Europea viene trabajando para dar respuesta a los impactos económicos y socioculturales derivados de la globalización, junto al avance de la Sociedad del Conocimiento y la innovación. El conocimiento ha pasado a ser un nuevo e importante factor de producción que ha provocado el surgimiento de la Economía del Conocimiento que, en estrecha relación con el auge de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), modifica los mercados laborales y las estructuras socio-culturales.

Paralelamente, la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), junto al espacio de Investigación, forma parte de un proyecto de la Europa del Conocimiento, una comunidad integrada y multicultural. La diversidad no debe suponer una barrera, debe ser aprovechada por todos para sentirse verdaderos ciudadanos europeos, capaces de comprender y asimilar otras culturas, capaces de comunicarse en otras lenguas, capaces de moverse libremente en ese espacio europeo común.

Con la *Declaración de Bolonia*, firmada en junio de 1999, por 29 estados europeos, se le da impulso a la colaboración en la garantía de la calidad de la enseñanza, con el objetivo de diseñar criterios y metodologías comparables, consistente en:

- La adopción de un sistema comparable de titulaciones, mediante un **Suplemento Europeo al Título (SET)**<sup>1</sup>.
- Sistema basado en **dos ciclos principales**:
  - grado (con una duración mínima de tres años)
  - postgrado, (compuesto por dos niveles: master o doctorado)
- El sistema de créditos, como el **sistema ECTS**<sup>2</sup>, que favorezca la movilidad.
- La promoción de la cooperación Europea para asegurar un nivel de **calidad** para el desarrollo de criterios y metodologías comparables.
- La promoción de la **movilidad** y supresión de obstáculos para el ejercicio libre por los estudiantes, profesores y personal administrativo de las universidades y otras Instituciones de enseñanza superior europea.
- La promoción de una necesaria dimensión europea en la educación superior y el **desarrollo curricular**.

El Proceso de Bolonia es un proceso voluntario **de reforma de los estudios universitarios**. Se trata de un proceso intergubernamental con participación de universidades, estudiantes, la Comisión Europea y otras organizaciones. Participan países sin una estructura política común, y por tanto, no se han introducido, referencias a ningún tema legal, estatutario, financiero, de tasas, de modelo organizativo institucional, etc.

---

<sup>1</sup> R.D. 1044/2003. Establece el procedimiento para la expedición por las universidades del SET.

<sup>2</sup> R.D. 1125/2003. Establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

Con el Suplemento Europeo al Título (SET) se otorga validez comunitaria al currículum académico. Consiste en un anexo a la titulación universitaria en el que se detallan: materias cursadas, idiomas impartidos, créditos realizados, competencias adquiridas, resultados académicos y cualificación profesional del graduado, master o doctorado.

Según el modelo elaborado por la Comisión Europea, el Consejo de Europa y UNESCO/CEPES (Centro Europeo para la Enseñanza Superior), el SET ha de contener:

- Datos del estudiante.
- Información de la titulación.
- Información sobre el nivel de la titulación.
- Información sobre el contenido y resultados obtenidos.
- Información sobre la función de la titulación.
- Información adicional.
- Certificación del suplemento.
- Información sobre el sistema nacional de educación superior.

El SET facilita el reconocimiento de créditos en las diferentes universidades europeas y, al mismo tiempo, acreditan las capacidades adquiridas por el estudiante ante posibles empleadores de cualquier organización en Europa.

Si ya se tiene el título universitario de un plan anterior a Bolonia, no debe preocupar su **absoluta vigencia y validez**. Cualquier legislación aprobada por el Gobierno para la construcción del EEES no afectará a los efectos académicos o profesionales de las titulaciones.

Se puede acceder al **Doctorado**, desde una **Licenciatura, Arquitectura o Ingeniería**, directamente si se está en posesión del Diploma de Estudios Avanzados o suficiencia investigadora, o siendo Master Universitario. Desde una **Diplomatura, Arquitectura Técnica o Ingeniería Técnica**, queda sometido a la regulación general de acceso a las enseñanzas de Doctorado en su fase formativa.

Para el acceso al **Master universitario**, desde una **Licenciatura, Arquitectura o Ingeniería**, se tiene la posibilidad que la universidad reconozca créditos (dentro de las mismas competencias) que no sean cursados en el Master. Desde una **Diplomatura, Arquitectura Técnica o Ingeniería Técnica**, cabe la posibilidad que la Universidad exija una formación adicional que complete competencias y conocimientos para ser admitido en el plan de estudios del Master solicitado.

Para acceder a un Grado universitario, la Universidad está obligada a incluir previsiones de **reconocimiento y transferencia de créditos** para titulados anteriores a la reforma en todos sus planes de estudio. Si se plantea la necesidad de cursar más créditos para alcanzar la titulación pretendida, eso no supondrá en modo alguno menoscabo de las competencias y atribuciones profesionales.

Por otro lado, la opción de querer desarrollar las competencias en el extranjero implica la convalidación u homologación del título.

Dentro de este marco de adaptación educativo de carácter continental, un estudio del Perfil del Ingeniero Técnico de Telecomunicación realizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, recoge los aspectos más significativos vinculados con el proyecto ANECA.

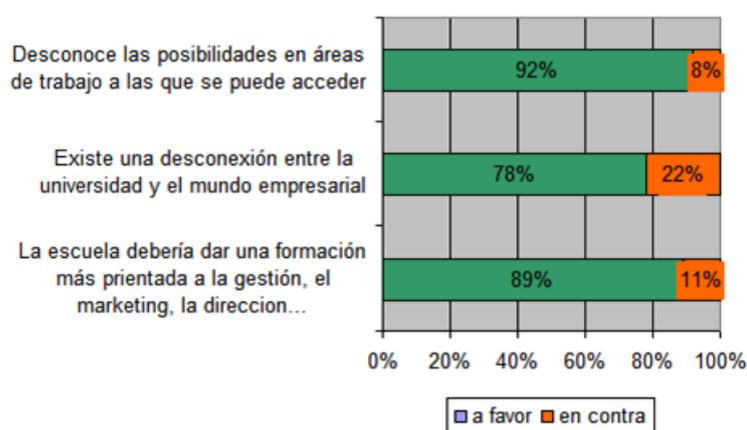
Concretamente, se ha considerado todo lo que tiene que ver con el perfil profesional del Ingeniero Técnico de Telecomunicación, y la valoración que éste hace de la formación recibida en la universidad.

La exposición de este estudio se descompone en una serie de competencias:

En relación con las distintas **actividades más** frecuentemente **realizadas** por los ITT destacan: proyectos (ingeniería de proyectos, diseño, desarrollo, etc.) y producción (control de calidad, control de procesos). Se analiza la relación o independencia del perfil profesional del ITT frente a **otras titulaciones afines**, como las ingenierías industriales y la informática. Concluyendo:

- los ingenieros industriales orientan su formación a los procesos de control electrónico de potencia, mientras que los de telecomunicación estamos más especializados en el tratamiento de señales de baja intensidad.
- los informáticos, su especialización se dirige sobretudo a la parte software, y a los grandes ordenadores, mientras que la especialización del IT está más orientada al hardware y su programabilidad.

Respecto las **áreas formativas** en las que los IT se sienten más deficitarios, son: “Dirección, Organización y Gestión”, “Planificación y Operación de Sistemas de Telecomunicación”, “Gestión de Redes” e “Ingeniería del Software y Protocolos”.



Fuente COITT. Elaboración propia.

Gráfico 1. Opinión de los universitarios sobre formación vs. Entorno laboral [1]

Una mayoría de los ingenieros piensan que los **conocimientos adquiridos** no se adecuan a las necesidades que han tenido en los puestos que han ocupado a lo largo de su carrera profesional.

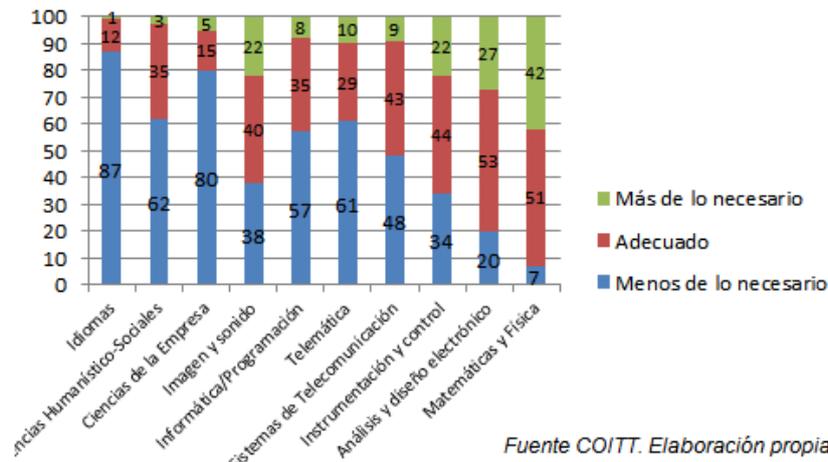


Gráfico 2. Opinión de los universitarios sobre necesidades formativas [1]

A la pregunta, ¿Los conocimientos adquiridos en la carrera se adecuaban a las funciones exigidas en el puesto de trabajo? Estos fueron los resultados:

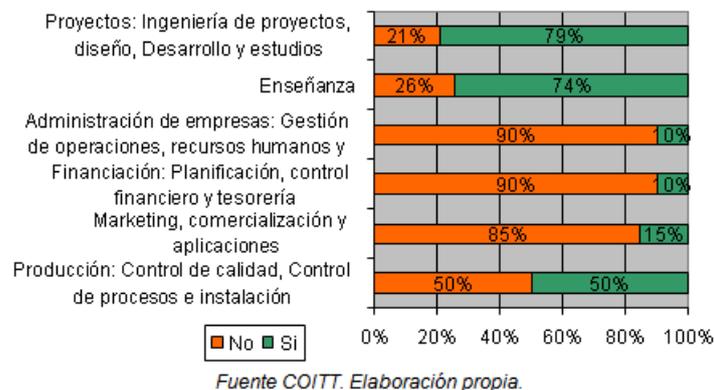


Gráfico 3. Opinión de los universitarios funciones del puesto de trabajo [1]

La gran mayoría de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación siguen estudiando una vez terminada la carrera. La tendencia más habitual:

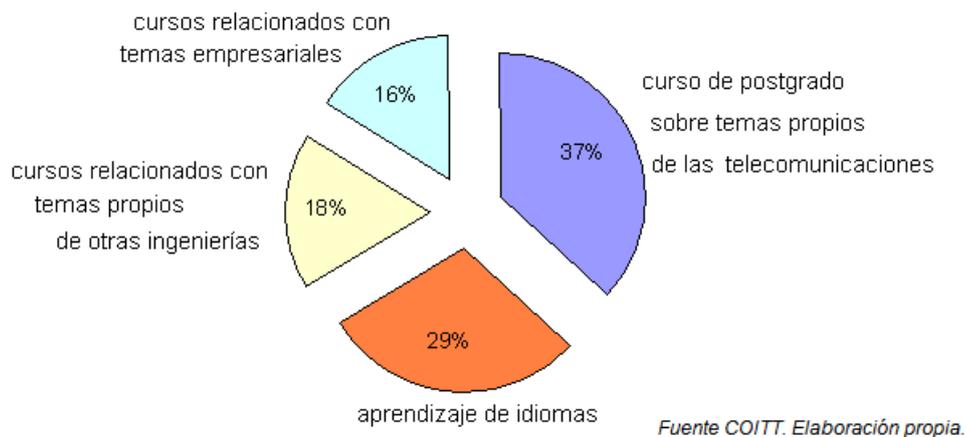


Gráfico 4. Opinión de los universitarios ante la formación post-universitaria [1]

En la mayoría de los casos los ingenieros desarrollan tareas que no tienen porqué circunscribirse, a la especialidad que cursó en sus estudios. Llevando a que la actividad del ITT posea un carácter más multidisciplinar, que específico.

De toda la gama disponible, en cuanto a cursos o master posgrado, encontramos:

***INSTALACIONES, PROYECTOS DE BAJA TENSIÓN Y CUALIFICACIÓN INSTALADOR ELECTRICISTA***

Los proyectos “llave en mano”, el servicio global dentro del sector de la arquitectura e ingeniería y la extensión de la domótica, demandan una especialización de los profesionales tanto en el sector de las telecomunicaciones como en el sector de la Baja Tensión.

<b>Objetivos</b>
------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Proporcionar los conocimientos teóricos y prácticos para el análisis y diseño de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.</li><br/><li>- Proporcionar las habilidades y conocimientos necesarios para la superación de las pruebas de Cualificación Instalador Electricista.</li><br/><li>- Familiarizar al alumno con las distintas partes que forman parte de un proyecto de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.</li><br/><li>- Capacitar al alumno para el cálculo y dimensionado de un proyecto en una instalación eléctrica</li></ul> |
|---|

***PROYECTOS DE BAJA TENSION COMO DIVERSIFICACION EN EL LIBRE EJERCICIO***

Estos proyectos son visados por el COITT para su presentación a la administración dentro de la topología de Proyectos de Diversificación. El conocimiento adquirido permitirá al alumno ofrecer sus servicios profesionales de ingeniería a empresas o particulares que demanden servicios vinculados a la Baja Tensión. Este seminario pertenece al plan formativo COITT destinado a Libre Ejercientes.

<b>Objetivos</b>
------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Dotar al alumno de una guía de conocimientos y habilidades que permitan la realización de proyectos e instalaciones de Baja Tensión.</li><br/><li>- Se adquieren los conocimientos para familiarizarse con el procedimiento de obtención del Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión (Carnet de Instalador Autorizado) que complete el servicio “llave en maño” que demanden en la actualidad los clientes de los gabinetes y estudios en ingeniería.</li></ul> |
|---|

## **PROYECTOS E INSTALACIONES GENERADORES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Curso que pertenece al Plan Formativo COITT en Baja Tensión, destinado a Libre Ejercientes, ya que para tener un total conocimiento técnico y certificar el fin de obra de las instalaciones fotovoltaicas se considera conveniente estar en posesión del Certificado de Instalador Autorizado de Generadores Fotovoltaicos. El Ingeniero Técnico capacitado para elaborar el proceso completo de negocio fotovoltaico, estará en un posicionamiento competitivo que le permitirá ofrecer servicios llave en mano de Fotovoltaica y Baja Tensión.

### **Objetivos**

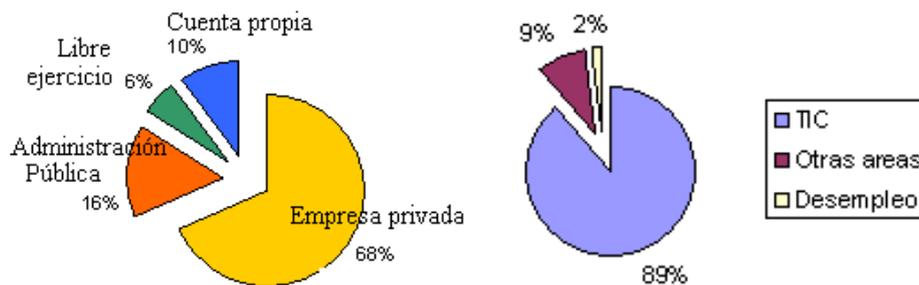
- Dotar al Ingeniero Técnico de Telecomunicación de una guía de conocimientos y habilidades que permitan la realización de proyectos de generadores de energía solar fotovoltaica para la conexión a red.
- Ofrecer sus servicios a inversores, empresas o particulares que decidan invertir en energía fotovoltaica, adquiriendo conjuntamente las habilidades necesarias en gestión económico-financiera que permitan conocer la rentabilidad del proyecto y el retorno de las inversiones realizadas.

Siendo estos, parte de los conocimientos que se muestran en el presente proyecto, como motivación para abrirse camino en diferentes sectores industriales de la actual sociedad.

## 1.2. ENTORNO LABORAL

Continuando con el estudio<sup>3</sup>, evaluamos a continuación, los aspectos laborales que atañen al Ingeniero Técnico de Telecomunicación. El colectivo de ITT es joven –media de 35 años y edad más frecuente de 28– y mayoritariamente masculino.

El 84% trabaja por cuenta ajena, donde las empresas pertenecen en su mayoría al sector terciario, en concreto a los servicios de telecomunicación, o al sector secundario, en actividades estrechamente relacionadas con las telecomunicaciones, como son la fabricación y la comercialización de equipos de telecomunicación.



Fuente COITT. Elaboración propia.

Gráfico 5. Sectorización laboral del ITT [1]

Por lo que respecta a la **actividad principal** de las empresas privadas en las que trabajan los Ingenieros de Telecomunicación es la de "Operadora de Redes y Servicios Básicos de Telecomunicación" o "Suministradora de Equipos y Sistemas de Telecomunicación", mientras que la actividad principal en las universidades es la de "Docencia e Investigación".

Por lo que se refiere a las **áreas de trabajo** sobresalen:

“Gestión, Planificación, Operación de Redes y Servicios de Telecomunicación”,  
“Gestión, Planificación y Operación en áreas como Recursos Humanos o Dirección Financiera” y “Gestión, Planificación, Operación de Redes y Servicios de Informática”.

Los ingenieros son contratados para realizar las **tareas** que el empresario necesita, que pueden o no corresponder con lo que el profesional desearía. Las **actividades profesionales** que emplean a los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación son:

- Principalmente, “Proyectos: Ingeniería de Proyectos, Diseño, Desarrollo” y “Producción: Control de Calidad, Control de Procesos, Instalación”. 36’4%
- En un segundo nivel de frecuencia, “Marketing y gestión” 16’6% y “enseñanza” 17’9%
- Las menos frecuentes son: “la investigación y el desarrollo”. 13’1%

<sup>3</sup> estudio del Perfil del Ingeniero Técnico de Telecomunicación realizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación vinculados con el proyecto ANECA.

### 1.2.1. SECTORES

Si hay dos sectores que marquen el proceso de desarrollo y el grado de bienestar de una sociedad estos son el energético y el de las TICs. Al igual que el acceso a la electricidad es un indicador del desarrollo humano, la “brecha digital”<sup>4</sup> también es un índice de referencia en el estudio del desarrollo de los países.

El Ingeniero del Siglo XXI, en general, se ha de desenvolver en un escenario multinacional que cubre todos los confines geográficos sin excepción, tal como sucede con las propias comunicaciones. Nuestra posición permite establecer puentes entre mundos absolutamente peculiares y contrastados, con muy distintos recursos y entornos culturales: Por un lado, Sudamérica, que engloba diferenciados países y mercados, a distintas velocidades de progreso tecnológico, con el vínculo de la lengua española, que junto con el portugués son el nexo de unión de países que están actualmente accediendo de forma incipiente a las TIC's. Y por el otro lado, Europa, con 40 países y 32 idiomas, auténtica locomotora del desarrollo económico y tecnológico, donde las TIC's ofrecen a los profesionales los mayores recursos de investigación, desarrollo, avances y capacidad de gestión industrial, de equipamientos y de servicios.

La Energía Solar Fotovoltaica integrada junto a las TICs favorece los procesos de desarrollo de los países más pobres. Así, una forma de aminorar la brecha digital es dar acceso a Internet en las regiones en vías de desarrollo, y porque no facilitar la presencia de fuentes de energía confiables mediante la Energía Solar Fotovoltaica. Los sectores fotovoltaicos y el de las TICs pueden complementarse, y en las zonas geográficas más desfavorecidas se precisan el uno al otro en muchas ocasiones.

Las TICs mejoran y agilizan los procesos de producción del sector fotovoltaico contribuyendo a la economía de escala en la fabricación de dispositivos fotovoltaicos, facilitando las tareas de diseño y optimizando las medidas y el control de la calidad.

En instalaciones aisladas de red, las TICs pueden proporcionar un valor añadido al control y verificación de la producción. En estos casos, la producción se emplea para el autoconsumo, por lo que es necesario examinar todas aquellas variables de las que depende la producción para prevenir potenciales fallos de suministro eléctrico. Además, en ellas existen unos sistemas denominados gestores de consumo, destinados a realizar un reparto apropiado de electricidad producida en función de consumos estimados.

En muchas de las aplicaciones en las que se emplean estas instalaciones, es necesaria una alimentación continua (instalaciones de telecomunicación, señalización,...), siendo precisas fuentes de alimentación alternativas, tipo baterías, que garanticen el abastecimiento. El mantenimiento y control de estas fuentes de alimentación secundarias mediante soluciones TICs constituye otro de los campos de actividad.

---

<sup>4</sup> acceso desigual a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el mundo.

## Sector TIC

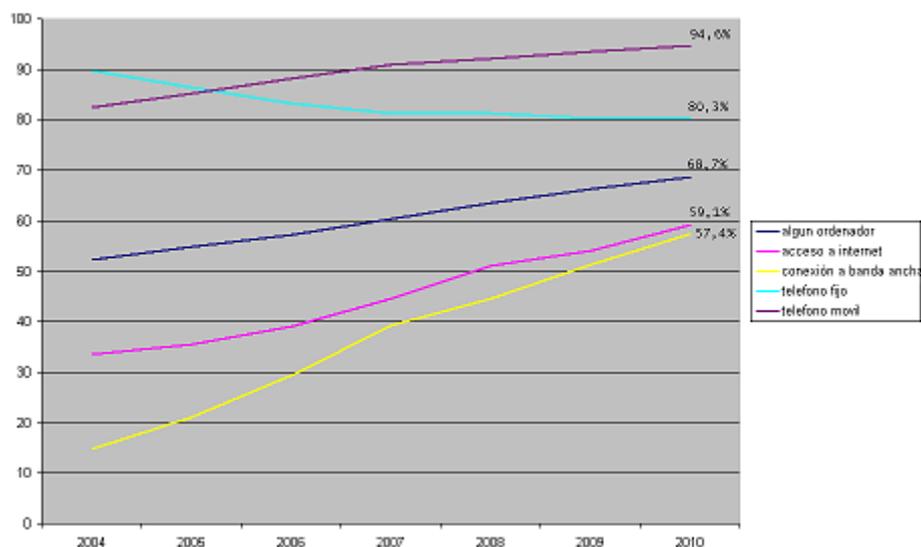
En los países desarrollados las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) ha implicado un cambio en la sociedad. La denominada Sociedad de la Información crece a un ritmo elevado, en el ámbito científico, en la gestión empresarial, repercutiendo positivamente en los modelos de producción y en la economía.

	2006		2010			2006		2010	
	% de viviendas con acceso a Internet	% de personas que compran por internet	% de viviendas con acceso a Internet	% de personas que compran por internet		% de viviendas con acceso a Internet	% de personas que compran por internet	% de viviendas con acceso a Internet	% de personas que compran por internet
<b>Países Bajos</b>	80	36	91	52					
Luxemburgo	70	35	90	47					
Noruega	69	47	90	53					
Suecia	77	39	88	50	más del 80%				
Dinamarca	79	31	86	54					
Alemania	67	38	82	48					
Finlandia	65	29	81	41					
<b>Reino Unido</b>	63	38	80	60					
Francia	41	19	74	42					
Bélgica	54	14	73	27					
Austria	52	23	73	32					
<b>UE 25</b>	51	21	72	33					
Irlanda	50	21	72	28					
<b>UE 27</b>	49	20	70	31					
Malta	53	9	70	32					
Estonia	46	4	68	13					
Eslovenia	54	8	68	17					
Eslovaquia	27	7	67	19					
Polonia	36	9	63	20					
República Checa	29	7	61	15					
Lituania	35	2	61	7					
Letonia	42	5	60	8					
Hungría	32	5	60	10					
<b>España</b>	39	10	59	17					
Italia	40	5	59	9					
Croacia	..	..	56	9					
Chipre	37	5	54	14	menos del 60%				
Portugal	35	5	54	10					
Grecia	23	3	46	9					
<b>Rumanía</b>	14	1	42	2					
Turquía	..	..	42	4					
<b>Bulgaria</b>	17	2	33	3					
Islandia	83	31	..	..					

Fuente INE. Elaboración propia

Tabla 1. Internet en hogares y compras a través de Internet [2]

Con los nuevos desarrollos científicos y técnicos en las sociedades avanzadas, los mercados internacionales se dirigen hacia un incremento del uso de las nuevas tecnologías de comunicación, en procesos industriales, comercio, servicios, etc. El ritmo al que las empresas adoptan los cambios define su posición competitiva en un futuro inmediato. La incorporación de la empresa española al uso de las nuevas tecnologías es una prioridad absoluta para los estamentos gubernamentales y la propia supervivencia empresarial, puesto que es el principal pilar de crecimiento económico en la sociedad moderna.



Fuente INE. Elaboración propia

Gráfico 6. Evolución del equipamiento TIC en viviendas [2]

La “**evolución sociolaboral**” que estamos viviendo se ha sustentado en el “cambio tecnológico” como punto de partida que desemboca en un “cambio cultural”. Los fenómenos catalizadores de la evolución recorren las distintas etapas educativa, profesional y social:

- \_ Influencia de la educación universitaria y de las distintas ramas de aplicación técnica.
- \_ Convergencia de agentes sociales y tecnologías emergentes.
- \_ Globalización de economías, mercados, tecnologías y empresas.
- \_ Competitividad como paradigma del éxito profesional, la supervivencia en el mundo de los negocios y la viabilidad sociolaboral.

El “**cambio tecnológico**” modula en la actualidad todo nuestro entorno siguiendo unos aspectos diferenciales que, a su vez, los sustentan. Esta actual era de las telecomunicaciones viene marcada por la globalización y la convergencia. Así, se manifiesta cada vez más en la convergencia entre comunicaciones móviles con la red Internet.

El “**cambio cultural**” queda inicialmente determinado por los nuevos hábitos y costumbres basados en una red de todo tipo de transacciones en tiempo real y sin distancias.

## Sector Energético

El futuro que se vislumbra de la Energía Solar Fotovoltaica hace necesaria una mayor formación y especialización de profesionales en esta materia. **Acciones claves**, en el sector, son:

- \_ Armonización de los procedimientos administrativos de conexión a red
- \_ Previsión de aprovechamiento del suelo para usos fotovoltaicos
- \_ Estandarización de los equipos de las instalaciones fotovoltaicas
- \_ Marco legislativo estable
- \_ Competencia del Ingeniero de Telecomunicación en la Energía Solar Fotovoltaica

En estos momentos puede existir un déficit de especialistas en Energía Solar Fotovoltaica debido al crecimiento tan rápido de la Industria y el mercado, por cuanto pocas carreras han incorporado en sus planes de estudio asignaturas sobre el tema. La ETSIT de la UPM fue pionera en este campo impartiendo una asignatura desde 1994 (Energía Solar). Sería aconsejable dar continuidad y potenciar la formación en materia de Energía Solar Fotovoltaica en los Planes de Estudio de la Ingeniería de Telecomunicación.

Como **escenarios de actuación profesional** en los que se puede intervenir, destacan:

- Fabricación de dispositivos, materiales y sistemas.
- Diseño de Plantas de Generación y Dirección de Obra.
- Redacción de Normas Técnicas y Planificación.
- Inspección y Peritación.
- Redacción de Proyectos.

El Ingeniero de Telecomunicación es **un profesional perfectamente cualificado** y con la capacidad técnica necesaria para la ejecución de este tipo de proyectos. Asimismo, dentro de la diversidad de los diferentes subproyectos que lo integran, es el técnico con competencia exclusiva en el caso de los sistemas complementarios de telecomunicaciones asociados a la gestión y monitorización de estas instalaciones. Por otra parte, existen otras ramas de actividad dentro de este sector donde el Ingeniero de Telecomunicación puede desempeñar un importante papel como la instrumentación electrónica en el mantenimiento de las grandes centrales, medidas de calidad, fabricación de equipos y localización de fallos.

## Sector Domótico

La integración de las tecnologías de la domótica y las telecomunicaciones en las viviendas no sólo suponen una idea rentable para promocionar y racionalizar su consumo, sino que suponen un cambio cultural en las formas de vida y costumbres de los ciudadanos que ven cómo se incrementa su confort y seguridad en un marco de integración con su entorno urbanístico y de comunicación con sus semejantes en el triángulo trazado entre Hogar - Ocio - Trabajo.

Para la implantación del Hogar Digital se ha de contar con Promotores y Constructoras. En paralelo con las acciones normativas reguladoras, sería absolutamente operativo el diseño de un Sello de Certificación de la Calidad Domótica de la vivienda. Este sello serviría de diferenciación eficaz y atractiva para los usuarios de viviendas y, para potenciar el interés de Promotores y Constructoras en su diversificación de negocio hacia modelos más adecuado a las características de la población.

Compete al Gobierno promover los distintivos diferenciales de calidad de la vivienda que motive a los usuarios para mejorar su calidad de vida, justificando el esfuerzo económico que se precisa en su adquisición o alquiler. Facilitar a los promotores y constructores la mejora del mercado inmobiliario, al poner a la venta un producto de la máxima calidad a un atractivo ratio calidad/coste. Y favorecer la introducción de las telecomunicaciones en los usos y hábitos culturales de nuestra sociedad.

Dado que los medios de transporte de energía, como los medios de transporte de comunicaciones son elementos imprescindibles para el funcionamiento de un hogar inteligente, la domótica no puede considerarse por separado de las normas y reglamentaciones de las instalaciones eléctricas (reglamento Electrotécnico de Baja Tensión<sup>5</sup>) y las correspondientes a las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (Reglamento ICT), con la prolongación de las normativas de las ICT, en una proyección hacia unas IHD (Infraestructuras del Hogar Domótico)[3].

Es el REBT quien introduce los requisitos mínimos para la realización de instalaciones domóticas, a través de la ITC-BT-51 para la ejecución y puesta en servicio de estas instalaciones.

Mientras el proyecto de ICT está suponiendo la garantía de acceso de todos los ciudadanos desde sus hogares a los avances en telecomunicaciones y a los contenidos (teleservicios), un proyecto de Infraestructura Domótica, o de IHD (Infraestructura del Hogar Digital), podrá suponer la mejora de las propias prestaciones en las viviendas en cuanto a garantizar su seguridad, confort, ahorro de energía, comunicaciones y ocio, además de aportar prestigio y status a la misma.

Un Proyecto de IHD deberá integrar unas infraestructuras de canalizaciones y conectividad coordinado con el resto de instalaciones de la vivienda y la posibilidad adicional de kits que incluyan los componentes a integrar para cada una de las soluciones en seguridad, confort, ahorro, comunicaciones y ocio. Incluso plantear una dualidad de proyectos IHD: el domótico, a distintos niveles básicos, para las viviendas; y el inmótico, en forma de integración de sistemas e instalaciones para los edificios.

---

<sup>5</sup> El cual se estudia más adelante

### 1.3. CONCLUSIONES

Tal y como establece la ley, el nuevo título de Grado en Ingeniería de Telecomunicación, nos dirige al mismo objetivo que conducía nuestro anterior título de Ingeniero Técnico de Telecomunicación. Interesará convalidar al graduado, bajo las siguientes circunstancias:

- Garantizarse de entrada el acceso a oposiciones del grupo A1 de la función pública (actualmente se accede al A2), sin perjuicio de poder converger al Grupo A más adelante.
- Garantizar de entrada las atribuciones profesionales necesarias para acometer la ejecución como libre ejerciente de proyectos técnicos en cualquier especialidad de las actuales.
- Garantiza moverse o establecerse definitivamente a trabajar en otros países europeos, en los cuales quedarían mas claramente identificados por los empleadores del futuro como Graduados por ser un título convergente.

Se está trabajando para el ITT en un modelo de 30 a 36 ECTS complementarios para obtener el GIT. De estos, en función de una experiencia profesional acreditada se podrían obtener hasta un máximo de 18 ECTS en función de los años de experiencia en ingeniería reconocidos.

Con respecto a la formación recibida, y más concretamente a las técnicas o procedimientos, los titulados piensan que deberían haber tenido una formación más amplia en técnicas de gestión de proyectos, técnica de aprendizaje y técnicas de comunicación oral y escrita. En lo relativo a las capacidades, los titulados creen que al salir de la Universidad no tienen apenas habilidades en implementación y mejora de proyectos, capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios, capacidad de comunicar y vender ideas y capacidad creativa. Por lo que se refiere a la formación permanente, la preferencia actual es de actualizar sus conocimientos mediante la lectura de publicaciones o gracias a la formación que le ofrece la empresa donde trabaja.

Los cambios acaecidos en el sector de las telecomunicaciones han supuesto el fin de la concepción clásica del trabajo. El empleo fijo, para toda la vida, en una misma empresa, ha sido sustituido por la flexibilidad y la movilidad en el mercado de trabajo, sobre todo entre el colectivo más joven, si bien todos coinciden en afirmar que una movilidad excesiva no es buena. Las razones que impulsan la movilidad son la búsqueda de un trabajo motivador, la proyección futura, el salario, la formación y la búsqueda de estabilidad en el empleo.

La formación del Ingeniero en el ámbito universitario y profesional habrá de planificarse tomando como finalidad la obtención de un profesional cualificado para satisfacer las necesidades tecnológicas demandadas por el mercado de trabajo según las necesidades medibles y comprobadas en cada momento para el entorno social; y que permita asimismo el avance científico y técnico. Universidad como “antorcha” guiando los designios a adoptar por las sociedades. Y Universidad como “espejo” siendo el reflejo de las necesidades y tendencias demandadas por las sociedades complejas en las cuales se sustenta.

Con respecto a la **trayectoria profesional** se observa, que el paso de la parte técnica a la parte de gestión (paso de puestos de menor a mayor responsabilidad), es cada vez más rápido. Y se opta por comenzar la carrera profesional por áreas que no son tan técnicas (área comercial). Debido a ello, el perfil de ingeniero que mejor se adapta al sector de las telecomunicaciones en este momento es el "**ingeniero generalista**".

Existe la percepción de que el Ingeniero de Telecomunicación tiene muy **poca vocación empresarial**. Sin embargo, se cree que cada vez hay más profesionales que se animan a crear empresas o a ejercer como Libre Ejercientes. Por otra parte, es de destacar que los responsables de Recursos Humanos aprecian en el Ingeniero su capacidad de análisis aunque señalan la **falta de habilidades sociales y comunicativas**.

En nuestro entorno se da una serie de **necesidades concretas de recursos en los ámbitos de la industria y la sociedad**, que expresan determinados desequilibrios pero indican el importante futuro que se augura para nuestros profesionales.

- La creciente presencia de las telecomunicaciones en los mercados está provocando una falta de profesionales cualificados en España.
- Para la **estabilidad** actual, lo que es realmente apropiado es el desarrollo armónico entre la Universidad y las necesidades específicas sociolaborales del entorno a acometer, para que los profesionales emergentes de telecomunicación suministren una respuesta adecuada al empleo generado.
- Conforme avanzan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, vemos el riesgo que supone la falta de equilibrio entre las distintas facetas con que se abordan: tecnología, contenidos, mercados, empleo, economía real, aplicación financiera, etc.

Se está definiendo un nuevo orden económico mundial caracterizado por la globalización de las economías. Este proceso de internacionalización de los mercados implica para los distintos agentes económicos grandes incertidumbres, pero también enormes retos y oportunidades.

La UE estima que hacia 2020 el precio de la energía eléctrica de origen fotovoltaico se igualará con los valores más altos de la banda de precios de la energía eléctrica. En consecuencia, su participación en la producción de electricidad estará entre el 1,5 y el 4,5%. Eso significa contar con alrededor de 50-150 GW instalados para esa fecha. La Industria española, fabricante e instaladora, debería estar para entonces perfectamente preparada, puesto que una vez alcanzada esa nivelación de precios, el crecimiento puede ser explosivo. Así, se prevé en 2030 una presencia mínima del 10% de electricidad de origen fotovoltaico en el mercado global, con aproximadamente unos 300 GW en Europa, equivalente a la producción de 60 centrales nucleares.

El país que para entonces no posea tecnología propia se verá colonizado energéticamente, o tendrá que adoptar con rapidez tecnologías foráneas. En un entorno mediatizado por la reducción de emisiones, no se podrá recurrir fácilmente a las energías fósiles en caso de dependencia energética.

Nos encontramos en un momento en el que las viviendas están en una fase de transición en la cual se comienzan a instalar distintas redes (comunicaciones, control, etc.) en el interior del hogar, inconexas entre sí, junto con la inclusión de un acceso de banda ancha independiente de lo anterior. Por tanto el trabajo a realizar no sólo tiene que ver con las medidas que incentiven el uso de los nuevos servicios y tecnologías sino que también es necesario unir los dos entornos, fuera y dentro de la vivienda, de manera que se permita una provisión más flexible de servicios avanzados del hogar a la vez que una mejor accesibilidad a los mismos por parte de los inquilinos desde cualquier lugar y en cualquier momento. Un elemento de red que puede ayudar a esta unión, es la pasarela residencial.

Al igual que la ICT está suponiendo que por unos costes entre el 0,5 y el 1% de los precios de una vivienda, los propietarios pueden acceder fácilmente a los últimos avances en Televisión, Telefonía y Telecomunicaciones, las infraestructuras domóticas supondrán que por unos costes alrededor del 1% y que nunca alcanzarán el 3% de la vivienda, se podrá disponer de instalaciones domóticas de última generación.

Por último no conviene olvidar que el objetivo de todos estos avances es dar respuesta a todas las necesidades que los inquilinos de la vivienda pueden requerir de un hogar como por ejemplo que éste sea seguro (alarmas, domótica, etc.); que esté conectado, tanto al exterior como en el interior; que los avances que incorpore sean fáciles, accesibles y compatibles; que sea confortable, útil; y que sea eficiente desde un punto de vista medioambiental (uso de energías renovables, diseño bioclimático, etc.).

Aprovechando la infraestructura domótica (red interna, pasarela...) se puede crear una base de datos medioambientales y unos procedimientos de gestión doméstica energética de la vivienda mediante una red de sensores y actuadores tanto en el exterior como en el interior de la misma, para generar recomendaciones que optimicen el consumo de energías, especialmente de climatización y de iluminación.

Se admite mucha flexibilidad tanto en servicios como en tecnologías, dependiendo del **tipo de residentes** del hogar a quienes van dirigido. Por ejemplo, una pareja joven, los dos trabajando, con horarios intensivos, que dejan la vivienda vacía durante la mayor parte del día, requiere más servicios de (tele) gestión técnica de la vivienda y de gestión automática de la misma, y menos de teleservicios de ocio e información, que apenas tienen tiempo para disfrutar. Por el contrario, un hogar con mayores y/o personas con discapacidad requiere, además de lo anterior, de fuertes teleservicios (teleasistencia, telecompra, telebanca, teleinformación...).

Desde estas perspectivas crece un *nuevo perfil de empleo* para nuestro profesional de ingeniería de telecomunicación, dedicado a esta nueva actividad, así como para el instalador eléctrico y de telecomunicaciones inscrito en el correspondiente registro en vigor en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. Este hipotético "Ingeniero en Domótica" se ocuparía de funciones de servicio a los usuarios, tan importantes como:

- Asesoramiento sobre las tecnologías, aplicaciones, sistemas y equipos disponibles
- Diseño, Proyectos de Ingeniería e Integración de soluciones a medida
- Dirección y Certificación de obra de las soluciones implantadas
- Instalación, puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas y equipos

## 2. DESARROLLO SOSTENIBLE.

La idea de “desarrollo sostenible” fue formulada explícitamente en el informe presentado por la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en 1987, *“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*<sup>6</sup>.

La Declaración de Río, adoptada en el seno de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo<sup>7</sup> en 1992, situó el desarrollo sostenible como un elemento central y le otorgó una amplia trascendencia política, al establecerlo como marco conceptual de orientación de políticas y estrategias para el progreso mundial. En ella se estableció como programa de actuación la Agenda 21, firmada por 175 países. La introducción del desarrollo sostenible en los tratados comunitarios se produce a partir del Tratado de Ámsterdam en 1997, incluyéndolo entre los principios fundamentales de la Unión Europea y en sus políticas de actuación.

Desarrollamos nuestra actividad en un planeta cuyos recursos son finitos. El modelo económico debe reconocer que existen unos límites al crecimiento y que esos límites deben estar basados en la limitada capacidad del planeta de renovar sus recursos naturales, así como en su capacidad de carga para admitir las emisiones contaminantes. Esta es la razón por la que es necesario elaborar estrategias de desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible se basa en cuatro pilares: económico, social, medioambiental e internacional que deben reforzarse mutuamente. Hemos de entenderlo como una política de políticas; es integración, armonización y optimización de las variables económica, social y ambiental, a nivel nacional e internacional.

La fiabilidad del suministro, la eficiencia en el abastecimiento, la estabilidad regulatoria, la eficiencia económica, son preocupaciones legítimas pero tratadas desde una aplicación cortoplacista y local no atienden al concepto de desarrollo sostenible.

Nuestra LSE<sup>8</sup>, en su articulado, no insiste en esta visión conjunta de los aspectos integrantes de un modelo energético sostenible, y desarrolla por separado aspectos tales como, el fomento de energías renovables o la gestión de la demanda eléctrica.

Una visión integral de la sostenibilidad del modelo energético español, ha de incluir:

- la combinación más adecuada de tecnologías para la producción de electricidad.
- el ahorro y la mejora de la eficiencia energética
- El rol que pueden jugar las energías renovables
- La implicación en el mercado mayorista sobre el mercado de derechos de emisión de GEI<sup>9</sup>
- La I+D en el sector energético
- La cooperación internacional para el acceso universal a la energía
- La formación y concienciación de la población.

---

<sup>6</sup> conocido como el Informe Brundtland,

<sup>7</sup> también conocida como “la cumbre de Río” o “la Cumbre de la Tierra”

<sup>8</sup> Ley del Sector Eléctrico, Ley 54/1997, de 27 noviembre

<sup>9</sup> Gases de Efecto Invernadero

## **Abastecimiento energético.**

Seguridad de abastecimiento es sinónimo de disponibilidad de la energía que se necesite a un precio asequible durante tiempo indefinido. Diversificar aprovisionamientos, la estabilidad política, el buen funcionamiento de los mercados y la mejora de la eficiencia energética son medios para hacer frente a las situaciones de dependencia.

La suficiencia energética se evalúa con las **reservas** energéticas para hacer frente al consumo esperado, y los “**recursos**” que incluyen la parte que aún quedan por descubrir. Con ello, las reservas de petróleo y de gas, son unas 80 y 180 veces superiores, a su consumo anual actual, y los recursos más del doble. Para el carbón, las reservas cubrirían el consumo actual durante unos 200 años y los recursos 10 veces más. Sin embargo, hay que tener en cuenta que con la tendencia actual el consumo se duplicará en 30 años, reduciendo enormemente la capacidad de abastecimiento.

La evaluación de la contribución de las energías renovables no debe realizarse en forma de reservas, sino de potencial de producción. La energía solar tiene un potencial teórico inmenso, pues la cantidad de radiación solar interceptada por la Tierra es **9000 veces mayor que el consumo actual de energía**. Obviamente el potencial práctico es mucho menor, por la disponibilidad del terreno, la eficiencia de la transformación en formas de energía utilizable, el coste de las tecnologías que permiten realizar esta transformación y las condiciones climáticas, entre otros factores.

## **El impacto ambiental de la producción y consumo de energía.**

Es un hecho reciente, el reconocimiento de la asociación de la energía de los problemas medioambientales, que afectan la salud humana y la calidad de vida, y más particularmente de las generaciones futuras. La combustión de combustibles fósiles, da origen a emisiones a la atmósfera de óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, óxido de azufre y partículas en suspensión. Todas estas sustancias afectan seriamente la salud. La deforestación o la contaminación asociada a los procesos industriales son casos conocidos. Pero aunque graves, se tratan de **impactos locales**.

La lluvia ácida es la manifestación más importante del impacto que causan las actividades energéticas **a nivel regional**. Los óxidos de nitrógeno y de azufre pueden transformarse en ácidos en la atmósfera y se disuelven en el agua de lluvia. Esta daña la vegetación, acidifica los lagos hasta no poder albergar peces, modifica la composición de los suelos -pudiendo liberar materiales tóxicos que se incorporan al ciclo alimentario- y daña fachadas, monumentos y otras superficies expuestas.

En el **ámbito global** señalar, el impacto de las actividades energéticas sobre el cambio climático. *“La mayor parte del calentamiento de la atmósfera observado durante los últimos 50 años, -unos 0.2 °C por década-, es atribuible, con una probabilidad comprendida entre el 66 y el 90%, al aumento en la concentración de CO2 [...] Con una probabilidad entre el 90 y el 99% puede asegurarse que el calentamiento durante el siglo XX ha contribuido significativamente al aumento observado del nivel del mar, -entre 10 y 20 centímetros- [...] Las emisiones de CO2 ocasionadas por la combustión de combustibles fósiles serán, con más del 99% de probabilidad, la influencia dominante en los cambios en la concentración de CO2 en la atmósfera durante el siglo XXI [...] La*

*temperatura media en la superficie terrestre se estima que aumentará entre 1.4 y 5.8 °C entre 1990 y 2100 [...] y el nivel medio del mar aumentará entre 9 y 88 centímetros [...] Aunque se consiga estabilizar la concentración de CO<sub>2</sub>, el aumento de temperatura y la subida de nivel del mar continuarán durante cientos de años.*<sup>10</sup>

Todas las formas de generación de electricidad provocan impactos negativos en el medio ambiente. Las centrales nucleares, con sus residuos y la amenaza de accidentes; la eólica por su efecto sobre el paisaje y el ruido; la biomasa por la posible deforestación, y la fotovoltaica por la toxicidad de los productos empleados en la fabricación de los elementos.

### **Implicaciones sociales de la energía.**

El acceso a la energía y su uso afectan y se ven afectados, por el crecimiento de la población, el proceso de urbanización, o las posibilidades de desarrollo y de mitigación de la pobreza. Los patrones de consumo energético de un tercio de la humanidad, que utiliza biomasa como única fuente de energía, tienden a reforzar su situación de extrema pobreza. Cientos de millones de personas, -especialmente niños y mujeres-, gastan varias horas al día buscando leña o acarreando agua distancias considerables, lo que les resta oportunidades para su educación o para actividades más productivas. Cocinar con leña en espacios mal ventilados tiene importantes repercusiones negativas sobre la salud. La falta de electricidad impide el uso de aparatos que facilitan el trabajo y el acceso a los medios modernos de comunicación.

Por otro lado, la disponibilidad de adecuados servicios energéticos disminuye la presión por mantener una alta tasa de fertilidad y facilita la transición a una demografía de menor mortalidad, como es el caso de los países más desarrollados. El acceso a formas avanzadas de energía en zonas rurales puede reducir la migración hacia las grandes ciudades, al ofrecer más oportunidades de desarrollo en el ámbito local.

El modelo vigente de desarrollo y consumo, -derroche energético de los ricos y los patrones de consumo de los más desfavorecidos-, genera contaminación y destrucción que terminan por traducirse en pobreza. Pobreza que a su vez contamina y destruye. Este es el triángulo vicioso: consumo – contaminación – pobreza. Se trata de un complejo entramado de relaciones, no siempre evidentes, en donde ciertos fenómenos son causa y efecto a la vez y donde ningún elemento puede considerarse aislado.

Este es también el modelo al que aspiran legítimamente los países pobres para su desarrollo, lo que agravaría el problema global de sostenibilidad. Las disparidades actuales constituyen una auténtica amenaza para la paz y la concordia, y crean una brecha, entre la minoría que disfruta de los beneficios del progreso y la inmensa mayoría de los habitantes del planeta, para los cuales el bienestar es una situación muy lejana.

Encontrar el modo de producir y utilizar la energía de forma que se promueva el desarrollo humano en todas sus dimensiones: sociales, económicas y medioambientales, es uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la humanidad.

---

<sup>10</sup> La máxima autoridad mundial sobre esta materia, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, compuesto de cerca de 150 expertos de un gran número de países, publicado en 2001

## 2.1. ESTRATEGIA EUROPEA EN FAVOR DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

La UE establece una estrategia<sup>11</sup> a largo plazo, combinando políticas para el desarrollo sostenible desde el punto de vista medioambiental, económico y social, con el fin de mejorar, de forma sostenible, el bienestar y las condiciones de vida de generaciones presentes y futuras.

Las fuerzas del mercado por sí solas, generan e incrementan las desigualdades, fomentan la exclusión y corren el riesgo de dañar el medio ambiente. La globalización debe ir acompañada de medidas para evitar, o atenuar, estos efectos. Es necesario mejorar la gobernanza mundial, es decir, promover una dirección más eficiente de la interdependencia.

Así el Consejo Europeo de Gotemburgo reconoció que era conveniente desarrollar su dimensión exterior e invitó a la Comisión a estudiar la contribución de la UE al desarrollo sostenible a escala mundial. La Comunicación resultante<sup>12</sup> contribuye a la elaboración de la postura de la UE para la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible celebrada en 2002 en Johannesburgo. Tras la entrada en funciones de la nueva Comisión, en el año 2004, se organizó una consulta pública sobre la estrategia de desarrollo sostenible. La Comisión presentó una visión de conjunto de los avances registrados merced a la estrategia de desarrollo sostenible, que incluía los principales resultados de esa consulta y las grandes orientaciones para la revisión de la estrategia.

En diciembre de 2005, la Comisión adoptó una Comunicación<sup>13</sup> en la que:

- determina los principales ámbitos que requieren un nuevo impulso en los próximos años;
- recuerda que esos ámbitos son interdependientes e implican respuestas basadas en la cooperación y la solidaridad, la investigación y la innovación, y la educación de los ciudadanos;
- propone que se tenga más en cuenta la incidencia de las políticas internas de Europa en el desarrollo sostenible mundial;
- propone métodos para medir los avances registrados y reexaminar periódicamente las prioridades nacionales y comunitarias;
- recomienda un diálogo permanente con las personas y las organizaciones comprometidas con el desarrollo sostenible.

Esta Comunicación sirvió de base para adoptar la nueva estrategia de la UE en favor del desarrollo sostenible en el Consejo Europeo celebrado en Bruselas en 2006<sup>14</sup>. La cual establece un marco político a escala de la UE para permitir el desarrollo sostenible.

---

<sup>11</sup> En mayo de 2001, Comisión ante el Consejo Europeo de Gotemburgo COM (2001) 264

<sup>12</sup> COM (2002) 82, de 13 de febrero de 2002, «Hacia una asociación global en favor del desarrollo sostenible»

<sup>13</sup> COM (2005) 658, de 13 de diciembre de 2005, relativa a la revisión de la Estrategia para un desarrollo sostenible - Plataforma de acción

<sup>14</sup> «Estrategia revisada de la UE para un desarrollo sostenible», 9 de junio de 2006

El objetivo de esta estrategia es, servir de catalizador ante la opinión pública y los responsables políticos, para influir en el comportamiento del conjunto de la sociedad. Se basa en medidas sobre los principales desafíos identificados, así como en medidas transversales, financiación adecuada, la participación de todas las partes interesadas y una aplicación y seguimiento eficaces de las políticas.

Los principios son: promoción y protección de los derechos fundamentales, solidaridad intra e intergeneracional, garantía de una sociedad abierta y democrática, participación de los ciudadanos, empresas e interlocutores sociales, coherencia e integración de las políticas, explotación de los mejores conocimientos disponibles y principios de precaución y de «quien contamina, paga».

La estrategia pone de manifiesto 7 tendencias insostenibles que requieren una intervención:

- **cambio climático y la energía.** La UE debe presionar a los grandes países industrializados para que respeten Kioto y establecer un marco internacional adecuado para la fase posterior a Kioto. Ha de adoptar medidas de adaptación y examinar los medios de ampliar el régimen de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero a otros sectores y otros gases. Además, las áreas de eficiencia energética, energías renovables y transporte deben ser objeto de esfuerzos particulares.

- **transportes.** Limitar los efectos negativos de los transportes y frenar los desequilibrios regionales, para ello es necesario romper el vínculo entre crecimiento económico y desarrollo de los transportes, además de fomentar los transportes compatibles con el medio ambiente y la salud.

- **consumo y la producción.** Promover modos de producción y consumo más sostenibles, conviene, romper el vínculo entre crecimiento económico y degradación ambiental y tener en cuenta la capacidad de carga de los ecosistemas.

- **recursos naturales.** Gestión más sostenible de los recursos naturales. En efecto, debe evitarse su sobreexplotación, aumentar la eficiencia de su utilización, reconocer el valor de los servicios ecosistémicos y frenar la reducción de la diversidad biológica antes del año 2010.

- **salud.** La limitación de los riesgos para la salud pública. Debe garantizarse la seguridad y la calidad de los productos a todos los niveles de la cadena alimentaria. Deben abordarse los problemas vinculados a las epidemias y a la resistencia a los antibióticos, así como los problemas relacionados con el estilo de vida.

- **exclusión social y envejecimiento demográfico.** La UE debe favorecer una vejez activa, garantizar la viabilidad de los sistemas de pensiones y de protección social, la integración de los migrantes legales y el desarrollo de una política comunitaria de inmigración, y la mejora de la situación de las familias y los niños, así como la igualdad entre mujeres y hombres.

- **fomento del desarrollo sostenible en el mundo.** Reforzar la lucha contra la pobreza y velar por el desarrollo sostenible mundial, así como por el respeto de los compromisos internacionales.

El debate del Consejo ha mostrado una amplia convergencia sobre lo siguiente:

- el marco reglamentario actual basta para cumplir los objetivos fijados en Johannesburgo, pero debe ser evaluado y controlado
- entre las acciones concretas, por lo que respecta a las energías renovables, deben figurar mecanismos para incentivar las inversiones en fuentes de energía renovables y alternativas. Y otras medidas que contribuyan a aumentar su competitividad a medio plazo, sin dejar de tener en cuenta la rentabilidad
- a largo plazo, debe insistirse en incentivar las inversiones en investigación con objeto de desarrollar nuevas tecnologías que den lugar a una amplia diversificación de las fuentes de energía como la biomasa, la energía fotovoltaica y el hidrógeno.

En función de esa estrategia la Unión Europea sigue integrando el desarrollo sostenible en todas sus políticas. Existe una convergencia del objetivo principal a largo plazo (desarrollo sostenible) y el objetivo a medio plazo (crecimiento y empleo en el marco de la Estrategia de Lisboa). A escala europea se hace hincapié en la aplicación efectiva de las políticas que den lugar a resultados concretos mensurables.

### **Medidas intersectoriales**

La sociedad del conocimiento debe impulsar el desarrollo sostenible. Ha de incidir especialmente en el ámbito de la educación y la formación, a fin de estimular un cambio de comportamiento y proporcionar las competencias necesarias para alcanzar los objetivos fijados en la estrategia. Por otra parte, debe fomentarse la innovación científica y técnica, mediante los programas marco de I+D, con la colaboración de las universidades, institutos de investigación, empresas y responsables públicos.

Los instrumentos financieros y económicos son un medio de crear un mercado con productos y servicios menos contaminantes, y modificar el comportamiento de los consumidores. Así, los precios deben reflejar los costes ambientales y sociales reales, mientras que deberían aplicarse medidas fiscales al consumo de energía y recursos y/o a la contaminación.

Una mejor comunicación permite promover el compromiso de los ciudadanos y las empresas. Se subraya la importancia del diálogo de asociaciones entre las diferentes partes interesadas: poderes públicos (europeos y nacionales); empresas y ciudadanos (incluidas las organizaciones no gubernamentales).

### **Elaboración de políticas y seguimiento de los progresos**

Los Estados miembros han de elaborar estrategias nacionales y dar cuenta, periódicamente, de los avances registrados. Deben recurrir a las evaluaciones de impacto antes de adoptar sus políticas o de comprometer fondos públicos.

La Comisión debe realizar cada dos años una evaluación de la aplicación de la estrategia en función de los indicadores de desarrollo sostenible que ha adoptado y que reactualiza en caso necesario. Esa evaluación sirve de base a una evaluación realizada

también cada dos años con ocasión del Consejo Europeo de diciembre. Otros órganos e instituciones examinan también los progresos realizados y, llegado el caso, actúan de enlace entre los Estados miembros y los ciudadanos. Asimismo, la estrategia debe revisarse completamente al principio de cada mandato de la Comisión.

### **Otras acciones paralelas a favor del desarrollo sostenible**

La Comisión Europea, también propone un programa temático para el medio ambiente y la gestión sostenible de los recursos naturales y determina su ámbito de aplicación, objetivos y prioridades. Este programa forma parte de unos programas temáticos sobre: derechos humanos y democracia, inversiones en recursos humanos, medio ambiente y gestión sostenible de los recursos naturales, incluida la energía<sup>15</sup>, seguridad alimentaria, participación de los agentes no estatales en el proceso de desarrollo, migración y asilo y cooperación con los países industrializados.

Las prioridades del programa son las siguientes:

- luchar por la realización del 7º objetivo de desarrollo del milenio<sup>16</sup> (promover un entorno sostenible), y en particular por el fomento de la capacidad de integración medioambiental en los países en desarrollo, el apoyo a los agentes de la sociedad civil, y el seguimiento, evaluación y desarrollo de planteamientos innovadores;
- promover la implementación de las iniciativas de la UE y los compromisos suscritos a nivel internacional, como: desarrollo sostenible, cambio climático, biodiversidad, desertificación, los bosques y su explotación, recursos marinos, residuos, productos químicos, etc.;
- lograr una mayor integración de las cuestiones medioambientales por parte de la UE, en particular en la política de lucha contra la pobreza;
- reforzar la gobernanza medioambiental y el liderazgo de la UE; para ello, promover el seguimiento y la evaluación medioambiental, fomentar la realización de acuerdos multilaterales de medio ambiente y respaldar las organizaciones y los procesos internacionales en el ámbito del medio ambiente y la energía;
- respaldar las opciones energéticas sostenibles, en particular a través del apoyo institucional y la asistencia técnica, la creación de un marco normativo legislativo y administrativo favorable para atraer nuevas empresas e inversores, y el fomento de la cooperación regional.

---

<sup>15</sup> COM (2006) 20, de 25 de enero de 2006, titulada: «Acción exterior: Programa temático para el medio ambiente y la gestión sostenible de los recursos naturales, incluida la energía»,

<sup>16</sup> fijados en el año 2000, son ocho objetivos de desarrollo humano, que los 192 países miembros de las Naciones Unidas acordaron conseguir para el año 2015

## 2.2. ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El 23 de diciembre de 2007 el gobierno adopta la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible, en cumplimiento de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE. Su elaboración estuvo a cargo del Grupo Interministerial para la Revisión de la Estrategia de Desarrollo Sostenible bajo la coordinación de la Oficina Económica del Presidente del Gobierno, siendo sometida a un proceso de consulta pública como requisito previo a su aprobación.

La EDS reconoce que el desarrollo económico facilita la transición a una sociedad más sostenible y, por tanto, es complementaria con la Estrategia de Lisboa, en la que las acciones y medidas se destinan a mejorar la competitividad y el crecimiento económico y aumentar la creación de empleo. De ahí que opte por tratar la dimensión económica del desarrollo sostenible a través del Plan Nacional de Reformas (coordinado también por la Oficina Económica del Presidente del Gobierno). En este contexto, el PNR establece como objetivo transversal aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub><sup>17</sup>.

En el contexto de la *sostenibilidad ambiental*, con el fin de diseñar líneas de actuación dirigidas a la protección de la atmósfera, calidad del aire, agua, suelo, naturaleza y salud, la estrategia española se desarrolla en tres secciones interrelacionadas:

- producción y consumo, donde se analiza la eficiencia en el uso de los recursos, la producción y consumo responsable y la movilidad y el turismo sostenibles.
- cambio climático, desarrolla iniciativas para mitigar el cambio climático en materia de energía limpia, sectores difusos y sumideros, así como los instrumentos de mercado y la adaptación al cambio climático.
- conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio. Se centra en los recursos hídricos, la biodiversidad, los usos del suelo y la ocupación del territorio.

En lo referente a la *sostenibilidad social*, desarrolla otros dos aspectos fundamentales:

- el empleo, la cohesión social y la pobreza.
- la salud pública y la dependencia.

Finalmente, en el ámbito de la *sostenibilidad global* se analiza el papel fundamental que juega España en materia de cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

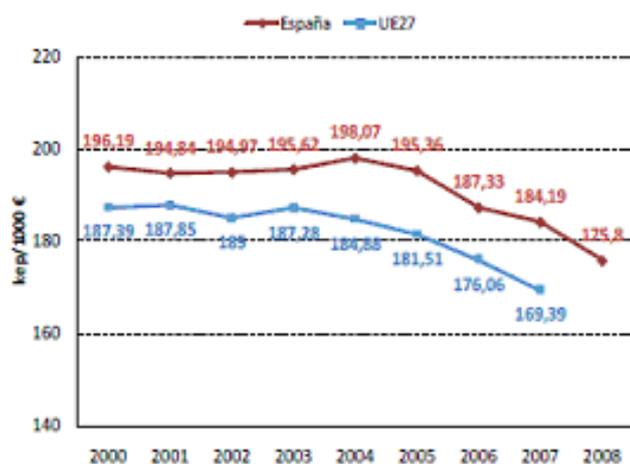
Todas las actuaciones y medidas desarrolladas en la EEDS para el cumplimiento de los objetivos en materia de sostenibilidad ambiental, social y global se desarrollarán en un contexto de colaboración con las CC.AA. y municipios y serán compatibles con el objetivo de estabilidad presupuestaria definido por el Gobierno.

Uno de los objetivos más importantes de la EEDS es fomentar el consumo y la producción sostenibles atendiendo al desarrollo social y económico, respetando la capacidad de carga de los ecosistemas y disociando el crecimiento económico de la degradación medioambiental.

---

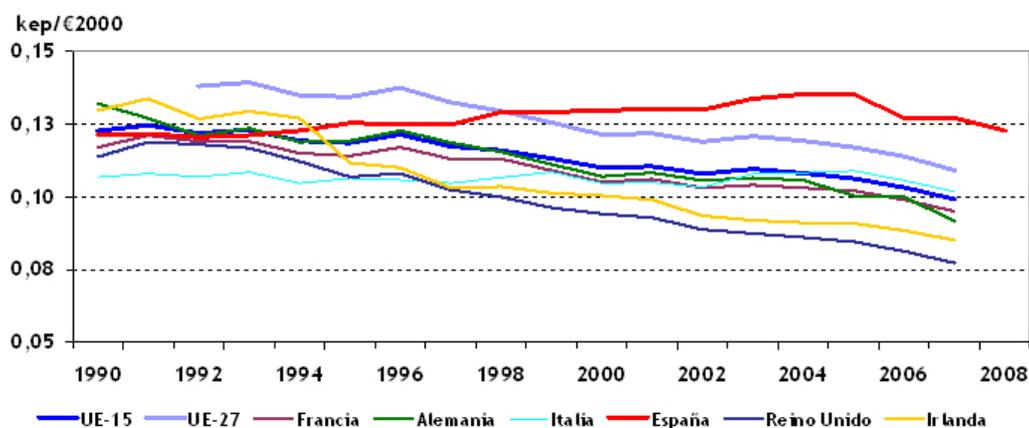
<sup>17</sup> Para ello propone la Estrategia de Investigación, Desarrollo e Innovación (INGENIO 2010).

Un consumo energético eficiente permite desacoplar la contaminación del crecimiento económico, lo que significa producir “más con menos”. Conseguir mejorar la eficiencia en el consumo de recursos naturales tiene efectos positivos tanto sobre la sostenibilidad ambiental como sobre la reducción de los contaminantes y la disminución de los residuos generados, pero también mejora la competitividad de la economía, ya que supone una reducción de costes y una disminución de riesgos asociados a la dependencia energética o a la variabilidad climática.



Fuente Eurostat. Elaboración propia

Gráfico 7. Intensidad energética primaria<sup>18</sup> en España vs. UE 2000-2008 [4]



Fuente IDAE. Elaboración propia

Gráfico 8. Intensidad energética final en distintos países de la UE 1990-2008<sup>19</sup> [4]

La evolución de este indicador implica una convergencia con las tendencias registradas en cuanto a mejora de la eficiencia energética a nivel de la media europea. La mejora en la intensidad ocurre con anterioridad al inicio de la actual crisis económica y financiera de carácter internacional. La crisis está teniendo impacto en la riqueza y actividad económica nacional. No obstante, el descenso más acusado en la demanda energética parece indicar la existencia de factores ajenos a la crisis, que repercuten en la

<sup>18</sup> Intensidad Energética; relación entre el consumo de energía y PIB

<sup>19</sup> excluidos consumos no energéticos; los datos de intensidad Final para España se han calculado a partir de los consumos de energía final y las cifras de PIB publicadas por el INE a precios constantes de 2000 y de acuerdo con el nuevo Sistema Europeo de Cuentas.

mejora de la intensidad energética. Cabe esperar que la crisis actúe como catalizador para acometer cambios orientados a mejoras en la eficiencia y ahorro energético, que más a largo plazo supondrá un ahorro económico y mejora de competitividad.

El segundo gran reto medioambiental de esta EEDS es el cambio climático. En los últimos años el incremento de las temperaturas y las catástrofes naturales han puesto de manifiesto los efectos negativos del cambio climático, al que España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, es especialmente vulnerable.

En el marco de los objetivos internacionales el Gobierno español tiene como objetivo limitar el crecimiento de sus emisiones netas de GEI al 15% en el periodo 2008-2012 frente a los niveles del año base. No obstante, las emisiones entre el año base y 2005 crecieron un 52,2%, como consecuencia de un crecimiento económico rápido y sostenido y de un fuerte e inesperado aumento de la población. Al mismo tiempo, se pretende preservar la competitividad de la economía española y el empleo, compatibilizar la estabilidad económica y presupuestaria y garantizar la seguridad del abastecimiento energético.

El consumo energético es responsable del 80% de las emisiones de GEI. En 2006, los datos de emisiones muestran una reducción, gracias al impacto de diversos factores. Entre éstos destacan las políticas adoptadas en materia medioambiental para la reducción del consumo, unas condiciones climatológicas favorables, el aumento de la producción hidráulica y el incremento de los precios internacionales del petróleo y del gas, que reduce la demanda de combustibles fósiles.

Aunque, todos los sectores de la economía han sido responsables del incremento de las emisiones de origen energético, la construcción, el transporte y la generación de electricidad han tenido una importancia significativa. En particular, el caso de la construcción ha sido muy importante por el fuerte peso que ha adquirido en la economía española durante los últimos años.

Las principales conclusiones que se derivan de la EEDS en estos ámbitos son las siguientes:

En materia de **sostenibilidad ambiental**, es necesario hacer un uso eficiente y racional de los recursos naturales, en particular los energéticos, los hídricos, la biodiversidad y el suelo; desarrollar políticas activas de mitigación y adaptación de los determinantes del cambio climático en todos los sectores productivos, en especial en los energéticos y de movilidad. Estas políticas, unidas a las específicas para mejorar la calidad del aire, permitirán reducir los niveles de contaminación atmosférica de las ciudades españolas.

En materia de **sostenibilidad social**, España debe ser capaz de conjugar crecimiento económico con bienestar social, fomentando la creación de empleo, asegurando la reducción de la pobreza y de las desigualdades evitando las situaciones de exclusión social. Se trata de establecer áreas de actuación que garanticen un progresivo incremento del empleo de calidad, un nivel de vida digno, la integración de la población inmigrante y la atención a las personas en situación de dependencia.

En el **ámbito global**, debe destinar un mayor volumen de recursos a los países en vías de desarrollo. Este aumento en el volumen de recursos debe ir acompañado de una

mejora en la eficacia, coherencia y calidad de la ayuda. Para ello, la política española de cooperación internacional debe enmarcarse dentro de los principales acuerdos y consensos que constituyen la agenda internacional de desarrollo, así como participar activamente en las instituciones financieras internacionales y los organismos multilaterales.

Además, en **el ámbito educativo** el objetivo es educar en los principios de la sostenibilidad ambiental, reforzando la formación del profesorado que imparte las materias relacionadas con esta área. Al mismo tiempo, todas las medidas relacionadas con la concienciación, la difusión y la mejora de la educación en el ámbito de las líneas estratégicas de la sostenibilidad ambiental contribuirán a aumentar la eficacia del resto de las medidas de la EEDS y a facilitar la transición hacia un modelo sostenible.

## 3. CONTEXTO MEDIOAMBIENTAL

### 3.1. PROBLEMATICA MEDIOAMBIENTAL. EL CAMBIO CLIMATICO.

La naturaleza proporciona la base y sustento de toda forma de vida, por tanto, es el marco imprescindible en que se sitúan todos los ámbitos de la actividad humana, incluido el económico. Proporciona a la economía al menos tres tipos de bienes y servicios:

- **Fuente de recursos naturales** que constituyen las materias primas y fuentes energéticas utilizadas en los procesos productivos.
- Actúa **como receptor de los residuos** generados en dichos procesos productivos.
- Proporciona una serie de **bienes medioambientales** que se convierten en servicios económicos, como el uso recreativo de los espacios naturales.

Según las investigaciones científicas, las concentraciones actuales de CO<sub>2</sub> y metano en la atmósfera son las más elevadas desde hace 650 000 años, lo que tiene como consecuencia una aceleración considerable del fenómeno del efecto invernadero. Para estabilizar el calentamiento del planeta a 2° C, será necesario que, de aquí a 2050, las emisiones mundiales disminuyan en un 50 % respecto de 1990, lo que supone reducciones en los países desarrollados del orden del 60 al 80 % hasta 2050 y una implicación progresiva importante por parte de los países en desarrollo.

El coste de no actuar será muy superior<sup>20</sup> al de las inversiones necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y prevenir los efectos. Por otra parte, la Comisión señala que se sobreestima el coste global requerido, ya que no se tienen en cuenta las repercusiones positivas vinculadas a la lucha contra el cambio climático. Así, una reducción en la utilización de fuentes de energía fósiles permitirá disminuir los costes vinculados a la importación de estos recursos y reforzará el abastecimiento energético. Del mismo modo, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> mejorará la calidad del aire, generando, así, ganancias en el ámbito de la salud. Además, de repercusiones positivas sobre el empleo, por ejemplo en el ámbito de las energías renovables o la tecnología punta.

El Protocolo de Kioto es el instrumento más importante para luchar contra el cambio climático. Contiene el compromiso asumido por la mayoría de los países industrializados, responsables del calentamiento del planeta, de reducir sus emisiones de algunos GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); metano (CH<sub>4</sub>); óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC); hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Globalmente, los Estados Partes en el Acuerdo del anexo I de la Convención marco<sup>21</sup> se comprometen a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero en, al menos, un 5 % con respecto al nivel de 1990 durante el período 2008-2012.

---

<sup>20</sup> El informe Stern estima este coste entre el 5 y 20 % del PIB mundial.

<sup>21</sup> varios países industrializados se negaron a ratificar el protocolo, entre ellos, Estados Unidos y Australia.

La aplicación de las políticas y medidas en materia de cambio climático se realiza principalmente en el ámbito nacional a través de estrategias nacionales. No obstante, los Estados miembros han señalado que es necesario establecer una estrategia complementaria en el ámbito comunitario.

### **Adaptación al cambio climático**

Las actuaciones destinadas a atenuar el cambio climático deberán completarse con medidas de adaptación que permitan hacer frente a diversos efectos. Dichas medidas deberán centrarse en los cambios actuales y en los futuros, que han de preverse y estudiarse desde ahora.

El Libro Verde de la Comisión<sup>22</sup>, expone los motivos por los que es necesario actuar y establece las principales directrices de esta acción. La Comisión expone las grandes líneas de acción que ha de acometer la UE para su adaptación al cambio climático. Plantea una serie de cuestiones para que las partes interesadas evalúen si les satisface la orientación presentada por la Comisión y para que expresen lo que en su opinión deban ser las prioridades de la UE y propongan, en su caso, ideas complementarias.

Entre los efectos resultantes del cambio climático a nivel mundial, el Libro Verde cita las sequías y las inundaciones, la disminución del acceso a las fuentes de agua potable, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, el riesgo de situaciones de hambruna, el desplazamiento de poblaciones ocasionado por la elevación del nivel del mar, y los problemas de salud consecutivos a la mayor frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos y las enfermedades derivadas de las condiciones climáticas.

Los sectores económicos que dependen de las condiciones climáticas se verán fuertemente afectados, pero también sufrirán sus consecuencias el sector sanitario, los servicios financieros y los seguros, el sector energético y el consumo de energía.

---

<sup>22</sup> COM (2007) 354, de 29 de junio de 2007, «Adaptación al cambio climático en Europa: opciones de actuación para la UE»

### **3.1.1. ESTRATEGIA EN EL ÁMBITO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: MEDIDAS DE LUCHA HASTA 2020 Y DESPUÉS**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>23</sup> (CMNUCC), tiene como objetivo la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero.

La Comisión recomienda una serie de medidas, destinadas a limitar el calentamiento, que se aplican a la UE y otras que tienen un alcance internacional. En 2005, la Comisión puso las bases de la estrategia de la UE de lucha contra el cambio climático<sup>24</sup>. En 2007 la Comunicación<sup>25</sup> propone acciones más concretas para limitar los efectos del cambio climático y reducir la posibilidad de graves perturbaciones irreversibles a nivel planetario. Las medidas propuestas en esta estrategia están estrechamente ligadas al «paquete de energía» publicado por la Comisión en enero de 2007<sup>26</sup>, que define una nueva política energética europea y en el cual se fijan algunos objetivos cuantitativos.

La actual Decisión<sup>27</sup> materializa el compromiso contraído por la UE para disminuir sus emisiones de GEI antes de 2020. Cada Estado miembro deberá limitar sus emisiones ajustándose al porcentaje establecido por ese Estado miembro en el anexo II de la presente Decisión. A partir de 2013, los Estados miembros se comprometerán a reducir sus emisiones de manera lineal. Durante el período 2013-2019, los Estados miembros podrán arrastrar del año siguiente una cantidad de hasta el 5% de su asignación anual de emisiones. Un Estado miembro podrá transferir a otros Estados miembros hasta un 5% de dicha asignación.

Para cumplir con sus obligaciones, los Estados miembros podrán utilizar una serie de créditos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, cada Estado miembro podrá transferir, cada año, a otro Estado miembro la parte no utilizada de la cantidad anual hasta un 3%. Asimismo, cada Estado miembro, podrá transferir la cantidad no utilizada a años posteriores.

Los Estados miembros deberán incluir en sus informes<sup>28</sup> lo siguiente:

- sus emisiones anuales de gases de efecto invernadero;
- la utilización, distribución geográfica y tipos de créditos utilizados;
- los progresos y proyecciones nacionales previstos;
- la información sobre las políticas y las medidas nacionales.

Cada 2 años, la Comunidad evalúa los progresos realizados y el cumplimiento de su compromiso.

---

<sup>23</sup> aprobada mediante la Decisión 94/69/CE,

<sup>24</sup> COM (2005) 35, de 9 de febrero de 2005, «Ganar la batalla contra el cambio climático mundial»

<sup>25</sup> COM (2007) 2, de 10 de enero de 2007, «Limitar el calentamiento mundial a 2 °C. Medidas necesarias hasta 2020 y después»

<sup>26</sup> COM (2007) 1, de 10 de enero de 2007, «Una política energética para Europa»

<sup>27</sup> Decisión n° 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020.

<sup>28</sup> Con arreglo a la Decisión 280/2004/CE, de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kyoto.

## Medidas en la UE

Conforme al análisis estratégico de la política energética de la UE, la Comisión recomienda las siguientes **medidas energéticas**:

- Mejorar la eficiencia energética<sup>29</sup> de la UE en un 20 % de aquí a 2020;
- Aumentar el porcentaje de las energías renovables<sup>30</sup> en un 20 % de aquí a 2020;
- Desarrollar una política de captura y almacenamiento geológico del carbono que preserve el medio ambiente.

La Comisión cree necesario proceder al refuerzo del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de GEI (RCCDE)<sup>31</sup>, entre otras, con las siguientes medidas:

- aumentar la duración de atribución de las cuotas a más de 5 años;
- ampliar el régimen a otros gases y sectores;
- armonizar los procedimientos de atribución de cuotas entre los Estados miembros;
- relacionar el RCCDE con los sistemas obligatorios compatibles existentes en otros Estados no pertenecientes a la UE (por ejemplo, en California y en Australia).

En caso de superar la asignación de emisiones establecida, deberá adoptar las siguientes medidas:

- una deducción de la asignación de emisiones del Estado miembro para el año siguiente;
- el desarrollo de un plan de acción correctivo;
- la suspensión temporal de la posibilidad de transferir parte de la asignación de emisiones y de sus derechos de utilización de créditos a otro Estado miembro.

Se recomienda: la mejora de la eficiencia energética de los edificios<sup>32</sup> comerciales y residenciales; reducción de otros gases; la fijación de límites para las emisiones de metano por parte de las industrias y de los motores de gas o la inclusión de estas fuentes de emisión en el RCCDE; medidas más estrictas para el caso de los GEI fluorados; y a acciones emprendidas en relación con los óxidos nitrosos generados por la combustión y por las grandes instalaciones.

Es también importante movilizar rápidamente los recursos financieros destinados a la investigación sobre el medio ambiente, la energía y los transportes en virtud del 7º Programa Marco comunitario y aumentar el presupuesto asignado a la investigación después de 2013, con el fin de promover el desarrollo de las tecnologías limpias y de los conocimientos en el ámbito del cambio climático.

---

<sup>29</sup> COM (2006) 545, de 19 de octubre de 2006, “Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial”

<sup>30</sup> COM (2006) 848, de 10 de enero 2007, «Programa de trabajo de la energía renovable - Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible»

<sup>31</sup> Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo

<sup>32</sup> Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa al rendimiento energético de los edificios

## **Acción internacional**

La batalla contra el cambio climático sólo puede ganarse a través de una acción a nivel mundial. Las negociaciones internacionales deben superar la retórica y llegar a compromisos concretos. Los países desarrollados deberían asumir la mayor parte del esfuerzo requerido durante la próxima década, puesto que son los más culpables de esta situación. Los regímenes de comercio de derechos de emisión constituirán instrumentos esenciales para permitir a los países desarrollados alcanzar sus objetivos de manera rentable.

El crecimiento de la economía y de las emisiones en los países en desarrollo hace, indispensable que éstos comiencen a limitar el aumento de sus emisiones tan pronto como sea posible y reduzcan sus emisiones en términos absolutos a partir de 2020: de aquí a 2020, estos países serán responsables de más de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El acuerdo internacional debería tener en cuenta elementos como el refuerzo de la cooperación en materia de investigación y desarrollo tecnológico, el cese de la deforestación y la rehabilitación de las zonas forestales, y la adaptación a los impactos inevitables del cambio climático, así como un acuerdo internacional sobre las normas de eficiencia energética.

## 3.2. ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES

### 3.2.1. INSTRUMENTOS DE MERCADO EN FAVOR DEL MEDIO AMBIENTE

En el Libro Verde<sup>33</sup>, la Comisión lanza una reflexión sobre el fomento de la utilización de los instrumentos de mercado. La consulta y el debate iniciados permitirán decidir la orientación a la política europea para aumentar la utilización de los instrumentos de mercado, particularmente en la revisión de la fiscalidad de la energía y en los distintos ámbitos de la política medioambiental.

A nivel comunitario se emplean principalmente dos tipos de instrumentos de mercado:

- los instrumentos que actúan sobre los precios: los **impuestos** y los **incentivos financieros o fiscales** (que disminuyen el precio);
- los instrumentos que actúan sobre las cantidades: **licencias negociables** -como el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero<sup>34</sup>-.

Los instrumentos que influyen en las cantidades ofrecen más certeza y visibilidad en cuanto a la realización de objetivos específicos. Por su parte, los instrumentos que influyen en los precios ofrecen certeza en cuanto al coste de realización de dicho objetivo, y son generalmente más fáciles de aplicar

Con respecto a los instrumentos reglamentarios, los instrumentos de mercado ofrecen las siguientes **ventajas**:

- integran en el precio final costes que no se habían tenido en cuenta (costes externos);
- dan una mayor flexibilidad a las empresas para permitirles alcanzar los objetivos que se les han asignado, reduciendo de esta forma sus costes de cumplimiento;
- incitan a las empresas a invertir en el sector de la innovación con el fin de reducir su impacto sobre el medio ambiente;
- proporcionan un apoyo al empleo, si se utilizan en el contexto de una reforma fiscal favorable al medio ambiente.

Incumbe en primer lugar a los Estados miembros encontrar en su sistema fiscal el equilibrio entre las medidas de incitación y las medidas disuasorias, respetando las restricciones presupuestarias y el imperativo de neutralidad presupuestaria. El establecimiento de instrumentos de coordinación y la posibilidad de crear un foro general sobre los instrumentos de mercado podrían favorecer la utilización de estos instrumentos (por ejemplo, la reforma de la fiscalidad medioambiental). Por otra parte, la Comisión subraya la necesidad de reformar o suprimir las subvenciones perjudiciales al medio ambiente, sector por sector.

Una solución podría ser separar la fiscalidad en un componente energético y un componente medioambiental.

---

<sup>33</sup> COM (2007) 140, Libro Verde de la Comisión, de 28 de marzo de 2007, sobre la utilización de instrumentos de mercado en la política de medio ambiente y otras políticas relacionadas

<sup>34</sup> Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo

### 3.2.2. SÉPTIMO PROGRAMA MARCO (2007-2013)

La investigación forma parte del «triángulo del conocimiento» que debe impulsar el crecimiento y el empleo de la Unión Europea. Ofrece a la UE la ocasión de poner su política de investigación a la altura de sus ambiciones económicas y sociales mediante la consolidación del Espacio Europeo de la Investigación. El Programa se articula alrededor de cuatro programas principales y se ha simplificado en gran parte para ser más accesible a los investigadores y más eficaz.

**Programa Cooperación**, se centra en estimular la cooperación y reforzar los vínculos entre la industria y la investigación en un marco transnacional. Incluye 9 campos temáticos, autónomos en su gestión pero complementarios en su aplicación:

- salud;
- alimentos, agricultura y biotecnología;
- tecnologías de la información y la comunicación;
- nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción;
- energía;
- medio ambiente (incluido el cambio climático);
- transporte (incluida la aeronáutica);
- ciencias socioeconómicas y humanidades;
- la seguridad y el espacio.

**Programa Ideas** debe servir para reforzar la investigación exploratoria en Europa, es decir, el descubrimiento de nuevos conocimientos que cambian fundamentalmente nuestra visión del mundo y nuestro modo de vida. Un consejo científico define las prioridades y estrategias científicas a la cabeza de la investigación europea con el objetivo de reforzar la excelencia de la investigación.

**Programa Personas** moviliza importantes recursos financieros para mejorar las perspectivas de carrera de los investigadores en Europa y atraer más jóvenes investigadores de calidad.

**Programa Capacidades** debe ofrecer a los investigadores herramientas reforzar la calidad y la competitividad de la investigación europea. Invertir más en las infraestructuras de investigación en las regiones menos pujantes, en la formación de polos regionales de investigación y en la investigación en favor de las PYME. Este programa también debe reflejar la importancia de la cooperación internacional en la investigación y la función de la ciencia en la sociedad.

Además, financia las acciones directas del Centro Común de Investigación (JRC) y las acciones cubiertas por el Programa Marco Euratom en los ámbitos de:

- la investigación sobre la energía de fusión;
- la fisión nuclear y la protección contra las radiaciones.

El Séptimo Programa Marco retoma numerosos elementos de programas anteriores que tuvieron una repercusión positiva en la investigación europea. La prolongación del programa de cuatro a siete años simboliza la voluntad de actuar a largo plazo para impulsar la Europa de la investigación.

Sin dejar de conservar los mejores aspectos de los programas anteriores, el Séptimo Programa Marco de investigación introduce nuevas medidas para mejorar la coherencia y la eficacia de la política de investigación de la UE. Las principales innovaciones aportadas por este programa marco son:

- la simplificación de los procedimientos de participación en el programa;
- la aplicación del programa y su presupuesto por temas y no por instrumentos, para una acción más coordinada y más eficaz;
- la creación del Consejo Europeo de la Investigación en el marco del programa Ideas para apoyar la investigación exploratoria;
- las cooperaciones reforzadas con la industria a través de las «iniciativas tecnológicas conjuntas» que combinan inversión privada y financiación pública;
- el apoyo de una política europea de las infraestructuras de investigación;
- la creación de un «mecanismo de financiación del riesgo compartido» que facilite el acceso a los préstamos del Banco Europeo de Inversiones.

Desde 1984, los distintos programas marco de investigación han aumentado el número de procedimientos administrativos y financieros que encuadran la acción de la UE en materia de investigación. Las medidas específicas para simplificar la aplicación del programa marco implican:

- la racionalización de los sistemas de financiación con una elección reducida de instrumentos para una mayor coherencia en la financiación;
- el uso de un lenguaje más simple y menos burocrático para que la opinión pública pueda comprenderlo;
- la reducción del número y del tamaño de los documentos oficiales;
- la simplificación de las gestiones exigidas por parte de los participantes;
- la reducción de los controles preparatorios antes de la aprobación de un proyecto;
- mayor autonomía de los grupos asociados;
- la simplificación del proceso de selección de proyectos.

La Comisión destina un presupuesto de 50 521 millones de euros para el período 2007-2013, es decir, una media de 7217 millones de euros anuales.

Este aumento refleja la importancia de la investigación en el Relanzamiento de la Estrategia de Lisboa, encaminada a hacer de Europa la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. Recientemente Europa ha dejado escapar oportunidades importantes en algunos ámbitos clave de la investigación a causa de una falta de fondos disponibles.

El saber y la tecnología son los activos principales de Europa y representan la base del crecimiento y del empleo. La Comisión se propone desempeñar plenamente su papel de motor y coordinador para poner el conocimiento al servicio del crecimiento y del empleo en Europa.

### 3.3. SITUACIÓN MEDIAMBIENTAL ESPAÑOLA.

España es uno de los Estados miembros más alejados del compromiso ratificado en Kioto, aunque sea el cuarto país de la UE-15 que menos GEI emitió por habitante en 2006. No obstante, espera cumplir su objetivo, fijado en un incremento máximo del 15%, en 2012 respecto a 1990.

La Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente con el apoyo de Universidad Politécnica de Madrid, ha realizado<sup>35</sup> una proyección de emisiones de GEI, expresadas en términos de CO<sub>2</sub> equivalente, en cada uno de los escenarios considerados.

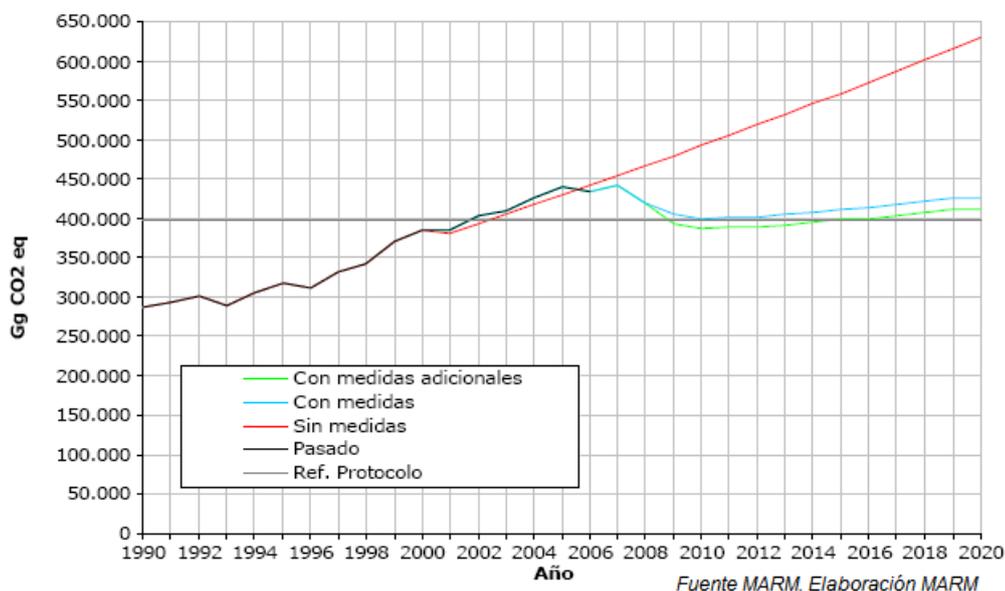


Gráfico 9. Previsión de las emisiones, según las medidas adoptadas [5]

El **escenario “sin medidas”**. En ese supuesto se alcanzaría un incremento del +70%, respecto al año base del Protocolo de Kioto, para el quinquenio 2008-2012.

En el **escenario “con medidas”**, se parte de las emisiones del Inventario hasta 2006, 50% superiores a las del año base. El conjunto de medidas en el escenario permite amortiguar el aumento de las emisiones que se producirían por el incremento global de población, PIB y parámetros asociados: consumo energético, movilidad, generación de residuos, etc. Así, en el periodo 2008-2012, las emisiones sólo superarían en un 40% las del año base.

En el **escenario “con medidas adicionales”**, la media del quinquenio 2008-2012 sería un 37% superiores a las del año base, objetivo fijado por España como Senda de Cumplimiento, valor que supone 22 puntos porcentuales de diferencia respecto al +15% establecido en el reparto, de los cuales se prevé obtener el 2% mediante sumideros y el resto (20%) mediante mecanismos de flexibilidad (adquisición de créditos de carbono).

<sup>35</sup> siguiendo la metodología desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) y por el organismo homólogo norteamericano (US EPA)

El Plan Nacional de Asignación 2008-2012<sup>36</sup>, establece la senda de cumplimiento fijada por el Gobierno. Adopta un conjunto de medidas tendentes a favorecer el ahorro y la eficiencia energética, así como, el incremento de la energía de origen renovable.

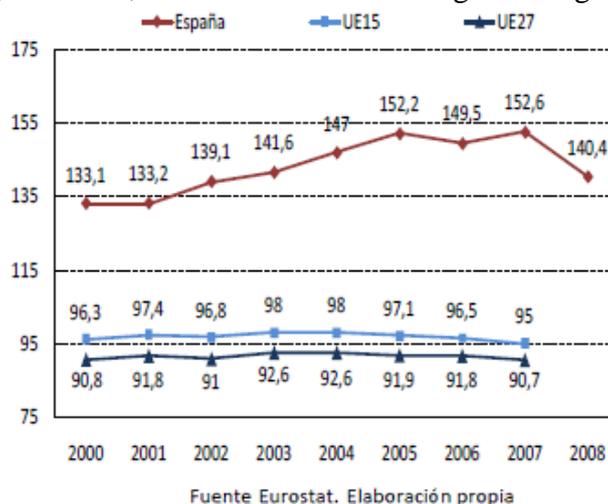


Gráfico 10. Nivel de Emisiones en España 2000 – 2008.[5]

Respecto a las emisiones per cápita se sitúan a la de los Estados Miembros que participaron en el reparto de los objetivos establecidos en el Protocolo de Kioto (UE-15).

No todos los sectores contribuyen por igual al exceso. La proyección del reparto de emisiones imputables a sector industrial, energético y difusos, refleja una tendencia al crecimiento más acentuada en los sectores difusos (transporte y residencial).

Todavía son necesarias otras medidas adicionales que proporcionen las reducciones deseadas. El Gobierno y las restantes Administraciones Públicas deben identificar y poner en marcha medidas adicionales de reducción de emisiones, de fomento de la absorción de carbono y su marco normativo, tanto para reducir nuestras emisiones, como el volumen de créditos de carbono que será necesario adquirir.

El Protocolo de Kioto no contempla expresamente sanciones económicas en el caso de incumplimiento. La UE sí contempla sanciones y obligaciones económicas de compra de derechos de emisión para las empresas y países que emitan por encima de los compromisos adquiridos.

España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, es un país muy vulnerable a los efectos del cambio climático. La disminución de los recursos hídricos, la regresión de la costa, las pérdidas de la biodiversidad y los ecosistemas naturales o los aumentos en los procesos de erosión del suelo son algunos de los efectos que influirán negativamente sobre varios sectores de la economía.

La lucha contra el cambio climático constituye una prioridad política en materia de medio ambiente, y como tal forma parte de las correspondientes Estrategias para un Desarrollo Sostenible. Así, se comenzó a elaborar en 2001 la **Estrategia Española de Lucha contra el Cambio Climático (EECC)**, con la creación de la Oficina Española de Lucha contra el Cambio Climático y la redefinición del Consejo Nacional del Clima.

<sup>36</sup> aprobado por el R.D. 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de GEI, 2008-2012.

Presenta una serie de políticas y medidas para mitigar el cambio climático, paliar los efectos adversos del mismo, y hacer posible el cumplimiento de los compromisos asumidos por España, facilitando iniciativas públicas y privadas en todos los sectores, centrándose en los objetivos que permitan el cumplimiento del Protocolo de Kioto.

Plantea medidas para conseguir una energía más limpia y consumos energéticos compatibles con el desarrollo sostenible. Estas medidas configuran una base para la planificación en materia energética de las administraciones públicas y entes privados, y facilitarán la contribución de los ciudadanos a la lucha contra el cambio climático.

La Estrategia no sólo recoge medidas de mitigación, también de adaptación: el cambio climático representa una fuente de riesgo, ante el cual la adaptación es la respuesta para minimizar los impactos.

La OECC, publicó en 2005 el Informe “*Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efectos del Cambio Climático*”, en el que se recogen los resultados del desarrollo del proyecto Efectos del Cambio Climático en España (ECCE 2003-2004). Este Informe se basa en las simulaciones climáticas que se realizaron en el marco del proyecto de investigación PRUDENCE, proyecto en el que se comparan los resultados de ocho modelos climáticos regionales desarrollados en diversos centros de universidades europeas.

Junto con este proyecto, la OECC, ha llevado a cabo el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático** (PNACC), cuyo desarrollo se asienta en los resultados de la evaluación alcanzada por el Proyecto ECCE. El Plan<sup>37</sup> constituye el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España. Este plan proporciona la estructura donde se encajan las diferentes evaluaciones de los sectores, los sistemas y las regiones.

En cuanto a investigación. En 2008 se inició la gestión y tramitación de la **Acción Estratégica de Energía y Cambio Climático** en lo referente al Subprograma Nacional para la eficiencia energética, energías renovables y tecnologías de combustión limpia o tecnologías emergentes, la financiación se basó en subvenciones y anticipos reembolsables con cargo a las partidas presupuestarias de dicho Subprograma.

---

<sup>37</sup> supone el cumplimiento de los compromisos adquiridos al amparo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

### **3.3.1. ESTRUCTURA POLÍTICA**

El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), se creó en 2008<sup>38</sup>. Asume las competencias hasta entonces atribuidas a los Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente, más la competencia en materia de protección del mar, en estrecha colaboración con el Ministerio de Fomento.

Le corresponde: la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de lucha contra el cambio climático, protección del patrimonio natural, de la biodiversidad y del mar, agua, desarrollo rural, recursos agrícolas, ganaderos y pesqueros, y alimentación. Aglutina en un solo departamento ministerial todas las competencias del Estado vinculadas al medio natural, en su doble vertiente de protección del territorio y de la biodiversidad, y defensa de los factores productivos agrícolas, pecuarios, forestales, pesqueros y alimentarios.

El Departamento ministerial se estructura mediante los siguientes órganos superiores y directivos dependientes directamente del Ministerio:

- a) La Secretaría de Estado de Cambio Climático.
- b) La Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua
- c) La Subsecretaría de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
- d) La Secretaría General del Mar, con rango de Subsecretaria

De la Secretaria de Estado de Cambio Climático dependen:

- la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
- la Oficina Española de Cambio Climático (OECC)
- la Agencia Estatal de Meteorología

De esta manera se permite englobar temas medioambientales (calidad del aire, gestión de residuos, evaluación de impacto ambiental, desarrollo, implantación, y prestación de servicios meteorológicos), junto con los temas específicos del cambio climático.

La creación del nuevo Ministerio ha impulsado toda una serie de políticas que constituyen una línea global de desarrollo y conservación, en los aspectos ambientales. Los problemas ambientales se han convertido en problemas globalizados, que no se pueden circunscribir al ámbito de las ciudades o del medio rural, y forman parte de una interrelación entre alteraciones del medio ambiente y ecosistemas, los sistemas económicos y la calidad de vida de los ciudadanos.

El cambio climático representa una amenaza al desarrollo sostenible. De esta forma, las políticas de cambio climático han adquirido gran importancia en España en los últimos años, tanto en la acción del Gobierno Central como en la de los Gobiernos Autonómicos y Locales, y se ha convertido en un importante pilar transversal que soporta políticas sectoriales como las de energía, vivienda, industria o transportes.

---

<sup>38</sup> por Real Decreto 432/2008, de 12 de abril

Para la **coordinación de las políticas de cambio climático** se ha creado:

- la **Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático (CCPCC)**<sup>39</sup>, órgano de coordinación y colaboración entre la AGE, las Comunidades Autónomas y las administraciones locales. También ejerce tareas de coordinación y seguimiento de la Estrategia Española de Cambio Climático.
- el **Consejo Nacional del Clima (CNC)**<sup>40</sup>, órgano de participación y coordinación, en el que participan las Administraciones Públicas, los principales agentes sociales, organizaciones no gubernamentales e investigadores
- la **Comisión Delegada del Gobierno para el Cambio Climático (CDGCC)**<sup>41</sup>
- el **Grupo Interministerial de Cambio Climático (GICC)**<sup>42</sup>, órgano de coordinación entre los distintos departamentos de la AGE.

Además, se han constituido **Mesas de Diálogo Social** para garantizar la participación de las organizaciones sindicales y empresariales en la elaboración y seguimiento del PNA y de las medidas de mitigación en los sectores difusos, en cuanto a sus efectos en la competitividad, la estabilidad en el empleo y la cohesión social.

La labor de coordinación y seguimiento, entre los distintos órganos, está en la Dirección General de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), se encarga de realizar la formulación de la política nacional en materia de cambio climático, así como la propuesta de normativa y desarrollo de los instrumentos de planificación y administrativos que permitan cumplir con los objetivos establecidos por dicha política.

La CCPCC cumple con las siguientes funciones:

- El seguimiento del cambio climático y adaptación a sus efectos.
- La prevención y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El fomento de la absorción de CO<sub>2</sub> por las formaciones vegetales.
- El establecimiento de las líneas generales de actuación y de los criterios para la aprobación de los informes preceptivos sobre la participación voluntaria, en los proyectos de desarrollo limpio y de aplicación conjunta del Protocolo de Kioto.
- El impulso de programas y actuaciones que fomenten la reducción de emisiones en los sectores y actividades no incluidos en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005.

Funcionalmente, la CCPCC está constituida por:

- Grupo de Trabajo de Comercio de Emisiones
- Grupo de Trabajo de Adaptación
- Grupo de Trabajo de Mitigación e Inventarios

---

<sup>39</sup> Comisión creada por la Ley 1/2005.

<sup>40</sup> se rige de acuerdo con el Real Decreto 1188/2001, de 2 de noviembre.

<sup>41</sup> Creada mediante Real Decreto 680/2008, de 30 de abril, integrada por: los ministros de Asuntos Exteriores y Cooperación, de Fomento, de Educación, de Sanidad y Política Social, de Industria, Turismo y Comercio, de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, de Vivienda y de Ciencia e Innovación, y las Vicepresidencias de Gobierno. También forman parte de la misma los secretarios de Estado para la Unión Europea, de Defensa, de Economía, de Hacienda y Presupuestos, de Seguridad, de Planificación e Infraestructuras, de Energía, de Cooperación Territorial, de Cambio Climático y de Investigación

<sup>42</sup> Se constituyó en mayo de 2004, está integrado por representantes con rango de Secretario de Estado o de Secretario General y por Directores Generales.

### 3.3.2. ACTUACIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Las actuaciones e iniciativas del Ministerio en la lucha contra el cambio climático se basan en la reducción de las emisiones de GEI, la búsqueda del ahorro y la eficiencia energética, y el incremento del peso de las energías renovables, todo ello preservando la competitividad, el empleo y la estabilidad económica y presupuestaria.

La transformación de los modelos económicos actuales en modelos bajos en carbono implica trabajar en cuatro ejes principales, que al mismo tiempo contribuyen a aumentar la seguridad energética y disminuir la dependencia;

- aumentar el ahorro y la eficiencia energética;
- reducir el consumo de combustibles fósiles a favor de las fuentes de energía renovables;
- consolidar la implantación de nuevas tecnologías y
- promover la innovación en todos los procesos productivos.

Piezas clave de esta política son:

- La **Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCL)** (2007-2012-2020), configura el marco que da estabilidad y coherencia a las políticas de Cambio Climático. Define las directrices básicas de actuación, planteando un abanico de medidas para la consecución de la reducción de las emisiones de GEI así como para la adaptación a sus efectos.
- En el marco de esta estrategia se han ido desarrollando distintos instrumentos de planificación, como son:
  - el Plan de Medidas Urgentes<sup>43</sup>,
  - las Líneas Estratégicas de Lucha contra el Cambio Climático<sup>44</sup>,
  - los Planes y Estrategias implantados por las Comunidades Autónomas
- El marco jurídico necesario para dar cobertura legal a todos los elementos del **Comercio de Derechos de Emisión**: Ley reguladora del régimen de comercio de derechos de emisión (Ley 1/2005), incluyendo dos enmiendas para ampliar su ámbito de aplicación; los Planes Nacionales de Asignación (PNA); el Registro Nacional de Derechos de Emisión; las bases reguladoras para los sistemas de seguimiento y verificación de las emisiones; los instrumentos de transposición de la nueva normativa comunitaria en la materia; etc.

Otro ámbito importante de medidas de carácter horizontal lo constituye la Estrategia Nacional de I+D+i, en los aspectos de energía y cambio climático. La Ley de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, y la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible

---

<sup>43</sup> aprobado en 2007 y que incluye el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012 (PA E4). Este plan se desarrollara en mayor detalle dentro del apartado energético.

<sup>44</sup> establecidas por la CDGCC en 2008

### **3.3.2.1. Mecanismos de Flexibilidad. Comercio de Derechos de Emisión**

En nuestro país el comercio de derechos de emisión cubre, con más de 1000 instalaciones, alrededor del 45% del total nacional de las emisiones de GEI. Esto se ha materializado en un período de tiempo relativamente breve en el que se ha desarrollado el marco jurídico para dar cobertura legal a todos sus elementos<sup>45</sup>.

Con el escenario previsto, en el periodo 2008-2012 los sectores españoles afectados podrían tener que comprar cada año derechos por 113 millones de toneladas de CO2 equivalente, que podrían costar entre 1.243 millones (11€ por tonelada) y 3.616 millones (32€ por tonelada).

Uno de los elementos centrales del régimen de comercio de derechos de emisión es el Plan Nacional de Asignación, que determina para un periodo:

- los derechos a repartir por actividades,
- la cantidad de derechos que constituyen la reserva para nuevos entrantes,
- las expectativas de utilización de mecanismos flexibles
- la senda de cumplimiento.

El Plan, además de establecer el objetivo global de reducción, pone en marcha el mercado de derechos de emisión, que se reparten entre los titulares de instalaciones cuya actividad se encuentre entre las citadas en el Anexo I de la Directiva 2003/87/CE. El PNA 2008-2012 mantiene un reparto, entre los sectores incluidos (45%) y no incluidos (55%) en la Ley 1/2005, proporcional al peso de dichos sectores sobre el total nacional de emisiones.

La asignación toma como referencia dos variables para apoyar sus cálculos, las emisiones históricas y en mayor medida una estimación de las producciones futuras, o más bien, de las producciones que se espera -desea- que se den en los años siguientes.

El centro de la discusión en el sector eléctrico español, se produce cuando no se puede pedir sacrificar parte de la producción si al mismo tiempo no se garantiza de no correr riesgo de que, ser más eficiente, desde el punto de vista medioambiental, resulte perjudicial en futuros repartos de derechos. Aunque en España, y en particular en el sector eléctrico, el debate está centrado en si los agentes están internalizando el coste del derecho de emisión en sus ofertas o no.

---

<sup>45</sup> Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de GEI. R. D. 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de GEI, 2005-2007. Modificado por el R. D. 60/2005, de 21 de enero, y por el R. D. 777/2006, de 23 de junio.  
R. D. 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula el registro nacional de derechos de emisión de GEI.  
R. D. 1315/2005, de 17 de febrero, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de GEI en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo.  
R. D. 202/2006, de 17 de febrero, por el que se regula la composición y funcionamiento de las mesas de diálogo social, previstas en el artículo 14 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo. Resolución, de 8 de febrero de 2006, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se aprueban normas para el registro, valoración e información de los derechos de emisión de GEI.  
R.D. 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de GEI, 2008-2012.

Un elemento fundamental para el buen funcionamiento del comercio de emisiones es el Registro Nacional de Derechos de Emisión (RENADE). Instrumento a través del cual se asegura la publicidad y permanente actualización de la titularidad y control de los derechos de emisión. El Registro entró en funcionamiento en junio de 2005 y desde entonces se encuentra operativo.

### ***Otros Mecanismos de Flexibilidad***

#### **Mecanismo de Desarrollo Limpio**

En este caso un país desarrollado invierte en tecnologías de desarrollo limpio en un país en vías de desarrollo, en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono. El país inversor recibe los créditos de reducción del proyecto, que utiliza para alcanzar sus compromisos. El recorte de la contaminación derivado de esta inversión se documenta en un Certificado de Reducción de Emisiones (RCE), es necesario recibir el visto bueno de la unidad de Cambio Climático de Naciones Unidas. Cualquier país puede destinar entre el 6% y el 9% de su objetivo de Kioto a estos proyectos.

Con este Mecanismo:

- el país inversor, hará uso de las RCEs para alcanzar los objetivos de reducción y limitación de emisiones
- el país inversor, puede vender en el sistema europeo de comercio de derechos de emisión.
- el país receptor de la inversión, consigue un desarrollo sostenible a través de la transferencia de tecnologías limpias
- el país receptor, contribuye a alcanzar el objetivo de la Convención de Cambio Climático.

Destacar la fuerte apuesta a favor del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) hecha por el Gobierno español al diseñar su plan de adquisición de créditos en los mercados de carbono, en especial en América Latina, dando preferencia a la elección de proyectos energéticos y de gestión sostenible de los residuos.

#### **Mecanismo de Aplicación Conjunta**

Un país desarrollado invierte en otro país desarrollado en un proyecto de energía limpia. El país inversor se beneficia de la adquisición de unidades de reducción de emisiones (ERU) a un precio menor del que le hubiese costado en el ámbito nacional la misma reducción de emisiones, y el país receptor de la inversión recibe la inversión y la tecnología.

La suma total de las cantidades de emisiones evitadas o intercambiadas entre los países es cero, a diferencia de los proyectos de Desarrollo Limpio. Los proyectos deben cumplir la cláusula de adicionalidad: sólo cuentan las reducciones de emisiones que son adicionales a las que se habrían alcanzado de no existir los proyectos, ya sean en el marco de iniciativas de Aplicación Conjunta o del Mecanismos de Desarrollo Limpio

### 3.3.2.2. Estrategia española de cambio climático y energía limpia (EECCEL).

La **Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCEL)**<sup>46</sup> forma parte de la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS), y persigue el cumplimiento de los compromisos de España en materia de cambio climático y el impulso de las energías limpias, al mismo tiempo que pretende conseguir la mejora del bienestar social, el crecimiento económico y la protección del medio ambiente. Cuenta como marco de referencia con la “*Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto*”<sup>47</sup>, y tiene presente las medidas y programas de las Comunidades Autónomas.

La EECCEL presenta una serie de políticas y medidas para mitigar el cambio climático, paliar sus efectos adversos, y hacer posible el cumplimiento de los compromisos asumidos por España en el marco del Protocolo de Kioto. Además, se plantean medidas para la consecución de consumos energéticos compatibles con el desarrollo sostenible.

Los objetivos operativos son:

- Asegurar la reducción de las emisiones de GEI, dando especial importancia a las medidas relacionadas con el sector energético.
- Contribuir al desarrollo sostenible y al cumplimiento de los compromisos de cambio climático.
- Impulsar medidas adicionales de reducción en los sectores difusos.
- Aplicar el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) promoviendo la integración de las medidas y estrategias de adaptación en las políticas sectoriales.
- Concienciar y sensibilizar en energía limpia y cambio climático.
- Fomentar la I + D + i en materia de cambio climático y energía limpia.
- Garantizar la seguridad del abastecimiento de energía fomentando las energías más limpias, de carácter renovable, limitando la tasa de crecimiento de la dependencia energética exterior.
- Impulsar el uso racional de la energía y el ahorro de recursos tanto para las empresas como para los consumidores finales.

La Estrategia enumera más de 400 medidas a aplicar en distintos sectores. Dividido en capítulos, cada uno de los cuales incluye una descripción de la situación actual, cuáles son los objetivos perseguidos, las medidas propuestas y una selección de indicadores para su adecuado seguimiento

---

<sup>46</sup> se produjo entre los últimos meses del año 2006 y los primeros de 2007, siendo aprobada definitivamente por el Consejo de Ministros, en noviembre de 2007.

<sup>47</sup> aprobada por el Pleno del Consejo Nacional del Clima el 5 de febrero de 2004

Respecto a Cambio Climático, se tiene un paquete de medidas divididas en 11 áreas de actuación.

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático

Área de actuación	Objetivo
Cooperación institucional	Entre AGE, CCAA y Entidades locales para el desarrollo de políticas de sostenibilidad y reducción de emisiones de GEI
Mecanismos de flexibilidad	A través de la adquisición de créditos de CO2
Cooperación internacional y con países en desarrollo	Mejora cualitativa y cuantitativa de las acciones de cambio climático en las políticas de cooperación, promoviendo instrumentos que apoyen la adopción de estrategias en la materia en países en desarrollo.
Comercio de emisiones	Cumplimiento por parte de las acciones del comercio de emisiones de los objetivos de España ante el PK, integrando, consolidando y mejorando este sistema
Sumideros	Conseguir unas absorciones mínimas, siguiendo las reglas de contabilidad del Protocolo de Kioto, del 2% de las emisiones del año base.
Captura y almacenamiento geológico	Estudio del potencial y desarrollo de esta tecnología, evaluando su aplicación y desarrollando un marco jurídico adecuado
Sectores difusos	Limitar emisiones al 37% respecto del año base y aprobar un Plan de Acción de ahorro y eficiencia energética 2008-2012
Adaptación al cambio climático	Desarrollo y aplicación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
Difusión y sensibilización	Aumentar interés y conocimiento de los ciudadanos en la materia, promoviendo cambios en las pautas de comportamiento
Investigación, desarrollo e innovación tecnológica	Promover la investigación de forma coordinada con las CCAA, garantizándola en el sistema español de I+D+i
Medidas horizontales	Se plantean actuaciones en política fiscal, ordenación del territorio, mejores técnicas disponibles y Sistemas de Gestión Ambiental

Tabla 2. Áreas de Actuación de la EECCEL, respecto al Cambio Climático [6]

En relación a Energía Limpia y con objeto de reducir la intensidad energética en España, las áreas de actuación y sus objetivos se recogen en la siguiente tabla:

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático

Área de actuación	Objetivo
Eficiencia Energética	Definir un nuevo plan de acción 2008-2012, estableciendo instrumentos de ahorro energético y una reducción de al menos 2% del consumo energético en relación al escenario tendencial
Energías Renovables	Elaborar un nuevo PER con el objetivo del 20% de estas energías para 2020, aumentando la aportación de biocombustibles y aumentando la competitividad de estas energías a partir de 2010
Gestión de la Demanda	Uso mas racional de la energía, impulsando los correspondientes instrumentos de mercado (fiscalidad y estructura tarifaria)
I+D+i	Desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías energéticas "limpias", mejorando la seguridad del suministro y reduciendo su posible impacto

Tabla 3. Áreas de Actuación de la EECCEL, respecto a Energía Limpia [6]

## Plan de Medidas Urgentes de la EECEL

El Gobierno ha puesto en marcha varias medidas encaminadas al ahorro de energía, al incremento de la eficiencia energética y al fomento de las energías renovables: Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2005-2007, Plan de Energías Renovables 2005-2010, Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, Código Técnico de la Edificación, Ley de Comercio de Derechos de Emisión y Planes Nacionales de Asignación.

En la siguiente tabla se enumeran las medidas en el PMU, la reducción de CO<sub>2</sub> prevista en el quinquenio, si la medida está incluida en el PA E4, así como si la medida contribuye con reducciones adicionales a las ya previstas.

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático

Medida			Reducción prevista E4 08-12 (KtCO <sub>2</sub> )	Reducción adicional E4 08-12 (KtCO <sub>2</sub> e)	Promedio anual adicional 08-12 KtCO <sub>2</sub> e	
MEDIDAS URGENTES	E4+	1	PLAN DE ACCION E4 <sup>48</sup> 08-12	210.421	27.709	5.542
	Transporte	2	% mínimo de carburantes	PA E4	PA E4	PA E4
		3	Revisión RD 61/2006	ADICIONAL	N.C.	N.C.
		4	Modificación del impuesto de matriculación	ADICIONAL	N.C.	N.C.
		5	Planes de movilidad sostenibles	PA E4	PA E4	PA E4
		6	Evaluación de la modificación del impuesto de circulación	ADICIONAL	N.C.	N.C.
		7	Programas piloto de movilidad sostenible	ADICIONAL	N.C.	N.C.
		8	Programa de medidas de apoyo al Transporte de Mercancías por Ferrocarril	PA E4	PA E4	PA E4
		9	Reducción de emisiones en las flotas de vehículos AGE	ADICIONAL	4.61	0.92
		R+C+I	10	Ahorro y eficiencia energética y energías renovables en los edificios de la AGE	PA E4+ ADICIONAL	1.125
	11		Alumbrado publico	PA E4	PA E4	PA E4
	12		Campaña de difusión de ahorro y eficiencia energética y etiquetado de los electrodomésticos	PA E4	PA E4	PA E4
	13		Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios	PA E4	PA E4	PA E4
	14		Sustitución progresiva de las bombillas de filamento incandescente	ADICIONAL		
	15		Estrategia de eficiencia energética en el ciclo de vida de la edificación	ADICIONAL	N.C.	N.C.
	Energía	16	Repotenciación de parques eólicos	ADICIONAL	5.750	1.150
		17	Energía eólica marina	ADICIONAL	4.500	900
		18	Contadores eléctricos	PA E4	PA E4	PA E4
	F-gases	19	Reglamento 842/2006	ADICIONAL	2.750	550
		20	Acuerdo voluntario SF6	ADICIONAL	330	66
		21	Acuerdo voluntario PFCs	ADICIONAL	100	20
	CH4	22	Recuperación de biogás en vertederos	URGENTE	URGENTE	URGENTE
		23	Plan de Biogestion de Purines	ADICIONAL	8.900	1.780

<sup>48</sup> El IDAE calcula las kt CO<sub>2</sub> evitadas, no las kt CO<sub>2</sub> eq, es decir las reducciones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> asociadas a la implantación de este Plan no se contemplan.

Horizontales	N2O	24	Reducción del uso de fertilizantes nitrogenados	ADICIONAL	785	157
		25	Estrategia de I+D+i en Energía y Cambio Climático	N.C.	N.C.	N.C.
		26	Procedimientos para mecanismos flexibles basados en proyectos	N.C.	N.C.	N.C.
		27	Modificación del PNA 2008-2012	N.C.	N.C.	N.C.
		28	Registro de compromisos voluntarios de las empresas	ADICIONAL	5.000	1.000
Otras			Otros gases no CO2 (N2O+CH4) PA E4+	ADICIONAL	3.500	700
<b>RESULTADOS</b>	<b>TOTAL</b>			<b>210.421</b>	<b>60.454</b>	<b>12.091</b>
	<b>OBJETIVO PNA 08-12</b>				<b>188.500</b>	<b>37.700</b>
	<b>OBJETIVO ACTUALIZADO EFICIENCIA</b>				<b>135.617</b>	<b>27.123</b>
	<b>DISTANCIA AL OBJETIVO</b>				<b>75.163</b>	<b>15.033</b>

Tabla 4. Plan de Medidas urgentes en relación con la E4 [6]

### 3.3.2.3. Líneas estratégicas de lucha contra el cambio climático

El Gobierno refuerza la acción política en la lucha contra el cambio climático mediante actuaciones transversales de distintos departamentos ministeriales, y pone en marcha un conjunto de medidas en los sectores con mayor potencial de reducción.

Con este objetivo se han establecido las llamadas Líneas Estratégicas (LLEE) de lucha contra el Cambio Climático, que integran medidas clave de la EECCEL con gran impacto en la reducción de GEI. Estas líneas conllevan actuaciones de todos los Ministerios implicados y precisan la coordinación y cooperación con otras Administraciones Públicas.

- Línea estratégica de residuos y gestión de estiércoles
- Línea estratégica de movilidad sostenible
- Línea estratégica de edificación sostenible
- Línea estratégica de sostenibilidad energética
- Línea estratégica de política forestal y sumideros
- Línea estratégica de innovación

A continuación se describen los objetivos perseguidos por las Líneas Estratégicas más relacionadas con el contenido del presente estudio.

#### *Edificación Sostenible*

El principal objetivo de esta Línea Estratégica es promover la eficiencia energética y un mayor porcentaje de autoabastecimiento en consumos energéticos en vivienda y edificios, tanto de uso residencial como institucional.

Para ello, las actuaciones previstas se agrupan en:

- **Vivienda nueva.** Fortalecer la colaboración entre administraciones públicas en mecanismos de seguimiento e implantación del CTE, y reforzar las actuaciones del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética E4 y su Plan de Acción.
- **Vivienda existente.** Puesta en marcha del Plan RENOVE de ayudas a la rehabilitación de la envolvente edificatoria, instalaciones térmicas de agua sanitaria e iluminación y el R.D. para certificación de la eficiencia energética.
- **Edificación no residencial.** La aplicación del Plan de Ahorro y eficiencia energética en los edificios de la AGE obteniendo su calificación energética; desarrollo de posibles criterios ambientales de contratación pública y de la base legal para las “Empresas de Servicios Energéticos”. En el sector turístico, promoción de Acuerdos Voluntarios con el sector empresarial y puesta en marcha del Plan RENOVE de Infraestructuras Turísticas.
- **Equipamiento.** Reforzar medidas para el equipamiento en la E4 y en especial en su Plan de Acción; estimular el uso de equipamiento más eficiente (ofimática, electrodomésticos...), creando incentivos y/o incrementando los requisitos de los productos puestos en el mercado en materia de eficiencia energética.

## ***Sostenibilidad Energética***

La sostenibilidad energética continúa siendo una pieza fundamental de la estrategia de lucha contra el cambio climático. Los principales objetivos que se persiguen en el marco de esta Línea Estratégica son: promover mayor coherencia en el marco regulador y en los planes de la energía; integrar los objetivos comunitarios de ahorro y mejora de la eficiencia energética así como de promoción de las energías renovables. Además, se prevé promover el desarrollo de empresas de Servicios Energéticos que faciliten la generalización de soluciones sostenibles en los consumos difusos y la adopción de actuaciones ejemplarizantes en el sector institucional.

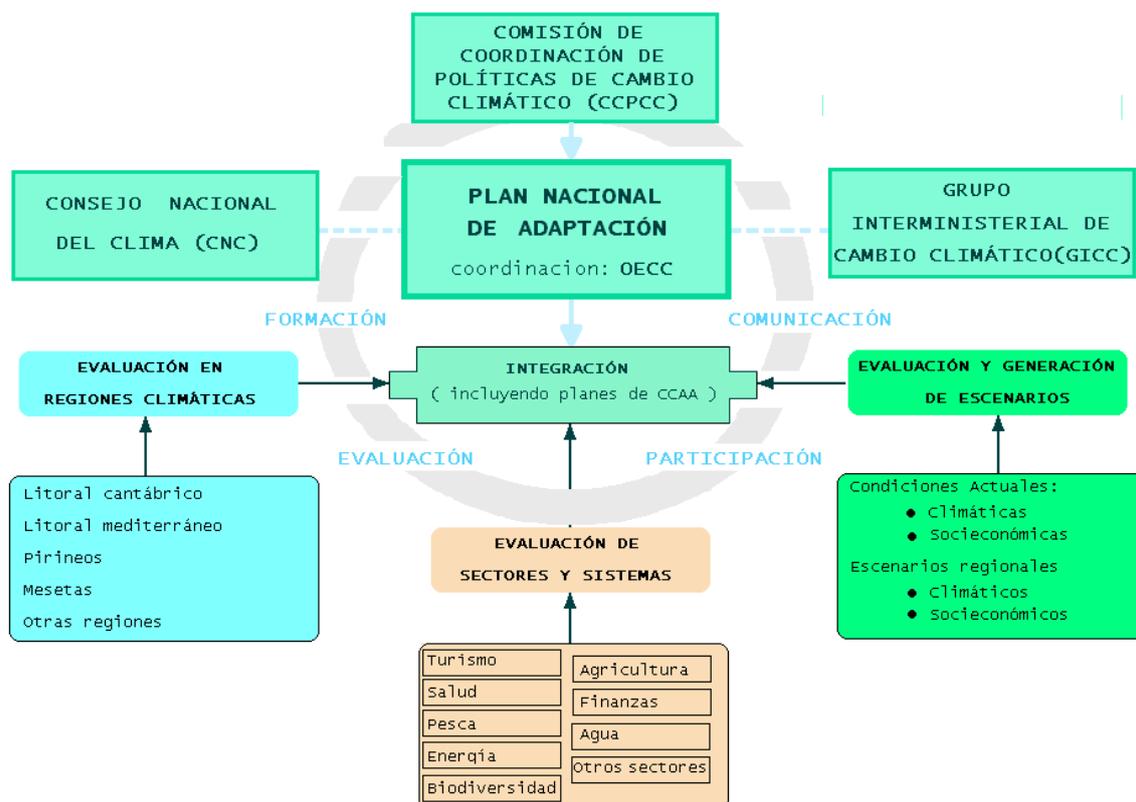
## ***Innovación***

Los objetivos fundamentales de esta Línea Estratégica son fortalecer la investigación, la modelización y el desarrollo tecnológico en la gestión hídrica para incrementar de las capacidades de respuesta y adaptación en situaciones climatológicas extremas, y promocionar y desarrollar tecnologías, especialmente las referidas a las energías renovables, como elementos clave para poder hacer frente a las fuertes reducciones de emisiones de GEI necesarias en el medio y largo plazo, tanto a nivel nacional como internacional. Además, se pretende disponer de evaluaciones periódicas sobre los avances en el conocimiento del cambio climático para establecer y reorientar las políticas públicas.

Entre las actuaciones previstas se encontraba la creación de un Centro de Investigación sobre cambio climático, la creación de un Centro Tecnológico en Energías Renovables, y las evaluaciones periódicas del estado del conocimiento en España ante el cambio climático, destacando el seguimiento de los subprogramas de la Acción Estratégica Energía y Cambio Climático del PN I+D+i 2008-2011, las evaluaciones sectoriales en el contexto del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático, y la evaluación global sobre España ante el Cambio climático.

### 3.3.2.4. Plan Nacional de Adaptación al cambio climático

Con el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)**, se pretende integrar la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de los distintos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos españoles. Nace con el propósito de facilitar y proporcionar asistencia a todas aquellas administraciones y organizaciones interesadas (públicas y privadas) para evaluar los impactos del cambio climático en el sector/sistema de su interés, facilitando conocimientos, herramientas y métodos de evaluación disponibles, con objeto de promover procesos de participación entre todos los involucrados que conduzcan a las mejores opciones de adaptación al cambio climático.



Fuente MARM. Elaboración propia

Figura 1. Estructura institucional de coordinación propuesta en el PNACC [7]

El Plan se desarrolla mediante programas de trabajo, que contienen las características de las actividades y proyectos de evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación.

El 2º Programa de Trabajo, aprobado en julio de 2009, se estructura en torno a cuatro ejes:

- Evaluación sectorial de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
- Integración de la adaptación al cambio climático en la normativa sectorial
- Movilización de actores clave en los sectores, que deben tomar parte activa en la identificación de medidas de adaptación al cambio climático.
- Establecimiento de un sistema de indicadores de los impactos y la adaptación al cambio climático en España en todos los sectores.

Como complemento a los ejes, se tienen dos pilares básicos:

- La potenciación de la I+D+i de tecnologías de adaptación. Las necesidades de I+D+i que se identifiquen podrán alimentar los procesos de elaboración del nuevo Plan Nacional de I+D+i 2012-2015, la continuación de la actual Acción Estratégica Energía y Cambio Climático, o cualquier otra acción de nueva creación.
- El refuerzo de la coordinación en las relaciones entre la AGE y las Administraciones Autonómicas, dadas las diferencias entre CCAA.

La evaluación del PNACC se lleva a cabo a través de las revisiones anuales de los programas de trabajo, fruto de las cuales se elaboran los informes de seguimiento de cada una de las actividades y proyectos en curso. Cuando se finaliza cada uno de los proyectos, en un sector del sistema dado, se elabora un informe específico con los principales resultados alcanzados y las necesidades futuras detectadas. Cada 4 años se elabora un informe de seguimiento y evaluación del Plan en su conjunto, teniendo también en cuenta consideraciones transversales y los resultados de las actividades horizontales de Información, Comunicación y de Formación.

### ***Indicadores***

- Sectores y sistemas donde se realizan evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
- Número y periodicidad de las evaluaciones, e informes de resultados.
- Medidas regulatorias, planificadoras y de ejecución en los diferentes sistemas/sectores.
- Informes y publicaciones relacionadas con la adaptación al cambio climático y grado de coherencia con el marco general del PNACC.

### ***Medidas***

- El desarrollo del PNACC se va a realizar mediante Programas de Trabajo elaborados por la OECC y aprobados por la CCPCC.
- Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos
- Evaluación del impacto del cambio climático en la biodiversidad:
- Evaluación del impacto del cambio climático en las zonas costeras:
- Elaboración y puesta en marcha en 2007 del Programa Coordinado entre la AGE y las CCAA de investigación en materia de impactos y adaptación al cambio climático, tomando como áreas prioritarias en su primera fase: salud, agricultura y turismo.
- Analizar las necesidades formativas en materia de adaptación al cambio climático, y organizar acciones de formación dirigidas a sectores técnicos y productivos clave.
- La especificidad de las distintas zonas geográficas hace necesario el desarrollo de escenarios propios, que responden a factores meteorológicos muy diferentes.

Hasta 2012 deberán abordarse los restantes sistemas ecológicos y sectores socioeconómicos.

### **3.3.2.5. Plan Nacional de Investigación científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) sobre el Clima**

Es el instrumento de programación de la I+D+i tecnológica de la AGE a través del cual se establecen los objetivos y prioridades de la política de investigación e innovación a medio plazo, a la vez que diseña los instrumentos que garanticen su consecución. Sus objetivos se han identificado teniendo en cuenta los principios básicos y objetivos de la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) y han marcado el diseño de los instrumentos y los programas nacionales del mismo.

El Plan Nacional de I+D+I 2008-2011 se estructura en 4 **áreas** ligadas a programas instrumentales que persiguen objetivos concretos y específicos:

- Generación de Conocimientos y Capacidades
- Fomento de la Cooperación en I+D
- Desarrollo e Innovación Tecnológica Sectorial
- Acciones Estratégicas.

Para dar cumplimiento a los objetivos, se tienen 6 Líneas Instrumentales de Actuación:

- i) Recursos Humanos;
- ii) Proyectos de I+D+I;
- iii) Fortalecimiento Institucional;
- iv) Infraestructuras Científicas y Tecnológicas;
- v) Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica;
- vi) Articulación e Internacionalización del Sistema.

El área de acciones estratégicas corresponde a sectores o tecnologías de carácter horizontal, para lo cual se utilizarán todos los instrumentos disponibles en las otras áreas. Dentro de esta área se engloban 5 líneas estratégicas clave:

- Salud
- Biotecnología
- Energía y Cambio Climático
- Telecomunicaciones y Sociedad de la Información
- Nanociencia, Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales

Las actividades de investigación pertenecen, en su mayoría, a la acción estratégica de Energía y Cambio Climático, que consta de 4 subprogramas:

- a) para la eficiencia energética, energías renovables y tecnologías de combustión limpia o tecnologías emergentes.
- b) para la movilidad sostenible y el cambio modal en el transporte.
- c) para promover la edificación sostenible.
- d) para la mitigación no energética del cambio climático, observación del clima y adaptación al cambio climático.

Instituciones con actividad investigadora, son:

- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).
- Programa CENIT: El Programa CENIT (dentro de la Iniciativa INGENIO 2010)
- Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Instituto Geológico y Minero España (IGME).
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

## 4. CONTEXTO ENERGETICO EUROPEO

Un **sistema de energía** consta del sector de **suministro** de energía y de las tecnologías de **uso final**. El objeto de un sistema de energía es proporcionar a los consumidores los diversos servicios finales que la energía proporciona, como la iluminación, el cocinado, la climatización, las comunicaciones o el transporte, también para cualquier actividad comercial o industrial.

La cadena energética comienza con la recogida o extracción de energía primaria - leña, gas natural, agua, radiación solar, viento o carbón -. Se extraen de **reservas** existentes o se absorben de los **recursos** que se dispongan. A continuación, se transforma en **vectores energéticos** - gasolina o electricidad - que son directamente utilizables para usos finales.

La energía contribuye a satisfacer múltiples necesidades básicas de forma que el acceso a formas avanzadas de energía debería incluirse entre los **derechos inalienables** del ser humano en el siglo XXI.

Un planteamiento realista y profundo del tema de la energía, tiene que:

- integrar que un tercio de la humanidad **carece de suministro** eléctrico y de cualquier otra forma avanzada de energía,
- contemplar la **seguridad de abastecimiento** para las generaciones futuras,
- ser consciente de las consecuencias del **impacto medioambiental** que la producción y el consumo de energía ocasionan en el planeta.

Hasta el principio de la década de los 70 la energía tenía un eco muy escaso en la opinión pública. Los ciudadanos apenas se preguntaban si la energía era un recurso caro o barato, si en algún momento se podría producir una crisis de suministro o si la producción y transporte de energía conllevaba algún problema medioambiental.

Tras varias crisis del precio del petróleo, múltiples incidentes de falta de abastecimiento eléctrico, un accidente nuclear de la gravedad de Chernobil, o el ubicuo desarrollo de la producción con recursos renovables, la energía forma parte de la atención en los ciudadanos y en la política.

Con la publicación en Noviembre de 2000 del Libro Verde "Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético", la Comisión Europea abre un debate sobre los riesgos que se derivan de la dependencia energética. Insiste en las debilidades estructurales del abastecimiento energético de la UE: la creciente tasa de dependencia energética de Europa, la crítica función del petróleo en la fijación del precio de la energía y los decepcionantes resultados de las políticas de control del consumo. Su conclusión: *"Si no se hace nada, de aquí a 20 ó 30 años la Unión Europea cubrirá sus necesidades energéticas en un 70% con productos importados, frente al 50% actual"*.

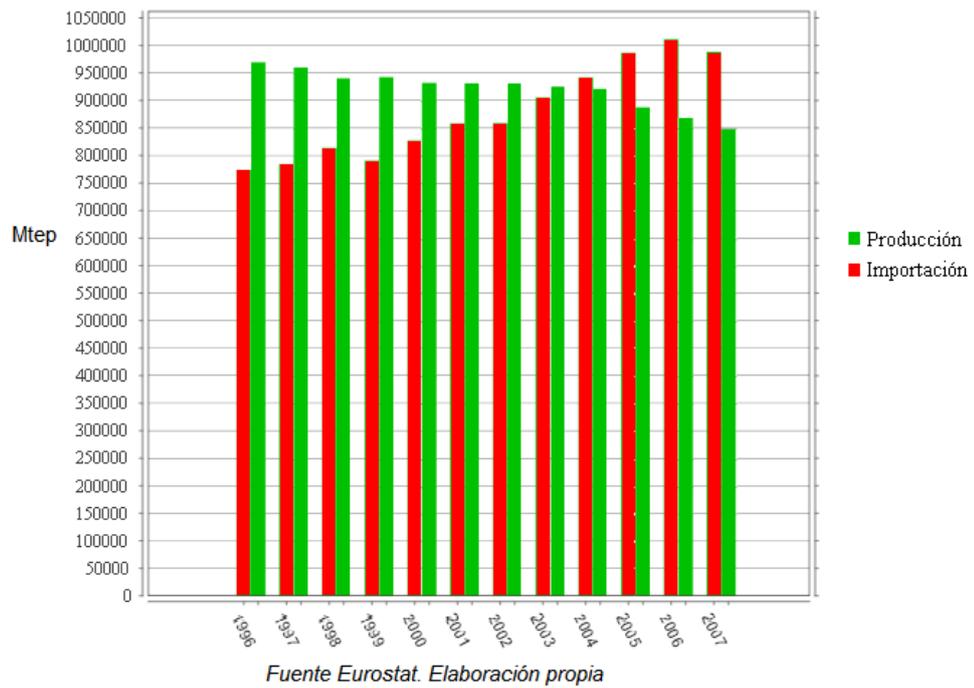


Gráfico 11. Evolución en la Producción e Importación de energía primaria [4]

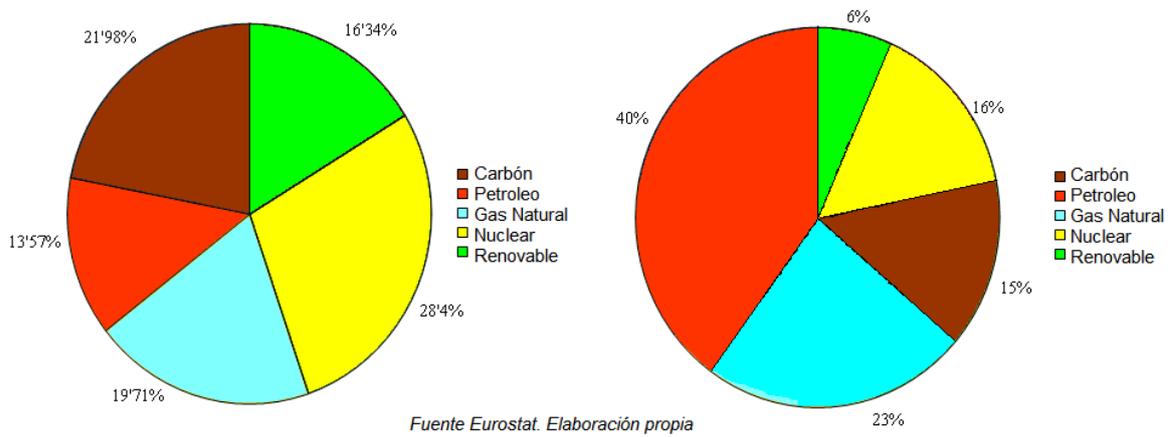


Gráfico 12. Producción y consumo de Energía Primaria según su origen 2009 [4]

Las importaciones son mayoritariamente de petróleo (59'52%), seguidas por la importación de gas natural (26'37%).

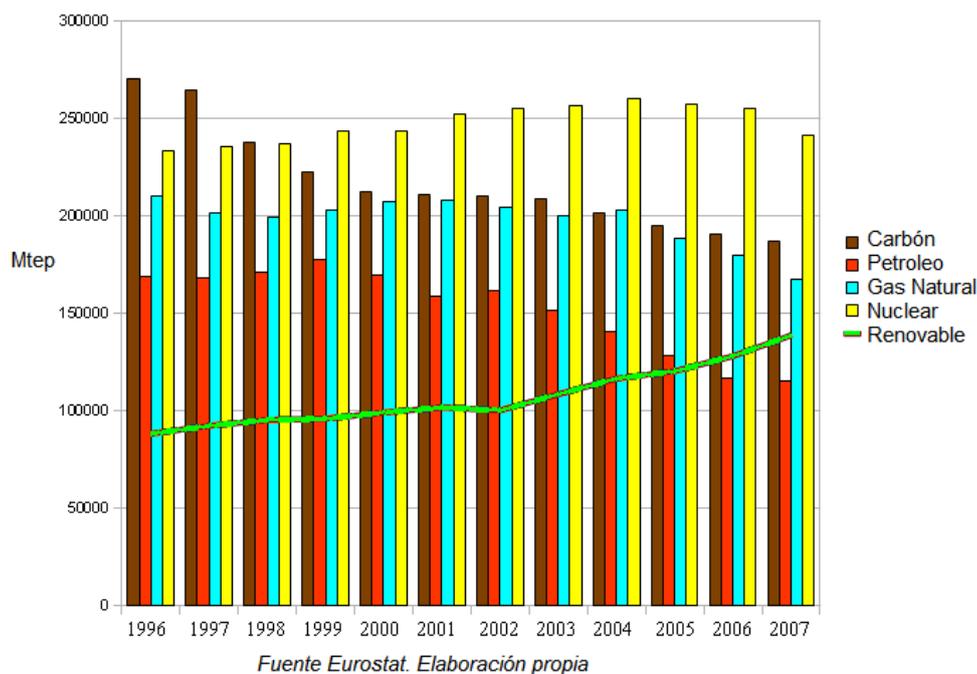


Gráfico 13. Evolución de la Producción de Energía Primaria según Origen [4]

*“Aunque no parece haber límites físicos en el suministro mundial de energía durante al menos los próximos 50 años, el sistema energético actual es insostenible por consideraciones de equidad así como por problemas medioambientales, económicos y geopolíticos que tienen implicaciones de muy largo plazo. Entre los aspectos de la falta de sostenibilidad deben incluirse los tres siguientes:*

*- Los combustibles avanzados y la electricidad no son universalmente accesibles, lo que constituye una desigualdad que tiene implicaciones morales, políticas y prácticas en un mundo cada vez más globalizado.*

*- El sistema energético actual no es lo suficientemente fiable o asequible económicamente como para soportar un crecimiento económico generalizado. La productividad de un tercio de la humanidad está seriamente comprometida por la falta de acceso a las formas avanzadas de energía y tal vez otro tercio sufre penalidades económicas e inseguridad a causa de un suministro energético poco fiable.*

*- Los impactos negativos, -tanto a nivel local, como regional y global-, de la producción y del uso de la energía amenazan la salud y el bienestar de la generación actual y de las futuras.”<sup>49</sup>*

Cuando hablamos de modelos de desarrollo, en la vida cotidiana, se llama sociedad de consumo. Comprende un conjunto de comportamientos, hábitos y valores, modelos de organización socioeconómica y de comportamiento individual, una ética, e incluso una estética, que mantenemos entre todos y que, por consiguiente, está en nuestras manos cambiar. A veces, hay pasos pequeños que van lejos, y pueden crear una dinámica que terminará por convertirse en presión social y por generar cambios globales. Puesto que somos parte del problema, está en nuestras manos ser parte de la solución.

<sup>49</sup> El “Informe mundial de la energía”, realizado conjuntamente por el Consejo Mundial de la Energía, el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, y publicado en Septiembre de 2000,

Los acuerdos a escala mundial son difíciles de conseguir, pero no imposibles. Si observamos otro problema medioambiental a escala mundial: el agujero de la capa de ozono. La comunidad internacional fue capaz de reaccionar de manera eficaz al prohibir el uso de CFC (compuestos clorofluorcarbonados) en el Protocolo de Montreal de 1987, con lo que esta grave amenaza está en vías de solución

Con respecto a conseguir un desarrollo energético sostenible, la Comisión Europea, el Consejo Mundial de la Energía, las Naciones Unidas, el Club de Roma y la Agencia Internacional de la Energía, -entre otras instituciones relevantes-, coinciden todas en señalar que la estrategia a seguir debe al menos incluir los elementos siguientes:

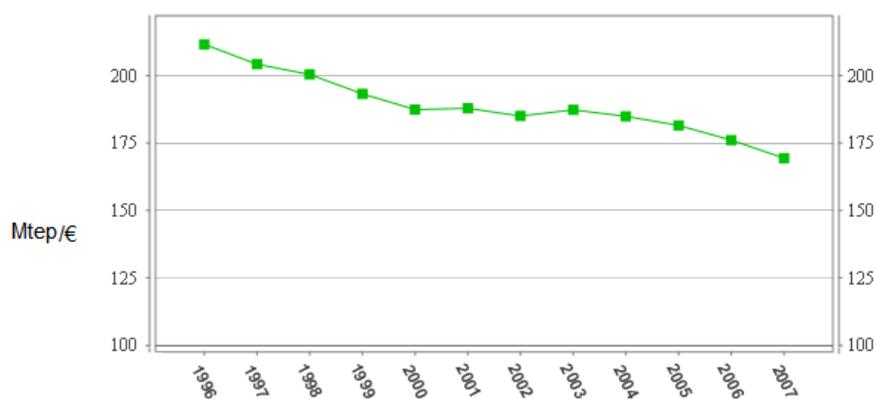
- a) Reconocimiento que el **desarrollo energético actual no es sostenible**.
- b) Un incremento del esfuerzo combinado en los tres aspectos clave de la solución: **mejora de la eficiencia energética, contribución de las fuentes renovables de energía, e investigación y desarrollo de tecnologías energéticas avanzadas**.
- c) Admisión del problema que supone el que **un tercio de la humanidad no tiene acceso a formas avanzadas de energía**. Aportar soluciones específicas impulsadas por los países desarrollados, quienes han llevado al planeta a la actual situación de insostenibilidad. Estas soluciones deben incluir, el desarrollo de sistemas descentralizados, el uso de tecnologías apropiadas, fórmulas innovadoras de financiación y participación local en la toma de decisiones.
- d) Reconocimiento de la **urgencia del problema**. El desarrollo energético sostenible requerirá un esfuerzo de los gobiernos nacionales, del sector energético, de la sociedad civil, de las organizaciones internacionales y de los individuos.

### ***El ahorro energético.***

En el “Informe mundial de la energía” la ONU y el Consejo Mundial de la Energía ponen de manifiesto que, a pesar de las mejoras en eficiencia energética, todavía queda un amplio margen para lograr una reducción de la energía consumida por unidad de PIB<sup>50</sup>. El 30% de la energía se malgasta por el uso ineficiente en casas, edificios, empresas y vehículos, apuntando directamente a que los problemas de intensidad energética y de eficiencia de una economía se producen en la utilización final de las energías por los consumidores. La cantidad de energía primaria requerida para un servicio dado puede ser reducida, en forma rentable, entre un 25 y un 35% en los países industrializados. El ahorro puede llegar al 45 % en los países menos desarrollados.

---

<sup>50</sup> Intensidad energética. Energía consumida/PIB



Fuente Eurostat. Elaboración propia

Gráfico 14. Evolución de la Intensidad energética en la UE [4]

Teniendo en cuenta las mejoras esperadas en intensidad energética que permiten prever que el consumo energético mundial crecerá como media un 1.8% por año, en el año 2020 la demanda será un 50% más alta que en 1998. Sin embargo, si las mejoras previstas en eficiencia no se materializasen, el aumento sería del 90%.

#### ***Las fuentes renovables de energía.***

La opinión más generalizada es que las fuentes renovables de energía, juegan un papel menor en la solución al problema de la sostenibilidad energética y que no tienen la capacidad suficiente para convertirse en el factor principal. Ya que, los costes de producción son todavía demasiado altos para ser competitivos con las fuentes de producción tradicionales. Es por ello, que se necesita internalizar los costes medioambientales para que la viabilidad económica de estas tecnologías se reconozca. Además, dada su dispersión geográfica, favorecen la implantación en aquellas regiones del planeta donde se encuentran los países menos desarrollados

#### ***Las tecnologías avanzadas.***

En el caso de las fuentes renovables de generación eléctrica, cuya tecnología ya es conocida, aún pueden beneficiarse de sustanciales mejoras y el consiguiente abaratamiento si son objeto de programas adecuados de I+D. Con respecto a la utilización de combustibles fósiles para la generación eléctrica, lo que se pretende es mejorar la eficiencia y reducir las emisiones. El uso de combustibles sintéticos y, en particular, el hidrógeno como vector energético, parece irse afianzando. Por otra parte, la investigación y el desarrollo tecnológico parecen la única forma que podría permitir superar los graves problemas actuales de sostenibilidad de la tecnología nuclear.

En la revista *Business Week*, el concepto ganador de su artículo de fondo “21 ideas para el siglo XXI” fue una variante de un concepto del siglo XIX, ***-La visión de la industria eléctrica de Thomas Edison-***. Se trata de la idea futurista donde el suministro de energía pueda acabar siendo en gran parte local o personal, -con el uso de pilas de combustible, módulos basados en energía solar, microturbinas y otros medios locales de producción y almacenamiento de energía-, de la misma forma que los ordenadores personales han sustituido en gran parte al tratamiento centralizado de información. Las tecnologías de microproducción de energía son ahora mucho más limpias, eficientes y silenciosas y pueden escalarse a las necesidades de consumo locales.

### ***Las medidas económicas.***

En teoría, al mercado energético corresponde transmitir las señales económicas que fomenten el ahorro y la innovación tecnológica para el desarrollo de procesos que sean menos intensivos en energía, así como rentabilizar las inversiones en fuentes renovables de energía. El aumento de eficiencia es positivo bajo un punto de vista medioambiental, aunque puede dirigirse hacia un estímulo de la demanda. Se necesita una intervención regulatoria que permita incorporar a los precios el verdadero coste medioambiental. La Comisión Europea lleva años tratando de implantar un impuesto energético, sin éxito de momento, a causa de la oposición de algunos países, entre ellos España.

La tarea de incorporar los costes medioambientales en los precios de la energía se encuentra con dos importantes dificultades. Por un lado, la incertidumbre en la cuantificación de los costes medioambientales. Por otro lado, la necesidad de un acuerdo internacional al respecto, pues los precios afectan a la competitividad de las empresas. Por este motivo, se ha comenzado por hacer uso de otros mecanismos económicos:

- Por el lado de la oferta, procedimientos de incentivación: primas a la producción, mercado de créditos verdes<sup>51</sup>, o las subastas de capacidad de generación de tecnologías renovables.
- Por el lado de la demanda, la aplicación de impuestos al consumo energético, y el apoyo a programas de ahorro energético. Tiene interés el concepto de gestión de la demanda (Demand Side Management) acuñado en los EEUU y que agrupa todas las técnicas y acciones encaminadas a racionalizar el consumo de energía desde el lado del usuario final.

### ***La urgencia.***

Para reflejar esta situación de urgencia, nada mejor que reproducir el mensaje de preocupación que se desprende del Informe mundial de la energía: *“La energía puede ser una herramienta poderosa para conseguir un desarrollo sostenible. Redirigir su poder hacia este objetivo superior, sin embargo, requerirá cambios estratégicos importantes dentro de un marco amplio que lo haga posible. ... A no ser que estos cambios tengan lugar en unas pocas décadas, muchas de las oportunidades que ahora existen se habrán perdido, las posibilidades para las generaciones futuras habrán disminuido y el objetivo de un desarrollo sostenible se habrá quedado sin realizar”*.

---

<sup>51</sup> obligaciones de adquisición de un porcentaje de energía de origen renovable.

## 4.1. POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UNIÓN EUROPEA.

Resulta conveniente analizar las características del sector energético en Europa, ya que condiciona en gran parte las políticas aplicadas sobre el mismo. Una serie de elementos fundamentales son:

- alta dependencia energética del exterior
- dependencia concentrada geográficamente
- proceso creciente de liberalización y unificación de mercados energéticos
- preponderancia de los combustibles fósiles en el suministro de energía, que ocasiona un elevado volumen de emisiones de CO<sub>2</sub>
- poca participación de las energías renovables
- incertidumbre respecto al futuro de la energía nuclear
- crecimiento imparables del transporte por carretera y aéreo

Los objetivos principales de la política energética europea, son:

- *seguridad de suministro*
- *competitividad económica*
- *protección del medio ambiente*

Para lograr estos objetivos, la Unión Europea, establece una serie de líneas maestras:

- Un mercado interior, con instrumentos de apoyo como las redes transeuropeas que establezcan infraestructuras de distribución y transporte para satisfacer la demanda.
- Nueva fiscalidad de la energía: se debe avanzar en la internalización de costes.
- Gestión de la dependencia externa: las relaciones con terceros países para asegurar el suministro de combustibles son fundamentales<sup>52</sup>.
- Planes de ahorro energético: especialmente en edificios y transporte, ya que existe un potencial de ahorro de un tercio de la energía.
- Promoción de la diversificación energética: en especial las energías renovables.
- Analizar la contribución de la energía nuclear en el medio plazo.
- Mantener los esfuerzos en I+D y de difusión de nuevas tecnologías. En especial, el desarrollo de energías renovables y tecnologías basadas en el hidrógeno.
- Reforzar el papel de las regiones, ya que son las autoridades locales las que pueden trabajar más en la concienciación de los consumidores.
- Como políticas accesorias:
  - la cofinanciación de acciones de I+D en materia energética. Se canalizan a través de los programas marco de investigación.
  - una iniciativa de la UE para el uso inteligente de la energía y la promoción de renovables “Energía inteligente para Europa”.

---

<sup>52</sup> Un ejemplo de esta relación puede ser la Carta Europea de Energía, firmada el 17 de Diciembre de 1991 en La Haya, que reconoce la interdependencia energética de Europa y establece mecanismos de cooperación con los países de Europa Central y Oriental.

El Libro Verde «Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura»<sup>53</sup>, contempla 6 sectores prioritarios de intervención, para los cuales, la Comisión propone medidas concretas, a fin de aplicar una política energética europea.

**1) La energía para el crecimiento y el empleo: desarrollar el mercado interior de la energía, en concreto del gas y la electricidad.** Los mercados sometidos al proteccionismo y a la dominación de empresas tradicionales, penalizan a los consumidores con precios elevados y unas infraestructuras poco competitivas. Para desarrollar el mercado interior de la energía, es necesario:

- desarrollar una **red europea**, con normas comunes sobre el comercio transfronterizo;
- elaborar un **plan de interconexión prioritario**;
- invertir en la **capacidad productiva**;
- establecer una **separación más clara de las actividades**;
- reforzar la **competitividad**, ofreciendo el acceso a la energía a un precio abordable.

**2) Seguridad del abastecimiento: la solidaridad entre Estados miembros.** La UE debe desarrollar mecanismos de reserva y de solidaridad eficaces para evitar crisis de abastecimiento energético. Se propone crear un **observatorio europeo del abastecimiento energético** que vigile el mercado de la energía y detecte los riesgos de escasez de energía. Por otra parte, la UE debe dotarse de **reservas energéticas** suficientes para hacer frente a eventuales interrupciones del abastecimiento.

**3) En busca de una combinación energética global más sostenible, eficiente y diversificada.** Cada Estado miembro es libre de escoger su combinación energética global entre las distintas fuentes de energía disponibles.

**4) La UE, protagonista en la lucha contra el cambio climático.** El primer sector en el que debe intervenir la UE es la eficacia energética. El objetivo es disociar el crecimiento económico del consumo energético, a fin de consumir menos, siendo más competitivo. Además del papel que han de desempeñar las fuentes de energía renovables, se debe fomentar la captura y almacenamiento de carbono y las tecnologías basadas en combustibles fósiles, para permitir que los países que lo deseen puedan seguir incluyendo el carbón en su combinación energética global.

**5) La investigación y la innovación al servicio de la política energética europea.**

**6) Hacia una política energética exterior coherente.** La **política energética exterior** debe permitir a la UE expresarse de forma unánime para responder mejor a los retos energéticos de los próximos años.

La meta de la UE es reducir el consumo de energía cerca de un 15% y las importaciones cerca de un 26% de aquí a 2020. Se espera que de aquí a 2050 las energías renovables hayan reemplazado completamente a las energías generadoras de carbono.

---

<sup>53</sup> COM (2006) 105, Libro Verde de la Comisión, de 8 de marzo de 2006.

La Comisión Europea propone un plan de actuación<sup>54</sup> en pro de la seguridad y la solidaridad energética articulado en torno a 5 ejes fundamentales:

### **1) Necesidades en infraestructuras y diversificación de fuentes de abastecimiento**

Con el fin de alcanzar el objetivo «20-20-20»<sup>55</sup>, la UE pretende introducir una serie de cambios en la infraestructura energética.

- conectar los mercados energéticos todavía aislados en Europa;
- construir un corredor meridional de gas para el suministro procedente del Caspio y Oriente Medio;
- utilizar gas natural licuado para garantizar la liquidez y la diversidad de los mercados de gas de la Unión Europea;
- enlazar Europa y el Mediterráneo meridional mediante conexiones de electricidad y gas;
- ampliar las conexiones Norte-Sur de gas y electricidad en Europa Central y Sudoriental;
- interconectar las redes eléctricas nacionales de Europa Noroccidental con el fin de optimizar la energía eólica en el mar del Norte.

### **2) Relaciones exteriores en el sector de la energía**

La interdependencia entre Estados es cada vez más fuerte. El abastecimiento energético debe considerarse una prioridad en las relaciones internacionales.

La Comunidad de la Energía<sup>56</sup> supone la creación de un mercado integrado de la energía en Europa meridional. Este mercado, sujeto a las normas de la UE, debería ampliarse, a Ucrania, la República de Moldavia y Turquía. Rusia constituye un socio estratégico fundamental en el ámbito energético. Por ello, es importante consolidar esta asociación, para que sea más estable. Asimismo, es importante intensificar las relaciones en el campo de la energía con África del Norte, dado el importante potencial energético de esta región.

### **3) Reservas de petróleo y gas y mecanismos de respuesta en caso de crisis**

La Comisión propone revisar la legislación europea en materia de reservas de petróleo estratégicas de urgencia así como la Directiva sobre seguridad del abastecimiento de gas natural.

---

<sup>54</sup> COM(2008) 781, «Segunda revisión estratégica del sector de la energía: plan de actuación de la Unión Europea en pro de la seguridad y la solidaridad en el sector de la energía».

<sup>55</sup> COM(2008) 772, de 13 de noviembre de 2008, denominada «Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%».

<sup>56</sup> Decisión 2006/500/CE del Consejo, de 29 de mayo de 2006, sobre la celebración por la Comunidad Europea del Tratado de la Comunidad de la Energía.

#### **4) Eficiencia energética**

La UE se ha comprometido a aumentar la eficiencia energética en un 20% de aquí a 2020 en el marco de los objetivos «20-20-20». Propone las siguientes iniciativas:

- eficiencia energética de los edificios;
- etiquetado energético;
- diseño ecológico;
- promover la cogeneración;
- promover las mejores prácticas;
- política de cohesión;
- poner en marcha una «fiscalidad ecológica».

#### **5) Mayor aprovechamiento de los recursos energéticos interiores de la UE**

La UE produce un 46% del total de la energía que consume. En estos momentos, el 9% de la energía consumida en el interior de la UE procede de fuentes renovables y la UE quiere ampliar este porcentaje a un 20% de aquí a 2020.

Con el fin de fomentar las energías renovables, la Comisión presentará una comunicación sobre la supresión de los obstáculos a los que se enfrentan. Además, se colaborará con el Banco Europeo de Inversiones (BEI), el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BEIRD) y otras instituciones financieras en la elaboración de la iniciativa de financiación en pro de la energía sostenible.

Por otra parte, la Comisión va a presentar las siguientes propuestas:

- financiación de tecnologías energéticas con baja emisión de carbono;
- capacidad de refinado y la demanda de petróleo en la UE;
- un marco comunitario para la seguridad nuclear.

#### **4.1.1. INTEGRACIÓN DEL MEDIOAMBIENTE A LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UE<sup>57</sup>**

La producción, el consumo y el transporte de energía tienen considerables repercusiones en el medio ambiente<sup>58</sup>. Uno de los principales retos de la política energética es integrar la dimensión medioambiental en sus objetivos y acciones.

La integración del medio ambiente en la política energética debe hacerse de manera equilibrada, teniendo en cuenta los demás objetivos prioritarios de la política energética, como la competitividad y la seguridad de suministro, y debe basarse en hechos y análisis. Deben adoptarse medidas a todos los niveles (local, regional, nacional, comunitario). Es a los Estados miembros, a quienes incumbe la responsabilidad de actuar. Las autoridades regionales y locales pueden, desempeñar un papel determinante en la gestión de la energía y los servicios energéticos. Estas actividades son completadas y reforzadas mediante acciones a escala comunitaria.

La Comisión define tres objetivos principales de la política energética comunitaria en favor de la integración de la dimensión medioambiental:

- promover la eficiencia energética y el ahorro de energía;
- aumentar la producción y la utilización de las fuentes de energía menos contaminantes;
- reducir los impactos medioambientales de producción/utilización de fuentes de energía.

Con el fin de alcanzar estos objetivos, se propone actuar en los ámbitos siguientes:

- Facilitar la cooperación entre la Comunidad, los Estados miembros y las partes interesadas. Referirse al intercambio de información, la difusión de las mejores prácticas y la puesta en común de los análisis (programa ETAP).
- Contribuir al desarrollo de las fuentes renovables (programa ALTENER), al aumento de la eficiencia energética (programa SAVE) y la promoción de la producción combinada de calor y electricidad (cogeneración).
- Garantizar una mejor coordinación con las demás medidas comunitarias en el ámbito de la política energética. Las políticas de: investigación, regional, agrícola, industrial, fiscal y de transportes, y las redes transeuropeas.
- Definir la reacción de la política energética ante el cambio climático y ante los resultados de las negociaciones de seguimiento de la conferencia de Kioto.
- Desarrollar la dimensión exterior de la política energética.
- Proceder a una vigilancia y establecer indicadores que permitan seguir los progresos realizados en materia de integración medioambiental.

La Comisión desarrolla algunas de estas medidas, mientras que otras por el Consejo y el Parlamento. Incumbe a estos últimos, definir una estrategia en materia de integración de las cuestiones medioambientales en la política de la energía y determinar las acciones prioritarias.

---

<sup>57</sup> COM (98) 571, de 14 de octubre de 1998: reforzar la integración de la dimensión del medio ambiente en la política energética europea.

<sup>58</sup> Comunicación de la Comisión titulada «Panorama global de la política y las acciones energéticas».

#### **4.1.2. SEGURIDAD DEL ABASTECIMIENTO**

La dependencia energética externa de la UE aumenta constantemente. Se cubre las necesidades energéticas en un 50 % con productos importados y, si no se hace nada, de aquí a 2020 o 2030 ascenderá al 70 %. El Libro Verde<sup>59</sup> considera que el objetivo principal de una estrategia energética debe ser garantizar la disponibilidad constante de los productos energéticos en el mercado a un precio asequible para todos los consumidores, teniendo en cuenta las preocupaciones ecológicas y un desarrollo sostenible. La cuestión no está en aumentar al máximo la autonomía energética, ni en minimizar la dependencia, sino en reducir los riesgos que esa dependencia lleva aparejados.

En el Libro Verde se presenta el esbozo de una estrategia energética a largo plazo:

- Reequilibra la política de la oferta a través de acciones a favor de la demanda.
- Analiza la contribución a medio plazo de la energía nuclear.
- Establece un dispositivo reforzado de reservas estratégicas, así como nuevas rutas de importación de hidrocarburos, sujetos a importaciones crecientes.

La Directiva<sup>60</sup>, sobre la seguridad del abastecimiento de electricidad, enuncia medidas con el fin de garantizar: el buen funcionamiento del mercado interior de la electricidad; un nivel adecuado de interconexión, de capacidad de producción; y un equilibrio entre oferta y demanda. Para adoptar las medidas de esta política, los Estados miembros han de tener en cuenta:

- garantizar la continuidad del abastecimiento de electricidad;
- estudiar el mercado interior y las posibilidades de cooperación;
- reducir las repercusiones a largo plazo del crecimiento de la demanda de electricidad;
- diversificar la generación de electricidad;
- fomentar la eficiencia energética y la adopción de nuevas tecnologías;
- renovar las redes de transporte y distribución para mantener el rendimiento.

---

<sup>59</sup> COM (2000) 769, Libro Verde de la Comisión, de 29 de noviembre de 2000, «Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético»

<sup>60</sup> Directiva 2005/89/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de enero de 2006, sobre las medidas de salvaguarda de la seguridad del abastecimiento de electricidad y la inversión en infraestructura.

### 4.1.3. MERCADO INTERIOR DE LA ENERGÍA

La creación del mercado único, permite a las empresas eléctricas de los diversos Estados Miembros competir entre sí. La Comisión ha perseguido una liberalización del sector, argumentando las ganancias en eficiencia resultantes de una mayor competencia. Pero, la tendencia de los Estados Miembros a proteger sus propias industrias nacionales ha limitado el alcance de la liberalización propuesta.

La apertura de los mercados de gas y electricidad a la competencia ofrece al consumidor:

- la libertad de elegir su proveedor de energía y, por consiguiente, la posibilidad de ahorrar.
- reforzar la seguridad de abastecimiento favoreciendo, las inversiones en instalaciones, y la diversificación de vías de transporte y fuentes de energía.
- contribuir al desarrollo sostenible, al permitir el acceso al mercado a los proveedores de electricidad producida a partir de energía renovable.

De aquí resulta una figura necesaria, el regulador, quien debe diseñar las reglas que permitan alcanzar asignaciones eficientes a través de las libres decisiones individuales de los agentes participantes. Además, los propios agentes participantes deben acostumbrarse a las nuevas reglas y deben aprender a tomar sus decisiones en este nuevo marco

Los fallos e intervenciones regulatorias asociados al funcionamiento de los mercados eléctricos liberalizados, pueden clasificarse según:

Tipos	Fallos	Intervenciones
Externalidades	Carácter medioambiental, referidas a los efectos negativos en la producción de electricidad.	Impuestos medioambientales que agraven la contaminación, obligación de compra de derechos de emisión, promoción de energías limpias
	Diversificación tecnológica. Aquellas no sometidas a la incertidumbre de los precios de combustibles fósiles, mejoran la seguridad de suministro.	La seguridad de suministro a través de la diversificación puede mejorarse incluyendo algún incentivo o subvención a la diversificación
Riesgo e incertidumbre	Evolución de la demanda, precios de la electricidad, política energética, precios de los combustibles, reformas regulatorias (riesgo regulatorio).	Marco regulatorio seguro y estable; precios relacionados con los costes de suministro; fomentar la contratación de largo plazo, el reparto de los riesgos o desarrollar instrumentos financieros de cobertura de riesgos.
Poder de mercado	La generación concentrada en pocas empresas promueve conductas anticompetitivas que afectan de manera significativa al nivel de inversión y a la elección tecnológica.	Obligación de las autoridades por encontrar un equilibrio entre un mercado nacional competitivo que fomente la inversión y operación eficientes, y al tiempo permita a los operadores un cierto tamaño para competir en mercados más amplios.

Tabla 5. Fallos e intervenciones en el mercado interior de la energía

Con objetivo de la apertura completa del mercado de la electricidad en beneficio del consumidor europeo, esta directiva<sup>61</sup> pretende reforzar las condiciones favorables a una competencia real y equitativa y a la implantación de un auténtico mercado único. Obliga a los Estados miembros a llevar a cabo objetivos como:

### **Obligaciones de servicio público y protección de los consumidores**

Las compañías del sector de la electricidad deben explotarse con arreglo a principios comerciales y no pueden ser discriminadas en cuanto a derechos y obligaciones. Los Estados miembros deberán:

- imponer a las compañías del sector de la electricidad obligaciones de servicio público relativas a la seguridad (incluido el suministro), a la regularidad, a la calidad y al precio del suministro, así como a la protección del medio ambiente, incluida la eficacia energética y la protección del clima;
- recibir un suministro de electricidad de una calidad bien definida, a precios razonables, fácil y claramente comparables y transparentes;
- proteger a los clientes finales y a los consumidores vulnerables, evitar una interrupción del suministro de energía;
- velar por que se implante para todos los clientes cualificados un sistema de acceso de terceros a las redes de transmisión y de distribución;
- informar a la Comisión cuando se aplique la presente directiva.

### **Licitación para el suministro de nuevas capacidades**

Los Estados miembros garantizarán la posibilidad de prever nuevas capacidades o medidas, de eficacia energética y/o de gestión de la demanda, a través de cualquier procedimiento equivalente en términos de transparencia y de no discriminación sobre la base de criterios publicados en el *Diario Oficial de la UE* como mínimo 6 meses antes del cierre de la licitación.

### **Designación de los gestores de la red de transmisión y de distribución**

Los Estados miembros designan, o exigen a las empresas propietarias de redes que designen, por un período, a los gestores de red de transmisión y de distribución.

Cada gestor de la red de transmisión está obligado a:

- garantizar la capacidad de la red a demandas razonables de transmisión de electricidad;
- contribuir a la seguridad del suministro;
- gestionar los flujos de energía teniendo en cuenta los intercambios con otras redes;
- suministrar al gestor de cualquier otra red interconectada, la información para garantizar una explotación segura y eficaz;
- garantizar la no discriminación entre los usuarios de la red;
- facilitar a los usuarios la información que precisen para acceder a la red.

---

<sup>61</sup> Directiva 2003/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 26 de junio de 2003, relativa a las normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 96/92/CE.

Las funciones de los gestores de red de distribución serán:

- garantizar la seguridad de la red de distribución de electricidad, su fiabilidad y su eficacia en la zona que cubra y respetando el medio ambiente;
- abstenerse de ejercer cualquier discriminación entre los usuarios de la red;
- facilitar a los usuarios de la red la información que para acceder a la red;
- dar prioridad a las instalaciones de producción que utilicen fuentes de energía renovables o residuos, o que produzcan calor y electricidad combinadas;
- proporcionar la energía que utilicen para cubrir las pérdidas de energía y mantener una capacidad de reserva en su red conforme a procedimientos transparentes, no discriminatorios y basados en las reglas del mercado;
- adoptar medidas de eficacia energética/de gestión de la demanda o prever una producción distribuida que permitan evitar la modernización o la sustitución de capacidades.

Los criterios mínimos que habrá que aplicar para garantizar la independencia del gestor de red de transmisión y de distribución son:

1. la imposibilidad de formar parte de las estructuras de la empresa de electricidad integrada que se encargan directa o indirectamente de la gestión diaria de las actividades de producción, de distribución y de suministro de electricidad;
2. la adopción de medidas apropiadas para que los intereses profesionales de los responsables de la gestión del gestor de red de transmisión se consideren de manera a permitirles actuar con total independencia;
3. la disposición de poderes de decisión efectivos en lo que se refiere a los activos necesarios para garantizar la explotación;
4. la implantación de un programa de compromisos que incluya medidas adoptadas para garantizar que se excluye cualquier práctica discriminatoria y que su aplicación está sometida a un seguimiento apropiado.

### **Disociación contable**

Las empresas de electricidad llevarán, en su contabilidad interna, cuentas separadas para cada una de sus actividades de transmisión y de distribución, para evitar discriminaciones, subvenciones cruzadas y distorsiones de la competencia.

### **Informes**

La Comisión supervisará y examinará la aplicación de la presente directiva y someterá al Parlamento Europeo y al Consejo, antes de que finalice el primer año consecutivo a su entrada en vigor, y a continuación anualmente, un informe general sobre el estado de la situación.

Las denuncias recibidas en relación con los obstáculos de acceso al mercado o con las dificultades de los consumidores para elegir su suministrador llevaron a la Comisión a abrir una investigación<sup>62</sup> sobre el funcionamiento de los mercados del gas y la electricidad. Donde se constatan distorsiones de competencia que impiden a las empresas y a los consumidores aprovechar plenamente las ventajas de la liberalización.

Las normas existentes deben completarse con nuevas medidas a fin de garantizar un mercado interior del gas y la electricidad plenamente funcional. En efecto, un informe<sup>63</sup> sobre la situación del mercado muestra la existencia de disfunciones que las normas actuales no permiten corregir de manera eficaz.

**Elevado grado de concentración del mercado.** Los operadores históricos ostentan una posición dominante, controlan la generación de electricidad, las importaciones y producción de gas. Las autoridades deben mejorar el acceso al mercado y su liquidez, aplicando medidas correctoras, como son los programas de cesión de energía.

**Exclusión vertical del mercado.** La integración vertical de la producción, de las redes y de la distribución provoca que las decisiones tiendan a satisfacer los intereses de las empresas y no el interés de los usuarios. Los nuevos suministradores encuentran dificultades para acceder al mercado y no logran alcanzar al consumidor final.

**Falta de integración del mercado.** Los obstáculos al abastecimiento transfronterizo de gas y electricidad (capacidades transfronterizas insuficientes, reserva de capacidades a largo plazo, falta de inversión en capacidades adicionales, déficit reglamentario en cuestiones transfronterizas) impiden el desarrollo de un mercado de la energía integrado.

---

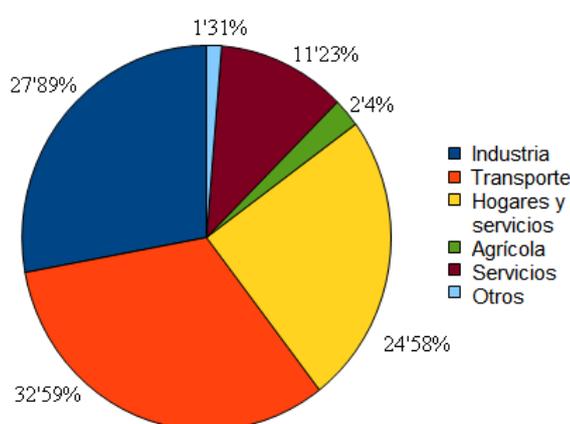
<sup>62</sup> COM (2006) 851, de 10 de enero de 2007, «Investigación de conformidad con el artículo 17 del Reglamento (CE) n° 1/2003 en los sectores europeos del gas y la electricidad».

<sup>63</sup> COM(2006) 841, de 10 de enero de 2007, «Perspectivas del mercado interior del gas y la electricidad».

## 4.2. EFICIENCIA ENERGETICA

Entre los objetivos principales de la Unión Europea se encuentran la reducción del consumo de energía y la prevención del derroche energético. Al favorecer la mejora de la eficiencia energética, se contribuye de forma decisiva a la competitividad, a la seguridad del abastecimiento y al respeto de los compromisos asumidos en el ámbito del Protocolo de Kioto. La Comisión señala que la UE puede reducir su consumo energético un 20 % de aquí al 2020, lo que liberaría 60 000 millones de euros anuales. Este ahorro, reforzaría la competitividad de la industria y supondría la creación de un millón de puestos de trabajo.

Con el Libro Verde sobre la eficiencia energética<sup>64</sup>, la Comisión invita a las autoridades públicas a responsabilizar a los ciudadanos y las empresas recompensando los comportamientos de ahorro.



Fuente Eurostat. Elaboración propia  
Gráfico 15. Consumo de Energía final por sectores 2009 [4]

El primer sector con un fuerte potencial de ahorro energético es el **transporte**. Con su fuerte dependencia del petróleo, problemas de congestión y contaminación. Por ello, se debería: crear regímenes fiscales favorables a los vehículos limpios y penalizar a los que contaminan; recompensar a los fabricantes a favor de eficiencia; financiar la investigación y el desarrollo de combustibles alternativos; una mejor gestión del tráfico por carretera y el tráfico aéreo

Otro ámbito es la **producción de energía**. La tecnología utilizada hace que entre el 40 % y el 60 % de la energía necesaria para la producción de electricidad se pierda en el proceso de producción. Se debe invertir en tecnologías más eficientes para producir más, con menos energía. A largo plazo, esto permite a las empresas reducir sus costes de producción y ser más competitivas.

En el sector de los **edificios**, tanto en viviendas como en oficinas. La calefacción y el alumbrado de los edificios representan cerca del 40 % de la energía consumida en la UE y ambas funciones pueden realizarse con mayor eficiencia.

<sup>64</sup> COM (2005) 265, Libro Verde de la Comisión, de 22 de junio de 2005, «Sobre la eficiencia energética; cómo hacer más con menos».

La finalidad de la Directiva, sobre la eficiencia en el uso de la energía<sup>65</sup>, es fomentar el uso final rentable y eficiente de la energía estableciendo los objetivos orientativos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarios para eliminar los obstáculos del mercado y los fallos en el uso eficiente de la energía. Y se aplica a la venta al por menor, el suministro y la distribución de vectores energéticos por red.

Los Estados miembros deben:

- adoptar medidas en el sector público, para mejorar la eficiencia energética, informe a los ciudadanos y a las empresas sobre las medidas aplicadas y fomente el intercambio de buenas prácticas. Entre las medidas, del anexo VI de la directiva, figuran:
  - uso de instrumentos financieros para el ahorro de energía;
  - adquisición de equipos y vehículos eficientes energéticamente;
  - adquisición de productos que consuman poca energía.
- nombrar organismos que se responsabilicen de la administración, gestión y aplicación de las disposiciones necesarias para el cumplimiento de las obligaciones.
- Respecto a los distribuidores de energía, gestores de distribución y empresas minoristas que vendan electricidad, gas natural, gasóleo (calefacción) y calefacción urbana:
  - Se abstengan de cualquier actividad que impida la prestación de servicios energéticos, programas de eficiencia energética y medidas de eficiencia energética en general.
  - Proporcionen la información necesaria a sus clientes finales para diseñar y aplicar los programas de eficiencia energética.
  - Ofrezcan y fomenten servicios energéticos a sus clientes, auditorías energéticas y/o medidas de mejora de la eficiencia o contribuyan a los instrumentos financieros en favor de la eficiencia energética.
- garantizar la difusión y la transparencia de la información sobre los programas y medidas para la mejora de la eficiencia energética ante los agentes del mercado. Pueden instaurarse regímenes de cualificación, certificación y acreditación para los proveedores de servicios energéticos, si los Estados miembros lo consideran necesario.
- derogar o modificar la legislación y las normativas nacionales que impidan o restrinjan de forma innecesaria el uso de instrumentos financieros u otras medidas para el ahorro de energía en el mercado de servicios energéticos.
- suprimir las medidas que fomenten tarifas de distribución o de transmisión que generen consumos innecesarios de energía o en volúmenes excesivos.
- elaborar regímenes de auditoría energética de gran calidad para todos los clientes finales. La certificación derivada de esa auditoría equivale a la obtenida en el contexto de la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios<sup>66</sup>.

---

<sup>65</sup> Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo

<sup>66</sup> Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa al rendimiento energético de los edificios.

- proporcionar a los usuarios finales contadores individuales a precios competitivos y una facturación clara que refleje el consumo real de energía. Las facturas deben basarse en el consumo real e incluir: los precios corrientes y el consumo efectivo, una comparación entre el consumo actual y el del año anterior y los datos de organismos que permitan obtener información sobre la mejora de la eficiencia energética.
- presentar informes en 2011 y 2014 sobre la gestión y la aplicación de esta Directiva.

La necesidad de aumentar la eficiencia energética forma parte de los objetivos de la iniciativa “20-20-20” para 2020, consistente en reducir un 20% el consumo de energía primaria de la UE; reducir otro 20% las emisiones de GEI; y elevar la contribución de las energías renovables al 20% del consumo. La comunicación, de eficiencia energética<sup>67</sup>, evalúa los proyectos destinados a alcanzar estos objetivos.

**Medidas para mejorar la eficiencia energética de los edificios.** El consumo de energía en los edificios residenciales y comerciales representa el 40% del consumo total de energía final y el 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la UE. Para reducir este consumo, simplificar la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios, concediendo cierta autonomía a los Estados miembros para actuar en este ámbito. La Comisión propone suprimir el umbral de 1000 m<sup>2</sup> para los edificios existentes en caso de reforma importante, y que se apliquen los requisitos de eficiencia energética a un mayor número de edificios.

**Medidas para mejorar la eficiencia energética de los productos.** Instaurar un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico de los productos relacionados con la energía. También se ha presentado una propuesta de revisión de la Directiva 92/75/CEE<sup>68</sup> sobre el etiquetado energético.

**Cogeneración.** Se reforzará la Directiva actual sobre cogeneración.

**Financiación.** Promover proyectos de desarrollo urbano y renovación relacionados con la eficiencia energética, en un marco de financiación bien coordinado. También se ha previsto una desgravación fiscal en materia energética.

**Evaluación del plan de acción para la eficiencia energética<sup>69</sup>.** La evaluación aborda los potenciales de ahorro energético y la relación coste-eficacia de los instrumentos estratégicos. Se centra en los sectores del abastecimiento, la transmisión y el consumo de energía.

**Relaciones internacionales.** La eficiencia energética es un área prioritaria en las relaciones con terceros países. También con los países candidatos a la adhesión.

---

<sup>67</sup> COM(2008) 772, de 13 de noviembre de 2008, denominada “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%”.

<sup>68</sup> Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada

<sup>69</sup> COM (2006) 545, de 19 de octubre de 2006 “Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial”.

#### 4.2.1. PLAN DE ACCIÓN PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (2007-2012)

Las políticas y medidas contenidas en el presente plan de acción<sup>70</sup> se basan en el Libro Verde sobre la eficiencia energética<sup>71</sup>. Este plan de acción tiene por objeto movilizar al público, a los responsables políticos y a los agentes del mercado, y transformar el mercado interior de la energía. Controlar y reducir la demanda de energía, y actuar de forma selectiva en el consumo y el abastecimiento de energía, a fin de conseguir ahorrar un 20% del consumo anual de energía primaria de aquí a 2020<sup>72</sup>.

La Comisión considera que el ahorro de energía más importante corresponde:

- sector terciario: el potencial de ahorro en edificios de viviendas es de un 27% y en edificios comerciales de un 30%;
- la industria manufacturera, tiene un potencial de ahorro del 25%;
- sector de los transportes, con una reducción estimada del consumo del 26%.

Estas reducciones representan un ahorro de 390 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep<sup>73</sup>) cada año, es decir, 100 000 millones de euros al año de aquí a 2020. Además, permitirían reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 780 millones de toneladas al año. Este ahorro potencial se sumará a la reducción del consumo de un 1,8% o 470 Mtep al año, resultante de las medidas ya adoptadas y de la renovación del material.

#### Medidas propuestas

##### a) Aumentar la eficiencia energética

- **en aparatos y equipos consumidores de energía**, la combinación entre normas de rendimiento energético y un sistema adecuado de etiquetado y estimación del rendimiento energético dirigido a los consumidores. El plan prevé la adopción de normas mínimas de diseño ecológico. Se propone reforzar las normas de etiquetado, actualizando las clasificaciones y ampliándolas a otros equipos.
- del **uso final** de la energía y los servicios energéticos<sup>74</sup>, elaborando un código de conducta y un proceso de certificación aplicables a todos los sectores.
- Para reducir las pérdidas de calor de los **edificios**, ampliar el ámbito de aplicación de la Directiva sobre la eficiencia energética de los edificios a los edificios más pequeños, así como adoptar normas mínimas de eficiencia aplicables a los edificios nuevos o renovados y promover las viviendas denominadas “pasivas”.

---

<sup>70</sup> COM (2006) 545, de 19 de octubre de 2006 titulada: “Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial”.

<sup>71</sup> COM (2005) 265, Libro Verde de la Comisión, de 22 de junio de 2005, «Sobre la eficiencia energética; cómo hacer más con menos».

<sup>72</sup> con respecto a las previsiones de consumo energético para 2020. Este objetivo corresponde a la realización de un ahorro de alrededor del 1,5% al año.

<sup>73</sup> tep: Energía al quemar 1 tonelada de crudo de petróleo. 1 tep= 7,4 barriles de crudo. La Agencia Internacional de la Energía expresa sus balances energéticos en tep. 1 MWh = 0,086 tep

<sup>74</sup> De conformidad con la Directiva 2006/32/CE

### ***b) Mejorar la transformación de energía***

La eficiencia de las instalaciones de transformación se sitúa en torno al 40%. El transporte y la distribución de energía son otras fuentes de pérdida de energía donde actuar.

La Comisión elaborará requisitos mínimos de eficiencia energética obligatorios para las instalaciones de generación de electricidad, de calefacción y de refrigeración de una potencia inferior a 20 MW y, si fuera necesario, en instalaciones de potencia superior. Elaborar, orientaciones sobre buenas prácticas de explotación. Además, se promoverán la cogeneración y la conexión de las unidades de generación descentralizadas.

### ***c) Limitar la factura de los transportes***

La Comisión prevé imponer un objetivo obligatorio de reducción de las emisiones contaminantes de los automóviles. Por otra parte, el reforzamiento de las normas sobre el etiquetado de los vehículos, campañas de sensibilización y compra de vehículos limpios por las autoridades públicas.

El transporte urbano será objeto de un Libro Verde, para fomentar la utilización de alternativas al automóvil - transporte público, transporte no motorizado o el teletrabajo -. Se estudiará la reducción del consumo energético de otros modos de transporte –ferroviario, aéreo y fluvial y marítimo-.

### ***d) Financiación, incentivos económicos y fijación de los precios***

La Comisión desea instar al sector bancario a que ofrezca financiación adaptadas a las pequeñas y medianas empresas y a las empresas que ofrecen soluciones de ahorro energético. Además, se facilitará la creación de asociaciones entre el sector público y el privado con fondos del sector de la banca privada, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD), el Banco Europeo de Inversiones (BEI) y otras instituciones financieras internacionales.

La Comisión hace referencia a la preparación de un Libro Verde sobre fiscalidad indirecta, a la revisión de la Directiva sobre la fiscalidad de la energía, los impuestos sobre los vehículos particulares, así como a la posibilidad de recurrir a los créditos fiscales como incentivo para las empresas y los hogares.

### ***e) Cambiar los comportamientos***

El éxito del plan depende de las decisiones de compra de los consumidores. Con el fin de sensibilizar al público sobre la importancia de la eficiencia energética, la Comisión desea poner en marcha medidas educativas, programas de formación y de educación. Asimismo, propone organizar un concurso del centro de enseñanza energéticamente más eficiente.

### ***f) Adaptar y desarrollar las asociaciones internacionales***

La Comisión considera que las políticas europeas de desarrollo y comercio, así como los acuerdos, tratados y otros instrumentos de diálogo internacional proporcionan medios para promover la difusión y la utilización a nivel mundial de las tecnologías y técnicas de elevado rendimiento energético.

### 4.3. ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables - energía eólica, solar (térmica y fotovoltaica), hidráulica, mareomotriz, geotérmica y de la biomasa - constituyen una alternativa esencial a los combustibles fósiles. La promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables (FER) es una de las prioridades de la UE por razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económica y social. Su uso permite no sólo reducir las emisiones de GEI procedentes de la producción y del consumo de energía, sino también reducir la dependencia de la UE frente a las importaciones de combustibles fósiles (fundamentalmente gas y petróleo).

La UE persigue lograr que un 20 % de su combinación energética global provenga de fuentes renovables. Para alcanzarlo tiene previsto acentuar los esfuerzos en los sectores de la electricidad, la calefacción y la refrigeración, así como los biocarburantes.

Obedeciendo al Libro Blanco de 1997<sup>75</sup>, se desarrolla una estrategia para las fuentes de energía renovables, culminando con la Directiva 2001/77<sup>76</sup>. Establece:

- Los Estados miembros deben adoptar y publicar, cada 5 años, un informe que establezca, para los 10 años siguientes, los objetivos nacionales de consumo futuro de electricidad FER, y las medidas nacionales para alcanzar esos objetivos.
- Los Estados miembros, y posteriormente la Comisión, deben publicar cada 2 años un análisis del grado de cumplimiento de los objetivos nacionales.
- Para facilitar el comercio de la electricidad generada a partir de FER y aumentar la transparencia para la elección de los consumidores. Las garantías de origen deben indicar la fuente de energía renovable a partir de la cual se ha generado la electricidad, especificarán la fecha y lugares de generación.
- Los Estados miembros deben revisar el marco legislativo y reglamentario existente en relación con los procedimientos de autorización, con objeto de reducir los obstáculos, y racionalizar y acelerar los procedimientos administrativos, para que las normas sean transparentes y no discriminatorias. Teniendo en cuenta las particularidades de las distintas tecnologías.
- El mercado interior garantice unas condiciones equitativas para todos los productores, en cuanto a cuestiones relativas a la red. Los Estados miembros deben garantizar que la tarificación del transporte y la distribución no suponga una discriminación de la electricidad FER. Aplicar las medidas necesarias para facilitar el acceso de la electricidad FER a la red eléctrica. En particular, la necesidad de contadores bidireccionales.

---

<sup>75</sup> COM(1997) 599, Energía para el futuro: fuentes de energía renovables - Libro Blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios

<sup>76</sup> Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad. La Directiva quedará derogada por la Directiva 2009/28/CE a partir del 1 de enero de 2012. Además, a partir del 1 de abril de 2010, quedarán suprimidos el artículo 2, el párrafo 2 del artículo 3 y los artículos 4 a 8

Según el Informe de la Comisión<sup>77</sup> sobre los progresos realizados a nivel nacional, la situación varía entre los Estados miembros. Se distinguen 3 grupos que se encuentran en etapas más o menos avanzadas en el camino hacia las energías renovables.

- Alemania, Dinamarca, España y Finlandia han adoptado políticas energéticas que les permite alcanzar los objetivos nacionales fijados;
- Austria, Bélgica, Francia, Irlanda, Países Bajos, Reino Unido y Suecia empiezan a adoptar políticas y medidas para alcanzar los objetivos;
- Grecia y Portugal no alcanzan sus objetivos.

En 2005 se hace hincapié<sup>78</sup> en las ayudas públicas concedidas para favorecer la comercialización de la electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables.

Los sistemas de apoyo incluyen:

- Los **sistemas de primas en las tarifas**. Estos sistemas se caracterizan por un precio específico, que deben abonar las empresas eléctricas, generalmente los distribuidores, a los productores de electricidad generada por fuentes renovables.
- Los **certificados verdes**. Los consumidores están obligados a adquirir un determinado número de certificados verdes a los productores de E-FER de acuerdo con un porcentaje fijo, o cupo, de su consumo/producción total de electricidad.
- Los **sistemas basados en licitaciones**. El Estado convoca una serie de concursos para el suministro de E-FER, que se ofrece a precios de mercado. Los costes suplementarios se repercuten en el consumidor final de electricidad.
- Los **incentivos fiscales se utilizan** exclusivamente en Malta y Finlandia.

Fuente: Comisión Europea COM (2005) 627.

<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Una integración en el mercado interior, que permita a la E-FER ser más competitiva	Las fluctuaciones del precio de certificados verdes, aumenta la incertidumbre
Eliminar el falseamiento del apoyo concedido a las fuentes de energía convencionales	Los costes de la información sobre las tecnologías y los relacionados con el mantenimiento de unas tarifas reducidas
La creación de un sistema de certificados verdes a escala europea, con unos precios más estables que en los mercados nacionales	El desarrollo exclusivo de tecnologías entorno a los certificados verdes, limita invertir en otras tecnologías prometedoras
Un sistema de primas en las tarifas a escala europea que tuviera en cuenta la disponibilidad de los recursos locales	

Tabla 6. Ventajas en Inconvenientes de la armonización de las normativas a escala europea.

La variedad de autoridades implicadas (nacional, regional y municipal) y la falta de coordinación entre ellas, provoca incertidumbre y periodos de espera de varios años para obtener los permisos pertinentes. Deberían crearse servicios únicos de autorización. Asimismo la planificación y concesión de permisos supone el cumplimiento de la normativa de medioambiente.

<sup>77</sup> COM (2004) 366. La cuota de las fuentes de energía renovables en la UE. Informe de la Comisión de conformidad con el artículo 3 de la Directiva 2001/77/CE.

<sup>78</sup> COM (2005) 627, de 7 de diciembre de 2005, sobre el apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables.

#### **4.3.1. PROGRAMA DE TRABAJO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES**

El programa de trabajo de las FER<sup>79</sup> evalúa la aportación de estas últimas en la combinación energética y los avances realizados en este ámbito. Incluye el objetivo de alcanzar el 20 % de la cantidad total de energía consumida en la UE en 2020, así como medidas para fomentar el desarrollo de FER en la electricidad, biocarburantes, calefacción y refrigeración. Este prevé que los Estados miembros adopten objetivos obligatorios y planes de acción adaptados a sus potenciales respectivos dentro de los tres sectores: electricidad, biocarburantes y calefacción y refrigeración.

La Comisión considera que el **sector de la calefacción y la refrigeración** (50 % del consumo energético final) explota poco el potencial de las energías renovables, que representaban en 2005 menos del 10 % de la energía utilizada con estos fines.

La Comisión propondrá medidas para mejorar el mercado interior y eliminar los obstáculos al crecimiento de las energías renovables en los sectores de la electricidad, la calefacción y la refrigeración, entre otras, mediante:

- la disminución de las cargas administrativas,
- la mejora de la transparencia y la difusión de información,
- la adaptación y el aumento de las instalaciones y de los sistemas de interconexión.

La Comisión propone medidas de apoyo, incentivo y estímulo en favor de las FER:

- la adopción de un sistema de apoyo o incentivo en favor de los biocarburantes,
- el recurso a los contratos públicos, en particular en el ámbito de los transportes.

Para para una mejor integración en la red eléctrica se debe mantener una cooperación entre la Comisión y los agentes económicos del sector (autoridades, responsables de las redes, reguladores europeos del sector de la electricidad, industria de las FER).

La Comisión fomentará una utilización óptima de los instrumentos financieros existentes, así como los instrumentos de fomento de la investigación, el Programa marco de investigación y de desarrollo tecnológico o el programa «Energía inteligente - Europa».

La Comisión velará para mantener el intercambio de mejores prácticas y para que los costes externos de las energías fósiles se incluyan en su precio (mediante impuestos).

La Comisión invita a los Estados miembros, y a las autoridades locales y regionales a explotar los instrumentos a su disposición y a fomentar el desarrollo de las FER, entre otros, mediante las simplificaciones administrativas y la mejora de la planificación.

---

<sup>79</sup> COM (2006) 848, de 10 de enero 2007, «Programa de trabajo de la energía renovable - Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible».

#### **4.3.2. FOMENTO DEL USO DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES**

La actual Directiva<sup>80</sup> establece un marco común de uso de energía procedente de fuentes renovables con el fin de limitar las emisiones de GEI y fomentar un transporte más limpio. Se definen los planes de acción nacionales así como las modalidades de uso de los biocarburantes.

Los Estados miembros pueden "intercambiar" energía generada a partir de fuentes renovables por un intercambio estadístico, y desarrollar proyectos comunes relacionados con la producción de energía eléctrica y de calor procedente de fuentes renovables. También pueden establecer una cooperación con terceros países, donde se deben cumplir:

- la electricidad debe ser consumida en la Comunidad Europea;
- la electricidad debe ser producida en una instalación de nueva construcción (posterior a junio de 2009);
- la electricidad producida y exportada no debe ser objeto de otro tipo de ayudas.

Cada Estado miembro debe garantizar el origen de la electricidad, el de la calefacción y la refrigeración procedentes de FER. La información está normalizada y reconocida en todos los Estados miembros. Debe precisar la fuente de energía utilizada, el sector (electricidad o calefacción y/o refrigeración) y el país de emisión.

Los Estados miembros deben crear todas las infraestructuras necesarias para generar energía procedente de fuentes renovables en el sector del transporte. Para ello deben, velar por que los operadores garanticen el transporte y la distribución de electricidad generada a partir de FER. Y establecer un acceso prioritario a este tipo de energía.

En la propuesta de la Directiva creada por la Comisión en 2008, incluían que los gastos de transporte y distribución imputados a la electricidad producida a partir de energías renovables no deben implicar discriminación respecto a este tipo de electricidad.

Los biocarburantes y los biolíquidos no deben producirse con materias primas procedentes de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad o que presenten una gran reserva de carbono. Los biolíquidos deberán contribuir a reducir al menos en un 35% las emisiones de GEI. A partir del 1 de enero de 2017, su contribución a la reducción de las emisiones deberá alcanzar el 50%.

---

<sup>80</sup> Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE

### 4.3.3. PROGRAMAS DE INVESTIGACION E INNOVACION

Desarrollar una tecnología energética limpia, eficaz y con baja emisión de carbono es una prioridad para que la UE responda a los desafíos energéticos y ambientales, y sea un ejemplo para los demás países. Con esta doble perspectiva, la Comisión Europea anuncia<sup>81</sup> la inauguración de un plan estratégico europeo de tecnología energética (plan EETE).

Respondiendo a los objetivos de la estrategia de Lisboa, donde la investigación forma parte del «triángulo del conocimiento» (políticas de investigación, educación e innovación) que debe impulsar el crecimiento y el empleo de la Unión Europea en una economía mundializada se encuentran; el Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo, y el programa «Energía inteligente - Europa», los cuales aportan una ayuda financiera a las actividades de investigación y demostración.

El Séptimo Programa Marco de investigación<sup>82</sup>, ofrece a la UE poner el conocimiento al servicio del dinamismo económico y del progreso social y medioambiental. Además, brinda la ocasión de poner su política de investigación a la altura de sus ambiciones económicas y sociales mediante la consolidación del Espacio Europeo de la Investigación. Dirigido hacia las entidades jurídicas establecidas en los Estados miembros de la UE (particulares, empresas industriales y comerciales, centros de investigación y universidades). También a las entidades jurídicas establecidas en los Estados asociados. Se fomenta la participación de las PYMES de forma especial.

El Programa marco para la innovación y la competitividad<sup>83</sup> (CIP) (2007-2013), apoya medidas a favor de la competitividad y de la innovación en la UE, fomenta el uso de las TIC, las tecnologías ecológicas y las FER.

La Comunicación sobre la movilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)<sup>84</sup>, recoge una serie de medidas destinadas a aprovechar el potencial de las tecnologías de la información y la comunicación.

Las TIC pueden permitir:

- **reducir** la cantidad de energía necesaria para prestar un determinado servicio;
- **proporcionar** la base cuantitativa para diseñar, aplicar y evaluar estrategias de eficiencia energética.

---

<sup>81</sup> COM (2006) 847, de 10 de enero de 2007, «Hacia un plan estratégico europeo de tecnología energética».

<sup>82</sup> Decisión 2006/1982/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativa al Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración (2007 a 2013).

Decisión 2006/969/CE del Consejo, relativa al séptimo programa marco de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) de acciones de investigación y formación en materia nuclear (2007 a 2011). Reglamento nº 1906/2006, por el que se establecen las normas de participación en las acciones del Séptimo Programa Marco.

<sup>83</sup> Decisión nº 1639/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de octubre de 2006 por la que se establece un Programa Marco para la Innovación y la Competitividad (2007-2013).

<sup>84</sup> COM(2009) 111, de 12 de marzo de 2009, para facilitar la transición a una economía de alta eficiencia energética y bajo nivel de emisión de carbono.

#### 4.3.3.1. Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (Plan EETE) <sup>85</sup>

Con el objeto de acelerar el desarrollo y la implantación, al mínimo coste, de tecnologías con baja emisión de carbono. Este plan comprende medidas relativas a la planificación, la aplicación, los recursos y la cooperación internacional en el sector de las tecnologías energéticas. La realización del Plan implica un esfuerzo colectivo y acciones por parte del sector privado, a nivel mundial.

El plan EETE contribuye al desarrollo de un sistema energético más sostenible. Desarrolla un abanico de tecnologías más eficientes, limpias y competitivas. Crea un entorno estable para los medios financieros y las empresas. Influye en los comportamientos socioeconómicos de los ciudadanos, fomentando un uso más adecuada de la energía. Estimula el proceso de innovación tecnológica, desde la investigación hasta la comercialización.

El Plan EETE propone, un nuevo método de gobernanza en materia de tecnologías energéticas, basado en una **planificación estratégica común**. Un grupo de orientación, define acciones comunes, la disposición de recursos y la evaluación de los avances realizados. Por otra parte, la Comisión instaurará un sistema europeo de información, que incluirá una «descripción de las tecnologías» y una «descripción de capacidades».

Mejorar la **eficacia de la realización** de las acciones. Nuevas iniciativas industriales público-privadas o programas comunes entre Estados miembros. La Comisión desea crear una alianza europea para la investigación en el sector energético. También se preparará la evolución futura de las redes y de los sistemas energéticos transeuropeos.

Un **aumento de los recursos** financieros y humanos. A través del programa marco de investigación, del programa « Energía inteligente - Europa » y del Banco Europeo de Inversiones. Se estimulará la formación de investigadores en el sector de la energía y se crearán nuevas posibilidades de estudios y de formación, a fin de aumentar el número y la calidad de los ingenieros y los investigadores.

**Cooperación internacional**, a fin de promover el desarrollo, la comercialización, la implantación y la accesibilidad de las tecnologías con baja emisión de carbono a escala mundial.

---

<sup>85</sup> COM (2007) 723, al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, de 22 de noviembre de 2007, «Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (Plan EETE) - Hacia un futuro con baja emisión de carbono».

#### **4.3.3.2. Programa "Energía Inteligente - Europa" (2007-2013)**

El programa "Energía Inteligente - Europa" (2007-2013)<sup>86</sup>, financia proyectos que contribuyan a una mayor aceptación de las energías nuevas y renovables y una mayor eficacia energética. Dirigido a empresas, sobre todo PYMES, establecidas en los Estados miembros de la UE. Abierto a la participación de los países miembros del Espacio Económico Europeo, países adherentes y candidatos, los países de los Balcanes occidentales y otros países, cuando los acuerdos y procedimientos así lo permitan.

El actual programa **Energía inteligente - Europa** sustituye a la fase (2003-2006) que, a su vez había sustituido a los programas desarrollados dentro del área de la energía durante el período 1998-2002: Altener, CARNOT, ETAP, SAVE, SURE Y Synergy.

En términos operativos, los objetivos del programa serán:

- Proporcionar los elementos necesarios para la mejora de la sostenibilidad, el desarrollo del potencial de las ciudades y regiones, así como para la elaboración de las medidas legislativas necesarias a fin de alcanzar los objetivos estratégicos relacionados;
- Impulsar las inversiones de los Estados en tecnologías nuevas y más rentables en los ámbitos de la eficiencia energética, las FER y la diversificación energética;
- Eliminar las barreras no tecnológicas existentes para conseguir estructuras eficientes e inteligentes de producción y consumo energético, promoviendo el desarrollo de las capacidades institucionales, inclusive a escala local y regional.

El programa se divide en tres acciones dirigidas a:

1. Eficiencia energética y utilización racional de recursos: "SAVE"
  - Mejorar la eficiencia energética y la utilización racional de la energía, en particular en los sectores de la construcción y de la industria;
  - Prestar apoyo a la elaboración de medidas legislativas y su aplicación.
2. Recursos energéticos nuevos y renovables: "ALTENER"
  - Promover FER para la producción de electricidad, calor, refrigeración y apoyar de este modo la diversificación de fuentes energéticas;
  - Integrar FER en el entorno local y los sistemas energéticos;
  - prestar apoyo a la elaboración de medidas legislativas y su aplicación.
3. Energía en el transporte: "STEER"
  - Prestar apoyo a iniciativas relativas a todos los aspectos relacionados con la energía en el transporte y la diversificación de combustibles;
  - Fomentar los combustibles renovables y la eficiencia energética en el transporte;
  - Prestar apoyo a la elaboración de medidas legislativas y su aplicación.

Se podrán dar acciones combinadas entre varios de los ámbitos específicos mencionados.

---

<sup>86</sup> Decisión nº 1639/2006/CE de 24 de octubre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un programa marco para la innovación y la competitividad.

## 4. CONTEXTO ENERGETICO ESPAÑOL.

La energía constituye un sector clave de la economía, por su peso como industria y por su valor estratégico, al ser la energía elemento imprescindible de cualquier industria o servicio. Los objetivos de una política energética sostenible deben comprender la seguridad en el suministro energético, la competitividad de los mercados de la energía y la protección del medio ambiente.

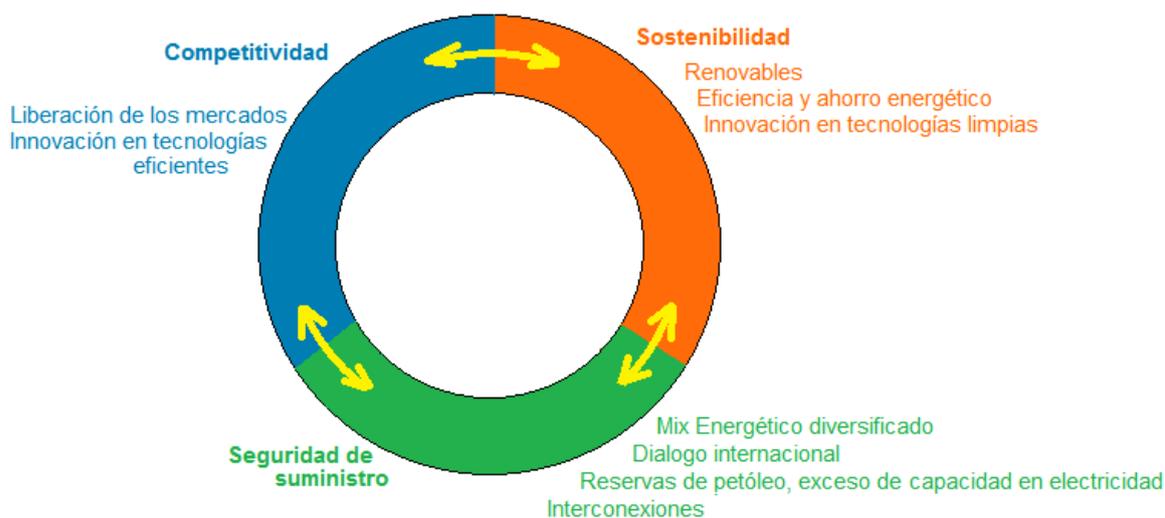


Figura 2. Objetivos de una política energética

Estos objetivos se formulan en el contexto de un panorama energético caracterizado por:

- elevado peso de los hidrocarburos en la cesta energética,
- extraordinaria dependencia de las importaciones, el 70% de nuestra demanda energética se cubre con importaciones,
- altas tasas de crecimiento de la demanda energética, en los últimos cuatro años el crecimiento promedio ha sido del 5% anual, crecimiento superior al crecimiento del PIB, de 1993 a 1999 la eficiencia energética ha disminuido un 9,4%.

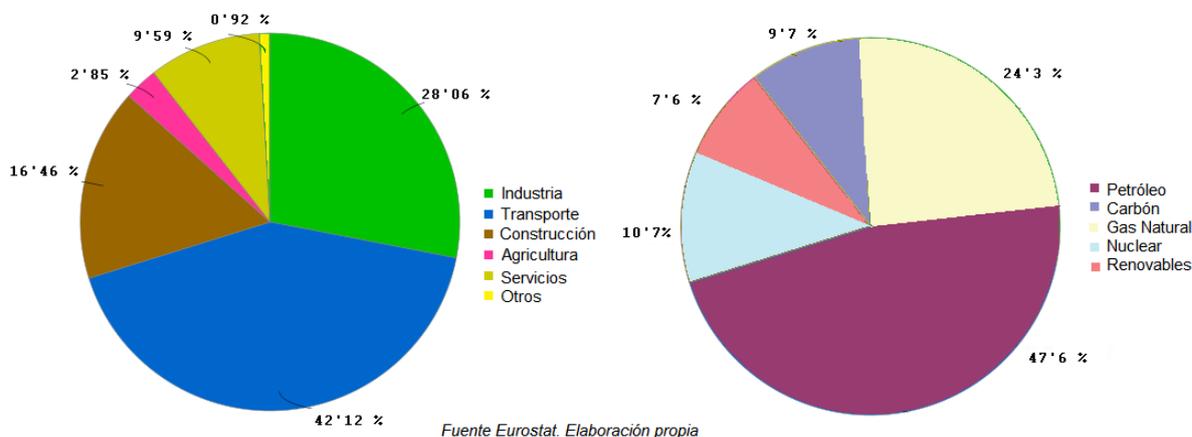
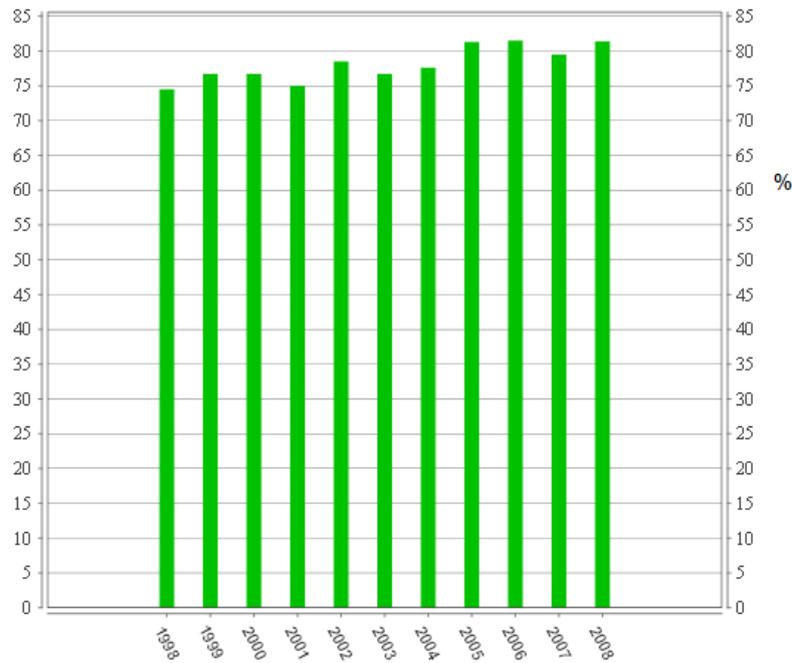


Gráfico 16. Consumo de E. primaria por sectores - Consumo de E. final por origen año 2008 [4]



Fuente Eurostat. Elaboración propia

Gráfico 17. Porcentaje de importaciones de Energía primaria en España [4]

Las directrices para obtener un modelo energético sostenible, han de ser:

- El reconocimiento de la problemática situación energética y la urgencia de actuar.
- El aprovechamiento del mercado eléctrico como indicador a los consumidores de la real situación
- El volumen de las energías renovables en la futura cobertura de la demanda de energía. Lo cual requiere un esfuerzo en I+D; adaptar los procedimientos de operación del sistema eléctrico y redes de transporte y distribución.
- La existencia de una verdadera cultura de ahorro y eficiencia energética asumida por la población, las empresas y las instituciones. Educar y concienciar a la población
- La intervención positiva de las instituciones reguladoras
- La I+D dirigida a procesos industriales mas limpios y eficientes
- Prudencia en la transición, en la medida que afecte a las tecnologías ya existentes
- El cumplimiento de los compromisos internacionales, además de favorecer una estrategia energética global
- Un cambio en el sector transporte, por una mayor participación de transporte publico, como por el uso de biocombustibles
- Establecer algún tipo de control para el cumplimiento de los principios adoptados.

## 5.1. POLÍTICA ENERGÉTICA

Una vez identificada la energía como factor principal de la economía a lo largo de los últimos 30 años, se han instaurado una serie de elementos de planificación energética, como son: el análisis de la estructura de suministro, estrategias de diversificación, prospectiva de demanda y de mercado y estrategias que han conducido a las denominadas planificaciones energéticas.

Esta planificación, se soporta en consideraciones socioeconómicas, geopolíticas, tecnológicas y medioambientales. Ese análisis pormenorizado y crítico ha tenido la virtualidad de identificar, además de objetivos comunes en cantidad, calidad y precio, elementos o factores troncales, que permitieran introducir elementos de racionalidad y de amortiguación, denominadas políticas de eficiencia energética.

La Ley del Sector Eléctrico introdujo una profunda reforma en el funcionamiento del sistema eléctrico español, declarando la libertad de contratación y estableciendo, como base económica del mismo, el mercado organizado de electricidad.

La política energética española está respondiendo a los nuevos condicionantes del sector: tras la privatización de los sectores eléctricos se está produciendo un profundo proceso de liberalización de los mismos.

Se está desarrollando una política activa en los aspectos medioambientales de la energía:

- imbricación de la protección medioambiental en la Ley del Sector Eléctrico y en la Ley del Sector de Hidrocarburos;
- creación de Órganos específicos –Consejo Nacional del Clima- para analizar y definir la estrategia española frente a los compromisos adquiridos por la firma del Protocolo de Kioto;
- la aprobación de un Plan de Fomento de las Energías Renovables , así como el Plan de Eficiencia Energética.

Por otra parte, el Plan Energético 2002-2011, que contiene la Planificación de los sectores de electricidad y Gas y el Desarrollo de las Redes de Transporte, es pieza base en la seguridad del suministro de gas y electricidad, pues complementa con una planificación indicativa de ciertos sectores la planificación vinculante de ciertas actividades reguladas.

El fomento de la eficiencia y el ahorro energético pasa por hacer lo más transparente posible los mercados energéticos. En el nuevo marco regulatorio el Gobierno ha adoptado en nuestro país una serie de medidas muy positivas para potenciar la eficiencia energética.

- Promoción del cambio tecnológico, incentivando la utilización de fuentes de energía renovables y también de elevada eficiencia.
- Impulso de las centrales de generación de ciclo combinado de gas para producir electricidad, ya que cuentan con mayores niveles de eficiencia energética y medioambiental que las centrales térmicas convencionales.
- Promoción mediante incentivos económicos del ahorro y la eficiencia, tanto desde el lado de la generación como desde la demanda.

- Potenciación de la penetración de los biocombustibles en el sector transporte, como alternativa al incremento de la fiscalidad.
- Consecución del objetivo de liberalización total del suministro eléctrico y gasista, lo que contribuye a llevar la señal de precio al consumidor, por lo que éste podrá realizar una buena gestión de su demanda.

La profundidad que ha impreso esta forma de actuar, de los elementos de transformación y del señalamiento de objetivos energéticos, ha permitido su imbricación en otras políticas económicas más generales, como son las de competitividad, medioambiental, empleo, tecnológicas, etc. Incluso puede decirse que esta forma de análisis y evaluación estructurada en la búsqueda de objetivos de eficiencia y optimización en el uso de la energía, constituye la base de la nueva cultura económica.

Existe el convencimiento general de que es en el mercado donde se alcanzan las mayores eficiencias como consecuencia de unas mejores asignaciones de recursos. En este sentido, las nuevas regulaciones promueven mercados tanto organizados (como es el mercado de producción de electricidad) como libres (como son los mercados de comercialización de electricidad).

Para conseguir una asignación eficiente de recursos, es preciso internalizar los costes ambientales en el precio de la energía. De esta forma, los mercados energéticos asignarán más eficientemente los recursos y el desarrollo será sostenible.

### **Internalización de costes medioambientales**

En los entornos liberalizados se suelen introducir mecanismos de tipo indirecto, con el fin de evitar en lo posible restricciones directas en el mercado. En otras ocasiones, la sociedad no admite determinados impactos, y el poder político prohíbe el desarrollo de la actividad o la fabricación, imponiendo unas calidades mínimas.

Los instrumentos más importantes de internalización de los costes ambientales en los sectores energéticos liberalizados son los siguientes:

- Instrumentos de tipo fiscal, como los tributos, impuestos y tasas ambientales, asociados a la actividad de transformación potencialmente contaminante, a las emisiones de contaminantes o al uso o consumo de energía. Estos instrumentos se complementan con deducciones, desgravaciones y subvenciones a las actividades menos contaminantes.
- Instrumentos de tipo económico, como los incentivos económicos que pretenden fomentar la transformación tecnológica favoreciendo las actividades con menor impacto medioambiental relativo, como pueden ser las primas.
- Instrumentos de mercado, como son el comercio de derechos de emisión (SO<sub>2</sub> ó CO<sub>2</sub>) o las subastas de capacidad de energía renovables o los certificados verdes.

Otros instrumentos son: el fomento de la información al consumidor, la formalización de acuerdos voluntarios entre empresa y administraciones, o el marketing verde (green pricing).

## **Demanda de energía**

En los países que han liberalizado su industria eléctrica se continúa fomentando programas y mecanismos de gestión de la demanda que adoptan diversos modelos con el objeto de conseguir un ahorro energético. Se emplean a veces mecanismos de mercado para asignar los incentivos.

La Ley 54/1997, del sector eléctrico, establece en su artículo 46.1: "Las empresas distribuidoras y comercializadoras, en coordinación con los diversos agentes que actúan sobre la demanda, podrán desarrollar programas de actuación que, mediante una adecuada gestión de la demanda eléctrica, mejoren el servicio prestado a los usuarios y la eficiencia y ahorro energéticos. El cumplimiento de los objetivos previstos en dichos programas podrá dar lugar al reconocimiento de los costes en que se incurra para su puesta en práctica conforme a lo dispuesto en el Título III. A los efectos de dicho reconocimiento, los programas deberán ser aprobados por el Ministerio de Industria y Energía, previo informe de las Comunidades Autónomas en su ámbito territorial".

El 28 de Noviembre de 2003, el Consejo de Ministros aprobó la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4) para el periodo 2004-2012, que estima unos ahorros de energía para los citados años de 12.853 millones de euros, equivalentes al petróleo crudo importado en la actualidad durante un año.

El E-4 persigue en este sentido una reducción de la intensidad energética<sup>87</sup> del 7,2% en el periodo.

## **Redes de transporte y distribución**

La Ley 54/1997, del sector eléctrico, en su artículo 36: "las solicitudes de autorizaciones para instalaciones de transporte de energía eléctrica deberán acreditar, entre otros requisitos, el adecuado cumplimiento de las condiciones de protección del medio ambiente". Se exige también, en el artículo 40, "el cumplimiento de disposiciones relativas al medio ambiente en lo relativo a instalaciones de distribución".

El sometimiento de las actividades de construcción al proceso de evaluación de impacto ambiental, supone la elaboración de una Declaración de Impacto Ambiental, que identifica los posibles impactos que la actividad puede causar en los distintos medios (físico, biológico y socioeconómico) estableciendo un criterio de importancia.

El estudio de información ambiental está sometido al trámite de información pública. Con carácter previo a la resolución administrativa que se adopte para la realización o la autorización de la obra o instalación de que se trate, el órgano competente remitirá el expediente al órgano ambiental, para que éste realice una declaración de impacto, en la que determine las condiciones que deban establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente. La declaración de impacto se hará pública y se realizará una vigilancia y seguimiento del cumplimiento de ésta.

---

<sup>87</sup> Consumo de Energía / PIB

### **5.1.1. ACCIÓN ESTRATÉGICA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA LIMPIA**

Es necesario llevar a cabo una política energética donde el conocimiento de la demanda y sus implicaciones sean clave. A este respecto, los estudios de prospectiva energética a medio y largo plazo resultan una herramienta fundamental. De este modo, la Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas y Desarrollo de la Red de Transporte es la herramienta a través de la cual, la Administración puede incidir en el fomento de la generación eléctrica mediante tecnologías limpias. Actualmente vigente la nueva Planificación 2007-2017.

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4), propone una serie de medidas para lograr mejoras sustanciales en los índices de eficiencia energética. La E4, dirigida a los sectores consumidores finales, propone medidas de mejora tecnológica en equipos y procesos industriales, medidas de cambio modal hacia modos más eficientes, medidas de promoción de las técnicas de uso eficiente de los equipos consumidores de energía, y medidas normativas, para la introducción de estándares mínimos de eficiencia energética en las nuevas edificaciones o instalaciones térmicas de los edificios.

Partiendo de la E4, el MITYC puso en marcha el Plan de Acción de la E4 (2005-2007) destinado a concretar las actuaciones que deben acometerse a corto y medio plazo en cada sector, detallando objetivos, plazos, recursos y responsabilidades, y evaluando los impactos globales derivados de estas actuaciones.

Al ser el transporte y los sectores industrial y residencial los que disponen de un mayor potencial de ahorro, el Plan de Acción concentra sus esfuerzos en dichos sectores. Así prevé la consecución de un ahorro de 12.005 ktep de energía primaria, el equivalente al 8,5% del total del consumo de energía primaria del año 2004. Para 2007 el ahorro alcanzable asciende a 7.179 ktep/año, cerca del 4,7% de los consumos de energía de ese año. Pero no sólo presenta efectos positivos ligados a consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub>, sino a la mejora de la competitividad de la economía española, derivada principalmente de la incorporación a los procesos productivos de equipos tecnológicamente más avanzados como consecuencia de las medidas de promoción y de apoyo económico incluidas en este Plan..

Asimismo, el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) 2000-2010, establece unos objetivos para alcanzar, el objetivo de que las fuentes de energía renovables cubran como mínimo el 12% de la demanda total de energía primaria en 2010. Este objetivo es retomado por el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 que propone, una distribución diferente de los esfuerzos por áreas. Sus objetivos suponen una contribución de las fuentes renovables del 12,10% del consumo de energía primaria en el año 2010, una producción eléctrica con estas fuentes del 30,3% del consumo bruto de electricidad, y un consumo de biocarburantes del 5,83% sobre el consumo de gasolina y gasóleo previsto para el transporte.

Es importante recordar la realización, por parte del MITYC, de un informe sobre las necesidades de energía en nuestro país en el horizonte del año 2030, informe que sirve de base para la toma de decisiones en materia energética en los próximos años.

Con objeto de reducir la intensidad energética y las emisiones de GEI, se debe fomentar:

- a) la eficiencia energética,
- b) las fuentes de energía renovable,
- c) la gestión de la demanda
- d) el desarrollo de tecnologías energéticas de baja emisión de CO<sub>2</sub>.

El uso de la fiscalidad y de la estructura tarifaria, estimulan y refuerzan la consecución de los objetivos generales de la Estrategia.

## **a) Eficiencia Energética**

### ***Objetivos***

- Potenciar las medidas del Plan de Acción, actuando en los sectores de transporte y equipamiento, residencial y ofimática, evaluando su potencial de ahorro.
- Definir un nuevo Plan de Acción para tener una continuidad.
- Establecer instrumentos de fomento de la eficiencia energética con el objetivo de dar cumplimiento al Libro Verde de Eficiencia Energética de la UE.
- Reducción de, al menos, un 2% anual del consumo energético en relación al escenario tendencial (duplicando el objetivo de la normativa comunitaria).

### ***Medidas***

- Evaluar el marco competencial para una norma de Uso Eficiente de la Energía.
- Incentivar las campañas de información en empresas que permita realizar inversiones a largo plazo en la mejora de eficiencia energética.
- Disuadir los consumos excesivos con modificaciones en la estructura tarifaria.
- Integrar la eficiencia en la planificación financiera de las industrias.
- Aplicación de la Directiva de Servicios Energéticos<sup>88</sup>.
- Estimular las empresas hacia el aprovechamiento de nuevas tecnologías a través de un programa de ayudas o créditos blandos.
- Establecer mecanismos regulatorios que consigan, que la reducción de costes debidos a la eficiencia no implique un aumento en la demanda.
- Desarrollar campañas específicas de larga duración, que sirvan de guía para los consumidores y los fabricantes, haciendo especial referencia al sistema de calificaciones y rendimiento energético de los productos, así como de los edificios.
- Desarrollo de proyectos en el marco del mecanismo de desarrollo limpio.

### ***Indicadores***

- Intensidad total de CO<sub>2</sub> del PIB (t/millones EUR).
- Intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético (t/millones EUR)
- Intensidad de CO<sub>2</sub> relacionado con la energía de la industria. (t/millones EUR)
- Intensidad energética (Energía primaria/PIB).
- Emisiones de CO<sub>2</sub> de suministro público y autoproducción (kg CO<sub>2</sub>/kWh)

---

<sup>88</sup> (COM (2003) 739)

## **b) Energías Renovables**

### ***Objetivos***

- Asegurar el mínimo del 10% de biocarburantes en el transporte en el 2020.
- Tender a los objetivos propuestos en el Libro Verde de la energía y otros instrumentos comunitarios de planificación<sup>89</sup>
- Elaborar un nuevo Plan de Energías Renovables 2011-2020 que coloque a España en una posición de liderazgo del mix energético de la UE.
- Conseguir que las energías renovables se sitúen en una posición estratégica y competitiva frente a los combustibles fósiles, hasta conseguir una aportación al consumo bruto de electricidad del 32% en el 2012 y del 37% en el 2020.

### ***Medidas***

- Incentivar actuaciones que favorezcan aquellas tecnologías menos desarrolladas (biomasa, energía solar termoeléctrica y fotovoltaica) estimulando la inversión en desarrollo tecnológico que abarate los costes de instalación.
- Potenciar las pequeñas instalaciones fotovoltaicas de menos de 5 Kw, con la mejora de las primas de las condiciones de acceso a la red y de los trámites administrativos para la obtención de subvenciones y solicitudes de permiso de conexión.
- Aumento del recurso hidráulico mediante la rehabilitación de las minicentrales cerradas.
- Dotar a las inversiones en energías renovables y cogeneración de un marco de mayor seguridad económica, evaluando una mejora en las bonificaciones que en el IAE se les otorga a las empresas que utilicen o produzcan estas energías.
- Consideración del biogás, biometanol, bioETBE, los biocarburantes sintéticos, el biohidrógeno y el aceite vegetal puro como biocarburantes.
- Incentivar la creación de nuevas plantas de biocarburantes (bioetanol y biodiesel).
- Incentivar las tecnologías basadas en el hidrogeno como combustible.
- Fomentar el cambio de combustibles de las calderas domésticas hacia combustibles más limpios, con el objetivo de conseguir su completa sustitución en el 2012.
- Desarrollo de proyectos en el marco del mecanismo de desarrollo limpio.

### ***Indicadores***

- Consumo anual de energía primaria por tipo de fuente.
- Potencia “renovable” instalada por tipo de tecnología.
- Energía generada por tipo de fuente renovable
- Producción anual de biocarburantes.

---

<sup>89</sup> “Plan de Acción de Biomasa” y la “Estrategia de la EU para los biocarburantes”.

## **c) Gestión de la Demanda**

### ***Objetivos***

- Uso más racional de la energía, emitiendo señales correctas de precios al consumidor para que haga un uso más responsable.
- Impulso de los instrumentos de mercado, incluyendo fiscalidad y tarifas.

### ***Medidas***

- Modificaciones en la tarificación donde se incluyan los costes externos medioambientales y se penalicen los consumos excesivos.
- Permitir que la demanda sea una parte más activa del mercado de la electricidad.
- Respecto al pequeño consumidor se debería desarrollar equipos de medida horaria o limitadores de potencia telegestionados.
- Fomentar el uso, por parte de los suministradores, de contadores “inteligentes”
- Desarrollar formaciones en el etiquetado energético de productos y servicios.
- Potenciar e insistir en la realización de campañas de sensibilización.

### ***Indicadores***

- Consumo de energía primaria por habitante
- Consumo de energía primaria por vivienda
- Consumo de energía por vehículo
- Consumo de energía primaria/PIB

## **d) Investigación, Desarrollo e Innovación**

### ***Objetivos***

- Desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías energéticas “limpias”.

### ***Medidas***

- Asegurar la creación, de una Estrategia sobre Cambio Climático y Energía que contemple las acciones y recursos necesarios en esta materia.
- Incentivar, mediante los apoyos a los proyectos de I+D+i, las tecnologías en energías renovables menos implantadas, y mejorar las que están en sus comienzos.
- Incentivar la investigación para la integración efectiva de la energía renovable en los sectores del transporte y edificación (biomasa y solar).
- Proyectos que favorezcan el acceso de las tecnologías emergentes a los sectores privados.
- Proyectos del potencial del carbón limpio, u otras alternativas “limpias”.
- Promover proyectos de sistemas de generación distribuida, híbrida y microrredes eléctricas y de combustibles biológicos.

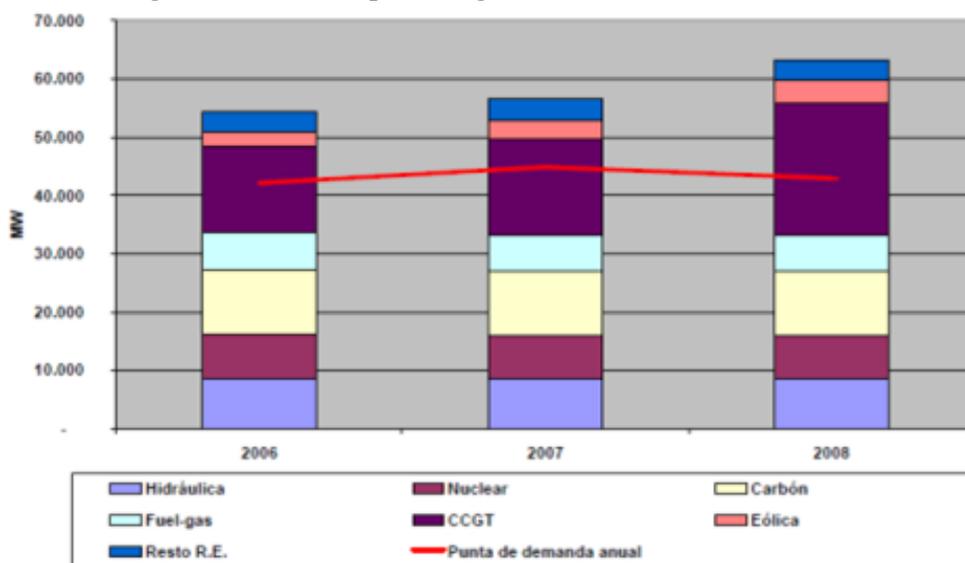
### ***Indicadores***

- Financiación dedicada.
- Número de proyectos de I+D+i enmarcados en las líneas mencionadas.

## 5.2. MERCADO ENERGETICO ESPAÑOL

Durante el periodo 2006-2008 en España se ha registrado un crecimiento significativo de la **potencia de generación eléctrica instalada**, pasando de 80.544 MW en 2006 a 89.944 MW a finales de 2008. Este aumento está principalmente relacionado con la construcción de nueva potencia de **Régimen Especial**, que se ha incrementado desde 21.571 MW en 2006 a 28.127 MW en 2008.

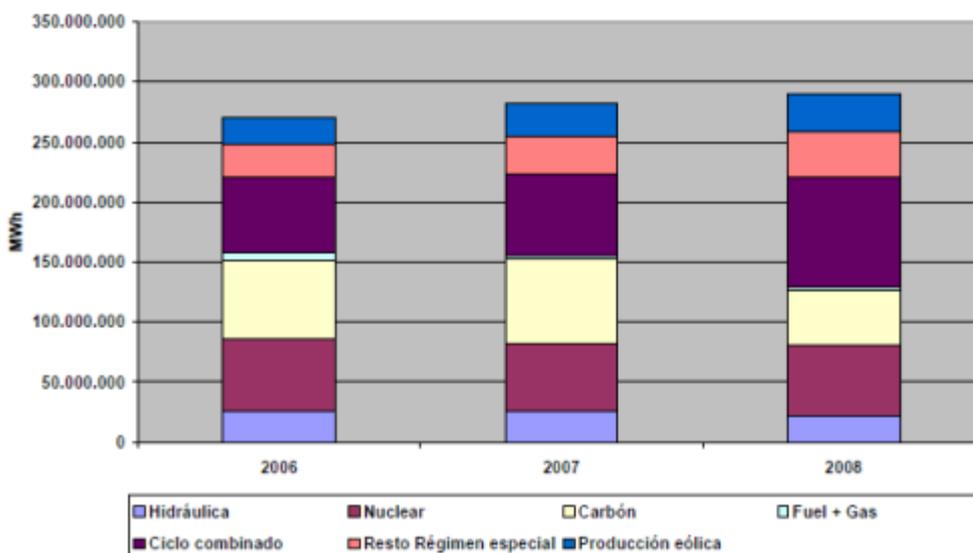
Por otra parte, la **demanda punta** ha crecido en un 6,5% desde 2006 a 2007 y se ha reducido en un 4,3% desde 2007 a 2008, mostrando la existencia de un margen de potencia disponible en el Régimen Ordinario para asegurar la cobertura de la demanda.



Fuente CNE. Elaboración REE.

Gráfico 18. Evolución de la potencia neta disponible en España por tipo de tecnología [8].

En términos de **energía producida**, cabe destacar el porcentaje significativo de la generación de Régimen Especial, que alcanza el 26% en 2008, muy superior a su cuota respecto del total de potencia disponible, debido a las condiciones climatológicas especialmente favorables.



Fuente CNE y OMEL. Elaboración REE.

Gráfico 19. Evolución de la producción de electricidad en España por tipo de tecnología [8].

### 5.2.1. ESTRUCTURA DE MERCADO

La estructura organizativa refleja la existencia de una cadena vertical de actividades que se puede caracterizar en tres vertientes fundamentales:

- *Producción de energía.* Asociada a un mercado mayorista, en el que los productores garantizan su puesta a disposición y los agentes compradores pueden adquirirla, ya sea para satisfacer la cartera de suministros a clientes finales, ya sea para consumo propio;
- *Transporte y distribución.* Redes que transportan la energía desde el lugar de producción hasta cada una de las instalaciones consumidoras, siendo consideradas monopolios naturales en función del tipo de inversión y operación que requieren;
- *Comercialización.* Asociada a un mercado minorista, en el que los agentes comercializadores compiten para garantizar el suministro a los clientes finales.

Los monopolios naturales subyacentes a las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica están sujetos a regulación, la cual ha establecido el principio de libre acceso de terceros mediante el pago de una tarifa regulada.

La producción y comercialización de energía eléctrica están abiertas a la competencia, justificándose económicamente por la introducción de una mayor eficacia en la gestión y la explotación de los recursos atribuidos a estas actividades.

### COMERCIALIZACION

Para ejercer esta actividad, las empresas comercializadoras deben obtener la autorización administrativa correspondiente<sup>90</sup>. Son requisitos indispensables la inscripción en el Registro Mercantil así como el cumplimiento de las condiciones legales, técnicas y económicas en la forma que establece el Real Decreto.

Para los comercializadores, al igual que para los distribuidores, el procedimiento de inscripción consta de una fase de inscripción previa y de una fase de inscripción definitiva.

Inicialmente, las comercializadoras solo podían comprar la energía eléctrica que precisasen para sus ventas en el mercado organizado. Sin embargo, el Real Decreto Ley 6/2000 permite adquirir electricidad en el mercado de producción, directamente a empresas vendedoras extranjeras o a productores nacionales. Esta energía puede venderse, no sólo a los consumidores, sino también a otros comercializadores o integrarse en los mercados diarios o intradiarios existentes.

Al igual que productores y autoprodutores, los comercializadores pueden actuar como agentes vendedores para la agrupación de ofertas de venta del régimen especial

---

<sup>90</sup> cuyo procedimiento está contemplado en el Título V del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre.

## ***DISTRIBUCION***

La distribución se ejerce en régimen regulado, por sociedades mercantiles, y tiene por objeto la transmisión de energía eléctrica desde las redes de transporte hasta los puntos de consumo. Los distribuidores deberán tener sus instalaciones autorizadas<sup>91</sup>. Para ello, los solicitantes deberán acreditar el cumplimiento de unas determinadas condiciones de capacidad legal, técnica y económica.

El procedimiento de inscripción es similar al descrito para los comercializadores constando también de una fase previa y de otra definitiva

Los distribuidores de energía eléctrica presentarán ofertas de adquisición de energía por la parte de energía necesaria para el suministro de sus clientes a tarifa no cubierta mediante sistemas de contratación bilateral con entrega física.

## ***PRODUCCION***

La normativa distingue: los productores en régimen ordinario y los productores en régimen especial. Para ejercer su actividad los productores deberán obtener la autorización administrativa de las instalaciones de producción, según el Real Decreto 1955/2000. Los productores en régimen especial, además, deben obtener la inclusión en alguna de las modalidades<sup>92</sup> de régimen especial. Los productores pueden participar en el mercado, siempre que su potencia sea mayor de 1 MW.

La regulación vigente crea el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica que se encuentra en el MITyC. En dicho registro han de estar inscritas todas aquellas instalaciones de producción de energía eléctrica que hayan sido autorizadas, las condiciones de la instalación y la potencia de la instalación. En este registro también deben inscribirse las instalaciones del régimen especial y los agentes externos vendedores. La inscripción consta de una fase de inscripción previa y una fase de inscripción definitiva, salvo para las instalaciones de potencia menor de 1 MW, que sólo precisan la fase previa.

Los productores en régimen especial, con potencia inferior a 50 MW, pueden vender sus excedentes, o en su caso su producción, a los distribuidores o bien participar en el mercado de producción realizando ofertas al operador del mercado. Aquellos cuya potencia sea inferior a 1 MW deberán presentar sus ofertas al mercado a través de un agente vendedor.

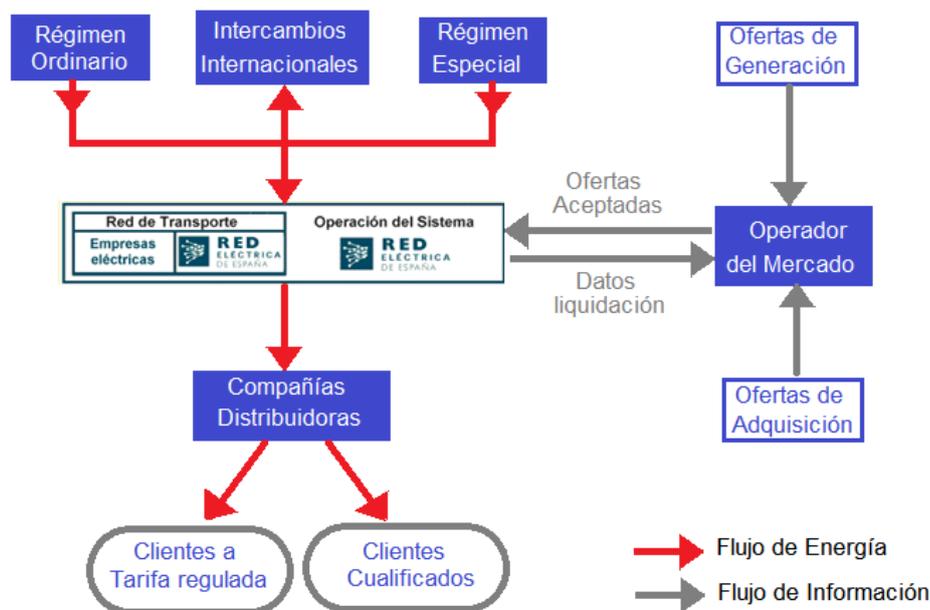
---

<sup>91</sup> de acuerdo con el 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

<sup>92</sup> regulado por el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

## 5.2.2. AGENTES DE LOS MERCADOS

Se considera agente del mercado a toda persona física o jurídica que intervenga en las transacciones económicas que tengan lugar en el mercado de producción de energía eléctrica<sup>93</sup>. Para ejercer el derecho a comprar y vender energía en el mercado, los agentes deberán adherirse a las Reglas de Funcionamiento del Mercado de Producción de Energía Eléctrica y otras normas de desarrollo, instrucciones y procedimientos de Transporte y Operación que les sean de aplicación.



Fuente OMEL. Elaboración propia

Figura 3. Esquema del mercado de la electricidad

Son agentes del mercado:

- Los productores de energía eléctrica.
- Los autoprodutores y productores de energía eléctrica en régimen especial.
- Los agentes externos, que entregan o toman energía de otros sistemas exteriores.
- Los distribuidores de energía eléctrica. Corresponde a las empresas que comercian la electricidad en una zona geográfica para su uso.
- Los comercializadores. Agentes económicos con capacidad de compra-venta de energía.
- Los consumidores cualificados, siempre que adquieran electricidad en el mercado.

Pertencen al sistema eléctrico pero no se consideran Agentes del Mercado, las personas físicas o jurídicas que intervienen en el suministro de electricidad, pero no en el mercado de producción:

- Los transportistas.
- Los consumidores a tarifa regulada.
- Los consumidores cualificados, en cuanto no ejerzan su derecho a adquirir electricidad en el mercado mayorista y por lo tanto consumen a tarifa regulada.

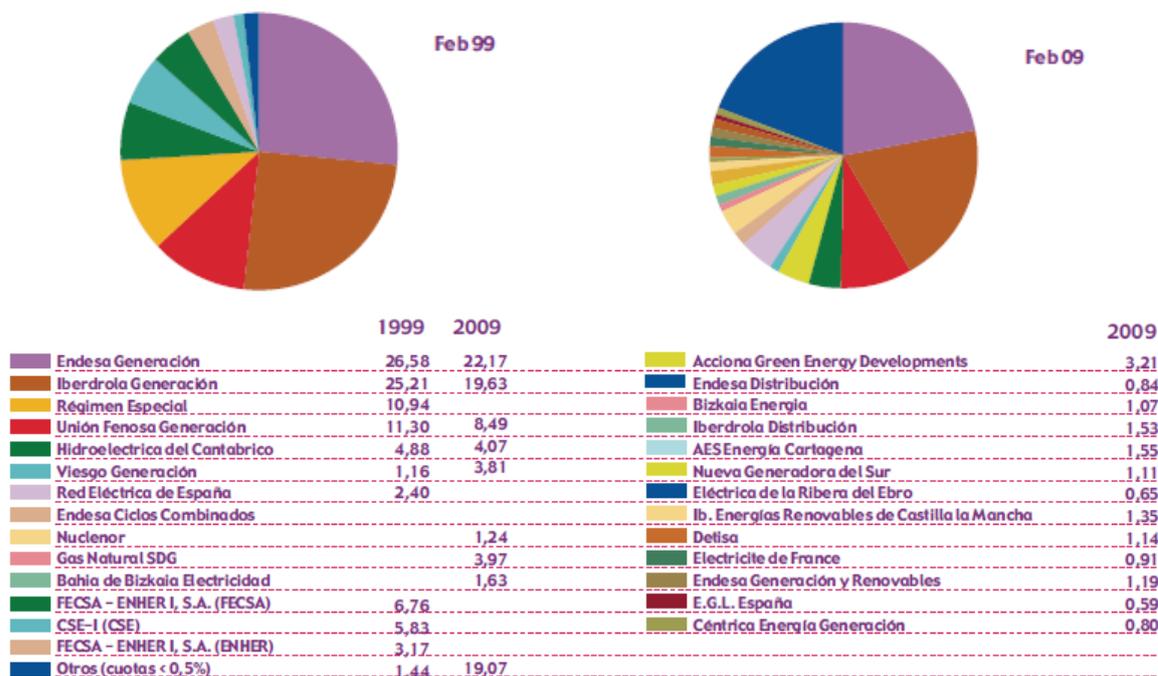
<sup>93</sup> A partir de la publicación del Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, aprobadas por Resolución de 24 de mayo de 2006, de la Secretaría General de Energía.



Fuente OMEL. Elaboración OMEL.

Figura 4. Transacciones de los Agentes de Mercado [9]

En el mercado intradiario todos pueden ser compradores y vendedores



Fuente REE. Elaboración propia

Gráfico 20. Comparativa de cuotas de producción por agente titular [12]

### 5.2.3. TIPOS DE MERCADO

#### Mercado de producción Eléctrico Español. Mercado Mayorista.

El funcionamiento del mercado mayorista de energía eléctrica se basa en la existencia de un conjunto de modalidades de contratación que se complementan entre sí. Dado que se trata de un sector en equilibrio simultáneo de producción y consumo.

El mercado de producción comprende:

- Contratos Bilaterales Físicos. Privados entre los agentes del mercado.
- El mercado diario, donde se realizan la mayoría de las transacciones. Las transacciones de energía eléctrica para el día siguiente mediante ofertas de venta y adquisición de energía eléctrica por parte de los agentes del mercado.
- El mercado intradiario. Se compone de ofertas y compras con algunas horas de adelanto. Es un mercado de ajustes al que pueden acudir como demandantes y oferentes los de mercado.



Fuente Ree. Elaboración propia  
Figura 5. Esquema de operaciones en el mercado eléctrico español.

- Solución de las restricciones técnicas. Una vez celebrada la sesión del mercado diario, y recibidas las ejecuciones de los contratos bilaterales físicos nacionales, el operador del sistema evalúa la viabilidad técnica del programa de funcionamiento de las unidades de producción para garantizar la seguridad y fiabilidad del suministro en la red de transporte.
- Los servicios complementarios y el procedimiento de gestión de desvíos tienen por objeto que el suministro de energía eléctrica se produzca en las condiciones de calidad, fiabilidad y seguridad que están establecidas y que se verifique de forma permanente el equilibrio generación-demanda.

El mercado mayorista del MIBEL comprende actualmente:

- Un mercado de contratación a plazo (OMIP), en el que se establecen compromisos futuros de producción y compra de energía eléctrica.
- Un mercado de contratación de contado (OMEL), con un componente de contratación diaria y un componente de ajustes, en el que se establecen compra-venta de electricidad para el día siguiente al de la negociación.
- Un mercado de servicios de sistema que efectúa el ajuste de equilibrio de la producción y del consumo de energía eléctrica y que funciona en tiempo real.

- Un mercado de contratación bilateral, en el que los agentes contratan para los diversos horizontes temporales la compraventa de energía eléctrica.

### **Mercado minorista**

El mercado minorista presenta un mayor nivel de concentración, relacionado en parte con la integración entre distribución y comercialización, que ha facilitado históricamente la permanencia de los clientes con las comercializadoras del mismo grupo empresarial. Asimismo, el desarrollo de la comercialización y la entrada de nuevos competidores se han visto limitados, por el problema del déficit tarifario, generando un retroceso de la participación de los consumidores en el mercado libre.

Esta situación se está corrigiendo como consecuencia de los recientes desarrollos reglamentarios, y en julio de 2009 el volumen de energía negociado en el mercado libre se situaba en torno al 60% de la demanda total.

La estructura del mercado minorista se basa en la coexistencia de dos formas principales de contratación del suministro de energía eléctrica:

- Contratación en mercado liberalizado, con las condiciones de negociación de la energía (definidas y acordadas entre las partes) y la aplicación del componente de acceso a las redes a través del precio regulado.
- Contratación en mercado regulado, por aplicación de tarifas globales reguladas.

### **Demanda a Tarifa y en Mercado Libre**

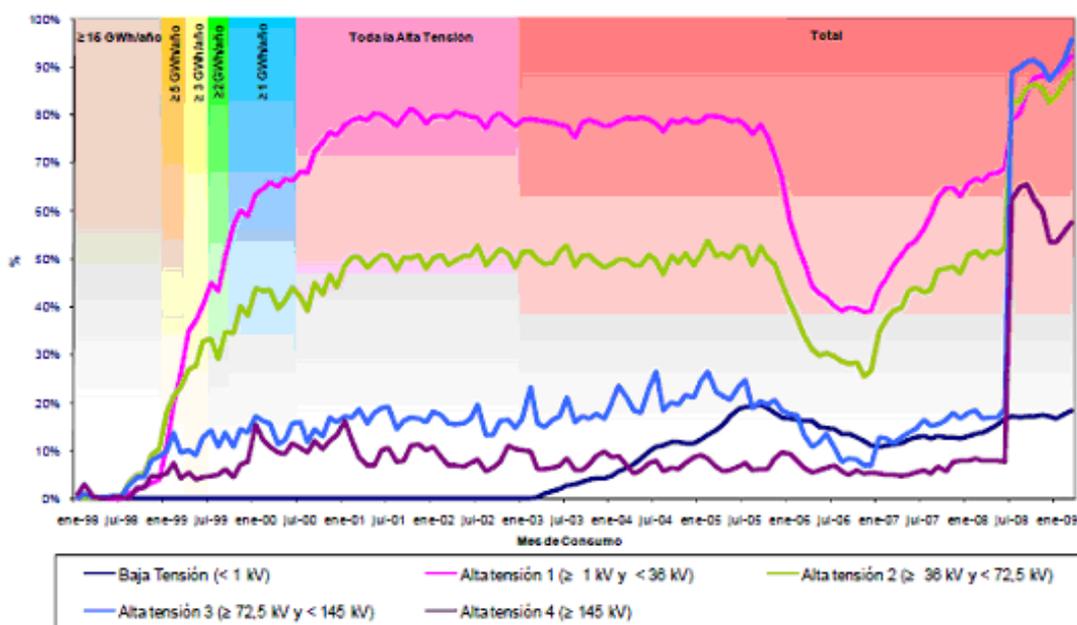
El mercado minorista de electricidad en España es un mercado de más de 26.000.000 de clientes y con un consumo total de unos 254.860 GWh a finales de 2008<sup>94</sup>, siendo el 40,7% del consumo suministrado en el mercado liberalizado.

La participación en el mercado libre varía entre los distintos tipos de consumidores: mientras que para los consumidores en baja tensión dicha participación ha sido tradicionalmente muy baja, en todo momento inferior al 20%, para los consumidores en alta tensión ha sido en general más elevada.

La evolución observada responde a la importancia del consumo doméstico en la composición de la demanda, que es tradicionalmente más reacio al cambio de suministrador, pero también en buena medida, al marco regulatorio vigente, en particular al déficit tarifario, y a la estructura de la oferta.

---

<sup>94</sup> Energía consumida por los consumidores nacionales. CNE, Boletín Mensual de Indicadores Eléctricos y Económicos, dato provisional, abril de 2009.



Fuente CNE. Elaboración CNE

Gráfico 21. Evolución de la demanda en el mercado liberalizado por consumidor [11]

### Mercado de tarifa regulada

El 1 de julio de 2009 se introdujo el suministro de último recurso<sup>95</sup>, lo que supone que todos los consumidores de electricidad son suministrados a través de un comercializador. Estos consumidores pagan por su suministro la tarifa de último recurso (TUR), que se configura como un precio máximo que incorpora el coste de producción, los peajes de acceso y el coste de comercialización.

La obligación de atender el suministro de último recurso (SUR) recae sobre cinco comercializadoras<sup>96</sup>. La designación de las compañías es revisada, al menos, cada 4 años.

La TUR<sup>97</sup> es aditiva y consta de dos términos: el término de potencia (con la tarifa de acceso y el margen de comercialización), expresado en Euros/kW por año y el término de energía, que recoge el correspondiente término de energía de la tarifa de acceso y el coste de la energía suministrada<sup>98</sup>, el sobrecoste inducido por los servicios de ajuste del Sistema y una determinada prima por el riesgo que corre el comercializador de último recurso por la compra anticipada de la energía.

<sup>95</sup> Véase Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, por el que se regula la puesta en marcha del suministro de último recurso en el sector de la energía eléctrica.

<sup>96</sup> Real Decreto 485/2009 designa como suministradores de último recurso: ENDESA ENERGÍA XXI, S. L., IBERDROLA COMERCIALIZACIÓN DE ÚLTIMO RECURSO, S. A. U., GAS NATURAL S.U.R. SDG, S.A. (grupo Unión Fenosa-Gas Natural), HIDROCANTÁBRICO ENERGÍA ÚLTIMO RECURSO, S. A. U. (perteneciente a la portuguesa EDP), y E.ON COMERCIALIZADORA DE ÚLTIMO RECURSO, S. L.

<sup>97</sup> Véase Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, por la que se establece el mecanismo de traspaso de clientes del mercado a tarifa al suministro de último recurso de energía eléctrica y el procedimiento de cálculo y estructura de las tarifas de último recurso de energía eléctrica.

<sup>98</sup>, valorado a partir del coste de los contratos a plazo negociados de subastas del futuros OMIP y de las subastas CESUR, con entrega en la zona española del MIBEL

#### 5.2.4. OPERADOR DE MERCADO Y DE SISTEMA

Los operadores son sociedades mercantiles que intervienen en las transacciones económicas del mercado, coordinan la operación y el funcionamiento del mercado, pero ni compran ni venden.

- Operador de la Red o de Sistema, quien se encarga de la operación técnica y seguridad de la red eléctrica; Red Eléctrica de España, S.A.
- Operador de Mercado, quien administra el mercado financiero de compra y venta de energía. El OPERADOR DEL MERCADO IBÉRICO DE ENERGÍA – POLO ESPAÑOL, S.A., responsable de la gestión económica del sistema.

Como características y diferencias principales de los operadores, se tiene:

##### OPERADOR DEL MERCADO

- Operar los mercados, diario e intradiario incorporando las posiciones a plazo enviadas por OMIP.
- Realizar las comunicaciones derivadas de la operación de los mercados
- Difundir la información pública
- Coordinar junto a otros mercados internacionales
- Fomentar el desarrollo del mercado
- Cooperar con otras entidades en materia de previsión de la cobertura de la demanda
- Informar a las administraciones sobre comportamientos contrarios al correcto funcionamiento del mercado

##### OPERADOR DEL SISTEMA

- Garantizar el equilibrio técnico en las redes
- Proponer y aplicar los criterios de seguridad
- Garantizar el acceso a la red de transporte
- Proponer la planificación de la red de transporte
- Establecer los requerimientos para la regulación del sistema
- Operación de los mercados de servicios complementarios y otros procesos de operación técnica, con incorporación de las medidas eléctricas
- Informar a las administraciones sobre las situaciones excepcionales o de emergencia

Finalmente, todos los actores deben operar en un marco regulatorio que fija las reglas, dicta normas y resuelve divergencias. A esta entidad, se le denomina Ente Regulador.

### 5.2.5. REGULADOR

Las competencias sobre energía de la Administración General del Estado (AGE) se incluyen en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio<sup>99</sup> (MITyC), y su estructura se estableció por Real Decreto 1038/2009 de 29 de junio<sup>100</sup>.

Las funciones dentro del MITyC, en la Secretaría de Estado de Energía, son:

- Elaborar las normas energéticas y de minería.
- Elaborar las propuestas sobre regulación de la estructura de tarifas, precios de productos energéticos y peajes.
- Formular propuestas para la conservación y ahorro de energía, fomento de energías renovables y planificación en materia energética.
- Elaborar y aplicar las medidas para asegurar el abastecimiento energético.

De la Secretaría de Estado de Energía dependen:

- la *Subdirección General de Planificación Energética y Seguimiento*
- la *Subdirección General de Relaciones Energéticas Internacionales*.
- la *Dirección General de Política Energética y Minas, cuya estructura es:*
  - *Subdirección General de Energía Eléctrica.*
  - *Subdirección General de Energía Nuclear.*
  - *Subdirección General de Hidrocarburos.*
  - *Subdirección General de Minas.*

Los organismos adscritos al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio son:

- La Comisión Nacional de Energía.
- El *Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)*<sup>101</sup>.

- A través de la la Secretaría de Estado de Energía, se tiene:

- *Instituto para la Reestructuración de la Minería del Carbón y Desarrollo Alternativo de las Comarcas Mineras.*
- *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*. Sus funciones son el fomento de la eficiencia energética y de las energías renovables.
- *ENRESA*, entidad pública empresarial de gestión de residuos radiactivos.
- *La Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES)*.

Dentro de la Administración, otros Ministerios se relacionan con los temas energéticos:

- *El Ministerio de Ciencia e Innovación*: A él está adscrito:
  - *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)*: Sus funciones son de I + D y la participación en programas internacionales.
- *El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*.

---

<sup>99</sup> por Real Decreto 542/2009 de 7 de abril de 2009 y R.D. 640/2009 de 17 de abril

<sup>100</sup> que modifica el Real Decreto 1182/2008 de 11 de julio de 2008

<sup>101</sup> dependiente del Parlamento e independiente de la Administración.

## 5.2.6. PRODUCTORES

Las empresas productoras de energía, como se ha podido constatar anteriormente, deben facilitar información respecto a su capacidad, producción, indicando las cantidades que provienen de energías de fuentes renovables. Así como, las emisiones de CO2 de sus instalaciones de producción y la asignación de cuotas de emisión. Para ello resulta un ejercicio interesante de investigación el acceder a sus respectivas páginas Web para poder realizar este tipo de consultas actualizadas.

**IBERDROLA**



[www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)

**ENDESA**



[www.endesa.com](http://www.endesa.com)

**GAS NATURAL FENOSA**



[www.gasnaturalfenosa.com](http://www.gasnaturalfenosa.com)

**EON**



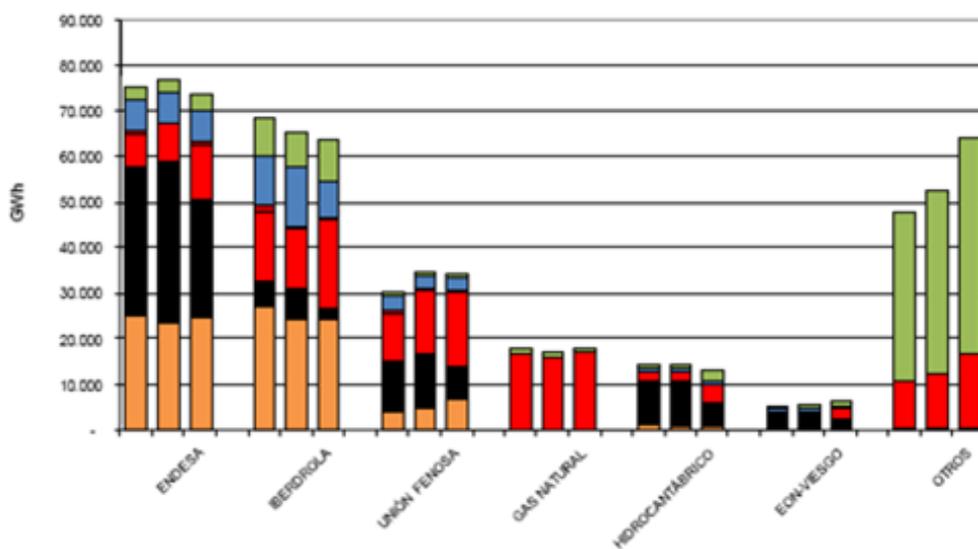
[www.eon-espana.com](http://www.eon-espana.com)

**HC**



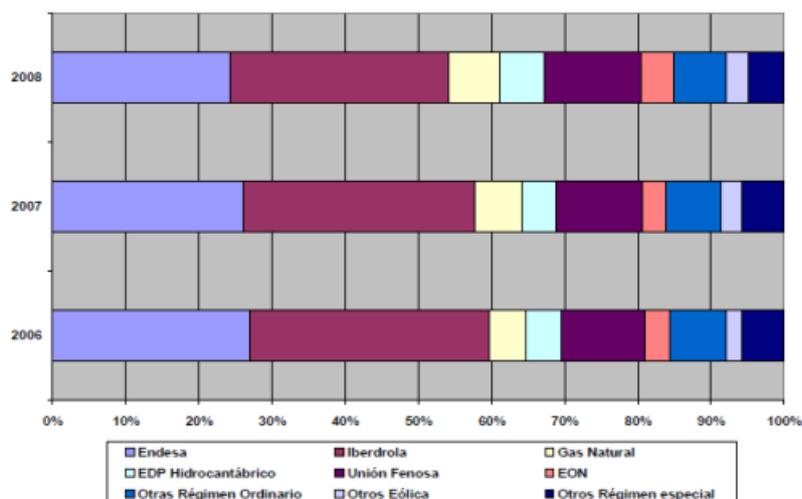
[www.hcenergia.com](http://www.hcenergia.com)

**Comparativa entre las empresas eléctricas.**



Fuente OMEL y CNE. Elaboración propia

Gráfico 22. Mix tecnológica de generación de las principales empresas [11]



Fuente OMEL y CNE. Elaboración CNE

Gráfico 23. Potencia neta disponible en España [8]

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

Generación total	2006	2007	2008
<b>ENDESA</b>	28,0%	27,8%	26,2%
<b>IBERDROLA</b>	25,4%	23,7%	23,4%
<b>UNIÓN FENOSA</b>	11,3%	12,5%	12,5%
<b>GAS NATURAL</b>	6,7%	6,2%	6,6%
<b>EDP-HIDROCANTÁBRICO</b>	5,4%	5,3%	5,4%
<b>EON-VIESGO</b>	2,0%	2,0%	2,5%
<b>OTROS (RÉGIMEN ORDINARIO)</b>	4,0%	4,5%	6,9%
<b>OTROS (RÉGIMEN ESPECIAL)</b>	13,8%	14,7%	16,7%
<b>IMPORTACIONES</b>	3,4%	3,2%	2,1%
<b>Generación neta + importaciones (GWh)</b>	271.079	280.409	284.181

Tabla 7. Cuotas de mercado en el mercado total de generación eléctrica

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

Generación	R. Ordinario	R. Especial
<b>ENDESA</b>	33,3%	5,5%
<b>IBERDROLA</b>	26,0%	13,8%
<b>UNIÓN FENOSA</b>	15,7%	1,6%
<b>GAS NATURAL</b>	8,2%	1,2%
<b>EDP – HIDROCANTÁBRICO</b>	5,7%	4,0%
<b>EON-VIESGO</b>	2,7%	1,5%
<b>OTROS</b>	8,2%	72,3%
<b>Generación (GWh)</b>	220.341	66.298

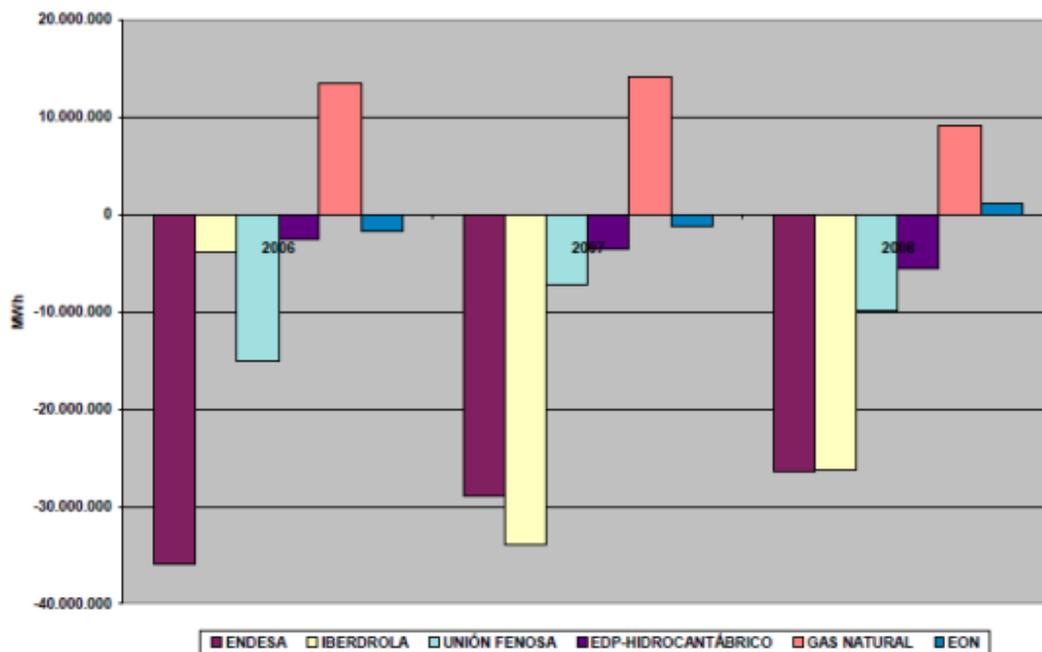
Tabla 8. Cuotas de generación eléctrica del Régimen Ordinario y Especial en 2008

## Composición de la demanda

En lo que concierne a la composición de cada segmento por comprador, se observa que los principales grupos empresariales representan más del 60% de la demanda, tanto en el mercado diario como en la contratación bilateral. En el caso de los contratos bilaterales destaca la importancia de la cuota de ENDESA como comprador, mientras en el mercado diario son comparativamente más importantes las cuotas de IBERDROLA y de UNIÓN FENOSA.

A partir de mediados de 2008 se aprecia un incremento de las compras de otras empresas, principalmente comercializadoras, que vuelven a reducirse en el último trimestre, posiblemente a causa del impacto de la crisis económica sobre la demanda de clientes industriales atendidos por estas empresas.

En el mercado mayorista eléctrico español los principales grupos empresariales tienen una posición neta compradora, de signo negativo, que es el reflejo del mayor grado de concentración existente en el mercado minorista. Las únicas empresas que muestran una posición neta vendedora son: GAS NATURAL, cuya presencia en comercialización es muy limitada, y E.ON, en 2008, como consecuencia de la adquisición de activos de generación de ENDESA.



Fuente CNE y OMEL. Elaboración propia

Gráfico 24. Balance de Compra-Venta de las empresas eléctricas [11]

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

Grupo Empresarial	2006	2007	2008
ENDESA	42,63%	43,02%	41,30%
IBERDROLA	33,71%	31,70%	28,26%
UNION FENOSA	13,63%	14,53%	15,21%
HIDROCANTABRICO	5,82%	6,69%	7,37%
GAS NATURAL	1,11%	0,87%	2,40%
EON	1,96%	1,98%	1,59%
OTROS	1,15%	1,20%	3,87%
Total GWh	246.401	253.229	254.518
Total general	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 9. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en términos de energía suministrada

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

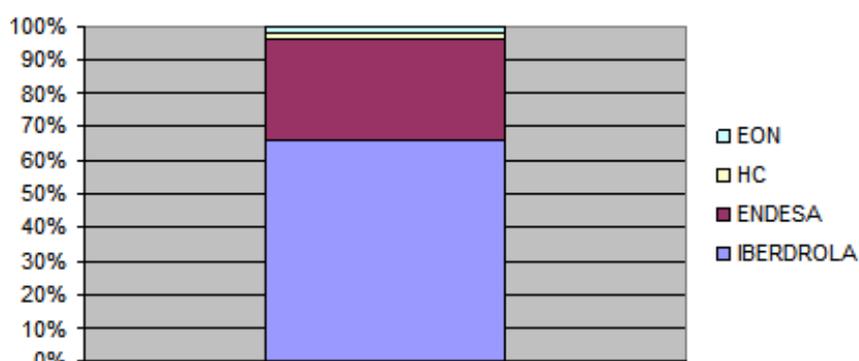
Grupo Empresarial	2006	2007	2008
ENDESA	42,99%	43,24%	42,26%
IBERDROLA	37,56%	37,92%	38,54%
UNIÓN FENOSA	13,57%	13,71%	13,94%
HIDROCANTÁBRICO	2,36%	2,43%	2,50%
E ON	2,14%	2,15%	2,25%
GAS NATURAL	1,29%	0,49%	0,46%
OTROS	0,09%	0,06%	0,04%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%
Total clientes	26.251.675	26.739.546	26.673.304

Tabla 10. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en términos de clientes

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

Grupo Empresarial	Cuotas Mercado Libre			Grupo Empresarial	Cuotas Mercado Regulado		
	2006	2007	2008		2006	2007	2008
ENDESA	57,13%	52,80%	42,76%	ENDESA	38,16%	39,39%	40,30%
UNION FENOSA	10,20%	14,77%	15,12%	IBERDROLA	40,68%	39,57%	37,58%
IBERDROLA	11,13%	10,56%	14,77%	UNION FENOSA	14,68%	14,44%	15,27%
HIDROCANTABRICO	10,58%	12,93%	11,11%	HIDROCANTABRICO	4,35%	4,38%	4,78%
GAS NATURAL	4,72%	3,22%	5,88%	EON	2,12%	2,22%	2,05%
EON	1,41%	1,35%	0,92%	OTROS	0,01%	0,01%	0,01%
OTROS	4,83%	4,38%	9,45%	HHI	3.349	3.349	3.297
HHI	3.651	3.315	2.523	Total GWh	188.271	184.560	150.525
Total GWh	58.130	68.669	103.993	Total general	100,00%	100,00%	100,00%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%				

Tabla 11. Cuotas en el mercado minorista de electricidad en los segmentos libre y regulado en términos de energía suministrada



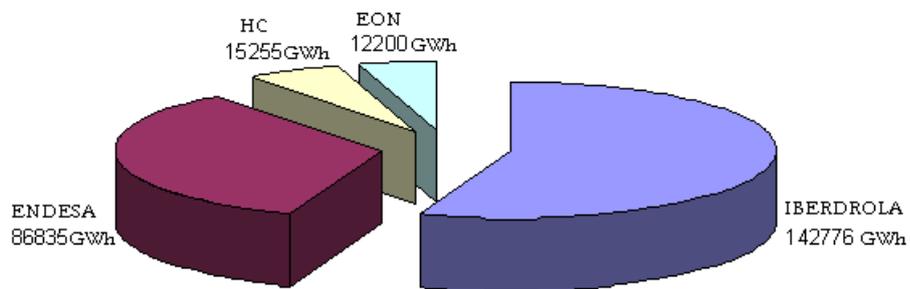
Fuente empresas eléctricas. Elaboración propia

Gráfico 25. Porcentaje de clientes



Fuente empresas eléctricas. Elaboración propia

Gráfico 26. Porcentaje de capacidad instalada



Fuente empresas Eléctricas. Elaboración propia

Gráfico 27. Producción neta de electricidad

Fuente Empresas eléctricas. Elaboración propia

		IBERDROLA	ENDESA	HC	EON
<b>Clientes</b>		24,7 millones	11,6 millones	709373	670000
	Residenciales	90%		10,44%	86,57%
<b>Capacidad instalada</b>	MW	43667	23794	5209	3400
	% libre de emisiones	54,70%		55,27%	
	% Renovables	24,60%	7,75	34,90%	11,65%
<b>Producción total</b>	GWh	142776	86835	15255	12200
	% libre de emisiones	39,40%			
	% Renovables	15%	4,10%		
<b>Consumo</b>	GWh	109396	106538	11917	
	Residenciales				
<b>Perdidas</b>		[ 5,4 - 7,8 ]%		3,78%	

Tabla 12. Comparativa entre empresas eléctricas

## 5.2.7. CONSUMIDORES

Los consumidores se diferencian por sus preferencias, costes, perfil de consumo y, por lo tanto, por su elasticidad al precio. Atendiendo a estas características, se distinguen:

- Grandes consumidores industriales de electricidad. Todos los consumidores en alta tensión. Conocen muy bien el funcionamiento del sistema eléctrico, y muchos de ellos son capaces de gestionar su curva de carga. Se tratan de consumidores sensibles al precio y con bajos costes de cambio de suministrador.
- Consumidores domésticos y pequeños comercios conectados en baja tensión con potencia contratada < 15 kW. Su sensibilidad al precio es generalmente reducida y la disponibilidad al cambio de suministrador es escasa.
- PYMES consumidores de baja tensión con potencia contratada > 15 kW. Para estas empresas el coste eléctrico es relativamente bajo con respecto a sus costes totales. El carácter empresarial de estos consumidores y el tratamiento de la electricidad como un factor de producción, les permite tener cierta sensibilidad al precio.

La demanda total entre grupos de consumidores se reparte entre: los grandes clientes industriales representan el 51%, los domésticos el 33% y las PYMES el 15%.

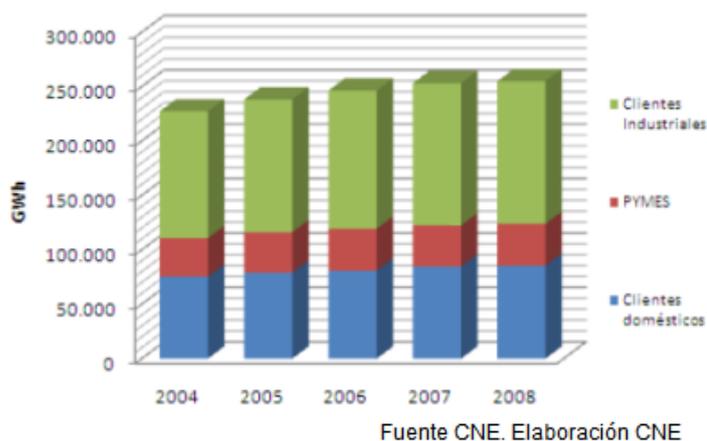


Gráfico 28. Reparto de energía consumida por categoría de consumidor [11]

Desde el 1 de julio de 2009 los consumidores conectados en baja tensión con potencias:

- $P > 10$  kW y todos los consumidores con suministros en alta tensión,  $T > 1000$  Voltios, solo podrán contratar el suministro eléctrico en la modalidad de libre mercado
- $P \leq 10$  kW, con  $T < 1000$  Voltios. Casi todos los consumidores domésticos pueden recibir el suministro eléctrico de dos maneras:
  - Mediante contrato de Suministro de Último Recurso (SUR) a través de un Comercializador de Último Recurso<sup>102</sup> (CUR) y cuyo precio viene determinado por la Tarifa de Último Recurso<sup>103</sup> (TUR).
  - Mediante contrato de suministro en el mercado libre

<sup>102</sup> Entre una lista de comercializadores autorizados por el MITyC

<sup>103</sup> Precio regulado establecido periódicamente por el MITyC

## **Suministro de Último Recurso.**

El suministro es contratado con el comercializador de último recurso, con el que se establece la relación comercial para la contratación, facturación, planteamiento de consultas y reclamaciones. El CUR sustituye la función anteriormente realizada por la empresa distribuidora a la que el consumidor está físicamente conectado. La empresa distribuidora solo realizará la operación y el mantenimiento de la red de distribución y será responsable de la medida del consumo. Por tanto, el distribuidor seguirá siendo responsable de los aspectos técnicos del suministro, entre ellos la calidad del suministro.

## **Suministro en el mercado libre**

El precio del suministro se compone de un precio regulado (tarifa de acceso) que se refiere al uso de la red y un precio libre que se refiere al valor de la energía que se consume. Asimismo, se contratan dos tipos de servicios:

1. El uso de las redes del distribuidor al que está conectado el punto de suministro, por el que se paga la tarifa de acceso.
2. La energía eléctrica que se adquiere al comercializador de acuerdo con el precio libremente pactado.

El comercializador, al actuar como mandatario del consumidor, cargará en la factura la totalidad del precio de suministro y abonará la parte correspondiente al uso de la red al distribuidor.

En el caso que el consumidor contrate el uso de la red (Contrato de acceso) a través del comercializador (lo más habitual) deberá autorizar a éste último, por escrito, a que contrate en su nombre, el acceso a su red. Así el comercializador actúa como mandatario del consumidor.

## **Cambio de suministrador**

Al pasar de suministro a tarifa a suministro en el mercado, se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Tener instalado el contador e ICP reglamentarios.
- Tener firmado un contrato con un comercializador.
- Si no es preciso realizar actuación sobre las instalaciones:
  1. Si la lectura del contador es bimestral se puede elegir entre 15 días después de la solicitud o cuando se realice la lectura. La decisión se comunica directamente al comercializador.
  2. Si la lectura es mensual el paso al mercado se realiza según el ciclo de lectura.
- Si es preciso realizar actuaciones, el paso se produce cuando se realicen las mismas en los plazos establecidos (normalmente 5 días).

### 5.2.8. TARIFAS

La Ley 54/1997, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, constituye el marco regulatorio para un sistema eléctrico liberalizado completado en enero de 2003. Los consumidores tienen derecho a elegir suministrador, no obstante, hasta el 1 julio de 2009 se puede seguir comprando electricidad mediante una tarifa regulada por el gobierno.

En 2008 se suprimieron las tarifas generales de alta tensión<sup>104</sup>, de acuerdo con la Ley 17/2007<sup>105</sup>, con el objeto de fomentar la contratación de energía en el mercado libre. En lo que respecta a las tarifas de suministro para consumidores domésticos en baja tensión, se creó la tarifa social, para consumidores con menos de 3 kW de potencia contratada en su residencia habitual, con término de potencia gratuito, y el mínimo de consumo gratuito (12,5 kWh al mes) para todos los consumidores domésticos.

En 2009, la actividad de suministro a tarifa deja de formar parte de la actividad de distribución y el suministro pasa a ser ejercido en su totalidad por comercializadores en libre competencia. Se crea la Oficina de Cambios de Suministrador, que facilita y supervisa los cambios de los consumidores de un suministrador a otro, y evita posibles obstáculos a la competencia.

Con el fin de adaptar los sistemas tarifarios a los de la UE, en el artículo 18 de la Ley del Sector Eléctrico 17/2007, se establece la obligación de crear las tarifas de último recurso (TUR), establecidas por la Administración, desapareciendo de este modo las tarifas integrales de mercado regulado. En el Real Decreto 485/2009 de 3 de abril, se fija la fecha de entrada en vigor de la TUR a 1 de julio de 2009.

Tienen derecho a TUR todos los consumidores conectados en Baja Tensión con potencia contratada de hasta 10 kW. No es necesario hacer ninguna gestión, ya que automáticamente se traspasa de la distribuidora a la comercializadora correspondiente. Las TUR serán únicas en todo el territorio nacional.

Aquellos clientes que no tengan derecho a TUR pero temporalmente carezcan de un contrato con una empresa comercializadora de Mercado Libre podrán solicitar suministro a una CUR, a una tarifa fijada por Orden Ministerial que evolucionará en el tiempo de forma que incentive formalizar un contrato con una comercializadora de Mercado Libre.

La lista de comercializadoras de Mercado Libre y de Último Recurso puede consultarse en la web de la Comisión Nacional de Energía.

---

<sup>104</sup> según lo dispuesto en el Real Decreto 871/2007, de 29 de junio, por el que se ajustan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2007, que en su Disposición adicional cuarta contemplaba que “A partir de 1 de julio de 2008 se suprimen las tarifas generales de alta tensión y la tarifa horaria de potencia”. Modificado por corrección de errores publicada en el BOE de 28 de abril de 2009.

<sup>105</sup> de 4 de julio, modificación de la Ley 54/1997, que establecía el calendario de desaparición de las tarifas integrales

## Suministro de último recurso (SUR)

La facturación para los consumidores que tengan menos de 10 kW. de potencia contratada será mensual, para el resto de los suministros de baja tensión será cada dos meses. Sin embargo la lectura del contador será bimestral, utilizándose una cifra de consumo estimado en los meses que no haya lectura del contador.

Las tarifas de suministro eléctrico se componen de dos términos de facturación:

- El término de potencia refleja el pago por la capacidad contratada (kW), y es un término fijo. Resulta de multiplicar la potencia contratada (kW) por el coste de la potencia (en €/kW mes) definido en la tarifa y publicado en el BOE.
  - El término de energía refleja el pago por el consumo realizado en el periodo considerado. Resulta de multiplicar la energía consumida por el coste de la misma (en €/kWh) definido en la tarifa y publicado en el BOE correspondiente.
- El consumo típico de un hogar sin calefacción eléctrica es de unos 250 kWh / mes, esto supone unos 35 €/mes (impuestos incluidos) por la energía consumida.

Además, se sumará el alquiler del contador cuando no sea propiedad del cliente, el impuesto sobre la electricidad (I.E.: 4,864 %\*1,05113) y el IVA (16 %).

Junto los datos de facturación, el cliente recibe información sobre el origen de la energía consumida y su impacto en el medio ambiente. Para ello, está establecido un formato uniforme que desglosa las fuentes de energía que se han utilizado para generar la electricidad consumida, y el impacto ambiental que dicha producción ha generado.

Los suministros domésticos con potencias contratadas hasta 15 kW podrán optar a acogerse a la facturación con Discriminación Horaria:

- horas valle, la energía consumida tiene un precio más económico,
- horas punta, en las que al consumo realizado se le aplica un precio más alto.

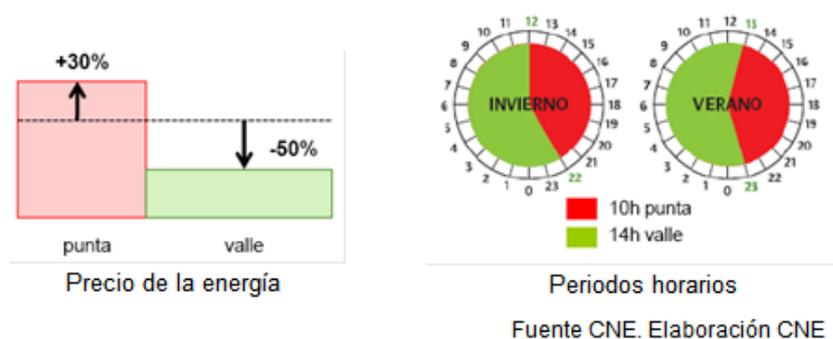


Figura 6. Tarifas con discriminación horaria.

La discriminación horaria resulta interesante cuando los hábitos de utilización permitan desviar más del 40 % del consumo a horas valle, como puede ser el caso de suministros con calefacción y agua caliente por acumulación.

## Suministro en el libre mercado

Si decidimos adquirir la electricidad en el mercado, estaremos pagando dos cosas:

- Los peajes: es el pago por el uso de las redes del distribuidor, mediante un precio aprobado por el Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Se denomina tarifa de acceso y consta de dos términos (potencia y energía) el primero es fijo y pagamos la potencia que tenemos contratada y en el segundo, que es variable, pagamos por la energía que ha circulado por la red del distribuidor para nuestro consumo.
- La energía: es el pago por la energía consumida medida por el contador. Es el resultado de multiplicar el precio libremente pactado con el comercializador, que figura en el contrato, por los kWh. medidos por el contador.

Si contratamos el acceso a las redes del distribuidor a través de un comercializador, este nos facturará en la misma factura ambos conceptos (los peajes y la energía), ya que en el precio que pactemos con el comercializador estará incluido el coste de los peajes, que el comercializador abonará, en nuestro nombre, al distribuidor.

Al menos una vez al año, o en todas las facturas si se lo pedimos, el comercializador tiene la obligación de informarnos de los pagos que ha realizado al distribuidor, por los peajes.

### *Precio final del mercado:*

Precio del mercado diario e intradiario  
Precio/coste de los procesos de operación técnica del sistema gestionados por el operador del sistema.  
Pagos por capacidad  
Recarga de moratoria nuclear (0.020%), impuesto sobre la electricidad (4,864%) e IVA

### *+ Peaje:*

Termino de facturación de potencia  
Termino de facturación de energía activa  
Termino de facturación de energía reactiva  
Impuesto sobre la electricidad (4,864%) e IVA

### *= Precio de la electricidad en cada punto de suministro:*

Los distribuidores facturan los peajes por el uso de las redes  
Los comercializadores facturan solo la energía, o todo  
Cuando el comercializador contrata el peaje lo hace por cuenta del consumidor

## Conceptos referentes a las tarifas

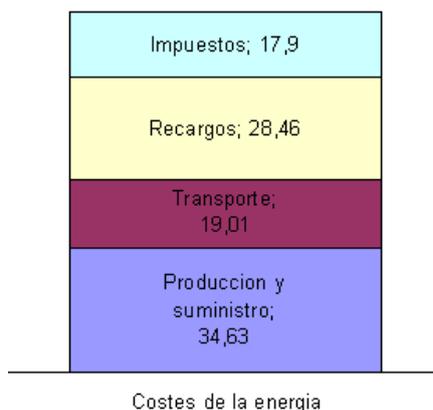
**El déficit tarifario**, es la diferencia entre los costes del suministro eléctrico y la facturación anual a los consumidores:

- Los costes del suministro vienen determinados por la suma del precio de la energía, coste de transporte y distribución, primas a renovables y cogeneración, extrapeninsulares y otros costes.
- En cambio, la facturación anual a los consumidores viene determinada por las tarifas aprobadas por el Ministerio de Industria. En los últimos años, las tarifas han sido insuficientes para cubrir la totalidad de los costes.

El déficit tarifario es aportado transitoriamente por entidades financieras, sin afectar a los ingresos de las empresas eléctricas.

Este cantidad se recupera incrementando las tarifas de los consumidores de los siguientes 15 años, añadiendo los intereses financieros.

El déficit anual es de unos 4.000 a 6.000 M€, del orden del 20% de la facturación anual



*Figura 7. Desglose del coste de la electricidad.*

**El Bono Social.** El Real Decreto Ley 6/2009, en su artículo 2, crea el bono social para hogares desfavorecidos, que beneficiará a personas físicas consumidoras de electricidad, en su vivienda habitual y acogidas a la tarifa de último recurso, que cumplan con una serie de características sociales, de consumo y poder adquisitivo. A estos efectos, se establecerá un umbral referenciado a un indicador de renta per cápita familiar, que requerirá la acreditación del nivel de ingresos que reglamentariamente se determine.

Se podrán acoger al Bono Social los consumidores:

- con una potencia contratada inferior a 3 kW,
- jubilados con pensión mínima mayores de 60 años,
- las familias numerosas,
- las familias con todos sus miembros en situación de desempleo.

Se solicita en la empresa distribuidora o por correo postal o correo electrónico en la comercializadora de último recursos, mediante los siguientes impresos, y acreditando su condición de beneficiario del bono social

El bono social supone una congelación de la factura de la electricidad hasta el año 2012.

## Comparación de Precios entre los países Europeos en tarifas de consumo domestico

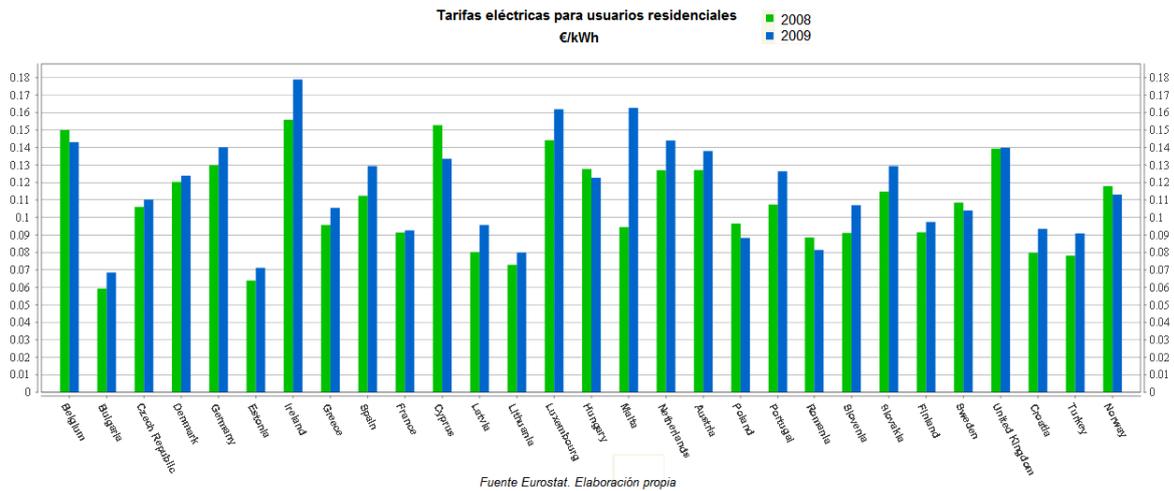


Gráfico 29. Comparación de tarifas eléctricas de consumo doméstico en países europeos [4]

## Comparativa de las ofertas de las comercializadoras españolas de electricidad

Se ha utilizado la información disponible en las páginas web de las comercializadoras en el primer trimestre de 2010. Con ello se ha efectuado un cálculo del coste anual del suministro de electricidad para distintos tipo de consumidores:

Consumidor electricidad TIPO C-1. Consumo Medio de 3.000 kWh/año  
Potencia contratada: 3,3 kW

Fuente CNE. Elaboración CNE [13]

Comercializadora	Oferta	Coste electricidad		Servicios de valor añadido	Coste Ss. valor añadido (2)	Total Coste Anual (1)
		Tp (€/kW año)	Te (€/kWh)			
<b>CUR</b>	<b>CUR</b> TUR: •Tp=20,633129 €/kW y año •Te=0,117759€/kWh	20,633129	0,117759			513,78 €
<b>Mercado Liberalizado</b>	<b>e-on España</b> •Tp=TUR •Te=0,11540 €/kWh	20,633129	0,11540			505,15 €
	<b>hc energía</b> <b>notugas energía</b> Formula Luz •Tp=TUR •Te=2% dto. sobre TUR.	20,633129	0,115404	•100% Energía renovable con Garantías de Origen		505,16 €
	<b>IBERDROLA</b> Plan Básico = TUR	20,633129	0,117759	•Asistencia Hogar: Gratuito •Servicio Cuota Fija: Gratuito		513,78 €
	<b>hc energía</b> <b>notugas energía</b> Formula Luz+Funciona (3) •Tp=TUR •Te=4% dto. sobre TUR.	20,633129	0,113049	•Servicio Mto. Funciona	35,49 €(1er año) 70,98 € (Resto)	532,03 € (1er año) 567,52 € (Resto)
	<b>IBERDROLA</b> Electricidad Verde •Tp=20,693436 €/kW y año •Te=0,125486€/kWh	20,693436	0,125486	•100% En. Renov. certificada •Asistencia Hogar: Gratuito •Servicio Cuota Fija: Gratuito		542,28 €
	<b>endesa</b> Tarifa Tranquilidad •Tp=TUR •Te=0,138039 con 6% dto. (4)	20,633129	0,127877 (4)	•Servicio Reparaciones Urgentes: Gratuito		550,78 €
	<b>endesa</b> •Eléctrica Negocio •Tp=TUR •Te=3%dto (1er año) sobre TUR	20,633129	0,117759 con 3% dto. 1er año	•Servicio Mantenimiento a Punto	163,9 €/año (2)	664,75 € (1er año) 677,68 € (Resto)

- (1) Coste anual estimado, incluido impuesto electricidad e IVA (no incluye el alquiler del equipo de medida).
- (2) IVA incluido;
- (3) Sólo Asturias;
- (4) Hasta 31/12/2012

Tabla 13. Tarifa eléctrica en consumidor de 3.000 kWh/año

Consumidor electricidad TIPO C-2. Consumo Medio de 8.000 kWh/año  
Potencia contratada: 5,5 Kw

Fuente CNE. Elaboración CNE[13]

Comercializadora	Oferta	Coste electricidad		Servicios de valor añadido	Coste Ss. valor añadido (2)	Total Coste Anual (1)	
		Tp (€/kW año)	Te (€/kWh)				
Mercado Liberalizado	CUR	TUR: -Tp=20,633129 €/kW y año -Te=0,117759€/kWh	20,633129	0,117759		1.287,04 €	
	 e-on   España	-Tp=TUR -Te=0,11540 €/kWh	20,633129	0,11540		1.264,03 €	
	 hc energia  naturgas energia	Formula Luz -Tp=TUR -Te=2% dto. sobre TUR.	20,633129	0,115404	+100% Energía renovable con Garantías de Origen		1.264,07 €
	 hc energia  naturgas energia	Formula Luz+Funciona (3) -Tp=TUR -Te=4% dto. sobre TUR.	20,633129	0,113049	-Servicio Mto. Funciona	35,49 € 1er año 70,98 Resto	1276,59 € (1er año) 1312,08 € (Resto)
	 IBERDROLA	Plan Básico = TUR	20,633129	0,117759	+Asistencia Hogar: Gratuito -Servicio Cuota Fija: Gratuito		1.287,04 €
	 IBERDROLA	Electricidad Verde -Tp=20,693436 €/kW y año -Te=0,125486€/kWh	20,693436	0,125486	+100% En. renovable certificada +Asistencia Hogar: Gratuito -Servicio Cuota Fija: Gratuito		1.362,82 €
	 endesa	Tarifa Tranquilidad -Tp=TUR -Te=0,136039 con 6 % dto. (4)	20,633129	0,127877 (4)	-Servicio Reparaciones Urgentes: Gratuito		1.385,74 €
 endesa	Eléctrica Negocio -Tp=TUR -Te 3%dto (1er año) sobre TUR	20,633129	0,117759 con 3% dto. 1er año	-Servicio Mantenimiento a Punto	163,9 €/año (2)	1416,48 € (1er año) 1450,94 € (Resto)	

(1) Coste anual estimado, incluido impuesto electricidad e IVA (no incluye el alquiler del equipo de medida).

(2) IVA incluido;

(3) Sólo Asturias;

(4) Hasta 31/12/2012

Tabla 14. Tarifa eléctrica en consumidor de 8.000 kWh/año

Consumidor electricidad TIPO C-3. Consumo Medio de 9.000kWh/año.  
Potencia contratada: 6,6kW con DH

Fuente CNE. Elaboración CNE[13]

Comercializadora	Oferta	Coste electricidad			Servicios de valor añadido	Total Coste Anual (2)
		Tp (€/kW año)	Te1 (€/kWh)	Te2 (€/kWh)		
CUR	CUR	TUR (Tarifa de último recurso) con Discriminación Horaria	20,633129	0,138960	0,058923	1.163,97 €
Mercado Liberalizado	 e-on   España		20,633129	0,13618	0,05774	1.143,98 €
	 hc energia  naturgas energia		20,633129	0,138960	0,05774454	1.156,21 €
	 IBERDROLA	Energía Día y Noche (1)		20,633129	0,138960	0,058923

(1) Precios fijos durante 12 meses

(2) Coste anual estimado, incluido impuesto electricidad e IVA (no incluye el alquiler del equipo de medida).

Tabla 15. Tarifas eléctricas en consumidor de 9.000 kWh/año

Consumidor electricidad TIPO C-4. Consumo Medio de 10.000 kWh/año  
Potencia contratada: 12 kW

Fuente CNE. Elaboración CNE[13]

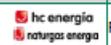
Comercializadora	Oferta	Coste electricidad		Servicios de valor añadido	Total Coste Anual (4)	
		Tp (€/kW año)	Te (€/kWh)			
CUR	CUR	Tarifa transitoria 3.0.1 (Ver Nota)	27,515093	0,146903		2.103,37 €
Mercado Liberalizado		Fórmula Luz	30,311736	0,12347902	100% Energía renovable con Garantías de Origen	1.949,10 €
		Tarifa Decide (3) , todo el territorio salvo Cataluña, Andalucía, Aragón, Baleares y Canarias	30,311736	0,142743 (1)	Servicio de Reparaciones Urgentes 24 horas gratuito para clientes domésticos durante un año	1.992,54 €
		Tarifa Decide (3)	30,311736	0,142743 (1)	Servicio de Reparaciones Urgentes 24 horas gratuito para clientes domésticos durante un año	2.024,44 €
			29,694435	0,13074		2.028,60 €
		Plan 12 para PYMES y Autónomos	29,694435	0,146903 (2)		2.082,38 €
		Plan compromiso Pymes/Hogares Plus (5)	30,636924	0,136461	Servicio Cuota Fija: Gratuito	2.112,15 €
		Campaña>10kW	29,694435	0,139984		2.141,31 €
		Electricidad Verde	30,386605	0,143143	100% En. renovable certificada Servicio Cuota Fija: Gratuito	2.189,96 €

- (1) 10% de descuento válido hasta 31/12/2010 y un 2% adicional para zonas de distribución ajenas a Endesa;
- (2) Sobre este término un 12% de descuento válido hasta 30/09/2010;
- (3) Consumo hasta 50.000 kWh/año;
- (4) Coste anual estimado, incluido impuesto electricidad e IVA (no incluye el alquiler del equipo de medida);
- (5) Precios fijos durante 12 meses

Tabla 16. Tarifas eléctricas en consumidor de 10.000 kWh/año

Consumidor electricidad TIPO C-5. Consumo Medio de 15.000kWh/año.  
Potencia contratada: 12,5 kW con DH

Fuente CNE. Elaboración CNE[13]

Comercializadora	Oferta	Coste electricidad			Servicios de valor añadido	Total Coste Anual (4)	
		Tp (€/kW año)	Te1 (€/kWh)	Te2 (€/kWh)			
CUR	CUR	Tarifa transitoria 3.0.1 con DH (Ver Nota)	24,587955	0,157727	0,069575		2.850,27 €
Mercado Liberalizado		Fórmula Luz	27,654432	0,151963	0,0607355	100% Energía renovable con Garantías de Origen	2.199,73 €
		Energía Día y Noche	27,947329	0,15548	0,063771	Servicio Cuota Fija: Gratuito	2.263,23 €
		Plan 12 para PYMES y Autónomos	29,694435	0,157727 (2)	0,069575 (2)		2.293,29 €
		Tarifa Decide DH (3) todo el territorio salvo Cataluña, Andalucía, Aragón, Baleares y Canarias	29,694432	0,16104 (1)	0,087474 (1)	Servicio de Reparaciones Urgentes 24 horas gratuito para clientes domésticos durante un año	2.355,46 €
			29,694435	0,1577	0,0696		2.370,07 €
		Tarifa Decide DH (3)	29,694432	0,16104 (1)	0,087474 (1)	Servicio de Reparaciones Urgentes 24 horas gratuito para clientes domésticos durante un año	2.394,66 €
		Campaña>10kW	29,694435	0,152827 (2)	0,076111 (2)		2.405,87 €

- (1) 10% de descuento válido hasta 31/12/2010 y un 2% adicional para zonas de distribución ajenas a Endesa;
- (2) Sobre este término un 6 % de descuento válido hasta 30/09/2010;
- (3) Consumo hasta 50.000 kWh/año;
- (4) Coste anual estimado, incluido impuesto electricidad e IVA (no incluye el alquiler del equipo de medida).

Tabla 17. Tarifas eléctricas en consumidor de 15.000 kWh/año

### 5.3. EFICIENCIA ENERGETICA

La eficiencia es el logro de los objetivos en el tiempo previsto con la calidad esperada y al menor coste. Tradicionalmente, los objetivos se centraban únicamente en la función que debía realizar el producto. Y en cuanto al coste, no se tenía en cuenta ningún otro tipo de coste más allá del de su fabricación, el cual se limitaba a minimizar.

Para que cualquier iniciativa sea sostenible, perdurable y viable en el tiempo, debe lograr integrar la sostenibilidad en los ámbitos económico, social y ambiental. En consecuencia, para entender el actual concepto de eficiencia, se deben definir y analizar cuáles son los objetivos y cuáles son los costes, de una manera más amplia.

#### Objetivos:

- Maximización de los tres vértices: economía, ecología y equidad.
- Sostenibilidad en la actualidad y en las generaciones futuras teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto y los flujos de metabolismo urbano.

#### Costes:

- Todos aquellos relacionados con los materiales, fabricación, instalación, limpieza, reparación, consumo de energía y de materiales, gestión de residuos asociados a las distintas etapas de vida del producto.
- Externalidades asociadas con la iniciativa, es decir, efectos producidos por una actividad sobre sectores no involucrados en ella.

Los análisis permiten la evaluación de las ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías o productos disponibles. Un buen ejemplo es el análisis EROEI (*Energy Return on Energy Investment*), la devolución del capital invertido en términos energéticos.

#### Algunas medidas para la mejora de la eficiencia son:

- Buenas prácticas medioambientales.
- Uso de las mejores tecnologías disponibles.
- Mejora de los procesos de producción e ingeniería de procesos.
- Mejora de la gestión de recursos.
- I+D+i.
- Ecodiseño.
- Análisis del ciclo de vida.
- Contabilidad ambiental.
- Criterios ambientales de compra.
- Marketing ambiental.
- Función antena y alerta tecnológica.

La mejora de la eficiencia energética es necesaria, tanto para asegurar el abastecimiento de energía y mantener en buenas condiciones el medioambiente, como para mejorar la competitividad en el sector industrial. Por ello, debe ser un esfuerzo solidario de ciudadanos, empresas y gobiernos, que de manera conjunta deben emprender las acciones necesarias para posibilitar e implantar la eficiencia energética en todos los ámbitos.

España, a pesar de ser una de las economías europeas con menos recursos energéticos y una fuerte dependencia del exterior, ha venido optando por políticas que han inducido a un consumo desmesurado, limitando las políticas de eficiencia a posicionamientos de imagen pública con escasa efectividad. Sólo se han manifestado

posiciones claras con motivo del incremento de los precios del petróleo, a través de la necesidad de reducir la factura energética por la vía del ahorro.

- Incremento del consumo de energía primaria periodo 2000-2005
  - España: 20,3%      UE-25: 4,5%
- Crecimiento medio anual de energía primaria periodo 2000-2005
  - España: 3,8%      UE-25: 1,5%

Tan solo a través del desarrollo de una sociedad de consumo energético eficiente podemos esperar hacer frente a las difíciles realidades del cambio climático, la seguridad energética y la actual crisis económica.

El uso final de la energía resulta un factor clave para en el consumo de la energía ya que constituye, junto a la de producción, una de las fases de actividad de la cadena energética con mayor diversidad tecnológica y mayor potencial de ahorro. Reducir el consumo mediante la implantación de hábitos más racionales en las pautas cotidianas de los usuarios, la implantación de mejores sistemas de gestión y/o de mejorar el rendimiento de los equipos consumidores.

Las acciones locales tienen un importante efecto productivo debido a las pérdidas en la red eléctrica, de 1 kWh de uso en un edificio se requieren 3 kWh de producción. Por cada unidad energética que se ahorra, se ahorran tres de producción.

Por sectores:

**Transporte:** es el mayor consumidor final de energía (43% con tendencia ascendente).

- los hábitos en el transporte y movilidad, uso del transporte público frente a coche privado, mantenimiento de los vehículos, etc,
- mejora de la eficiencia y aumento de la diversificación de los sistemas de propulsión.

**Industria:** es responsable del 31% de consumo de la energía del país. En los últimos años la modernización del tejido industrial español ha influido positivamente en un aumento de la eficiencia energética de los procesos industriales. Varias actuaciones determinan las tendencias de consumo energético menos intensivas:

- Tecnologías de fabricación y/o equipos de mayor rendimiento energético.
- La optimización, regulación y control de los procesos industriales. (Regulación de velocidad en motores, control de cargas eléctricas, algoritmos predictivos...)
- El aprovechamiento de calores residuales.
- Los sistemas de cogeneración (generación simultánea de calor y electricidad).

La situación en el sector industrial aconseja dar prioridad a la eficiencia energética a corto plazo, mientras que las mejoras tecnológicas de los procesos productivos deben enfocarse con un horizonte a medio y largo plazo. Las industrias para reducir su consumo energético, necesitarían realizar cambios tecnológicos en proceso de fabricación. Estas modificaciones son rentables a largo plazo, pero a las empresas les interesa llevar a cabo inversiones con una rentabilidad a corto plazo. Por ello muchas inversiones en ahorro y eficiencia energética, rentables en el futuro, no se llegan a realizar.

**Residencial y servicios:** Las familias tienen un importante papel, ya que consumen un 23% de toda la energía que se demanda en el país, a lo que hay que añadir las necesidades de transporte.

Los consumos de energía en la edificación corresponden en su mayor porcentaje al sector residencial (16% del consumo final). El sector terciario, incluido el comercio, los servicios de venta y las administraciones públicas, absorben el 7% del consumo final.

Actuando de manera eficiente, en distintas áreas del hogar, se pueden obtener reducciones notables en el consumo (hasta un 30% utilizando las soluciones y tecnologías disponibles en la actualidad) sin comprometer el suministro energético ni las condiciones de confort. La Arquitectura Bioclimática y la certificación energética de edificios deberían ser hoy en día un imperativo en el sector de la edificación.

Existen muchas barreras para la eficiencia energética, la mayoría de ellas de tipo organizacional, económico y financiero, que impiden la acción inmediata. Otros problemas comunes son: falta de información, desinterés y los altos precios de las soluciones actuales. Sin embargo, estas barreras pueden disminuir si se fomenta entre los usuarios el uso responsable de la energía, se presenta un aumento drástico del valor de la energía y/o se hacen campañas de educación y motivación hacia una cultura de ahorro energético.

Las iniciativas emprendidas por España para hacer frente a la necesidad de alcanzar un índice aceptable de eficiencia energética en los edificios, se dividen en:

- estrategias y planes estatales, que establecen un marco de acción de ámbito general:
  - a) La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 y su Plan de Acción para el período 2008-2012.
  - b) El Plan de Energías Renovables.
  - c) los ciclos combinados de gas en la propia planificación de redes.
- las disposiciones que materializan dichas intenciones en actuaciones concretas:
  - a) El Código Técnico de la Edificación, permite mejorar la calidad de la edificación y promover la innovación y la sostenibilidad, seguridad y Eficiencia Energética
  - b) Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.
  - c) La Certificación de Eficiencia Energética de Edificios en Nueva Construcción, obliga a poner a disposición de los compradores o usuarios un Certificado de Eficiencia Energética.
  - d) El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, establece las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de BT.

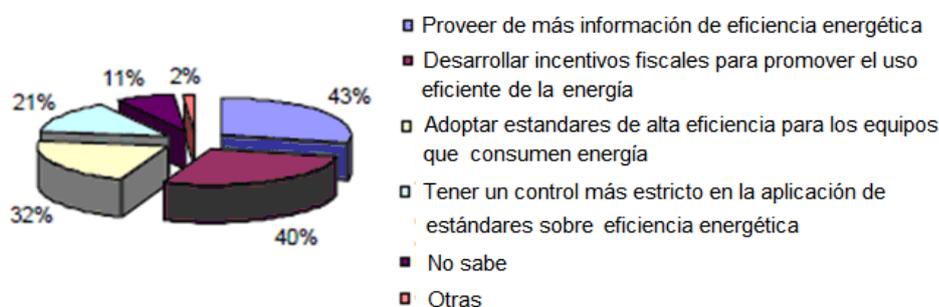
Las normativas afectan a todos los sectores e influyen no sólo en las instalaciones y las construcciones nuevas, sino también en los edificios existentes. Al mismo tiempo, con el inicio de la estandarización han surgido un gran número de nuevos estándares.

Para las empresas industriales y comerciales, los diferentes organismos de estandarización están creando estándares de sistemas de gestión energética, en consonancia con la conocida norma ISO 9001 de calidad e ISO 14001 de cuidado medioambiental. También se están desarrollando estándares de servicios de Eficiencia Energética.

Además, la conciencia medioambiental de los individuos y, por tanto, su nivel de compromiso con las medidas encaminadas a la eficiencia energética y la sostenibilidad, dependen de manera directa de la información de que dispongan acerca del impacto de sus acciones sobre el entorno. Este conocimiento está estrechamente vinculado con el desarrollo tecnológico, que, a su vez, es responsable directo de gran parte de las mejoras que el actual modelo de producción industrial aporta a su calidad de vida.

A través de un estudio, realizado por Eurobarometer<sup>106</sup>, observamos la visión que tienen los usuarios finales sobre la eficiencia energética.

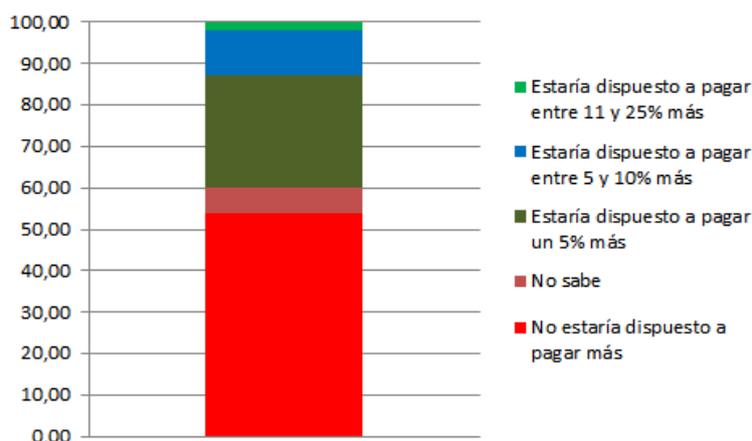
*¿Qué medidas deben adoptar los gobiernos para reducir el consumo de Energía?*



Fuente eurobarometer. Elaboración propia

Gráfico 30. Opinión de los consumidores sobre la eficiencia energética [14]

*¿Estaría dispuesto a pagar más por energía producida por fuentes renovables que por energía producida por otras fuentes convencionales?*



Fuente eurobarometer. Elaboración propia

Gráfico 31. Opinión de los consumidores sobre el precio de la energía de fuentes renovables [14]

<sup>106</sup> Los resultados proporcionados han sido recopilados a partir de una muestra de 29.430 entrevistados pertenecientes a los 25 Estados Miembro y a países candidatos y en acceso (a finales del año 2005).

*Comprando un producto, ¿Qué atención presta a la energía que consume el producto?*

*Fuente Eurobarometer*

	<b>Un coche</b>	<b>Un frigorífico</b>	<b>Una bombilla</b>
<b>Mucha atención</b>	59	58	43
<b>Poca atención</b>	19	25	33
<b>Ninguna atención</b>	12	15	23
<b>No sabe</b>	10	2	1

*Tabla 18. Atención de los consumidores a la energía que consume un producto [14]*

Una actuación consecuente con esta preocupación es la ejecución de campañas publicitarias en medios de comunicación masivos sobre “Sensibilización, movilización y acción ciudadana para el consumo responsable de energía”. Los objetivos específicos de esta medida son:

- movilizar la acción de los ciudadanos en el reto de consumir la energía de forma inteligente y responsable;
- promover la compra de equipos con etiqueta energética clase “A”;
- promocionar el transporte público en general, así como los modos de desplazamiento alternativo al coche privado en los centros urbanos en particular (si los ciudadanos dejaran de utilizar el 1% de sus vehículos para ir al trabajo, se ahorraría anualmente 20 millones de litros de combustible y disminuiría el ruido, la contaminación y los atascos);
- promover el uso responsable del vehículo privado;
- promover el ahorro de energía mediante el uso responsable de los equipos de calefacción en la temporada invernal y de aire acondicionado en la temporada estival;

Pero sólo obtendremos ahorros energéticos sostenibles si implementamos soluciones automatizadas que ayuden a medir, analizar, controlar y gestionar el uso energético. Ya que, está demostrado que la buena voluntad de las personas sólo funciona inicialmente.

### **5.3.1. ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Efectos que se derivan de una política de reducción de la intensidad energética son:

- Procesos productivos más eficientes, ventajas en competitividad.
- Se reducen las emisiones contaminantes, ventajas medioambientales.
- Se reduce la factura energética, ventajas económicas.

Resulta necesario definir esta Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, puesto que:

- La elevada dependencia energética exterior. España importa el 75% de la energía primaria que utiliza frente al 50% de media en la UE.
- La economía española ha evolucionado a tasas de crecimiento anual superiores a la media europea. Esta evolución se ha visto acompañada por crecimientos de la demanda energética. De ahí que el indicador de Intensidad Energética muestre tendencias de crecimiento en los últimos años.
- La ejecución de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética promoverá una reducción de emisiones de contaminantes. No obstante, por sí sola no cumplirá todos nuestros compromisos internacionales en materia de medio ambiente.

La correlación entre consumo de energía y crecimiento económico se manifiesta en la evolución de la intensidad energética. Una vez corregido el indicador por el poder adquisitivo medio de la UE, la intensidad energética española se sitúa por debajo de la media europea, aunque con una tendencia convergente.

La Estrategia ha sido elaborada por mandato de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos, que encomendó a la Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa, su realización, asumiendo la Dirección General de Política Energética y Minas y el IDAE el compromiso de desarrollarla. Proceso de amplia participación, mediante Grupos Sectoriales -formados por los diferentes departamentos ministeriales con competencias sectoriales- y mediante la consulta a diferentes organismos públicos, Comunidades Autónomas, Ayuntamientos –a través de la Federación Española de Municipios y Provincias-, Colectivos Sociales y Asociaciones privadas, contándose con el asesoramiento de Consultoras Técnicas Especializadas.

El 28 de Noviembre de 2003 el Consejo de Ministros aprobó la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4) para el período 2004-2012, que estima unos ahorros de energía para los citados años de 12.853 millones de euros.

Tiene por objeto promover el ahorro y la eficiencia energética e, indirectamente, reducir las importaciones, incrementar la competitividad y contribuir al cumplimiento de los objetivos medioambientales. Proporcionar los servicios adecuados con la menor cantidad de energía posible obteniendo ésta a partir de fuentes renovables y autóctonas. Existen otras razones, como son la disminución de la contaminación, la reducción del déficit comercial y la generación de empleo.

Para que aumente la eficiencia, se requieren determinadas condiciones, como una gestión adecuada, información a todos los agentes implicados, formación técnica y una política de precios energéticos y de incentivos, junto con el marco regulatorio, que la hagan viable.

La E4, dirigida fundamentalmente a los sectores consumidores finales. Con un horizonte temporal 2004-2012 parte de las previsiones de consumos de energía del Escenario Base. Las mejoras derivadas de las medidas previstas en la Estrategia dan lugar al denominado Escenario de Eficiencia.

La E4 ha recibido **críticas** por el retraso en su adopción, por la falta de definición de objetivos, recursos y plazos y por el escaso apoyo financiero de carácter público. Los supuestos ahorros no son sobre el consumo actual, sino sobre el que se produciría en el futuro de no existir la Estrategia. Con ello, la Estrategia no sólo llega con retraso, sino que además es insuficiente, ya que según el propio documento, aunque se desarrollara plenamente, **las emisiones directas de CO2 aumentarían en un 58% respecto a 1990**. Además, la Estrategia no contempla programas de gestión de la demanda en el sector eléctrico y en el gas natural, y rechaza medidas de fiscalidad energética o ecológica.

El Plan de Acción 2008-2012 enmarcado en el Plan de Acción de la UE de Eficiencia Energética<sup>107</sup>, fija unos objetivos de ahorro anual del 2%, frente al 1% establecido por la Directiva.

Los sectores donde se ha concentrado el mayor volumen de ayudas públicas, atendiendo a los planes de Acción de la Estrategia, han sido: Equipamiento (46%), Industria (15%), Servicios Públicos (14%) y Edificación (11%). A su vez, Las medidas concretas hacia las que conjuntamente se focaliza más del 75% de las ayudas, han sido: el Plan Renove de electrodomésticos, las mejoras de eficiencia energética en instalaciones térmicas de los edificios, la rehabilitación de la cubierta en edificios, la renovación de instalaciones de alumbrado público exterior, los Planes de Movilidad Urbana, y los Programas de Ayudas Públicas en Industria.

Como balance global de la E4 al 2008, se puede destacar:

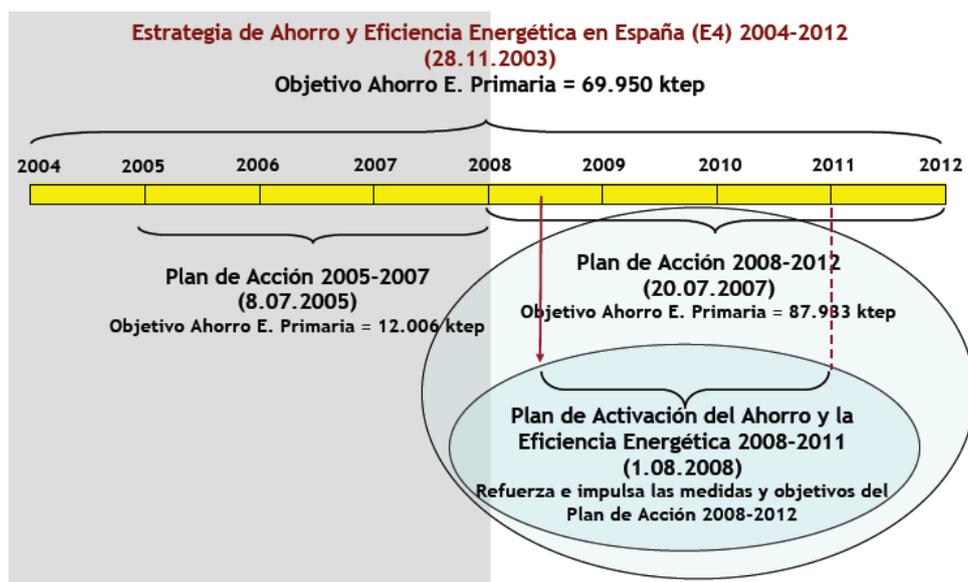
- en el ámbito del transporte, numerosas iniciativas por parte de diversos municipios españoles dirigidas a la implementación de Planes de Movilidad Urbana (PMUS, bicicletas), o la renovación de la flota de transporte por carretera y del parque de turismos por vehículos más eficientes.
- cursos de formación en eficiencia energética dirigidos a agentes sociales (vendedores de electrodomésticos, gestores energéticos municipales), así como de conducción eficiente.
- el Plan Renove de Electrodomésticos, el cual desde su implementación efectiva en el 2006 hasta el 2008 ha supuesto una sustitución estimada de unos 2 millones de unidades de electrodomésticos por otros de mayor calificación energética.

---

<sup>107</sup> requerido por la *Directiva 2006/32/EC sobre Eficiencia en el Uso Final de la Energía y los Servicios Energéticos*

### 5.3.2. PLAN DE ACCIÓN 2008 - 2012

Una de las mejoras que aporta el Plan de Acción a la estrategia E4 es que **detalla** los costes y el presupuesto disponible para la aplicación de cada medida, con lo que es posible cuantificar los esfuerzos necesarios. Además, se definen los organismos responsables de llevar a cabo cada proyecto específico.



Fuente MITyC. Elaboración MITyC

Figura 8. Evolución temporal de los Planes de la E4 [15]

Los objetivos de las planificaciones se dirigen hacia los siguientes objetivos estratégicos:

- Reconocer en el ahorro y la eficiencia energética un instrumento del crecimiento económico y del bienestar social.
- Conformar las condiciones adecuadas para que se extienda y se desarrolle, en la sociedad, el conocimiento sobre el ahorro y la eficiencia energética .
- Impregnar el ahorro y la eficiencia energética en todas las Estrategias nacionales, especialmente en la Estrategia española de Cambio Climático.
- Fomentar la competencia bajo el principio de ahorro y eficiencia energética.
- Posicionar a España en la vanguardia del ahorro y la eficiencia energética.

El actual Plan recoge el testigo y la experiencia de los tres años de gestión del anterior plan de acción, y se focaliza hacia los sectores denominados difusos (transporte y edificación). El nuevo plan se le denomina Plan de Acción de la E4 Plus (PAE4+), pues representa un reto adicional especialmente en los sectores difusos.

El escenario que propone el PAE4+ 2008-2012, va a permitir alcanzar en el año 2012, un ahorro en términos de energía primaria de 24.776 ktep, que representa el 13,7 %<sup>108</sup> sobre el consumo del escenario base de la E4 de ese año. Por otra parte, como consecuencia directa del Plan y en coherencia con la EECCEL<sup>109</sup>, se estima alcanzar un volumen de reducción

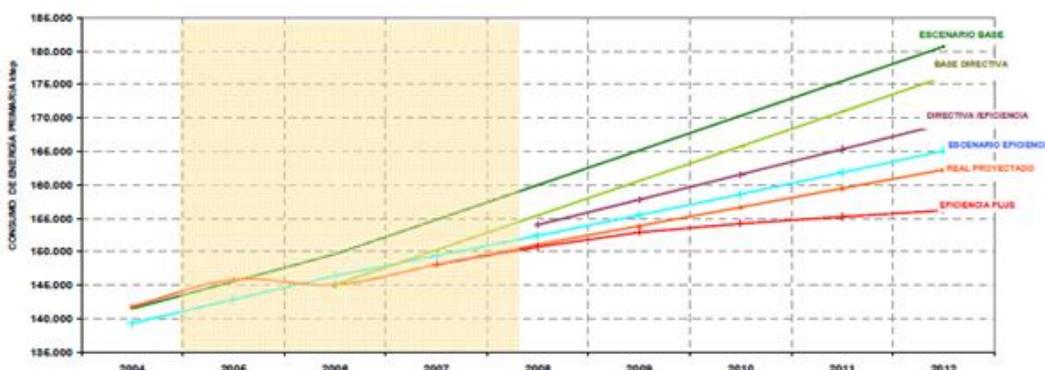
<sup>108</sup> Frente al escenario considerado como base por la Directiva 2006/32/EC, sobre eficiencia en el uso final de la energía y los servicios energéticos, el ahorro conseguido sería en 2012 del 11%, superando así el objetivo fijado por dicha Directiva de alcanzar el 9% en 2016.

<sup>109</sup> Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia

de emisiones de 270.592 ktCO<sub>2</sub> en el periodo 2004-2012, de los cuales 238.130 ktCO<sub>2</sub> se lograrán en el periodo del plan 2008-2012.

El esfuerzo de la E4, por tanto:

- la tasa de crecimiento del consumo de energía primaria hasta el 1,07 %,
- induciría una mejora de la intensidad energética con tasas del 1,93 %,
- manteniendo la tasa de crecimiento del PIB en el 3 %.



Fuente MITyC. Elaboración MITyC

Gráfico 32. Análisis de escenarios del Plan de Acción 2008-2012. [15]

Fuente MITyC. Elaboración MITyC

ESCENARIO	PERIODO	Tasas media de crecimiento del consumo	Tasa diferencial media	
Base	2004-2012	3,10	0	0,96
Eficiencia	2004-2012	2,14	-0,96	0
Real/Proyectado	2002-2006/2012	2,06	-1,04	-0,08
Directiva	2004-2012	2,59	-0,51	+0,45
Planificación de redes	2005-2011	1,70	-1,40	-0,44
PAE4+	2008-2012	1,07	-2,03	-1,07

Tabla 19. Tasas medias de los escenarios analizados, en energía primaria. [15]

El PAE4+ se conforma por unas medidas concretas que alcanzan los 7 sectores: Industria, Transporte y Usos Diversos subdivididos en: Edificación, Equipamiento doméstico y Ofimática, Agricultura y Pesca y Servicios públicos; incidiendo además en el sector Transformación de la energía (Refino, Producción incluyendo transporte y distribución).

Fuente MITyC. Elaboración MITyC

APLICACIÓN SECTORIAL		AHORROS ENERGÉTICOS (2008-2012) ktep		EMISIONES EVITADAS (2008-2012) (ktCO <sub>2</sub> )
		FINAL	PRIMARIA	
SECTORES USOS FINALES	INDUSTRIA	17.364	24.750	59.165
	TRANSPORTE	30.332	33.471	107.479
	EDIFICIOS	7.936	15.283	35.540
	EQUIPAMIENTO DOM. Y OFIMÁTICA	1.729	4.350	9.288
	AGRICULTURA	1.402	1.634	5.112
	SECTOR PUBLICO	691	1.739	3.712
SECTOR TRANSFORMACIÓN	TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA		6.707	17.834
<b>TOTALES</b>		<b>59.454</b>	<b>87.934</b>	<b>238.130</b>

Tabla 20. Objetivos sectoriales en el periodo 2008-2012, en ahorro y reducción de emisiones [15]

Así, se han identificado 59 acciones de las cuales: 36 de ellas actúan a través de incentivos económicos; 3 se refieren a promoción de iniciativas en la que se incluye como tal un plan general de comunicación; 4 medidas dirigidas a formación de usuarios y agentes del mercado.

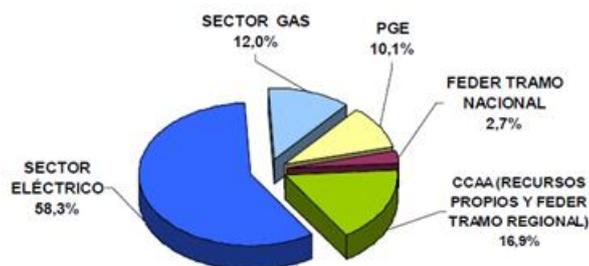
Fuente MITyC. Elaboración MITyC

SECTORES	Ayuda a la inversión	Promoción	Formación	Total Medidas	Actuaciones Normativas
Agricultura y Pesca	5	2		7	1
Edificación	5			5	
Equipamiento Residencial y Ofimática	2			2	
Industria	2	1		3	1
Servicios Públicos	3		1	4	1
Transporte	12		3	15	12
Transformación de la Energía	7			7	1
<b>TOTALES</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>43</b>	<b>16</b>

Tabla 21. Resumen de medidas y actuaciones por tipología y sectores [15]

### Valoración económica

El Plan requiere un volumen muy importante de recursos económicos, de forma que el incentivo tenga un efecto eficaz de impulsar las inversiones privadas. Los esfuerzos públicos y privados necesarios para llevar a cabo el Plan y que totalizan 2.366,5 M€, y los necesarios para activar el plan de inversiones propuesto de 22.185 M€.



Fuente MITyC. Elaboración propia

Gráfico 33. Reparto porcentual del origen de fondos públicos [15]

En relación al destino sectorial, el gráfico se expresa, en porcentaje de aplicación de esos mismos apoyos públicos.



Gráfico 34. Reparto porcentual de la aplicación sectorial de los recursos públicos [15]

Los beneficios directos que el PAE4+ va a producir, se traducen en ahorros energéticos y en reducción de emisiones. Con ello, se señala la alta rentabilidad del Plan en términos de ayudas invertidas por el Estado y los sectores, y además, el fuerte impacto en términos de balanza comercial. Otros beneficios analizados en el Plan son aquellos derivados del impacto medioambiental, la sostenibilidad, el empleo, o la competitividad.

En relación al seguimiento del Plan, y en el marco de colaboración mencionado, se proponen una serie de de indicadores de seguimiento sectoriales y por medidas. De forma que puedan identificarse lo más detalladamente posible, los cambios que el PAE4+ produce de forma directa, y aquellos otros efectos mucho más difíciles de medir, como son los inducidos, y muy especialmente los cambios de conducta.

### 5.3.3. PLAN DE ACTIVACIÓN DEL AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

La coyuntura económica del primer semestre del 2008, indicó la conveniencia de reforzar las políticas de gestión de la demanda. Con este fin, se aprueba<sup>110</sup> el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011. Una ambiciosa iniciativa del Gobierno que incluye 31 medidas, con las que se pretende intensificar el ahorro y eficiencia energética de nuestro país. La totalidad de las medidas se enmarcan dentro de 3 ejes estratégicos:

- movilidad sostenible,
- edificación sostenible
- sostenibilidad energética.

Asimismo, las medidas se articulan entorno a 4 líneas de actuación:

*Fuente MITyC. Elaboración MITyC. Elaboración propia*

<b>Líneas de Actuación</b>	<b>Nº de medidas</b>
medidas horizontales	4
movilidad	16
edificios	3
ahorro eléctrico	8

*Tabla 22. Número de medidas del Plan de Activación Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, según Líneas de Actuación [16]*

Algunas de las medidas son una intensificación de las ya contempladas por el Plan de Acción 2008-2012, mientras que otras suponen una novedad. Se pretende anticipar la adopción de algunas medidas y trasladar al sector empresarial privado y a los ciudadanos el compromiso del Gobierno con los objetivos de ahorro y mejora de la eficiencia energética. Se trata de sentar las bases para la creación de un mercado de servicios energéticos donde las Empresas de Servicios Energéticos (ESE) cobrarán un especial protagonismo.

El desarrollo de dicho Plan implica la participación mediante una acción concertada de numerosos agentes, tales como fabricantes, empresas de logística, empresas distribuidoras de energía eléctrica, ayuntamientos, entidades financieras, etc.

El Plan de Activación 2008-2011, de coste total 245 M€ contribuye a la intensificación y refuerzo de la política de ahorro y eficiencia energética, marcándose el objetivo al 2011 de reducción del 10% en las importaciones de petróleo. Con unos beneficios esperados 4104 M€, un ahorro de energía primaria de 6000 ktep/año. Las emisiones evitadas ascenderían a 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>/año.

<sup>110</sup> El 1 de agosto de 2008, por Consejo de Ministros.

Fuente MITyC. Elaboración MITyC. Elaboración propia

Sector	Medida
<b>Medidas Horizontales</b>	Impulso al mercado de Servicios Energéticos
	Duplicado de la dotación del Programa de Ayudas idea a Proyectos Estratégicos de Ahorro y Eficiencia Energética
	Exigencia de acreditación de la eficiencia energética en la contratación pública de la AGE
<b>Movilidad</b>	Proyecto piloto “Vehículo eléctrico” (Proyecto MOVELE)
	Adquisición de Turismos clase A en la AGE
	Consumo mínimo de 20% de biocarburantes en el Parque Móvil del Estado
	Desarrollo reglamentario para garantizar el objetivo de biocarburantes del 5,83% a 2010
	Plan VIVE para sustitución de vehículos
	Etiquetado energético comparativo obligatorio de turismos
	Reducción de los límites de velocidad en carretera
	Promoción de la Conducción Eficiente
	Nueva financiación para Planes de Movilidad Urbana Sostenibles (PMUS)
	Incorporación de criterios de eficiencia energética en la financiación del transporte público
	Garantía de acceso a la telefonía móvil en el transporte público colectivo
	Prolongación de los horarios de apertura de las redes de metro durante los fines de semana
	Promoción del transporte urbano en bicicleta
	Incentivación del carril BUS-VAO en grandes ciudades
	Puesta en marcha de Planes de Movilidad de trabajadores en la AGE
Optimización de las rutas aéreas recortándolas en hasta un 10%	
<b>Edificios</b>	Limitación de temperatura en espacios climatizados
	Plan Renove de infraestructuras turísticas
	Alta calificación energética en nuevos edificios AGE
<b>Medidas de ahorro eléctrico</b>	Reparto de 49 millones de bombillas de bajo consumo
	Eliminación de bombillas de baja eficiencia en 2012
	Reparto de 6 millones de bombillas de bajo consumo mediante el programa 2X1
	Reducción del 10% del consumo energético de la AGE
	Mejora de la eficiencia en alumbrado exterior
	Reducción en un 50% del flujo luminoso de autovías y autopistas
	Recuperación de electricidad en frenada de trenes
	Disminución de pérdidas en transporte y distribución de energía eléctrica

Tabla 23. Plan de Activación 2008-2011. PRINCIPALES MEDIDAS. [16]

## 5.4. ENERGIAS RENOVABLES

Las energías renovables utilizan recursos capaces de renovarse ilimitadamente, no son peligrosas, generan menos residuos, tienen unos niveles superiores de protección y respeto por el medio ambiente, son capaces de generar gran número de puestos de trabajo, etc. Por tanto, aportan beneficios, medioambientales, económicos y sociales.

El mayor peso renovable en el mix de 2010 ha sido una de las claves para la reducción de la dependencia energética. Así, mientras que 2009 el grado de autoabastecimiento del sistema energético español suponía el 22,8% de nuestro consumo final de energía, a cierre de 2010 éste ratio ascendía al 25,9% del mismo, lo que supone una mejora de 3,1 puntos porcentuales con respecto al año pasado.

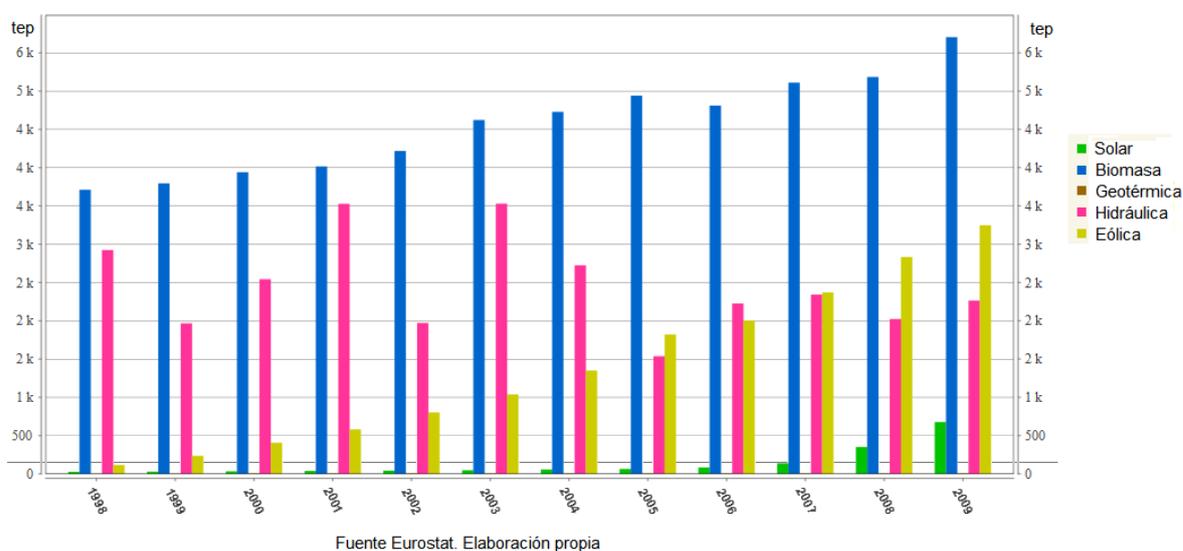


Gráfico 35. Evolución de la potencia instalada en el régimen especial en España [4]

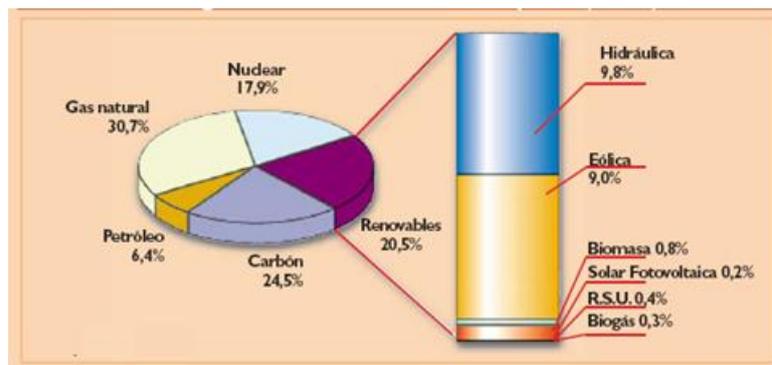
Además, gracias a una evolución del mix hacia tecnologías más limpias para la producción eléctrica, se ha observado en el balance de 2010 una mejora de las emisiones de CO<sub>2</sub> por GWh producido respecto al año anterior. En 2009 se emitían 306 toneladas de CO<sub>2</sub> por GWh y un año la cifra se ha reducido hasta las 247 toneladas.

Gracias a las energías de origen renovable ha bajado el precio medio del pool de 66 a 38 euros MWh, ya que se limita la producción de las tecnologías fósiles del régimen ordinario. Tecnologías como la eólica o la fotovoltaica impidieron una mayor entrada en el sistema de las centrales de gas, que normalmente marcan el precio de casación definitivo del mercado eléctrico.

En 2008, los españoles demandaron 279.392 GWh, con un valor de 23.221 millones de euros (incluidas las primas a la generación en el régimen especial, que comprende no sólo las renovables, sino también la cogeneración con combustibles fósiles y el secado de purines). En 2009, la electricidad consumida fue 268.324 GWh por un total de 17.493 millones de euros, (incluyendo las primas a las renovables y al resto del régimen especial). Con ello, el precio del kWh pasó de 6,961 céntimos en 2008 a 4,263 céntimos en 2009. Y ha continuado bajando hasta unos 3 céntimos en el 2010. Pero esta diferencia no se notó en el precio final a los consumidores ni en una disminución del déficit tarifario.

Otro aspecto económico a tener presente es que las energías renovables han permitido a España desarrollar tecnologías propias en sectores en los que ya somos líderes mundiales. Fabricantes españoles de aerogeneradores o de células fotovoltaicas están entre los primeros del mundo porque el desarrollo de nuestros mercados les permite importantes esfuerzos en investigación e innovación.

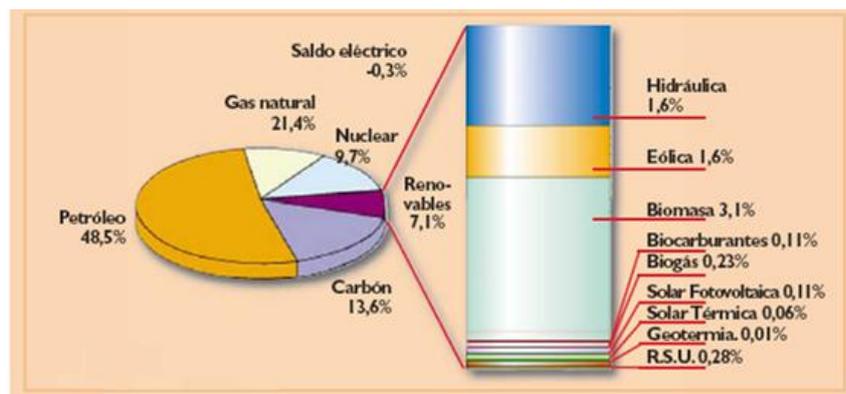
Por otro lado, el uso de este tipo de instalaciones hace que el consumidor tienda a valorar más la energía, cuando se genera en un entorno próximo, que cuando le llega desde lejos y parece un recurso ilimitado. Esto provoca una correcta implicación, por parte de los ciudadanos, a un cambio de hábitos para reducir el consumo (bombillas de bajo consumo, electrodomésticos más eficientes, etc.).



Fuente MITyC. Elaboración MITyC

Gráfico 36. Estructura de generación eléctrica en España [10]

La potencia total instalada a cierre del pasado ejercicio correspondiente al régimen especial (eólica, solar, cogeneración y otras renovables) ascendió a 34.089 MW. Las energías renovables han cubierto así, según el informe anual de Red Eléctrica de España, el 35% de la demanda de 2010 en España, seis puntos más que el año anterior. El aumento de generación con energías renovables ha sido uno de los factores que ha contribuido a reducir un 20% las emisiones de CO2 del sector eléctrico con respecto a 2009, estimadas en 58,7 millones de toneladas.



Fuente MITyC. Elaboración MITyC

Gráfico 37. Consumo de energía primaria por fuentes en España [10]

En los primeros siete meses del año el consumo eléctrico ha alcanzado los 150.223 GWh, lo que supone un incremento del 0,1% respecto al 2010. Sin embargo, si no tenemos en cuenta los efectos de la laboralidad y la temperatura, la demanda en este periodo fue un 1,4% inferior a la del año anterior.

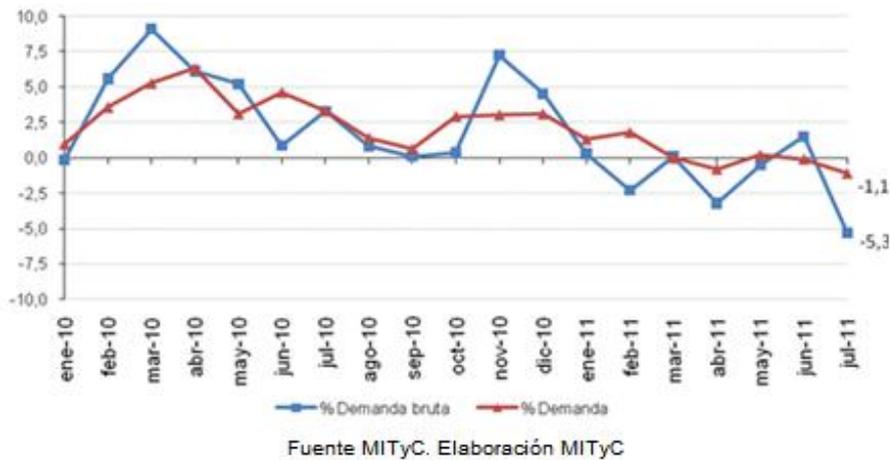


Gráfico 38. Porcentaje de Evolución del crecimiento de la demanda de electricidad [17]

En los siete primeros meses del año, la producción de energía renovable ha representado el 35,8% del total, mientras que en el mismo periodo del año anterior fue del 38,9%.

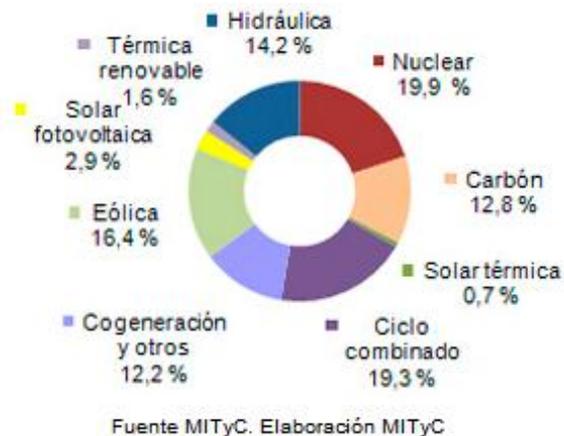


Gráfico 39. Generación de enero a julio del 2011 [17]

La energía eólica, cubre cerca del 17% de la demanda eléctrica nacional. Se consolida como tercera tecnología en potencia instalada, al haber alcanzado en 2010 una producción de 42.702 GWh, solo superada por las centrales térmicas de gas de ciclo combinado y las nucleares. De acuerdo con la Asociación Empresarial Eólica (AEE), en 2010 se instalaron 1.515,95 MW en España, que supone un aumento de la potencia instalada respecto al año anterior, pero representa el crecimiento más lento desde 2003. La potencia instalada al cierre de 2010 se situaba en 20.676,04 MW, ligeramente por encima del objetivo fijado en el Plan de Energías Renovables 2005-2010, situado en 20.155 MW.

## 42

En cuanto a la industria fotovoltaica, España ha creado una industria de primera línea, con más de 53.000 instalaciones repartidas por todo su territorio. Tras el impresionante crecimiento industrial de 2008, que ha convertido al mercado español en el segundo mayor de energía fotovoltaica del mundo con relación a su capacidad instalada. El Gobierno español ha puesto en marcha un tope estricto que solo permite un mercado de 500 MW anuales desde 2009 a 2011. Actualmente se dispone de aproximadamente 4.000 MW instalados. Este hecho ha posibilitado que Alemania haya recuperado el liderazgo disponiendo de 18.000 MW solares instalados.

En resumen, las energías renovables:

- Producen energía limpia sin emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases contaminantes
- Sus impactos son menos relevantes y están exentas de producir siniestros (vertidos de petróleo, contaminación atmosférica, residuos radiactivos, etc.).
- Combaten el cambio climático y conservan la biodiversidad.
- No tienen impactos negativos sobre la salud.
- Tienen recursos ilimitados, y son sostenibles social, económica y medioambientalmente.
- Sus instalaciones son desmantelables una vez finalizada su vida útil.
- Se pueden aprovechar sus residuos para generar energía (purines, basura orgánica, orujo de la industria del aceite de oliva, desechos forestales...).

Pero se enfrentan a una serie de problemáticas:

- Política de energía y planificación energética

La política energética de energías renovables no define metas, objetivos y medios con una planificación coordinada y complementaria. Las comunidades autónomas ven en la política de energías renovables recursos para su desarrollo industrial, en el que las metas de lucha contra el cambio climático y la promoción de las renovables son un medio: falta una visión común de retos y desafíos. Además de las barreras administrativas existentes en la tramitación de los permisos.

- Marco institucional y regulador

La falta de previsibilidad reguladora y los cambios de marco legislativo generan incertidumbre, precisamente cuando la Directiva 2009/28/CE recomienda estabilidad regulatoria, transparencia, claridad y fiabilidad. Existe un indicador claro de que esto no se cumple: en el último periodo ha habido cambios normativos cada seis meses. El riesgo regulatorio genera incertidumbre financiera en los inversores de proyectos. Afectan al sistema de retribución de renovables, al marco normativo de tramitación de proyectos, a la interpretación normativa por las comunidades autónomas. Además, la misma regulación para todas las energías renovables resulta perjudicial en algunas tecnologías, ya que obedecen a mercados con reglas dispares.

- Financiación

El desarrollo de las energías renovables no solo hay que contemplarlo por sus efectos sobre el cambio climático, sino como un sector con un largo recorrido que juega un papel económico relevante. La obsesión con el precio bajo de la energía en vez de plantear una visión que incluya criterios de competitividad, mejora tecnológica, aspectos ambientales y una menor dependencia energética. La falta de internalización de costes ambientales en las energías tradicionales.

- Desarrollo tecnológico

Las actuales infraestructuras de evacuación son una barrera para el desarrollo de las energías renovables. Desequilibrios de producción y la falta de integración de las diversas tecnologías crean un sistema de producción menos estable, lo cual dificulta un sistema de generación y transmisión más gestionable por el sistema energético.

- Comunicación

Falta una cultura de la energía en España y por tanto el debate político energético está teniendo un perfil mucho más bajo de lo que le correspondería por su importancia. La insuficiencia en el diseño de las políticas de energía, en concreto en lo referente a sistemas de gestión de la demanda. Los conflictos entre tecnologías convencionales y tecnologías renovables.

#### **5.4.1. REAL DECRETO 1565/2010 Y REAL DECRETO LEY 14/2010**

*Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

El crecimiento del número de instalaciones de tecnología solar fotovoltaica en los últimos tiempos, formando parte en muchos de los casos de agrupaciones, hace necesario someter al cumplimiento de los requisitos técnicos referidos a estas agrupaciones.

El RD 1565/10, que modifica el RD 661/07, incluye medidas de carácter técnico, necesarias para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico, que obligan a las instalaciones a introducir nuevos equipos y a adoptar nuevos procedimientos operativos, cuyos costes de instalación deben correr a cuenta de los propios generadores.

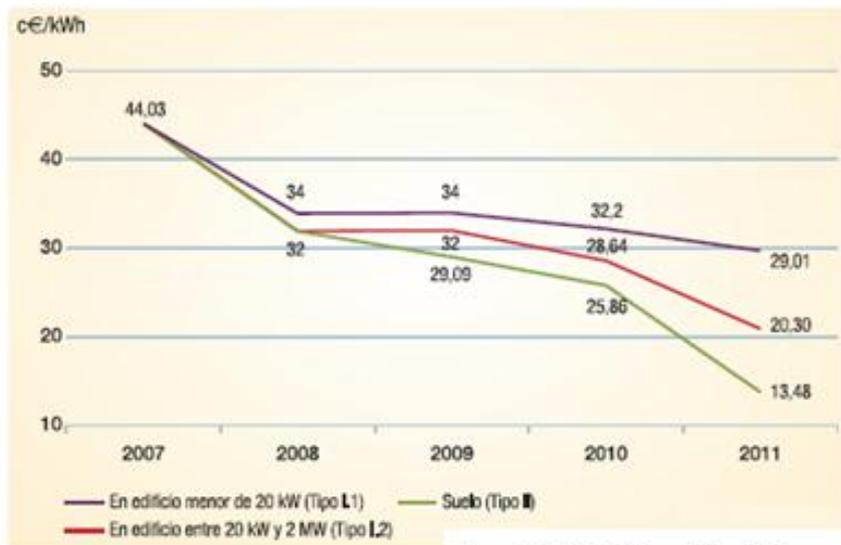
Mediante el real decreto se procede a la definición concreta del concepto de modificación sustancial de una instalación a efectos de renovación del régimen económico. Concreta cuándo existe la obligación de instalación de equipos de medida en bornes de los grupos de generación. Asimismo se avanza en la simplificación administrativa, agilizando los procedimientos mediante la utilización de medios electrónicos. En esa misma línea, se establece la obligatoriedad de presentar la solicitud de inscripción en el Registro de preasignación de retribución exclusivamente por medios electrónicos. Por último, es destacable la introducción de sendas disposiciones para instalaciones eólicas y solares termoeléctricas de carácter experimental e innovador, para posibilitar la realización de actividades de I+D+i en estos sectores

Existe un claro agravio comparativo entre el tratamiento otorgado a la fotovoltaica y a las demás renovables en varias materias. Otro agravio comparativo es que el decreto contenga regímenes económicos específicos para instalaciones experimentales eólicas y termoeléctricas y no lo contemple para la fotovoltaica.

Pero la discriminación más clara, y retroactiva, es la limitación de la percepción de la tarifa fotovoltaica de las instalaciones acogidas al RD 661/07. Esta norma establece un escalón retributivo para todas las tecnologías renovables, de modo que durante un primer período reciben una determinada remuneración y, en un segundo, el 80% de dicha remuneración. A la fotovoltaica se le suprime el segundo período de percepción del 80% de la retribución, provocando un impacto económico, estimado en valor actualizado neto, de 2.006 millones de euros para el conjunto del parque fotovoltaico español.

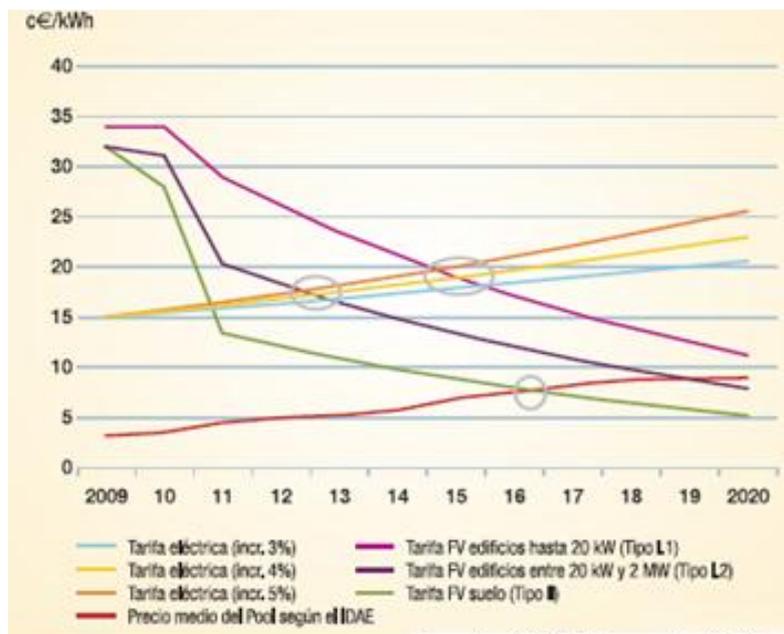
El RD 1565/10 modifica varios aspectos de las tramitaciones administrativas de los proyectos fotovoltaicos. Así, se exime de la obligación de disponer de una licencia de obras a las pequeñas instalaciones incorporadas a la edificación, como ya venían haciendo algunas comunidades autónomas.

Una de las medidas más duras de las establecidas por el RD 1565/10 es la reducción de tarifas para los tres segmentos del mercado solar: cubiertas hasta 20 kW, cubiertas entre 20 kW y 2 MW, y suelo, en el 5%, el 25% y el 45% respectivamente. Como resultado de esta reducción excepcional, la tarifa fotovoltaica de las plantas en suelo ha experimentado un asombroso descenso del orden del 70% en los últimos cuatro años.



Fuente ASIF. Elaboración ASIF.

Gráfico 40. Variación de la tarifa fotovoltaica en España [18]



Fuente ASIF. Elaboración ASIF.

Gráfico 41. Cruce de la tarifa fotovoltaica con el precio de la electricidad [18]

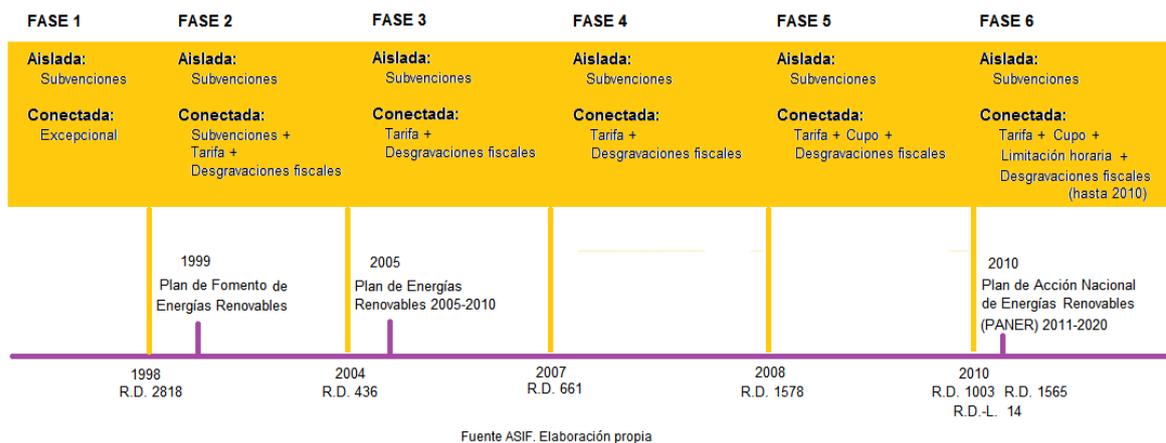


Figura 9. Evolución temporal del apoyo a la fotovoltaica en España [18]

### Real Decreto Ley 14/2010

Esta norma contiene medidas orientadas a minorar el déficit de tarifa del sector eléctrico. Pero no será recordado por eso, sino porque introdujo, de un modo retroactivo, una limitación de horas equivalentes de funcionamiento con derecho a percibir la tarifa fotovoltaica.

Concretamente, el RD-L 14/10 establece dos limitaciones horarias. La primera afecta absolutamente a todas las instalaciones, en función de las cinco zonas climáticas de España que se incluyeron en el Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, atendiendo a la irradiación horizontal de cada zona.

El modo en que esta limitación horaria afecta a la rentabilidad de las instalaciones depende de la calidad de las mismas –incide más en aquellas con mejores equipos y más eficientes–, de su emplazamiento y, sobre todo, de la relación que tenga la instalación entre la potencia pico (potencia de los paneles solares) y la potencia nominal (potencia del inversor).

## **5.4.2. PRODUCCIÓN Y AUTOCONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

En cuanto a la generación de energía eléctrica, toda sociedad mercantil que desee construir una instalación de producción de energía eléctrica puede hacerlo en igualdad de condiciones con los demás, debiendo satisfacer los trámites de autorización, que son iguales para todos los peticionarios.

Las condiciones para que un productor sea calificado como perteneciente al Régimen Especial están reguladas en la Ley 54/1997, dentro de sus artículos 27 a 31, quedando establecido el método jurídico y económico de la actividad de dichas instalaciones en el Real Decreto 661/2007, que sustituye al R.D. 436/2004.

Los productores que se pueden acoger al Régimen Especial son aquellos que contando con una instalación de menos de 50MW se pueden incluir en uno de los siguientes grupos, dependiendo de la tecnología usada:

Las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial deberán tener potencia instalada igual o inferior a 50 MW y estar en alguno de estos grupos:

- a) Instalaciones que utilicen cogeneración u otras formas de producción de energía eléctrica asociadas a la electricidad, con un rendimiento energético elevado.
- b) Instalaciones que utilicen energías renovables no consumibles, biomasa, biocombustibles, etc.
- c) Instalaciones que utilicen residuos urbanos u otros residuos.
- d) Instalaciones de tratamiento y reducción de residuos agrícolas, ganaderos y servicios.

### **Para el caso de la Energía Solar fotovoltaica**

La generación fotovoltaica consiste en la generación de energía eléctrica a en unos dispositivos semiconductores integrados en los llamados paneles fotovoltaicos que transforman la energía en forma de radiación solar, directamente en energía eléctrica.

Recientemente se ha publicado el Real Decreto, 1578/2008 de 26, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología, que regulará el régimen económico de esta actividad en lo sucesivo.

### **Pre-asignación de retribución para instalaciones**

La tecnología solar fotovoltaica se encuentra en estos momentos entre los temas energéticos más consultados, por lo que se recoge a continuación el Real Decreto que regula su régimen económico, recientemente publicado, así como los modelos de solicitud de inscripción en el Registro administrativo de pre-asignación de retribución, y el modelo de aval para su presentación ante la Caja General de Depósitos.

Los valores de las tarifas que serán de aplicación para la convocatoria del tercer trimestre de 2011 son:

- Subtipo I.1: 28,1271 c€/kWh
- Subtipo I.2: 19,8353 c€/kWh
- Tipo II: 13,0324 c€/kWh

Los cupos de potencia que serán de aplicación para la convocatoria del tercer trimestre de 2011 son:

- Subtipo I.1: 7,168 MW
- Subtipo I.2: 67,892MW
- Tipo II: 38,947 MW

Existe un sector de generadores eléctricos renovables que ha quedado discriminado en la distribución de las primas, de hecho no reciben ninguna. Se trata de los generadores autónomos de electricidad con instalaciones fotovoltaicas.

Los usuarios de estos equipos utilizan una fuente de energía renovable, el sol, para cubrir su consumo de energía eléctrica, sin necesidad de extender la red eléctrica. Cuando se establecieron las bonificaciones a la producción eléctrica a partir de energías renovables, no se pensó en este sector, por no estar conectado a la red eléctrica.

La Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF) ha mostrado el camino por el que debe transitar el sector fotovoltaico. La clave es que los consumidores puedan producir y consumir su propia electricidad. Así, en 2020, el mercado fotovoltaico puede crecer un 35% sin que se aumente la tarifa eléctrica, se reduciría un 5% la dependencia energética, se crearían más de 50.000 empleos directos y se ahorrarían 2.500 millones de euros en emisiones de CO<sub>2</sub>.

El modelo de consumo propuesto por ASIF se basa en un informe estratégico “Acercándonos a la paridad de red”<sup>111</sup> ajustándose a la legislación fotovoltaica vigente y mirando hacia el horizonte del año 2020. Explica será a mediados de la próxima década, cuando al consumidor le resulte más rentable instalar paneles fotovoltaicos y consumir la electricidad que estos generen, que comprar la misma electricidad a la compañía comercializadora.

Esto sucederá por la subida del precio de la electricidad, la tendencia es de un 4,5% anual, y la reducción de la tarifa fotovoltaica que con la regulación vigente decrece entre un 10 y un 16% cada año.

### **Compensar el autoconsumo**

Es indiferente que los kWh fotovoltaicos se inyecten a la red o que se permita consumirlos a quien los produce. El único cambio sería la implantación de un sistema de medición neta para contabilizar los consumos.

---

<sup>111</sup> realizado por KPMG

Uno de los elementos fundamentales para que la propuesta tenga éxito es incentivar el autoconsumo, y para hacerlo ASIF propone “la creación de un incentivo nuevo, denominado ‘Compensación por autoconsumo’ o FiC (Feed in Compensation) que se pagaría al propietario de la instalación que decidiera autoconsumir. Esta FiC cubriría la diferencia entre la electricidad que él se ahorra y la retribución fotovoltaica que recibiría en caso de acogerse al sistema tradicional de primas o FiT (Feed in Tariff)”.

La compensación por autoconsumo solo se pagaría hasta alcanzar la Paridad de Red, y a partir de ese momento la electricidad que se vertiese a la red sería retribuida con el sistema tradicional de primas para garantizar el plazo de amortización realizada al instalar el sistema fotovoltaico.

### **Incrementar el mercado**

El mayor crecimiento fotovoltaico hasta 2020 produciría, beneficios diversos. “La contribución al PIB español estaría situada entre los 3.800 y 5.800 millones de euros (del 0,18% al 0,28% del PIB). En total, habría entre 36.000 y 54.000 empleos directos. La dependencia energética se reduciría entre un 4% y un 5%. Se ahorrarían entre 2.200 y 2.500 millones de euros en pagos por emisiones de CO2 y se facilitaría la consecución de los objetivos ambientales y de penetración de las energías renovables de 2020”.

Los consumidores, por su parte, ahorrarían directamente del recibo de la luz. En el caso del autoconsumo residencial entre el 60% y el 80% anual, mientras que en el mercado comercial/industrial entre el 30% y el 50%.

La idea de la Asociación de la Industria Fotovoltaica es que el autoconsumo se produzca a partir de 2012, que se aumenten de dos a tres los tipos de instalaciones fotovoltaicas en la edificación, y se recomienda que las tarifas se reduzcan entre un 29,6% para las instalaciones mayores de 100 kW y el 16,9% en suelo.

La normativa actual no permite el autoconsumo y además hoy no resultaría del todo rentable. El Gobierno lo autorizará en breve, lo que permitirá a los consumidores poder ahorrar en su factura eléctrica compensando la energía generada que inyectan electricidad en la Red, con la que consumen. Es decir, toda la energía que se produzca será gratis.

**Previsiblemente, la futura normativa se basará en el balance neto;** es decir, que por cada kilovatio hora que se vierta a la red se podrá consumir otro kilovatio de forma gratuita y sin contraprestación. La única duda es el tiempo en los trámites administrativos para las instalaciones de menos de 100 kilovatios.

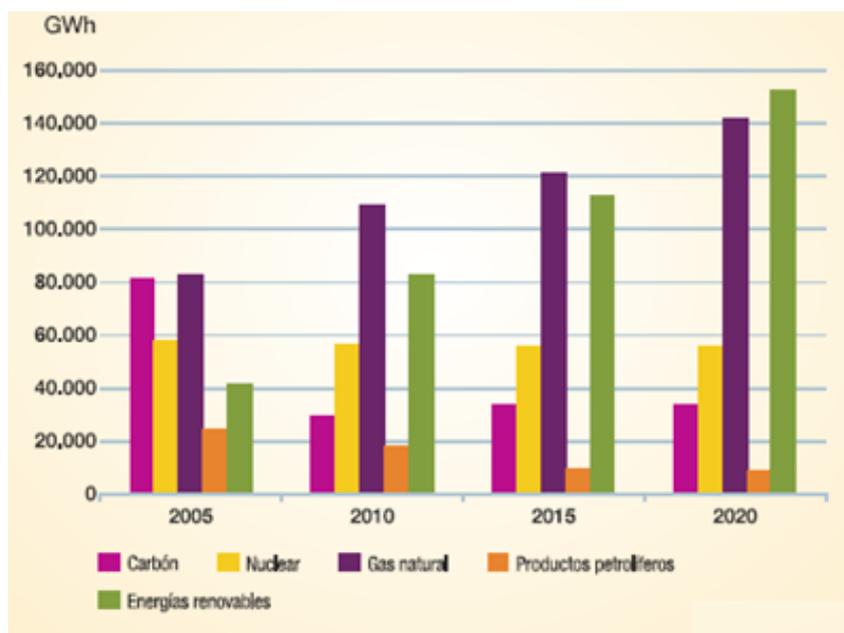
Este sistema de balance neto es similar al de otros países. «En unos 40 estados de EE UU tienen este balance neto de electricidad. Japón utiliza un sistema de balance neto similar pero de ámbito municipal. En Alemania, se paga una prima inferior a la convencional y con lo ahorrado y la prima, sale rentable. En Italia se abona el doble y no se paga por el consumo. Y en Bélgica se aplica un sistema híbrido de primas y certificados verdes.

#### 5.4.2. PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES 2011 – 2020

El Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020 detalla la legislación aplicable, las políticas de fomento y los objetivos de cada tecnología renovable con vistas a la consecución del objetivo de cubrir un 20% del consumo de energía final con renovables en 2020 establecido por la Directiva 2009/28/CE.

El PANER analiza dos posibles escenarios a 2020, uno denominado ‘de referencia’ y otro denominado ‘de eficiencia energética adicional’, que contempla una reducción de la demanda de energía primaria del 11%, en el que se incluye el desarrollo de un mercado de servicios energéticos, la aplicación de una discriminación fiscal favorable a las fuentes renovables, entre otras medidas específicas para la industria, el transporte o el parque de edificios.

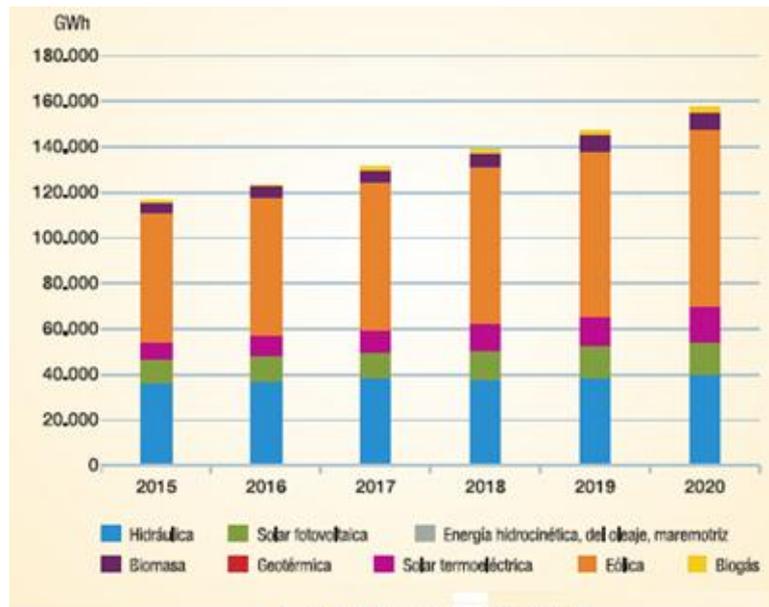
Este escenario ‘de eficiencia energética adicional’ incluye un desglose de la potencia y la producción renovable. En conjunto, prevé que las renovables aumentarán un 6,34% de media anual, llegando a aportar unos 152.000 GWh en 2020 y un porcentaje de generación “cercano al 40%”. La eólica cubrirá casi el 20% de la demanda eléctrica total, la hidráulica el 8,3%, la solar termoeléctrica el 3,8%, y la fotovoltaica el 3,6%.



Fuente MITyC. Elaboración ASIF.

Gráfico 42. Evolución de la producción eléctrica bruta en el escenario de eficiencia energética adicional [19]

Fruto del crecimiento renovable, se calcula que en 2020 España tendrá un saldo exportador de 25.000 GWh, que podrían ser transferidos a otros socios comunitarios, siempre y cuando aumente la capacidad de interconexión del país con el resto del continente, anclada desde hace años en el 3% del consumo interno, la más baja de Europa.



Fuente MITyC. Elaboración ASIF.

Gráfico 43. Estimación de la generación eléctrica previsible de cada tecnología renovable en España [19]

El PANER refleja, para la fotovoltaica, un descenso de la potencia instalada hasta 2013, esperando que a partir de 2015 haya una penetración creciente de la fotovoltaica en sistemas de autoconsumo conectados a la red de distribución y asociados a suministros existentes, según se vaya alcanzando la paridad del coste de generación solar con el precio de la electricidad para el consumidor.

### Medidas de apoyo

Entre todas las medidas propuestas, aquellas que afectan a la fotovoltaica, y a las tecnologías eléctricas, son:

- Simplificación de procedimientos administrativos de autorización de instalaciones, incluyendo la simple notificación.
- Apoyo a la I+D+i en sistemas de almacenamiento de energía.
- Apoyo a la implantación de plataformas experimentales nacionales de primer nivel y alta especialización.
- Cambio hacia un sistema de ‘redes inteligentes’ de transporte y distribución.
- Favorecer el autoconsumo mediante sistemas basados en el balance neto y la compensación de saldos de energía.
- Establecer un marco retributivo estable, predecible, flexible, controlable y seguro para los promotores y el sistema eléctrico.
- Revisión de la Planificación vigente para los sectores del gas y la electricidad.
- Puesta en servicio de nuevas interconexiones, especialmente con Francia.
- Aumento de la capacidad de almacenamiento, con nuevas centrales de bombeo.
- Potenciación de la gestión de la demanda en tiempo real, mediante medidas encaminadas al aplanamiento de la curva de demanda.
- Cupos específicos para proyectos de carácter experimental.
- Nueva regulación para facilitar la conexión de las instalaciones de generación eléctrica con energías renovables de pequeña potencia asociadas a centros de consumo interconectados a la red eléctrica, especialmente en baja tensión.

Por su parte, las actuaciones específicas para el sector solar son:

- Medidas de difusión, promoción y adaptación reglamentaria de las instalaciones solares para fomentar su penetración horizontal en todos los sectores.
- Desarrollo de los mecanismos para fomentar las instalaciones de desalación.
- Medidas de profesionalización del sector y para fomento del cambio de percepción de los usuarios mediante la difusión de las ventajas de la energía solar, así como de los derechos y obligaciones de los usuarios.

Además, el PANER contiene medidas en otros ámbitos que podrían ayudar al desarrollo fotovoltaico, especialmente en la edificación, como los Planes Renove para edificios, los Planes de Rehabilitación de cascos urbanos o la reforma del Código Técnico de Edificación para que amplíe las contribuciones mínimas de generación renovable.

**BLOQUE 2.**

**TECNOLOGÍAS UTILIZADAS**

# 1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

## 1.1. RADIACION SOLAR

La energía procedente del Sol se ha utilizado, directa o indirectamente, durante años en numerosos aspectos de nuestro entorno: agricultura, arquitectura, industria, etc. Recientemente su utilización se ha extendido a otras áreas, aprovechando numerosos avances técnicos producidos en los últimos años.

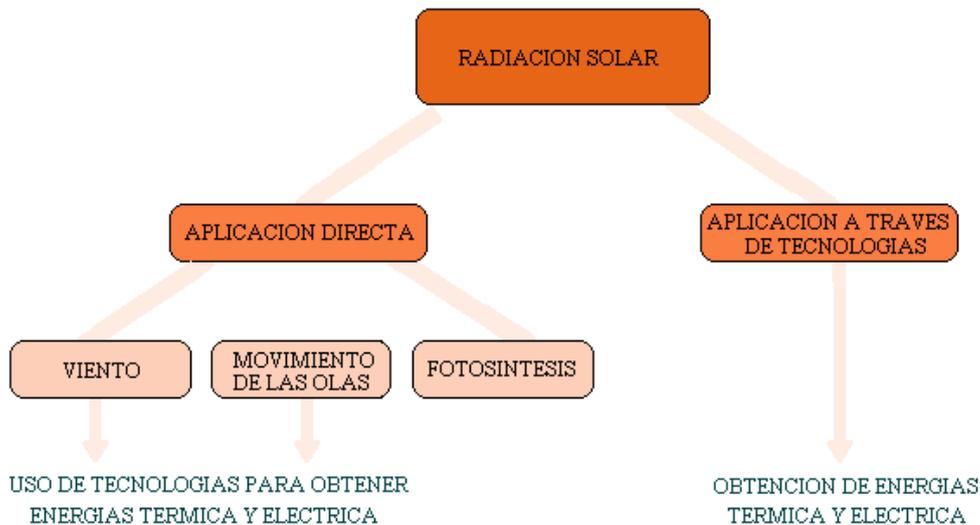


Figura 10. Aprovechamiento natural de la radiación solar

Tal y como se muestran en la figura, el Sol puede aprovecharse de maneras diferentes, principalmente como fuente de calor y como fuente de electricidad.

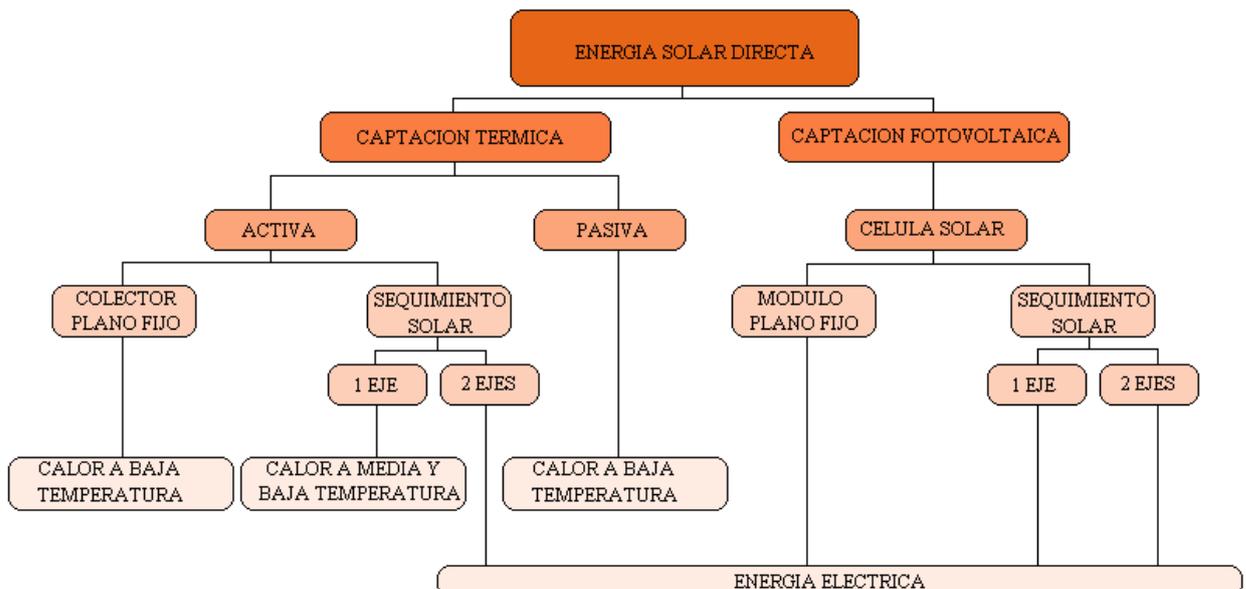


Figura 11. Aprovechamiento actual de la radiación solar

El Sol es una estrella de tipo medio, con un radio aproximado de 700.000 Km y su masa es de  $1,9891 \times 10^{30}$  kilogramos. Brilla en el espacio desde hace más de 5.000 millones de años y se calcula que el tiempo que le resta de vida es todavía mayor. La distancia media del Sol a la Tierra es de aproximadamente 149.600.000 de kilómetros y su luz recorre esta distancia en 8 minutos y 19 segundos.

El Sol produce energía en forma de radiación electromagnética y su origen esta en el interior del sol donde tiene lugar las reacciones de fusión por la que 2 átomos de hidrogeno dan lugar a dos átomos de helio y la masa atómica sobrante se transforma en energía.

Debido a la distancia entre el Sol y la Tierra, la radiación solar en la superficie terrestre es solo una pequeña parte de la emitida por el sol ( $3.86 \cdot 10^{26} \text{W}$ ). La radiación solar es portadora de una energía radiantes que expresamos en Julio (J) o Watio.hora (Wh). La energía es emitida por el sol radialmente en todas direcciones, de tal manera que la energía que se recibe sobre la Tierra por unidad de área es la fracción correspondiente de dividir esta energía total por el área de una esfera que tenga de radio la órbita de la Tierra. Efectuando ese cálculo obtenemos el valor de la llamada constante solar,  $1367 \text{ W/m}^2$ .

- 50% INCIDENTE
- 24% Reflejado por las nubes
- 14% Absorbido por el aire
- 7% Reflejado por la atmosfera
- 4% Reflejado por los océanos

El cambio de unidades utilizadas para medir la energía, es el siguiente:

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J} = 10^6 \text{ w.s} = 10^3 \text{ Kw.s} = 10^3 \text{ Kw.s.h} / 3600 \text{ s} = \text{Kw.h} / 3,6$$

A fin de especificar la radiación solar incidente en la superficie terrestre se define:

- Irradiancia. Es la potencia incidente por unidad de superficie, medida en  $\text{W/m}^2$  (valor Medio en una hora)
- Irradiación. Es la energía incidente por unidad de superficie en un determinado periodo de tiempo y se mide en  $\text{J/m}^2$ .
- Radiación directa. Es la radiación correspondiente al ángulo sólido limitado por el disco solar sin tener en cuenta la dispersión atmosférica.
- Radiación difusa. Corresponde a la radiación solar dispersada por los diferentes componentes de la atmosfera.
- Radiación global. Es la suma de la radiación directa y la difusa.
- Radiación reflejada. La radiación reflejada por el suelo.
- Radiación total. Es la suma de la global más la reflejada.

En la superficie terrestre, en un plano horizontal, un día claro al mediodía la irradiancia alcanza un valor máximo de unos  $1000 \text{ W/m}^2$ . Este valor depende del lugar y de la nubosidad.

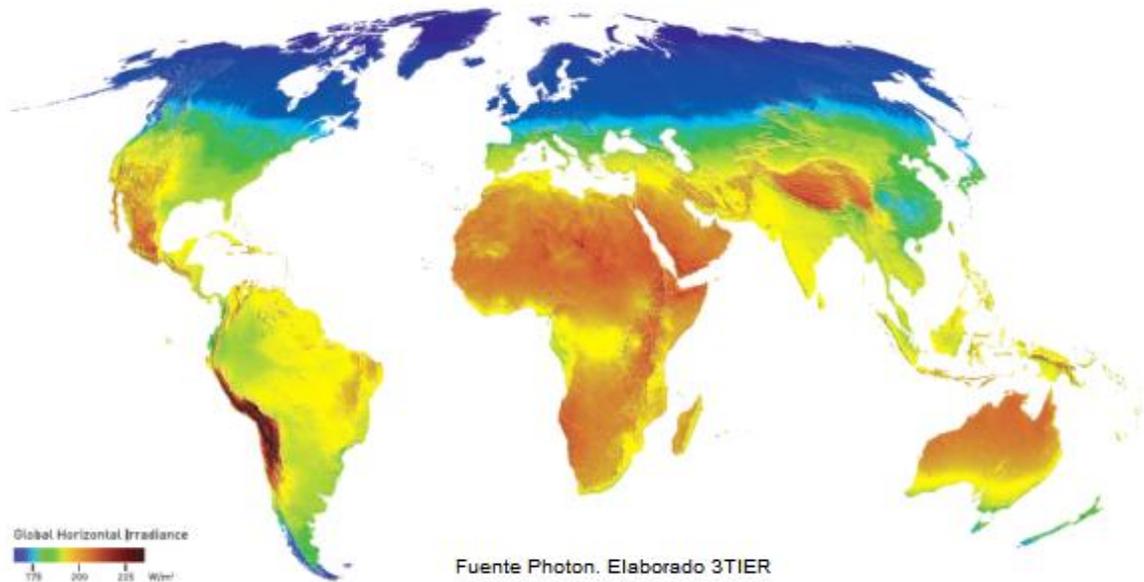
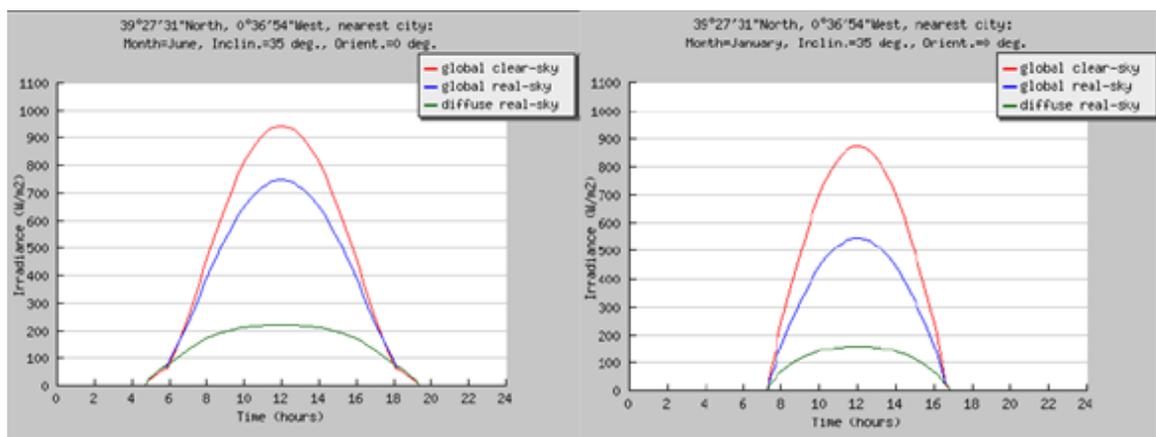


Figura 12. Mapa mundial de Irradiación solar [20]

En la siguiente figura se muestra la distribución diaria típica de la irradiancia solar horizontal en 2 días despejados cerca de los dos solsticios en el sur de Europa. Calculando la integral obtenemos la irradiación en los días.



Fuente PVGIS. Elaboración PVGIS

Gráfico 44. Irradiancia diaria en Junio y en Enero [21]

## Geometría solar

Una superficie cualquiera en una localidad determinada se puede caracterizar por medio de los siguientes ángulos:

- $\beta$ : Inclinação de la superficie mirando hacia el sur en ambos hemisferios. Angulo entre la superficie en consideración y la horizontal.
- $\Psi$ : Angulo acimutal. Desviación de la proyección de la normal de la superficie del meridiano local ( $-180^\circ \leq \Psi \leq 180^\circ$ ). (0o = sur, 90° = oeste, 180° = norte)

La posición del sol en cualquier época del año y para cualquier localidad de puede caracterizar por medio de los siguientes ángulos:

$\Phi$ : Latitud del Lugar. Posición angular hacia el norte o hacia el sur del ecuador.  $\Phi$  es positivo en el hemisferio norte y negativo en el sur.

Declinación solar. Posición angular del sol al mediodía con respecto al plano del ecuador. Positivo en el hemisferio norte, negativo en el sur.

$a$ : Altitud del sol. Angulo formado entre la dirección del sol y la horizontal. Su ángulo complementario es el ángulo cenital  $\Theta$ .

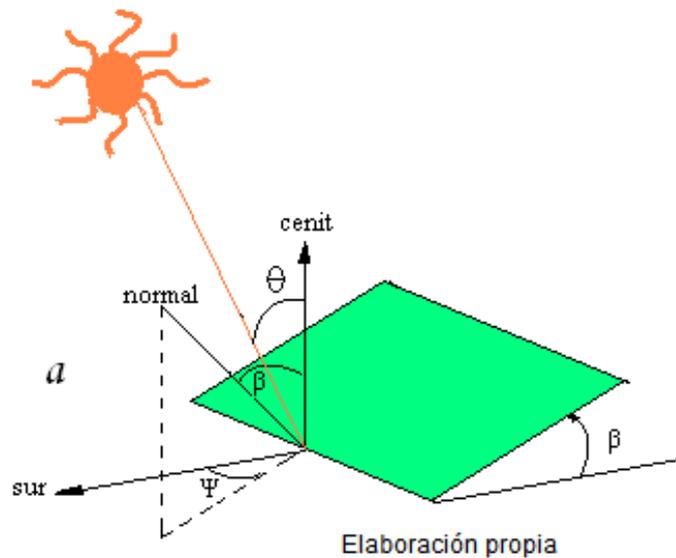


Figura 13. Geometría Solar

Cuanto más perpendicular se encuentra el Sol con respecto a la superficie terrestre (menor ángulo cenital) menor es el camino que recorre la radiación solar a través de la atmosfera.

Se define la masa de aire (AM) como el cociente entre el recorrido óptico de un rayo solar y el correspondiente a la normal a la superficie terrestre (ángulo cenital cero) y está relacionada con la altura solar según la ecuación:

$$AM = \frac{1}{\text{sena}} = \frac{1}{\text{sen}\theta}$$

## Horas de sol pico.

Se define como número de horas de un día con una irradiancia ficticia de  $1000\text{W}/\text{m}^2$  que tendría la misma irradiación total que la real ese día. De manera que con la irradiación solar de un día, al dividirla por  $1000\text{W}/\text{m}^2$  se tienen las horas de sol pico.

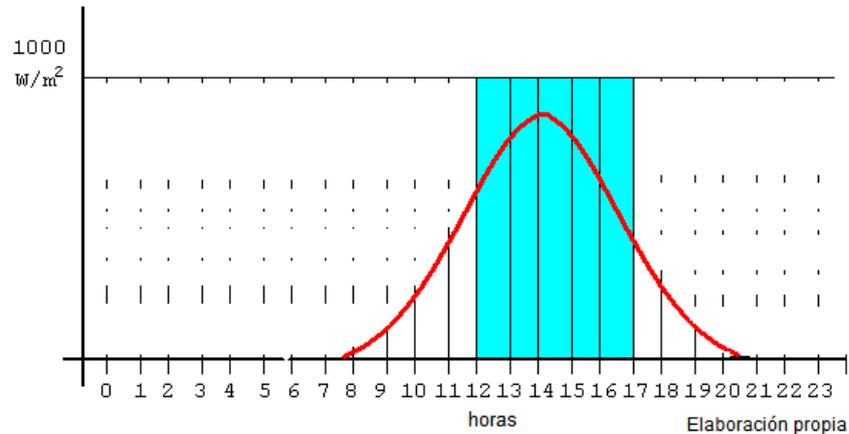


Gráfico 45. Horas solares Pico

Hay que destacar que la potencia de los paneles fotovoltaicos se especifica en watio pico (Wp), lo cual representa la potencia eléctrica que entrega el panel, cuando la irradiancia sobre el es de  $1000\text{W}/\text{m}^2$  a una temperatura de  $25^\circ\text{C}$  (Condiciones Estándar de Medida).

## La reflexión del suelo.

El Albedo es el coeficiente de reflexión, cuanto mayor sea, mayor será la reflexión del suelo, y por tanto, mayor la claridad del ambiente y con ello la radiación difusa.

Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia.

Tipo de Suelo	Albedo
Hierba	0,25
Campo sin cultivar	0,26
Grava, Arena	0,18
Hormigón	0,25
Asfalto	0,15
Bosques	0,05...0,18
Superficie Agua	0,05
Nieve	0,45...0,9

Tabla 24. Tipos de suelo y albedo [22]

## Aparatos de medida de la radiación solar.

- Solarímetros. Medidas de insolación.
- Pirheliómetros. Radiación solar directa.
- Piranómetros. Radiación solar global.
- Pirgeómetros. Radiación de onda larga.
- Pirradiómetro. Radiación solar y terrestre.
- Fotómetros. Radiación solar en bandas espectrales.
- Espectrorradiómetro. Radiación solar espectral.

## Potencia y energía

La energía es la capacidad que se necesita para ejecutar acciones externas, es decir, es la materia prima que se requiere para realizar trabajo. Trabajo es el producto de multiplicar la fuerza por distancia. El trabajo realizado en un tiempo, se define como potencia.

En el Sistema Internacional, la unidad básica de energía es el Joule (J), el cual es exactamente igual al trabajo de 1 Newton-metro (Nm). Así, 1 Joule es el trabajo requerido para levantar aproximadamente 100 gramos a una altura de 1 metro. Si 1 J es aplicado durante 1 segundo (100 gramo levantado 1 metro en 1 segundo) entonces, la potencia requerida es de 1 Watio (W).

Otra unidad es la caloría, la cual es definida en términos de energía calórica como el calor requerido para incrementar la temperatura de 1 gramo de agua 1 °C.

La energía puede también ser convertida en una forma eléctrica, con un elemento que mueve un flujo de electrones, o sea corriente eléctrica. La medida normal para la energía eléctrica es el Watio-hora (Wh).  $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$ .

Existen otras unidades que se emplean para la energía, por ejemplo las derivadas del valor calórico de los combustibles. Una tonelada equivalente de petróleo (tep) es la energía calórica contenida en 1 tonelada de petróleo crudo.

### 1.1.1. EFECTO FOTOVOLTAICO

Para entender mejor como trabaja la célula solar es conveniente explicar antes los siguientes conceptos:

**Átomo:** en esencia la constitución del átomo viene dada por un determinado número de protones (carga positiva) en el núcleo y una cantidad igual de electrones (carga negativa), girando en diferentes orbitas del espacio, que reciben el nombre de envoltura.

El número máximo de electrones que se pueden alojar en cada orbita es de  $2n^2$ , siendo  $n$  el número de orbitas.

Ante igualdad de electrones y protones el átomo se considera neutro, pero en el momento en el que, algún electrón dada su órbita percibe menos fuerza del núcleo, este puede abandonar el átomo dejándolo cargado positivamente. Si por el contrario el último orbital del átomo acoge un electrón libre exterior, el átomo queda cargado negativamente.

Los cuerpos conductores son aquellos cuyos átomos permiten fácilmente el paso de electrones.

**Semiconductores intrínsecos:** Los cuerpos semiconductores presentan una resistencia intermedia al paso de electrones. Por ejemplo en el Silicio (Si) posee cuatro electrones en su órbita de valencia, posee una estructura inestable (no tiene llena de electrones la órbita de valencia) y además le cuesta lo mismo desprenderse de cuatro electrones que de acogerlos para completar su capa de valencia.

En estas circunstancias sus átomos se agrupan formando una estructura reticular en la que cada átomo está rodeado por otros cuatro átomos iguales, propiciando la formación de los llamados enlaces covalentes.

**Semiconductores extrínsecos:** Como las corrientes existentes en los conductores intrínsecos a temperatura ambiente es insignificante, dado el bajo número de portadores libres, para aumentarlos se añaden otros cuerpos denominados impurezas.

**Proceso de dopado:** Para que el silicio funcione como productor de energía, se introducen en estado de fusión átomos de fósforo (P), que tiene un electrón más en su capa de valencia y de boro (B), que tiene un electrón menos en su capa de valencia.

Al silicio con átomos de fósforo se denomina **semiconductores tipo N**.

Al silicio con átomos de Boro se denomina **semiconductor tipo P**.

Al unir estos semiconductores se crea la unión P-N (**diodo**). Los electrones del semiconductor tipo N, caen a los huecos del semiconductor tipo P, por tanto el semiconductor tipo N queda cargado positivamente y el tipo P negativamente. Esta acumulación de cargas crea un campo eléctrico de la zona N a la zona P dando origen a una diferencia de potencial  $U_i$ .

Si a esta unión se le asocia un diferencia de potencial externa  $U_2 < U_i$ , positiva en el lado P, se crea un campo eléctrico en sentido contrario al anterior de menor valor, con el que ciertos electrones de la zona n pasan a la zona p, a disminuir la diferencia de potencial.

Con estas circunstancias se crea una corriente, denominada de diodo  $I_D$ , cuyo valor está relacionado con la temperatura de los semiconductores.

$$I_D = I_F * (e^{qU_2} - 1),$$

donde  $I_F$  es la corriente inversa máxima que corresponde al caso que  $U_2$  fuera de valor muy elevado.

Si la unión P-N la exponemos a la radiación solar, los fotones asociados a la radiación tiene una energía que es capaz de romper los enlaces y crear pares electrón-hueco, dirigiéndose el electrón a la zona N y el hueco a la zona P, creándose una corriente eléctrica  $I$  en el sentido del campo eléctrico e independiente del valor de la tensión  $U_2$ . Esta corriente es proporcional para una determinada longitud e onda, a la irradiancia incidente ya que al aumentar la irradiancia aumenta el número de fotones.

El valor de  $I$  dependerá de la longitud de onda de los fotones ya que la energía de un fotón disminuye a medida que aumenta la longitud e onda asociada y por tanto, el valor de  $I$  dependerá de la longitud de onda de los fotones.

El valor de  $I_F$  es independiente del valor de la tensión exterior  $U_2$  a la que pueda estar sometido el semiconductor, ya que solo depende del campo eléctrico originado en el interior del semiconductor debido a la tensión  $U_i$ . El sentido de la corriente es opuesto al de la corriente  $I_D$ .

Por tanto cuando un semiconductor tipo p-n está sometido a la radiación solar y a una diferencia de tensión  $U_2$ , la corriente producida es:

$$I = I_F - I_D$$

Su circuito equivalente es:

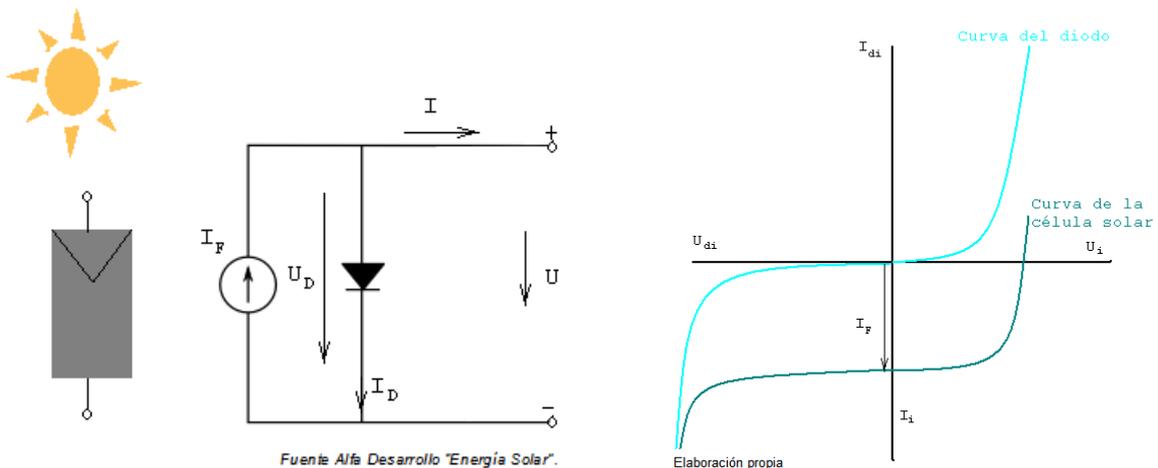


Figura 14. Circuito equivalente y curva de la célula solar [22]

## 1.2. CELULA SOLAR

Una célula solar clásica se compone de una oblea de silicio dopado de dos formas diferentes. La capa sobre la que incide la radiación solar es la dopada con el fósforo y la capa posterior con el boro.

Para extraer la corriente generada en la célula solar hay que colocar unos electrodos metálicos en las caras de la célula, mediante la serigrafía. La capa posterior se cubre con una capa muy fina de aluminio o pasta de plata. La cara anterior debe ser lo más transparente posible por ello los contactos se colocan en forma de una red muy fina con estructura de árbol. Para reducir la reflexión de la radiación se imprime sobre la cara delantera una capa de nitrato de silicio o de dióxido de titanio.

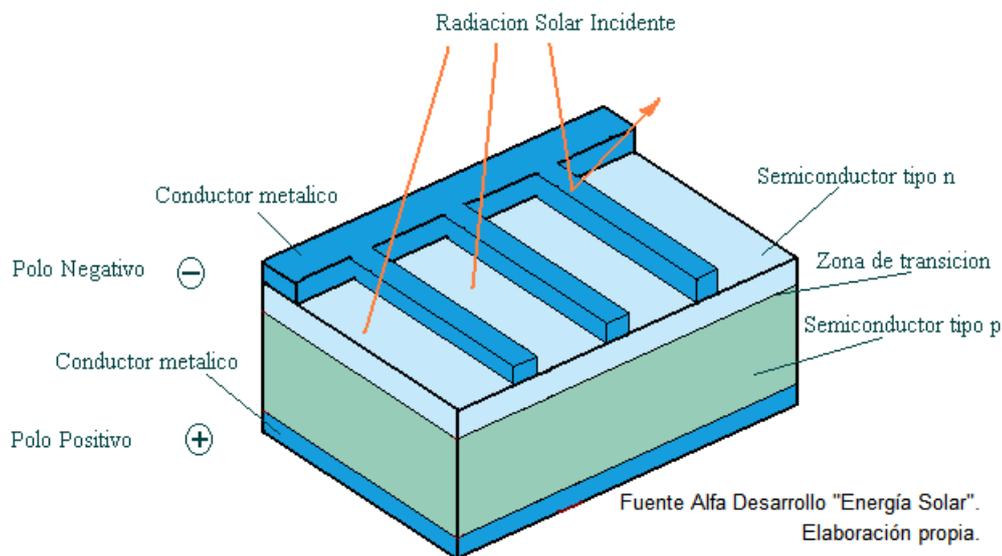


Figura 15. Célula solar [22]

En la célula se producen pérdidas debidas a la recombinación de los electrones, a la reflexión de parte de la irradiancia incidente, por sombreado de los contactos. De la radiación incidente, la onda corta esta formada por fotones que tiene asociada una energía mucho mayor que la necesaria para romper el enlace de los electrones y por tanto parte de ella se pierde en forma de calor, y la de la onda larga no es lo suficientemente elevada como para romper el enlace:

Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia.

Perdidas	Radiación solar incidente
-3%	Reflexión y sombreado de los contactos delanteros
-23%	Radiación de onda larga
-32%	Energía parasita de fotones de radiación de onda corta
-8.5%	Recombinación
-20%	Caída de potencial en la zona de transición
-0.5%	Efecto Joule
=13%	Energía eléctrica útil

Tabla 25. Pérdidas por Radiación solar incidente [22]

## Parámetros característicos y curvas características de las células solares.

Cuando la radiación incide sobre la célula comercial de silicio y no existe nada conectado a la célula, la tensión en bornas de la célula (tensión a circuito abierto) es de unos 0.6V. Si los bornes se cortocircuitan se obtiene la corriente de cortocircuito, que para una célula comercial es de unos 3 A, cuando incide una irradiancia de 100W/m<sup>2</sup>. Para hacer la medición de toda la curva se necesita una resistencia variable (Shunt), un voltímetro y un amperímetro.

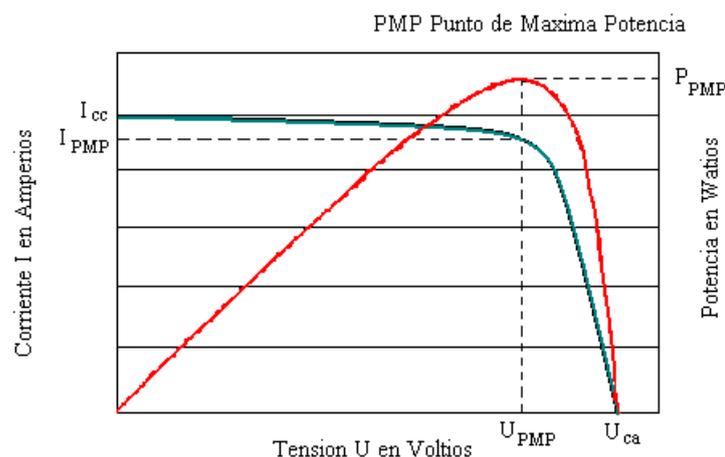
Las condiciones estándar de medida (CEM) están definidas en la norma ICE 60904, se resume en lo siguiente:

Nivel de Irradiancia.  $E = 1000\text{W/m}^2$

Temperatura de la célula de 25° C con una tolerancia de  $\pm 2^\circ$

El espectro de la radiación esta fijado por IEC 60904-3, con una masa de aire AM=1,5

Curva característica:



Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia

Gráfico 46. Curva característica de la célula solar [22]

- Punto de Máxima Potencia, denominado potencia pico. La unidad es el Watio-pico (Wp).
- Corriente de cortocircuito  $I_{cc}$ , es la corriente cuando la tensión a la que se somete la célula es nula. Tiene un valor entre 5 – 15% mayor que la corriente en el punto de máximo potencia. Para clulas comerciales de 10 cm x 10 cm suele ser de 3A.
- Tensión de circuito abierto,  $V_{ca}$ , es la tensión a la cual la célula no produce corriente. El valor en células comerciales es del orden de 0,5 – 0,6V y para células amorfas entre 0,6 y 0,9 V.

### Rendimiento de las células y de los módulos.

Se define como el cociente entre la potencia pico suministrada por la célula y la irradiancia incidente E, por unidad de superficie de la célula A. Se determina mediante:

$$\eta = \frac{P_{PMP}}{A \cdot E} = \frac{FF \cdot U_{ca} \cdot I_{cc}}{A \cdot E}$$

El rendimiento de las células depende de la irradiancia y de la temperatura de la célula. En otras condiciones que no sean estándar se desvía el rendimiento:

$$\eta = \eta_{nominal} - \Delta\eta$$

Con el factor de radiación S, se puede determinar la variación del rendimiento.

$$S = \frac{E}{1000(W / m^2)}$$

En las células cristalinas de silicio la variación del rendimiento con la irradiancia para una temperatura constante, viene dada por:

$$\Delta\eta = -0,4 \cdot \ln(s) \cdot \eta_{nominal}$$

El rendimiento de las células solares disminuye al aumentar la temperatura, ello depende por el material de la célula. En las células de silicio cristalinas para una irradiancia constante se tiene:

$$\Delta\eta = -0,45\% (25^\circ C - T_{nominal}) \cdot \eta_{nominal}$$

### 1.2.1. TIPOS DE CÉLULAS

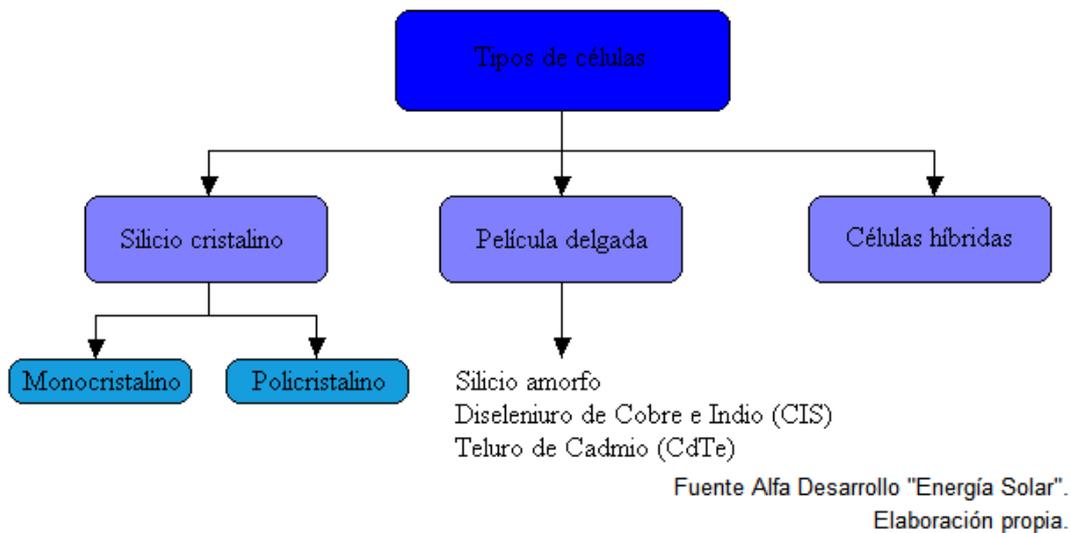


Figura 16. Tipos de células solares [22]

#### Célula de silicio monocrystalino

Al enfriarse, el silicio fundido se solidifica formando solo un único cristal de grandes dimensiones. Luego se corta el cristal en delgadas capas que dan lugar a las células. Estas células generalmente son un azul uniforme.

- Ventajas:
  - Buen rendimiento de 14% al 16%
  - Buena relación Wp/m<sup>2</sup> (aproximadamente 150 Wp/m<sup>2</sup>)
  - Número de fabricantes elevado.
- Inconvenientes:
  - Coste elevado

#### Células de silicio policristalino

Durante el enfriamiento de silicio en un molde se forman varios cristales. La fotocélula es de aspecto azulado, pero no es uniforme, se distinguen diferentes colores creados por los diferentes cristales.

- Ventajas:
  - Células cuadradas (con bordes redondeados en el caso de Si monocrystalino) que permite un mejor funcionamiento en un módulo,
  - Eficiencia de conversión óptima, alrededor de 100 Wp/m<sup>2</sup>, pero un poco menor que en el monocrystalino
  - Lingote más barato de producir que el monocrystalino.
- Inconveniente
  - Bajo rendimiento en condiciones de iluminación baja.

## **Células de silicio amorfo**

El silicio durante su transformación, produce un gas que se proyecta sobre una lámina de vidrio. La celda es gris muy oscuro. Es la célula de las calculadoras y relojes llamados de «solares». Estas células fueron las primeras en ser manufacturadas, ya que se podían emplear los mismos métodos de fabricación de diodos.

- Ventajas:
  - Funciona con una luz difusa baja (incluso en días nublados),
  - Un poco menos costosa que otras tecnologías,
  - Integración sobre soporte flexible o rígido.
- Inconvenientes:
  - Rendimiento a pleno sol bajo, del 5% al 7%,
  - Rendimiento decreciente con el tiempo (en torno al 7%)

## **Células híbridas**

Apilamiento monolítico de dos células individuales. Mediante la combinación de dos células (capa delgada de silicio amorfo sobre silicio cristalino, por ejemplo) que absorben en el espectro al mismo tiempo se solapan, mejorando el rendimiento en comparación con las células individuales separadas, sean amorfas, cristalinas o microcristalinas.

- Ventajas: Alta sensibilidad en un amplio rango de longitudes de onda. Excelente rendimiento.
- Desventaja: El costo es alto debido a la superposición de dos células.

### 1.3. COMPONENTES DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Existen fundamentalmente dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica: instalaciones aisladas y centrales de generación conectadas a la red eléctrica.

- Sistemas aislados de energía solar fotovoltaica, gracias a esta tecnología podemos disponer de electricidad en lugares alejados de la red de distribución eléctrica.

Los sistemas aislados se componen principalmente de: paneles solares para captar la energía solar, una posible estructura que les da soporte, un cableado que permite la transferencia de la energía, unas protecciones de corriente continua, un regulador de carga, las baterías para el almacenamiento de la energía eléctrica, un inversor que pueda transformar la electricidad continua en alterna, y los circuitos de protección de alterna correspondientes.

- Sistemas fotovoltaicos conectados a red, esta aplicación consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectarla directamente a la red de distribución eléctrica.

Los sistemas conectados a la red eléctrica se componen principalmente de: paneles solares, una estructura de soporte, su correspondiente cableado, unas protecciones de corriente continua, cajas de conexión donde se agrupan los ramales de paneles proporcionando la tensión e intensidad óptimas para el funcionamiento del inversor, un inversor que transforma la electricidad a alterna en las condiciones que demanda la propia red eléctrica, y un contador bidireccional.

Este tipo de centrales fotovoltaicas pueden ir desde pequeñas instalaciones de 1 a 5 kwp en tejado, instalaciones de cientos de kwp sobre cubiertas de naves industriales o en suelo, e incluso plantas de varios megawattios.

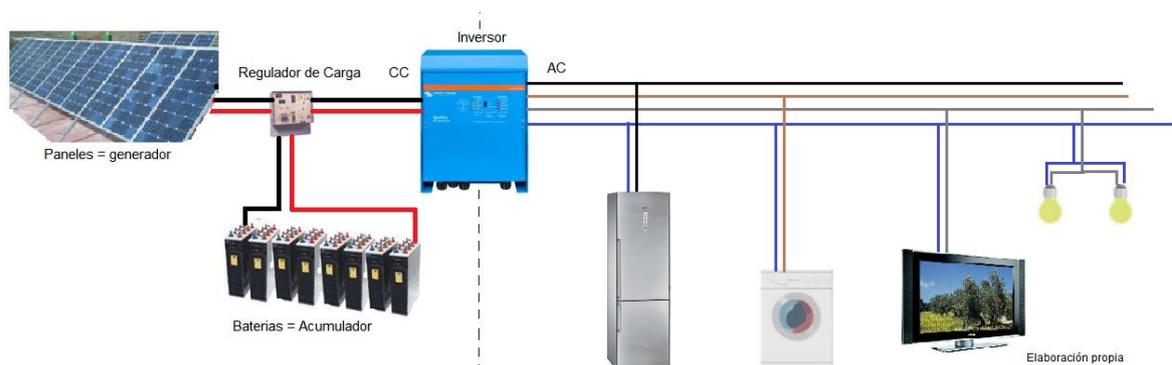
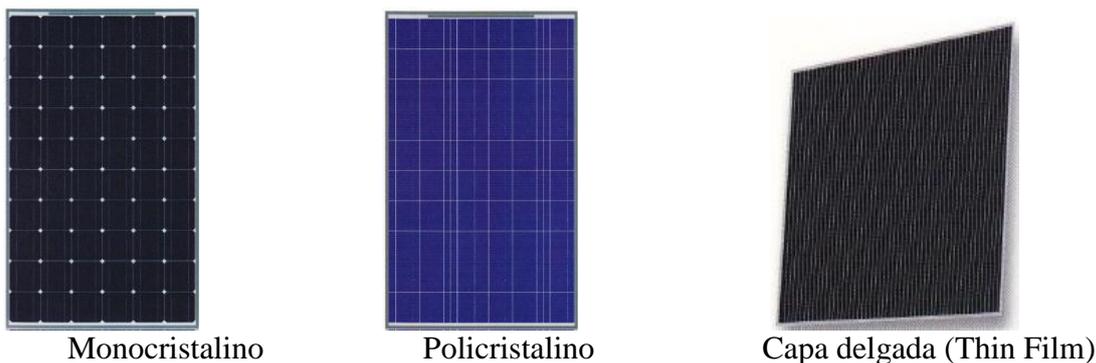


Figura 17. Instalación fotovoltaica aislada

### 1.3.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Un módulo lo forman asociaciones de células. Al conectar en serie las células se suman las tensiones de cada célula y se mantiene la corriente, mientras que al conectar las células en paralelo, se suman las corrientes de cada una de ellas y se mantiene la tensión.

En los módulos de silicio cristalino, las células se conectan entre sí, después de producidas, de forma independiente. En los módulos de película delgada la interconexión de las células se realiza en el proceso de elaboración de las células, y se consigue mediante separación de las diferentes capas de la célula.



*Fuente Catálogos de fabricantes. Elaboración propia  
Figura 18. Tipos de Módulos fotovoltaicos*

Las células una vez conectadas, se encapsulan para protegerlas en la intemperie. Por la parte frontal se emplea vidrio, aunque en ocasiones es posible emplear vidrios acrílicos (metacrilato), lacas o láminas de plástico, con algún material intermedio, normalmente EVA (Etil-Vinil-Acetato), teflón o resina. Estos materiales deben ser muy transparentes para permitir el paso de la mayor cantidad de radiación solar incidente. Por ello, los materiales en las caras frontales son vidrios con bajo contenido en óxido de hierro, los cuales dejan pasar en torno al 91% de la radiación solar.

Para soportar las altas tensiones térmicas por las grandes diferencias de temperatura a las que se exponen, los vidrios se templan. Tras un tratamiento adicional antirreflectante mediante procesos de cauterización o mediante una capa de inmersión, alcanzan una transparencia del 96%. Con vidrios estándares la energía producida por un módulo disminuirá en más de un 4% que con los vidrios específicos, llamados vidrios solares.

En la parte posterior, se suelen emplear un polímero opaco denominado tedlar, aunque en ocasiones se utilizan vidrios templados, láminas de plástico o metálicas.

La salida de las conexiones eléctricas se realiza por un conector en la parte posterior. La posibilidad de sacar los cables por el frontal o lateral es menos común. Estas conexiones deben tener un grado de aislamiento mínimo de IP65 y tener una protección de clase II. Los marcos laterales, de aluminio o acero inoxidable.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

### **Parámetros de los módulos<sup>112</sup>.**

Los parámetros eléctricos de los módulos fotovoltaicos los proporciona el fabricante, referidas a unas condiciones climáticas de referencia CEM o STC ( $1000\text{W}/\text{m}^2$  y  $25^\circ\text{C}$ ). El fabricante proporciona la Corriente de Cortocircuito ( $I_{cc}$ ), la tensión de circuito abierto ( $V_{ca}$ ), la potencia de pico ( $P_{PMP}$ ), y la tolerancia. Además de la curva característica, se suele suministrar otras curvas para distintos niveles de irradiancia incidente y de temperatura de módulo.

Para conocer como influye la temperatura en el funcionamiento el módulo, el fabricante suministra la temperatura nominal de funcionamiento de las células (TONC). Este valor es la temperatura que alcanza el módulo cuando incide una irradiancia de  $800\text{W}/\text{m}^2$  con una temperatura ambiente de  $20^\circ\text{C}$  y una velocidad del viento de  $1\text{ m/s}$ . Además el fabricante, proporciona los coeficientes de variación de la corriente y de la tensión del módulo con la temperatura.

En el dimensionado de instalaciones fotovoltaicas se tiene que tener muy en cuenta las tensiones máximas y mínimas que se producen a la salida del generador fotovoltaico cuando su temperatura es la mínima y a la máxima para que los equipos que estén conectados al generador funcionen correctamente.

Las condiciones climáticas son variables. Cuando existen elevados niveles de irradiancia, la temperatura ambiente es mayor. Al aumentar la temperatura de módulo, se reduce la tensión de circuito abierto y la tensión de máxima potencia, mientras que la corriente permanece constante. Por tanto, se debe procurar que sobre el módulo incida la mayor irradiancia posible y que su temperatura sea mínima. Esto se consigue con una buena selección de la inclinación, orientación y tipo de montaje.

### **Efecto de punto caliente.**

Un sombreado parcial (una mancha, una hoja, etc.) sobre una célula del módulo provoca que esa célula no produzca corriente sino que consuma la corriente que producen el resto de células (sentido inverso de circulación de corriente). La corriente generada por las células iluminadas es impulsada a través de la célula tapada, generando calor. Cuando dicha corriente es lo suficientemente alta se deteriora la célula y se origina el efecto de punto caliente. Como la máxima corriente que puede circular es la de cortocircuito, se rompe la célula y por tanto el módulo.

Para evitar la rotura de las células por paso de corriente en sentido inverso, se colocan diodos bypass en paralelo a una agrupación de células. El diodo evita que alcance la tensión de corte en la célula en la dirección de bloqueo. Este conjunto de diodos minimiza las pérdidas, y se colocan en la caja de conexiones de los módulos.

---

<sup>112</sup> En el Anexo 3 se tienen fichas técnicas de distintos módulos donde ver las características que proporcionan.

## **Conexión de los módulos**

Los módulos se asocian en serie o en paralelo formando un generador fotovoltaico. La asociación en serie de los módulos se simboliza por un ramal. La asociación en paralelo de distintos ramales nos proporciona alcanzar la intensidad requerida por el inversor para su óptimo funcionamiento.

Para reducir las pérdidas debidas a la dispersión de los parámetros eléctricos de los diferentes módulos, se deben utilizar módulos de curvas características iguales. Tampoco deben darse diferentes inclinaciones, pues modifica la irradiancia absorbida.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos, estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

## **Clasificación de los módulos**

Según tipos de células:

- monocristalino
- policristalino
- película delgada (amorfos CdTe o CIS)

Según material de encapsulado:

- de teflón
- de resina

Según material de soporte:

- en capas
- de capas de cristal
- de capas metálicas
- acrílico
- de cristal doble

Según forma del marco:

- Enmarcado
- Sin marco

Según funciones adicionales de fabricación específicas:

- Con capa de cristal de seguridad
- Con cristal de unión de seguridad
- De cristal aislante
- Con cristal aislante autorresistente
- Con cristal aislante en niveles
- De cristal de unión multicapas

### **1.3.2. INVERSOR<sup>113</sup>**

Dispositivo electrónico de potencia cuya función es transformar la corriente continua en alterna, además de ajustarla en frecuencia y en tensión eficaz para su consumo. Se basan en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad.

La etapa de potencia presenta una configuración en puente monofásico, utilizando como semiconductores de potencia transistores MOSFET o IGBTs.

La tensión generada por el inversor es senoidal y se obtiene mediante la técnica de modulación de ancho de pulsos. Un microcontrolador determina el tipo de onda que se genera a partir de una tabla de valores disponibles en la memoria auxiliar del sistema.

Para conseguir el mejor rendimiento de la instalación, el sistema de control de los inversores trabaja detectando el punto de máxima potencia de la característica tensión-corriente de los paneles fotovoltaicos.

En los casos donde el inversor está conectado a la red eléctrica, el sincronismo con esta es un aspecto muy importante en el funcionamiento del inversor. El control principal lo trata de forma prioritaria, realizando un seguimiento muy sensible (10ms) a cualquier cambio en la red. El control de la red se realiza mediante un circuito analógico, que permite ajustes del sistema, mediciones de tensión, corriente y factor de potencia.

#### **Situaciones que provocan la parada del inversor**

- Fallo de la red eléctrica. El inversor se encuentra en circuito abierto y se desconecta por completo a la espera que se restablezca la tensión.
- Tensión fuera de rango. Tanto si es superior como si es inferior el inversor detiene su funcionamiento.
- Islanding. Cuando la red eléctrica cae y el sistema fotovoltaico continua alimentando las cargas.
- Frecuencia fuera de límites. El inversor interrumpe su actividad al tratarse de un fallo en la red eléctrica.
- Temperatura elevada. El inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección. En caso que la temperatura aumente, el inversor reduce su potencia de trabajo para no superar los 75°C. En caso de llegar a los 80 °C se detiene el funcionamiento.
- Tensión del generador fotovoltaico baja, siempre que no llega suficiente tensión para arrancar (periodos nocturnos)

---

<sup>113</sup> En el Anexo 3 se tienen fichas técnicas de distintos inversores donde ver las características que proporcionan

- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente. Cuando se tiene la tensión adecuada se arranca el inversor pero si la corriente no llega al valor mínimo, lo vuelve a detener.
- Fallo de aislamiento. Antes de cada conexión el inversor comprueba que la instalación fotovoltaica no tiene un posible cortocircuito o fallo de aislamiento.
- Mensaje de corriente de defecto. Cuando se presenta una corriente de defecto en el sistema fotovoltaico. El contacto a tierra se vigila en el lado CA y en el lado de CC.
- Separación galvánica integrada. Los inversores de modulación de ancho de pulso de alto voltaje no utilizan transformadores. En España la separación galvánica es obligatoria, por tanto es necesario añadir un dispositivo de aislamiento galvánico.

### Eficiencia instantánea del inversor.

La potencia que se obtiene a la salida del inversor es diferente a la potencia que suministra la fuente (sol), por las características de los módulos y las propias del inversor.

Por tanto para definir la eficiencia instantánea del inverso la obtenemos con la relación entre la potencia que suministra el generador fotovoltaico y la salida del inversor.

$$\eta = \frac{P}{P + k_0 + k_1 P + k_2 P^2}$$

donde:

$$P = P_{AC}/P_{IMAX}$$

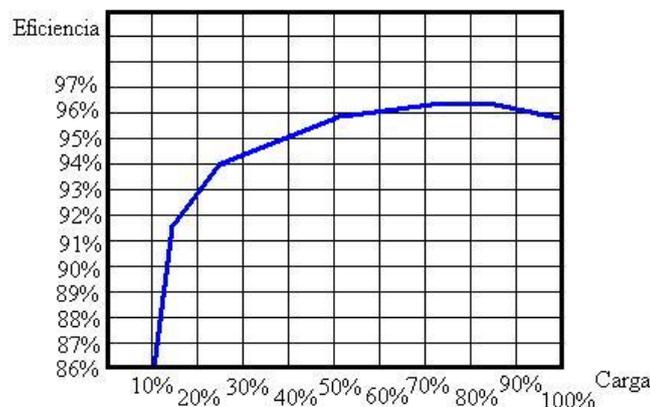
$k_0 = P_{vacio} / P_{IMAX}$ , pérdidas de autoconsumo independientes de la potencia de operación  
 $k_1$ , pérdidas linealmente dependientes de la potencia de operación (diodos, conmutación, etc.)

$k_2$ , pérdidas que dependen cuadráticamente de la potencia de operación (cables, bobinas, resistencias, etc.)

Podemos definir la potencia de salida normalizada con respecto de su valor máximo:

$$P_0 = P_{salida} / P_{max,sal}$$

En cualquier caso obtenemos:



Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia

Gráfico 47. Eficiencia del inversor [22]

## **Eurorendimiento.**

Indicador de la calidad energética de un inversor. Para comparar los diferentes inversores en relación a su rendimiento de manera sencilla se introduce este concepto. Es un rendimiento dinámico referente a una climatología europea ponderada.

La llamada eficiencia europea es un valor que se calcula combinando los valores de eficiencia correspondientes a algunos valores concretos de la potencia de salida del inversor. Originalmente fue propuesto como:

$$\eta_{\text{EUR}} = 0.03 \eta_5 + 0.06 \eta_{10} + 0.13 \eta_{20} + 0.1 \eta_{30} + 0.48 \eta_{50} + 0.2 \eta_{100}$$

Esta ecuación se puede simplificar:

$$\eta_{\text{EUR}} = 0.2 \eta_{10} + 0.6 \eta_{50} + 0.2 \eta_{100}$$

## **Calidad de suministro. Fiabilidad**

Tan importante es un buen aprovechamiento de la energía disponible por parte del inversor, elevada eficiencia instantánea, como asegurar que la potencia entregada a la red cumpla unos requisitos mínimos de calidad. Esta característica puede comprobarse por:

- El contenido en armónicos de la corriente de salida, especificado individualmente para cada armónico. La Distorsión Armónica Total (THD). Ambos son indicativos de en que medida se asemeja la forma de onda de la corriente continua a una senoide ideal de frecuencia fija (50Hz).
- El Factor de Potencia, también conocido como coseno de phi, que cuantifica el desfase entre las ondas de tensión y corriente inyectada en la red

## Conexión a red



Fuente Catálogo SolarMax.

Figura 19. Inversores de conexión a red [23]

Según el principio de funcionamiento se clasifican en guiados por la red o autoguiados.

Suelen desempeñar las siguientes funciones:

- Transformación de la corriente y tensión continua en una corriente y tensión alterna de acuerdo con las condiciones de la red
- Ajuste del punto de trabajo del inversor al punto de máxima potencia del generador fotovoltaico.
- Recogida de datos y señalización.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- Entregar potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia un 10% superior a las CEM.
- Soportar picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10s.
- Valores de eficiencia de la potencia de salida nominal 25% y 100%, superiores al 85% y 88% respectivamente, para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90% al 92%, para inversores mayores de 5 kW.
- Autoconsumo del inversor en modo nocturno inferior al 0,5% de potencia nominal.
- El factor de la potencia generada superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles.
- Garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

## Inversores aislados



Fuente Catálogo AKO DIEHL

Figura 20. Inversores instalación aislada [24]

En una instalación fotovoltaica aislada la energía se almacena en las baterías y/o alimentar directamente consumos en corriente continua. En el caso de conectar aparatos que funcionen en corriente alterna hace falta instalar un inversor. Este debe cumplir:

- Posibilidad de suministrar una corriente alterna a tensión y frecuencia estable.
- Buen rendimiento de transformación en el rango de potencias menores a la nominal
- Autoprotección contra sobrecargas, cortocircuitos y cambios de polaridad
- Arranque automático con bajo consumo en stand-by
- Compatibilidad electromagnética
- Poca existencia de armónicos superiores.

### 1.3.3. ACUMULADOR

Es imprescindible disponer de algún tipo de almacenamiento energético intermedio que permita ajustar la oferta a la demanda energética. En el mercado no existe una batería óptima para cualquier aplicación. Existen muchos tipos de baterías que se clasifican en baterías de arranque de tracción y las estacionarias.

Las baterías más adecuadas para las instalaciones fotovoltaicas son las estacionarias, y dentro de ellas las de plomo. Estas tienen una relación de coste y prestaciones mejor.

Las baterías de plomo se componen de vasos de 2V conectados en serie. Cuando se requiere una capacidad pequeña, los vasos se venden conectados en serie formando un único bloque (monoblock). Sin embargo, en instalaciones fotovoltaicas normalmente se requiere mayor capacidad y por ello se venden en vasos de forma individual.

La duración de la batería se define como el tiempo durante el cual la capacidad se mantenga por encima del 80% de su capacidad original. A partir de ese tiempo la batería puede seguir utilizándose, pero la capacidad disponible disminuye continuamente y aumenta el riesgo de fallos repentinos, especialmente por un cortocircuito.

#### Tipos de baterías de plomo.

- Con placas de rejilla con electrolitos líquidos



Este tipo de baterías es similar a las de arranque (automoción) pero modificadas. Tanto el electrodo positivo como el negativo son placas de rejilla. Como el material activo se puede colocar sobre la rejilla de forma sencilla los costes de fabricación suelen ser menores que los de otros tipos.

Este tipo de baterías tiene unas placas más resistentes ya que se refuerzan con antimonio. Además el electrolito contiene una menor cantidad de ácido con lo que se reduce la autocorrosión.

La capacidad de una batería no sólo depende de la corriente con la que se descarga sino también de la temperatura. Con una disminución de la temperatura se disminuye la capacidad y al aumentar la temperatura la capacidad aumenta.

- Batería de gel



Sustituye el ácido sulfúrico por un gel. Las principales ventajas son:

- Ninguna estratificación del electrolito, baja sulfatación
- Alta resistencia a los ciclos
- No hay gasificación, con ello requiere una baja ventilación.
- Carcasa hermética, independencia con la ubicación
- Libre de mantenimiento, durante su vida no debe rellenarse ningún electrolito.

Su principal inconveniente es el rendimiento de carga de la batería mediante módulos fotovoltaicos es muy bajo ya que se necesita una corriente de carga muy estabilizada.

- De placa positiva tubular



Dentro de este tipo existen las OpzS con electrolitos líquidos y separadores especiales y OpzV con gel como electrolito.

La placa positiva tubular está constituida por barras de plomo sobre las cuales está el material activo que permite la reacción química con una cubierta de protección que las protege de las impurezas exteriores. Son muy estables por lo que tienen una elevada durabilidad.

- En bloque con placas de varillas



Es una mezcla entre las placas de rejillas y las placas tubulares. Tienen un electrolito líquido. Las varillas están envueltas por el material activo y todo el conjunto está bajo la cubierta de protección.

## Características de las baterías

### - Carga y descarga

Durante el proceso de carga, en el ánodo se forma óxido de plomo mientras que en el cátodo se obtiene plomo puro y el electrolito ácido sulfúrico. En la descarga, se forma sulfato plúmbico en los dos electrodos, el ácido sulfúrico necesario para la formación de esta sal se toma del electrolito.

Las placas están construidas con pasta de plomo. La cantidad de la pasta determina la capacidad, así como la profundidad de descarga a la que se puede someter la batería.

Cada vez que se descarga la batería, esta pasta, al irse desprendiendo, pierde volumen. Por este motivo, si la batería va a someterse a grandes descargas las placas deben ser gruesas y construidas con pasta de plomo de alta densidad. Esto puede paliarse en parte utilizando más cantidad de electrolito, teniéndose cuidado de que no exista evaporación de agua que provocaría concentraciones mayores de ácido que podrían dañar la batería.

### - Capacidad

Es la cantidad de amperios-hora, que se puede obtener de la batería, si se descarga a corriente constante durante un tiempo. La capacidad nominal se determina a partir del producto de la corriente constante de descarga y el tiempo de descarga.

$$C_m = I_n \cdot t_n$$

La capacidad nominal es función fundamentalmente de la geometría y de la temperatura, de la tensión límite de descarga y de la corriente de descarga. Si se extrae la corriente en valores pequeños se produce una lenta deposición de azufre en las placas y la energía que se puede obtener es mayor que si se extrae la corriente con valores elevados. A medida que se descarga más rápidamente los Ah que puede suministrar son menores.

### - Tensión

La tensión nominal de una batería de plomo es de 2V por vaso. Varía en función del estado de carga de la batería. Para que tenga una durabilidad aceptable se deben evitar las descargas profundas y las sobrecargas. Por este motivo, en toda batería existe una tensión máxima de carga y una tensión mínima de descarga.

### - Profundidad de descarga

Se denomina profundidad de descarga al valor de la carga, en % respecto a la carga total, que se ha sacado del acumulador en una descarga.

Se consideran dos tipos de baterías de plomo-ácido:

- Las de descarga superficial (descarga rutinaria entre 10-15%, esporádica 40-50%). Generalmente de placas planas de Pb con aleación de Sb, Ca o una mezcla de ellos.
- Las de descarga profunda (descarga 20-25% diaria, permite hasta un 80%). En las placas tanto el positivo como el negativo son rejillas empastadas, pero la placa positiva está envuelta con placas de cristal esterado para retener la pasta de material activo que cae de la rejilla durante el ciclo de carga-descarga.

- Temperatura

La tensión límite de carga de una batería a 20° C es de unos 2.3-2.35V por vaso. Para temperaturas mayores, disminuye y para temperaturas menores, aumenta.

- Estado de carga de la batería

Indica la capacidad, en % respecto a su valor nominal, disponible en la batería.

En baterías con electrolitos líquidos se puede conocer la capacidad disponible midiendo la densidad del electrolito con un densímetro. Se debe comprobar previamente que el electrolito no esté estratificado y que la densidad sea homogénea.

*Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia.*

Densidad del electrolito (g/cm <sup>3</sup> )	Tensión de reposo (V)	Estado de carga
1,10	1,96	0%
1,13	1,99	20%
1,16	2,01	40%
1,20	2,05	60%
1,24	2,08	80%
1,28	2,12	100%

Tabla 26. Estado de carga de un vaso con su tensión y con la densidad del electrolito [22]

Otra forma, menos fiable, consiste en medir la tensión en reposo de la batería, pues existe una relación entre el estado de carga y la tensión de la batería.

En una batería en reposo se producen reacciones químicas internas que hacen que se vaya descargando con el tiempo. Esta autodescarga no debe ser mayor al 3% mensual.

- Eficiencia de la batería

Como factor de carga se entiende a la relación entre los amperio-hora que entran de la batería y los amperio-hora que salen. Idealmente debe ser 1 pero debido a las pérdidas de transformación en la práctica este factor varía entre 1.02 y 1.2.

El valor inverso al factor de carga es el rendimiento farádico que varía entre el 0.83 y 0.98.

Otro parámetro es el rendimiento energético de la batería que se define como la relación entre la energía obtenida de la batería y la energía que entra en la batería, ambos expresados en Watío-hora. Para baterías nuevas oscila entre 0.7 y 0.85.

- Efecto del envejecimiento.

En la batería se producen diferentes procesos reversibles e irreversibles de envejecimiento que se resumen en los siguientes:

- La estratificación del electrolito (reversible)
- Sulfatación (irreversible)
- Corrosión (irreversible)
- Enlodamiento (irreversible)
- Secado (reversible)

## **Criterios de elección**

La elección del tipo de batería depende de varios factores: temperatura ambiente, tiempo anual estimado de funcionamiento, régimen de descarga, ciclos por semana, costes, posibilidades de ubicación, posibilidades de mantenimiento y la exigencia de una garantía.

Las características que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar una batería específica para una instalación fotovoltaica son las siguientes:

- Alta relación calidad-precio-capacidad
- Capacidad inicial superior al 90% de la capacidad nominal
- Para una adecuada recarga, la capacidad nominal del acumulador no debe exceder en 25 veces la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico.
- Bajo requerimiento de mantenimiento
- Elevada vida útil. superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.
- Baja autodescarga y alto rendimiento energético. A 20°C no exceda el 6% por mes.
- Carga con bajas corrientes
- Alta densidad energética
- Posibilidad de reciclado

Ningún tipo de batería cumple con los requisitos mencionados de forma idéntica. En cada aplicación y modo de funcionamiento requerido se debe cuantificar y valorar cuales son las características más importantes.

Para instalaciones que están en uso todo el año, se recomienda el uso de baterías estacionarias de placa positiva tubular del tipo OpzS. Sólo cuando no es posible la ventilación y no se puede hacer ningún tipo de mantenimiento se recomienda las del tipo OpzV.

## **Medidas de mantenimiento y protecciones**

Con el fin de alargar la vida útil y garantizar la seguridad se debe realizar una revisión a fondo cada 6 meses de la sala de baterías. Los trabajos de mantenimiento consisten en:

- Limpieza de la superficie de las baterías, para evitar cortocircuitos.
- Control de las uniones de los vasos.
- Control de los niveles de electrolito.
- Medida de las tensiones de los vasos y del conjunto y de la densidad del electrolito en todos los vasos, estando la batería en reposo.
- Carga total intensiva hasta una tensión de 2,4V por vaso, manteniendo la gasificación durante varias horas, con lo que homogeneizar el electrolito (no hacer en baterías de Gel).

Otro aspecto importante es el diseño de la sala de baterías. Algunas recomendaciones son:

- Consultar con el proveedor los requisitos de las baterías
- Señalización de la sala de baterías, riesgo eléctrico, riesgo de explosión y de corrosión, prohibido fumar...
- Procurar que esté lo más cerca posible del campo de módulos solares y equipos acondicionadores de potencia.
- Instalar de forma que sea fácil realizar el mantenimiento.
- Aislar las estructuras soporte de las baterías.
- Procurar que sean inaccesibles simultáneamente los dos bornes. Este aspecto es importante cuando las tensiones de trabajo superan los 60 V. En estos casos la distancia entre los bornes positivo y negativo de mayor diferencia de potencial será como mínimo 1,5m.
- Aislar mediante fundas de elementos no conductores los bornes positivo y negativo de todos los vasos que constituyen la batería.
- Las baterías deben estar separadas unas de otras, al menos 10mm.
- Las hileras de baterías accesibles al menos por un lado.
- Iluminar la sala con lámparas fluorescentes o halógenas.
- Las superficies de las paredes lisas
- El suelo llano y resistente al electrolito
- No se requieren necesariamente ventanas. Si existen, se deben impedir que las baterías reciban radiación solar sobre ellas.
- Proteger las batería con sistemas de protección contra sobrecargas o cortocircuitos desconectando simultáneamente ambos polos
- El ancho de los pasillos será una vez y media el ancho de los vasos, y como mínimo 500mm. Se recomienda 700mm.
- La distancia entre la pared y la batería al menos de 500mm.
- La puerta de entrada con apertura hacia fuera, con un ancho mínimo de 1m.
- Asegurar en salas con baterías de más de 500Ah que, en caso de derrame del electrolito, éste no pase a otras salas anexas.
- La sala de baterías será de uso exclusivo para este fin.
- Usar extintores de clase C.

### 1.3.4. REGULADOR DE CARGA

Dispositivo que protege a la batería de sobrecargas y sobredescargas profundas. Controla contantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga con el fin de alargar su vida útil. Además, genera alarmas en función del estado de la carga.

Las protecciones típicas que realiza son:

- Sobredescarga temporizada en consumo.
- Sobretensiones en paneles, baterías y consumo
- Desconexión de baterías.

Cuando los niveles de irradiancia son nulos, la tensión del generador disminuye, de manera que la batería se descarga a través del generador. Para evitar esto, se coloca un diodo a contracorriente integrado en el regulador.

Parámetros a calcular, dimensionamiento:

- $V_{\text{nominal}}$ . Tensión del sistema.
- $I_{\text{regulador}}$ . La nominal del regulador, ha de ser menor que la Intensidad recibida del campo de paneles fotovoltaicos.
- $I_{\text{máx}}$  de carga (de generación). Máxima intensidad del generador capaz de admitir
- $I_{\text{máx}}$  de consumo.
- $V_{\text{final}}$  de carga. Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador y la batería, o reduce la corriente media entregada por el generador (flotación).
- La tensión de desconexión de la carga debe elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida.
- La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1%
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.
- Permite sobrecargas controladas evitando la estratificación del electrolito.
- Los reguladores estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- Se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultanea:
  - $I_{\text{generador}} = 1,25 \times I_{\text{cortocircuito}}$  del generador fotovoltaico en CEM.
  - $I_{\text{consumo}} = 1,25 \times I_{\text{máxima\_carga}}$ .
- Debe estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador. Además debería asegurar la protección de las cargas conectadas.
- Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador, han de ser inferiores al 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW. Estos valores se especifican para:
  - Corriente nula en la línea de consumo
  - $I_{\text{generador-acumulador}} = I_{\text{máxima\_regulador}}$ .
- Las pérdidas diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3% del consumo diario de energía.

- Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estar temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

Se puede optar por varios reguladores en paralelo o por controlar la descarga desde el inversor, encargándose el regulador sólo de la carga.

- Regulador Serie.

Interrumpe mediante un relé (o un semiconductor) de potencia la corriente entre el módulo y la batería cuando se alcanza la tensión límite de carga y se vuelve a conectar cuando disminuye la tensión en la batería.

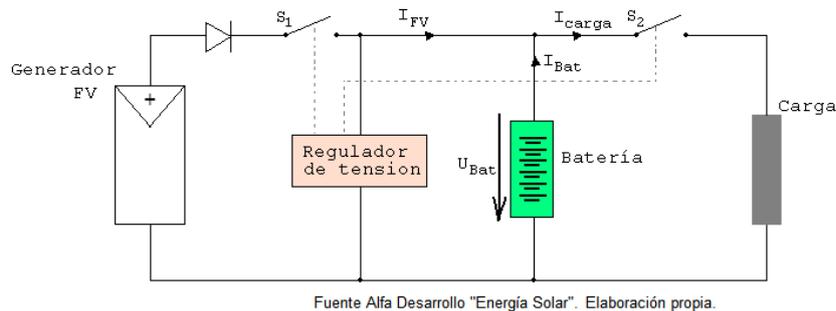


Figura 21. Esquema de conexión serie de un regulador [22]

- Regulador Shunt (paralelo).

En lugar de interrumpir, deriva la corriente. Sólo deja pasar una cantidad de corriente que evite la autodescarga. La corriente de cortocircuito se puede consumir en los módulos sin problema (únicamente provoca un calentamiento adicional. Para las baterías este control es mejor que el del regulador en serie.

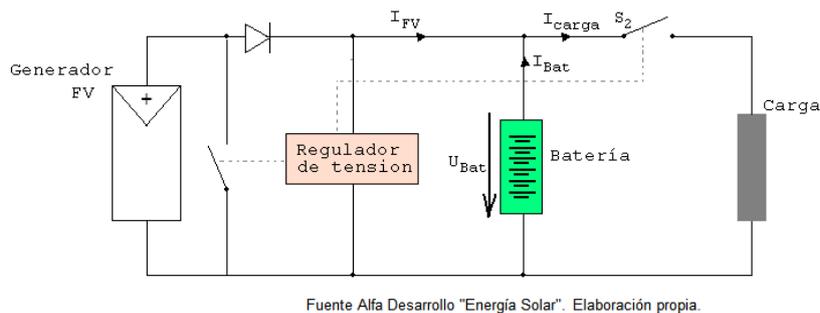


Figura 22. Esquema de conexión paralelo de un regulador [22]

La protección sobre descargas profundas se realiza con relés que cortan la corriente procedente de la batería para que no se siga descargando.

Es conveniente que un poco antes de alcanzarse el punto de desconexión se avise mediante una alarma de que la corriente se va a cortar.

El bastidor metálico del regulador se debe conectar a tierra siempre, mediante un cable de cobre conectado a un electrodo de toma de tierra.

### 1.3.5. CABLEADO

Normalmente se distinguen entre los cables para interconectar módulos, para interconectar ramales, la salida del generador, la interconexión batería regulador, inversor-batería o inversor generador, todos en corriente continua y los cables para la salida del inversor en corriente alterna.

Lo que se usa más frecuentemente son los conductores de doble aislamiento. Valores de temperatura superiores a 90°C son frecuentes en instalaciones sobre tejado. Los cables tipo RV-K o RZI-K están diseñados para temperaturas máximas de 90°C en el conductor y ambientes sensiblemente inferiores. Siempre utilizar cables libres de halógenos.

En los conectores de los módulos se pueden usar cables con una sección desde 1,5 mm<sup>2</sup> hasta un máximo de 6mm<sup>2</sup>.

En cables 0,6/1 kV, la norma UNE 20435 define los valores nominales en corriente alterna asignados a cables a partir de 1kV.

En cables 450/750 V, la norma UNE21176 recoge las condiciones límite de tensión para las que han sido diseñados los cables armonizados hasta 450/750V, cables de uso más común.

En un sistema de corriente continua, la tensión del sistema no debe sobrepasar 1,5 veces la tensión asignada al cable. Mientras que la tensión en servicio de alterna puede exceder permanentemente el 10%.

La ITC-37 del REBT dice que para instalaciones de tensión nominal superior a 500V de valor eficaz o 750 V de valor medio aritmético en corriente continua los cables deben tener una tensión nominal no inferior a 0,6/1 kV.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Todos los terminales de los cables deben permitir una conexión segura y mecánicamente fuerte. Deben tener una resistencia interna pequeña, que no permita caídas de tensión superiores al 0,5 % del voltaje nominal.

### **1.3.6. CAJA DE CONEXIONES.**

Cuando el generador fotovoltaico tiene un gran número de módulos, las salidas procedentes de cada uno de los subcampos del generador se conectan a una caja de conexiones general común. En esta caja de conexiones están las bornas de conexión, los fusibles o diodos de bloqueo, un punto de puesta a tierra. En algunas ocasiones también pueden ser instalados dispositivos de control de defecto de aislamiento y/o varistores.

El sistema de supervisión electrónica de rangos supervisa la corriente de cada uno de los rangos. Este sistema detecta desviaciones de las corrientes de rango, enviando mensajes de alarma a través del sistema de comunicación en caso que el rendimiento de los rangos sea insuficiente.

También se suele conectar en esta misma caja un interruptor general que permita desconectar la salida del generador fotovoltaico.

Esta caja de conexiones debe ser resistente a las condiciones climáticas donde vaya a estar situada. En caso de ser exterior, debe tener un grado de protección mínima IP64, así como un aislamiento clase II, con una clara separación y distinción entre el polo positivo y el negativo.

### **1.3.7. INTERRUPTOR DE CONTINUA**

Relé de estado sólido. En los voltajes de 48V, se crean arcos voltaicos en las sucesivas aperturas de los relés que degradan rápidamente sus contactos, efecto que es más potente en corriente continua. La aparición de relés de estado sólido contruidos con semiconductores de potencia MOSCU (transistores de efecto de chispas que deterioren los contactos, asegurando una fiabilidad altísima y absolutamente silenciosa.

El interruptor de estado sólido tiene, en la parte de potencia, una borna de positivo de entrada y una borna de positivo de salida, siendo el negativo común. En la parte de control dos entradas: una, que activa la transferencia de potencia de entrada a salida (estado 'on') y la otra para interrumpirla y a la vez cortocircuitar las bornas de entrada de potencia (estado 'corto'. En definitiva el dispositivo se comporta como un biestable con los dos estados descritos, conmutando a uno u otro al recibir un pulso a través de la entrada de control correspondiente. Un diodo aísla la salida del cortocircuito de la entrada en el estado corto.

### 1.3.8. PROTECCIONES

Se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Las tres protecciones, que son necesarias en toda instalación eléctrica, son las usadas para proteger frente a sobrecorrientes, sobretensiones y electrocución.

#### **Instalaciones fotovoltaicas aisladas.**

Estas instalaciones presentan una configuración eléctrica diferente de las conectadas a red. Por ello, a la hora de diseñar las protecciones no se realiza de la misma manera y la normativa a utilizar es distinta.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos. Además, protección del acumulador frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

Para las protecciones contra sobreintensidades se emplea el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, ITC-BT-22, el cual recomienda el uso de fusibles y magnetotérmicos para este tipo de contingencias.

Para la protección frente a una sobretensión, en instalaciones de poca potencia no se pondrán protecciones. Si se trata de una instalación más grande se hará uso de varistores o incluso de pararrayos, si el nivel de tormentas en la zona es elevado.

A la hora de proteger a las personas se deben evitar los contactos directos e indirectos, para lo cual se estudian las normas europeas<sup>114</sup>, donde se señala:

- En el lado de alterna, se protegerá contra el contacto directo si la tensión supera 50V. Por tanto, se pondrán siempre protecciones (la tensión a la salida del inversor 120 ó 230V). Se utilizan diferenciales de alta sensibilidad ( $\leq 30\text{mA}$ ).
- En el lado de continua, se pondrán protecciones contra el contacto directo si la tensión en circuito abierto de los paneles supera 60V. Para ello se usarán fusibles o magnetotérmicos. Se pondrán protecciones frente al contacto indirecto si la tensión supera los 120V. Mismas protecciones que frente al contacto directo.

---

<sup>114</sup> IEC-61140 (“Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos”), y IEC-62257-5 (“Recomendaciones para pequeñas instalaciones de energía renovable y sistemas híbridos para electrificación rural”)

## **Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones, (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

## **Detector de aislamiento**

La normativa española especifica que ambos polos han de estar aislados de tierra. De esta forma si la instalación está perfectamente aislada de tierra y alguien toca uno de los polos no sufre electrocución. Sin embargo, es importante detectar cuando alguno de los polos tiene algún fallo de aislamiento.

Para avisar del peligro existen en el mercado los vigilantes de aislamiento, los cuales detectan un defecto a tierra del polo positivo o del polo negativo, indicando con un led cual de los dos está con defecto.

Si no se instala interruptor de continua, a la salida del generador fotovoltaico, se suele instalar un seccionador en carga para separar el generador fotovoltaico del resto de la instalación en caso de reparación. Además en los ramales de generadores de gran potencia se instalan fusibles o magnetotérmicos con el objeto de evitar el efecto del punto caliente.

Cuando se usan fusibles, se fija su tensión al doble de la tensión a circuito abierto del ramal en condiciones STC. Los fusibles se conectan en el sentido de la circulación de la corriente. De esta forma, la totalidad de la corriente del ramal circula a través del fusible. El inconveniente es que el flujo de corriente provoca unas pérdidas de potencia entre el 0,5 y el 2% debido a la caída de tensión en el fusible que es del orden de 0,5 a 1V.

Para no instalar fusibles de acuerdo a la IEC 30364-7-712, se requiere el uso de módulos iguales, con aislamiento de clase II y una corriente de cortocircuito nominal del 50%, en sentido al consumo, así como una variación de la tensión a circuito abierto, entre cada una de las ramas independientes del generador fotovoltaico, de hasta el 5%.

Si no se instalan fusibles, los cables de los ramales siempre se deben dimensionar para una corriente máxima correspondiente a la de cortocircuito del generador fotovoltaico menos la corriente del ramal.

### 1.3.9. ESTRUCTURAS

Asegura un buen anclaje del generador solar a la vez que proporciona no sólo la orientación necesaria, sino también el ángulo de inclinación idóneo para el mejor aprovechamiento de la radiación. Capaces de resistir, como mínimo, 10 años de exposición a la intemperie sin corrosión o fatiga. Proporcionar la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

Se ha de cumplir con la Normativa Básica de la Edificación, por lo que la estructura soporte se diseñará teniendo en cuenta que ha de soportar, los módulos instalados y las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con la NBE-AE-88. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los módulos debe permitir las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas o tensiones estructurales que pueden afectar a la integridad de los módulos o estructuras del edificio.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los principales materiales son los siguientes:

- Aluminio anodizado. Material muy utilizado para las pequeñas estructuras (de 1 a 6 módulos), ya que presenta grandes ventajas por su fácil mecanización, liviano peso y gran resistencia. Los soportes realizados en aluminio pueden formarse bien con tubos o con anguladores, de dimensiones y grosores adecuados a las fuerzas a que se vea sometido por acción del viento.
- Hierro galvanizado. Es el material usado para instalaciones de gran número de paneles o que deben soportar potentes vientos, ya que se encuentra en una gran gama de dimensiones, formas y grosores. En todos los casos, las estructuras deben someterse a un galvanizado que le confiera propiedades anticorrosivas. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.
- Acero inoxidable. Es el material más perfecto que pueda ser utilizado, ya que es inatacable por casi todas las acciones externas y tipo de ambientes. El acero inoxidable es muy utilizado en instalaciones que estén situadas en ambientes salinos. La contrapartida estriba en su elevado precio y en la especial manipulación en las soldaduras, que hace encarecer aún más su coste. Hay que tener en cuenta que si el marco de los módulos es de aluminio, deberá evitarse el contacto directo de estos 2 materiales dado que juntos producen una corrosión galvánica.
- Fibra de vidrio. Desde hace algún tiempo, los nuevos materiales sintéticos están sustituyendo a los materiales tradicionales. Presenta unas características físicas y mecánicas excelentes, junto a una disminución del peso respecto a los aceros. Además de la nula corrosión y el aislamiento eléctrico que ofrecen.

Las estructuras se pueden ubicar:

- Sobre suelo.
- Sobre poste
- Sobre fachada
- sobre tejado

## 1.4. MONTAJE DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Hay que entender que en este tipo de instalaciones no se podrá consumir más energía que la producida y/o almacenada por la instalación FV, y por tanto el éxito final de la instalación va a depender de como el usuario sepa administrar la energía disponible, que es variable a lo largo del año. Obviamente mientras mayor sea la instalación FV más energía dispondrá el usuario. Es decir, las instalaciones son “a medida” y el usuario y el usuario un “gestor” de energía.

El elemento clave de la instalación solar para instalaciones aisladas es el acumulador. La cantidad de energía que ha de almacenar depende de las horas de diferencia que existen desde que la energía se genera en los paneles hasta que es consumida por el usuario y el grado de seguridad que se de para la cobertura aportada por el sistema solar. Se necesita tener unos días de autonomía.

Cuando se desea un abastecimiento total del consumo previsto de energía y con total garantía, es necesario sobredimensionar en exceso la instalación fotovoltaica o incluir otro sistema de producción energético alternativo (sistemas híbridos).

El inversor limita la potencia y las placas limitaran la energía.

### 1.4.1. DIMENSIONADO

Es el proceso mediante el cual se determina el tamaño de la instalación necesaria para cubrir la demanda de energía eléctrica de las cargas de consumo, a partir de la energía disponible de la radiación solar.

Los pasos a seguir para dimensionar el sistema fotovoltaico autónomo son:

- 1) Obtener la demanda diaria media mensual de energía que debe ser capaz de suministrar el sistema solar. Datos aportados por el consumidor, y deben ser lo más realistas posibles para evitar desviaciones en el dimensionamiento.  
Se puede obtener, solicitando las facturas del último año y completar un tabla con el consumo por meses. O bien, cumplimentar una tabla con el consumo de los aparatos eléctricos y las horas de funcionamiento estimadas por meses.
- 2) Obtener la radiación disponible. Depende del lugar donde se realiza la instalación y de la inclinación de los módulos.  
Se necesita conocer la irradiación y la temperatura que se tiene todos los meses. Este dato se puede conseguir gracias a los recursos que ofrece la acción SOLAREC de la Unión Europea que contribuye a la aplicación de las energías renovables en <http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php>
- 3) Tamaño del sistema de generación. Se elige el tipo de módulo. Y se realiza un balance de energía según del mes más desfavorable y el numero de paneles necesarios para conseguir la suficiente de energía.

- 4) Dimensionado del sistema de acumulación (número de baterías). Se elige la tensión de trabajo de la instalación, el número de días de autonomía y la profundidad de descarga máxima de la batería. Se suelen tomar entre 3 y 5 días de autonomía.
- 5) Dimensionado del regulador. Elegir el regulador adecuado para establecer un buen acoplamiento entre el subsistema de generación y el de acumulación.
- 6) Dimensionado del inversor. Debe tener la potencia suficiente para la carga en corriente alterna que debe suministrar

Para que el número de paneles sea el menor posible habrá que colocar los paneles con la mejor inclinación posible para que capten lo máximo posible en el peor mes.

$$\frac{HSP_{\beta_{optima_{mesX}}}}{Consumo_{mesX}} \leftrightarrow \frac{HSP_{\beta_{optima_{mesY}}}}{Consumo_{mesY}} \leftrightarrow \frac{HSP_{\beta_{optima_{mesZ}}}}{Consumo_{mesZ}}$$

### Calculo de la energía a consumir.

Suma de la potencia instalada por numero de horas de funcionamiento.  
Obtenemos el nº total de Wh al que llamaremos ET

Para calcular la Energía necesaria para que las cargas funcionen correctamente:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

R: Factor de rendimiento de la instalación.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left( 1 - K_a \cdot \frac{N}{pd} \right)$$

$K_a$ ; Coeficiente de Autodescarga de la batería. A falta de datos, (0'5% diario).

$K_c$ ; Coeficiente de pérdidas en el Inversor. Entre 0.25 y 0.05.

$K_v$ ; Coeficiente de pérdidas en el cableado. Se puede dejar en un 2%.

$K_b$ ; Coeficiente de pérdidas en el acumulador. En general 0'05, y 0'1 en viejos acumuladores

N; Número de días de autonomía

pd; profundidad de descarga

### Calculo de acumuladores

Capacidad útil de las baterías:  $C_u = E \cdot N$

Esta capacidad viene expresada en Wh, para trabajar en Ah:

$V_{Trabajo}$ ; Del regulador.

$$C_u = \frac{E \cdot N}{V_{Trabajo}}$$

Capacidad nominal

$$C = \frac{C_u}{pd}$$

## Calculo de la potencia pico de panel

Energía de panel

$$E_p = \frac{E}{\eta_{regulador}}$$

Nº de paneles

$$N = \frac{E_p}{P_N \cdot 0,9 \cdot HSP_{\beta_{mes_{peor}}}}$$

## Dimensionado del regulador

Consiste en elegir un regulador de una intensidad nominal tal que al voltaje de la instalación permita el paso de la potencia suministrada por los paneles.

Es preferible utilizar reguladores serie. La tensión de trabajo será la nominal del sistema. Se debe elegir un regulador que pueda disipar una intensidad máxima un 30% mayor que la intensidad máxima que proporciona el campo de paneles.

$$I_{reg} \geq 1.3 \times (N_{paneles} \times I_{panel\_maxima})$$

## Dimensionado del inversor

Se basa en la potencia que va a ser demandada en corriente alterna. No confundir la energía que demanda la instalación para su funcionamiento diario con la potencia máxima instantánea que pueda requerir.

La tensión de trabajo será la nominal del sistema. La potencia de salida deberá ser la que ha de entregar a los equipos en corriente alterna que funcionen simultáneamente:

$$P_{inv} > \sum P_{equipos\_CA}$$

## Dimensionado del generador en función del inversor

El valor máximo de la tensión de entrada al inversor corresponde a la tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico cuando la temperatura del módulo es mínima (justo el momento inicial en el que el módulo aún no está en funcionamiento, por eso de baja temperatura), de hecho a temperatura ambiente.

Por este motivo la tensión en circuito abierto del generador debe ser inferior a la tensión máxima de entrada en el inversor, de lo contrario además de no funcionar, se podría averiar el inversor.

$$T_{cel} = T_{amb} + I \cdot \frac{(TONC - 20)}{800}$$

donde:

$T_{cel}$ ; es la temperatura del modulo ( $^{\circ}C$ )

$T_{amb}$ ; temperatura ambiente

TONC; temperatura nominal de funcionamiento de la célula

I; Irradiancia.

$$\Delta V = \frac{dV}{^{\circ}C} \cdot (25 - T_{cel})$$

$$Vca_{(Temp\_mínima)} = Vca_{(temp\_25^{\circ}C)} + \Delta V$$

donde:

Vca; tensión de circuito abierto

dV/°C; coeficiente de variación de la tensión respecto a la temperatura

ΔV= Variación de la tensión (mV/°C)

Con ello determinaremos el número máximo de módulos por ramal:

$$N^{\circ} \max\_ \text{paneles} \_ \text{serie} = \frac{Vcc_{\max\_Inversor}}{Vca_{(Temp\_mínima)}}$$

donde:

$Vcc_{\max\_Inversor}$ ; Valor de la tensión máxima de entrada en el inversor.

$Vca_{(Temp\_mínima)}$ ; Valor de la tensión en circuito abierto con el panel a temperatura mínima.

Siempre se efectuará el redondeo a la baja.

El número mínimo de módulos viene limitado por la tensión mínima de entrada al inversor y la tensión en el punto de máxima potencia del módulo a una temperatura de funcionamiento.

El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico que corresponde cuando la temperatura del módulo es máxima.

$$V_{PMP(Temp\_máxima)} = V_{PMP(temp\_nomin al)} - \Delta V$$

Se obtiene la Temperatura de la célula a la máxima temperatura

$$T_{cel} = T_{\max} + I \cdot \frac{(TONC - 20)}{800}$$

Con ello la variación de la tensión

$$\Delta V = \frac{dV}{^{\circ}C} \cdot (T_{cel} - 25)$$

Y al fin tenemos todos los valores para poder calcular:

$$N^{\circ} \min\_ \text{paneles} = \frac{V_{PMP\min\_Inversor}}{V_{PMP(mín\_Panel)}}$$

dónde:

$V_{PMP\min\_Inversor}$ ; Tensión mínima de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor

$V_{PMP(mín\_Panel)}$ ; Tensión de máxima potencia a la temperatura del módulo

Se efectuará el redondeo al alza.

El número de ramales en paralelo debe cumplir que la corriente de cortocircuito máxima de un ramal por el número de ramales conectados en paralelo sea menor que la corriente máxima admisible de entrada al inversor.

$$N^{\circ} \max\_ \text{ramales} \_ \text{paralelo} = \frac{Icc_{\max\_Inversor}}{Icc_{\max\_Panel}}$$

### 1.4.2. SECCION DEL CABLE Y CAÍDAS DE TENSIÓN

La determinación de la sección correcta del cableado es **muy importante**. Al tratar con tensiones bajas de uso las intensidades se convierten en elevadas y por consiguiente aumenta la caída de tensión. Se ha de adquirir un compromiso entre secciones grandes para caídas de tensión menores o secciones más ajustadas con caídas de tensión aceptables.

Los valores de caída de tensión máxima admisible son **orientativos**, ya que a menudo nos encontraremos con resultados sorprendentes e incluso **imposibles de adoptar**. En esos casos será necesario volver a calcular la sección, aumentando el valor de la caída de tensión.

Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia.

A 230V en CA. U <sub>max</sub> <3%	Tensiones de panel mínima y máxima típicas y valores de caída de tensión aconsejados		
Tipo de circuito	12V	24V	48V
Paneles a regulador	1,7 – 5 % (0,4 – 1 V)	5 – 8 % (1,5 – 3 V)	8 – 10 % (3 – 6 V)
Regulador a Batería, convertidor	0,5 – 1 % (0,09 – 0,25 V)	0,5 – 1 % (0,2 – 1 V)	1,5 – 2 % (0,6 – 1,5 V)
Alumbrado	3% (0,7 V)	3% (1 V)	3% (2 V)
Tomas de corriente y otros	5% (1 V)	5% (3 V)	5% (3 V)

Tabla 27. Caída de tensión asumible [22]

Para **calcular la sección**:

$$S_{cc} = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

De manera análoga calcular la caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

donde;

**l** es la longitud (m);

**I** la intensidad (A);

$\gamma$  la conductividad del conductor a 20°C. Normalmente tendrá una temperatura superior;

$\Delta U$  la caída de tensión (V)

$\cos \varphi$  el factor de potencia.

Se aconseja sobredimensionar un 25% la intensidad calculada, para posibles ampliaciones. Para el cableado de paneles debe emplearse la intensidad de cortocircuito y no la máxima;

A continuación, se consulta las tablas del REBT que contemplen el tipo de conductor y canalización elegida, para contrastar si el conductor soporta la intensidad que conduce.

Es aconsejable aumentar la sección si el tránsito de corriente por el conductor es del **85%** de su valor máximo admisible. Puesto que no se debe olvidar que la conductividad varía con la temperatura.

### 1.4.3. CÁLCULO DE PÉRDIDAS

- Pérdidas por Sombras.

Para el análisis de sombras el método tradicional es el mapa de sombras. Consistente en:

- 1) Situarse en el punto central de la instalación mirando al sur, en su defecto en la dirección que apunten las líneas de placas.
- 2) Dibujar sobre un mapa, que muestra la trayectoria solar, los obstáculos que se encuentran en el campo de visión, haciendo un barrido de 360°.

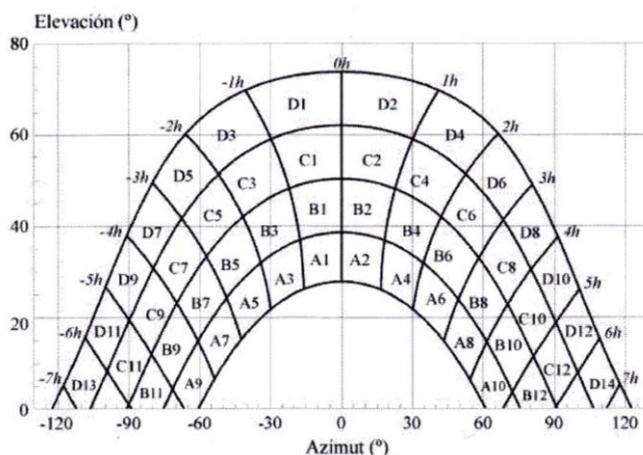
Los ejes del plano corresponden:

- al ángulo de azimut (barrido horizontal de 360°)
- al ángulo de elevación (barrido vertical)

En el plano de mapas de sombras se tiene dibujado unos ejes que corresponden a las trayectorias solares según la época del año.

- 3) De esta manera se cuantifica el grado de pérdidas que se tiene según el punto que ocupen en el plano. El área que cubran los objetos se ha de aproximar por el factor de sombra (no es lo mismo que un objeto cubra completamente un área ( $F_s=1$ ), que cuando lo cubre a mitad ( $F_s=0,5$ )).
- 4) Se suman los valores de la tabla de pérdidas anuales por sombras

Las perdidas serán finalmente un %.



$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar".  
Gráfico 48. Mapa de sombras [22]

Se ha de considerar la sombra que puedan provocar distintas filas del generador fotovoltaico. Por ello, se calcula la distancia entre filas, mediante la siguiente fórmula:

$$d = a \cdot \frac{\text{sen}(180 - \beta - \alpha)}{\text{sen} \alpha}$$

donde:

$\beta$ ; ángulo de inclinación de los paneles.

$\alpha$ ; altura solar correspondiente a las 12:00 del 21 de diciembre.

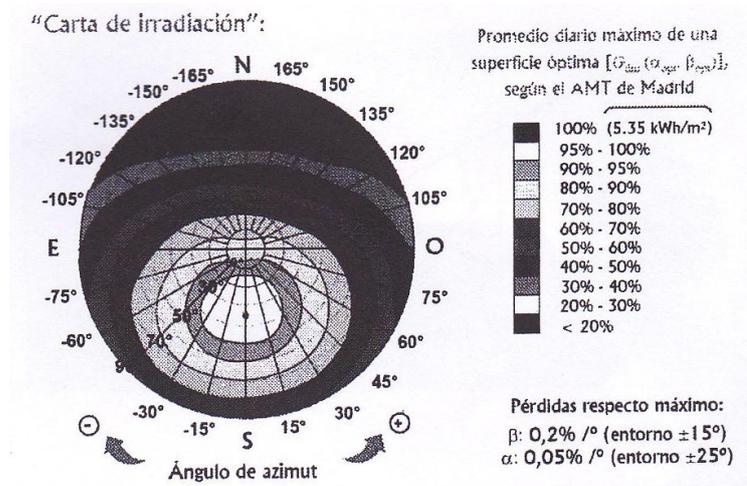
Otra posibilidad que permite garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno se tiene calculando:

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61^\circ - \text{latitud})}$$

h; la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente

- Pérdidas por orientación

La orientación óptima hacia el sol de los módulos es el sur, pero pequeñas variaciones de orientación producen pérdidas. Es por ello que existen gráficos que dan las pérdidas por orientación en función del ángulo de inclinación.



Fuente Alfa Desarrollo “Energía Solar”.  
 Gráfico 49. Mapa de Pérdidas por orientación [22]

- Pérdidas por Incremento en la temperatura.

Para las pérdidas por incremento en la temperatura se calcula la media de temperaturas. No podemos depender de la Tmax donde la producción es muy alta aunque a un bajo rendimiento y la Tmin donde la producción es muy pequeña.

$$\Delta T = \sum_{10h}^{14h} T_{cslula} - 25$$

$$\sum T_{cslula} = \sum T_{amb} * \sum I \frac{(TONC - 20)}{800}$$

$$Pérdidas_{temperatura} = \frac{\delta P}{\delta t} \cdot \Delta t = \frac{-0,5\%}{^\circ C} \cdot \Delta t$$

- Total de pérdidas.

$$PR = L_{temp} \cdot L_{cable} \cdot L_{inverso} \cdot L_{SPMP} \cdot L_{suciedad} \cdot L_{sombra} \cdot L_{orientacion} \cdot L_{Dispersionparam}$$

#### 1.4.4. PUESTA A TIERRA

Los tipos de electrodos más utilizados son:

a) Placas enterradas. Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2mm y las de hierro galvanizado de 2,5mm. En ningún caso la superficie útil de la placa será inferior a 0,5m<sup>2</sup>. Se colocarán en el terreno en posición vertical y, en el caso en que sea necesaria la colocación de varias placas, a 3 metros unas de otras.

b) Picas verticales. Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25mm de diámetro, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60mm de largo, como mínimo.
- Barras de cobre o de acero de 14mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2m.

c) Conductores enterrados horizontalmente. Estos conductores pueden ser:

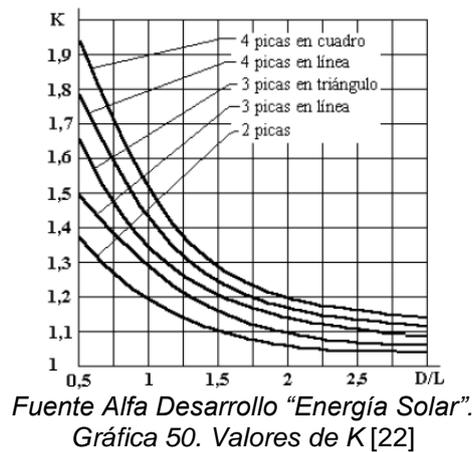
- Conductores o cables de cobre desnudo de mínimo 35mm<sup>2</sup> de sección.
- Pletinas de cobre de 35mm<sup>2</sup> de sección, como mínimo, y 2mm de espesor.
- Pletinas de acero dulce galvanizado de 100mm<sup>2</sup> de sección, como mínimo, y 3mm de espesor.
- Cables de acero galvanizado de 95mm<sup>2</sup> de sección. Alambres menores de 2.5mm de diámetro están prohibidos.
- Alambres de acero de 20mm<sup>2</sup> de sección, como mínimo, cubiertos con una capa de cobre de 6mm<sup>2</sup> como mínimo.

Las fórmulas para el cálculo de los electrodos típicos utilizados en las tomas de tierra:

❖ Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \frac{\rho}{P}$
❖ Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \frac{\rho}{P}$
❖ Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
❖ Varias picas verticales en paralelo	$R_n = K \frac{R_1}{n}$
❖ Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \frac{\rho}{L}$
❖ Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

donde:

- R = resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$ .
- $\rho$  = resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ .
- P = perímetro de la placa en metros.
- L = longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r = radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.
- K = coeficiente que se obtiene de la figura adjunta, en la que D/L es la relación que existe entre la separación entre picas y la longitud de cada pica.



Los factores que intervienen en el valor definitivo de la resistencia de la toma de tierra y de su estabilidad son:

- a) Resistividad del terreno. La composición química del terreno y el tamaño de las partículas que lo forman.
- b) Humedad. El estado hidrométrico del terreno: al aumentar la humedad disminuye la resistividad y viceversa.
- c) Temperatura. A menor temperatura, la resistencia aumenta.
- d) Salinidad del terreno. Al aumentar la salinidad, la resistividad disminuye.

Fuente Alfa Desarrollo "Energía Solar". Elaboración propia

Naturaleza del terreno	Resistividad en $\Omega.m$
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000
Terrenos pantanosos	Hasta 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Tabla 28. Resistividad del terreno [22]

## Características de la conectividad a tierra

Tanto en una instalación fotovoltaica aislada, como conectada a la red, en estos sistemas eléctricos se producen las siguientes particularidades:

- Se tiene corriente continua y corriente alterna en la misma instalación.
- Cada módulo se comporta como un generador. La única forma de anular la tensión de salida del módulo, es impedir que la luz solar incida en él.
- Existe una elevada probabilidad de impactos de rayo directo o indirecto.
- Pueden convivir sistemas de conexión a tierra diferentes.

En el caso de contar con un inversor, la corriente en la instalación se divide en parte de continua y parte de alterna. A esta división se le suele denominar aguas arriba (parte de continua, antes del inversor), y aguas abajo (la parte de alterna a la salida del inversor)

Todo inversor lleva un transformador que adapta la tensión de salida. Es muy importante identificar si este transformador tiene separación galvánica o no. En las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red la puesta a tierra no debe alterar las condiciones de puesta a tierra de la empresa distribuidora (de red). Separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica. Por tanto, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la empresa distribuidora de acuerdo con el REBT.

### *Corriente Continua (Módulos, regulador, cableado y baterías)*

Las placas suelen ir enmarcadas en bastidores metálicos. Además suelen estar ubicadas (en contacto) en estructuras metálicas. Estas partes metálicas deben conectarse todas entre sí, para que sean equipotenciales y, además, se conectan a tierra como medida de seguridad, frente a descargas atmosféricas.

Del campo fotovoltaico parten dos conductores activos, el negativo y el positivo, que están aislados entre sí y aislados de tierra. Esta disposición, se denomina IT “*de generador flotante*”, ya que los conductores activos no están puestos a tierra, pero si lo están las masas y partes metálicas accesibles de los módulos fotovoltaicos.

Con esta disposición, si uno de los conductores, se pone en contacto eléctrico con una parte metálica, igualaría los potenciales del conductor, de la masa metálica y de la tierra, lo que provoca ninguna corriente de derivación a tierra. Por tanto, con los dos hilos activos aislados entre sí y de tierra, un primer defecto a tierra no es peligroso para las personas.

Si ahora se produce un contacto del otro conductor con la parte metálica, se produce un cortocircuito. Si una persona toca la parte metálica, tampoco se produce ninguna corriente de fuga a tierra por ella, pues la diferencia de potencial entre la parte metálica y tierra, vuelve a ser nula. Además, este cortocircuito no provoca ninguna avería en los módulos, pues la intensidad de cortocircuito de las placas fotovoltaicas es mínimamente superior a su intensidad nominal.

Solamente puede haber peligro para la persona, ante un contacto directo de la persona con los dos conductores activos.

### ***Corriente Alterna (cableado y cargas AC)***

Para la corriente alterna, se puede seguir cualquier esquema de los propuestos en la ITC – BT – 08 del REBT (TN, TT, IT), que serán explicados más adelante.

Atendiendo a sus particularidades, se puede decir:

- Para la continuidad en el servicio y servicio atendido: la solución es la IT.
- Para la continuidad en el servicio y servicio no atendido: ninguna solución es totalmente satisfactoria. La TT permite la selectividad al disparo más fácil de instalar, minimiza los daños, y las ampliaciones son fáciles de hacer.
- Para la continuidad en el servicio no obligatoria y servicio de mantenimiento competente: la TN-S permite reparaciones y extensiones rápidas.
- Para la continuidad en el servicio y sin servicio de mantenimiento: elegir TT
- Ante riesgo de incendio: la IT si existe servicio de mantenimiento con Interruptor diferencial de 0,5<sup>a</sup>, o bien elegir TT.

## **2. ELECTRICIDAD**

### **2.1. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN.**

La instalación eléctrica de una vivienda satisface las necesidades requeridas por el usuario cumpliendo, a su vez, con la normativa aplicada a nivel territorial impuesta por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) del año 2002 y las Normas Técnicas Particulares de la compañía suministradora.

El REBT consta de 29 artículos y 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs)

#### **2.1.1. ARTÍCULOS**

De su articulado podemos extraer, aquellos que hemos considerado más relevantes y que definen el conjunto del reglamento.

##### ***Artículo 1.***

El REBT tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

##### ***Artículo 2.***

El reglamento se aplicará a instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

- a) Corriente alterna igual o inferior a 1000 V.
- b) Corriente continua igual o inferior a 1500 V.

El Reglamento a parte de todas las instalaciones nuevas, se aplica a aquellas instalaciones existentes objeto de modificaciones de importancia, reparaciones y/o ampliaciones. Considerándose como modificación de importancia a aquellas que afecten a más del 50% de la potencia instalada.

Se excluyen de la aplicación del reglamento aquellas instalaciones que estén sujetas a reglamentación específica.

#### **Artículo 4.**

A efectos de aplicación de las prescripciones del reglamento, las instalaciones se clasifican según las tensiones nominales, en la forma que sigue:

*Fuente REBT. Elaboración propia*

	<b>Corriente Alterna (Valor Eficaz)</b>	<b>Corriente continua (Valor medio aritmético)</b>
<b>Muy baja tensión</b>	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 75 \text{ V}$
<b>Tensión usual</b>	$50 < U_n \leq 500 \text{ V}$	$75 < U_n \leq 750 \text{ V}$
<b>Tensión especial</b>	$500 < U_n \leq 1000 \text{ V}$	$750 < U_n \leq 1500 \text{ V}$

*Tabla 29. Clasificación de instalación según tensión nominal [25]*

#### **Artículo 6.**

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados.

#### **Artículo 8.**

Las instalaciones cuya finalidad sea la distribución de la energía eléctrica se definen:

- a) por los valores de la tensión entre fase (o conductor polar) y tierra, y entre 2 conductores de fases (polares), para las instalaciones unidas directamente a tierra.
- b) por el valor de la tensión entre dos conductores de fase (polares), para las instalaciones no unidas directamente a tierra.

#### **Artículo 10.**

Los tipos de suministro se clasifican en:

- a) Suministros normales, efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora, con un solo punto de entrega.
- b) Suministros complementarios, pueden realizarse por el usuario, empresas diferentes, o la misma empresa, siempre y cuando los medios de transmisión y distribución sean independientes.

Para este suministro existe una clasificación:

- i. De Socorro, limitado a una potencia mínima del 15%.
- ii. De Reserva, limitado a una potencia mínima del 25%.
- iii. Duplicado, limitado a una potencia mínima del 50%.

Las instalaciones deben estar dotadas de los dispositivos necesarios para impedir un acoplamiento entre ambos suministros.

#### **Artículo 12.**

Los titulares de las edificaciones en proyecto de construcción deben facilitar a la empresa suministradora toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse.

#### ***Artículo 14.***

Las empresas suministradoras proponen especificaciones sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas generales de alimentación, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando las condiciones técnicas precisas para conseguir una homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados.

#### ***Artículo 15.***

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja general de protección. Es responsabilidad de la empresa suministradora.

Las instalaciones de enlace unen la caja de protección general con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

#### ***Artículo 16.***

Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica.

En la instalación de debe alcanzar el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores, y se ha de subdividir de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse, afecten a una mínima parte de la instalación.

Los sistemas de protección impiden los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones.

En la utilización de la energía eléctrica se adoptan las medidas de seguridad, tanto para la protección de los usuarios como para la de las redes, en proporción a las características y potencia de los aparatos receptores utilizados en las mismas.

#### ***Artículo 18.***

El procedimiento para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones es:

- a) Previamente a la ejecución, debe elaborarse una documentación técnica que defina las características de la instalación, y que en función de ellas determine la ITC y revista la forma de proyecto o memoria técnica.
- b) La instalación la verifica el instalador con la supervisión del director de obra
- c) El instalador autorizado ejecutor de la instalación, emite un certificado de instalación, indicando que se ha realizado de conformidad con lo establecido en el reglamento y sus ITCs. Identificara y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.
- d) El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, se depositan ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con el objeto de registrar la instalación.

Las instalaciones deben ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.

### ***Artículo 19.***

Como anexo al certificado de instalación, el instalador entrega al titular las instrucciones para el correcto uso y mantenimiento que incluyan un esquema unifilar de la instalación con las características de equipos y materiales, y un croquis del trazado.

### ***Artículo 20.***

El mantenimiento de las instalaciones es responsabilidad de los titulares.

### ***Artículo 21.***

Sin perjuicio de la facultad que posee la Administración Pública para llevar a cabo, por sí misma, las actuaciones de inspección y control que estime necesarias. La correspondiente ITC determina:

- a) La instalación y las modificaciones que deben ser objeto de inspección inicial.
- b) Las instalaciones que deban ser objeto de inspecciones periódicas
- c) Los criterios para la valoración
- d) Los plazos de las inspecciones.

### ***Artículo 22.***

Las instalaciones se ejecutan por instaladores autorizados, sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados competentes.

### ***Artículo 24.***

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6, cuando sea materialmente imposible cumplir determinadas prescripciones del Reglamento, el titular de la instalación debe presentar, previamente al procedimiento del artículo 18, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, una solicitud de excepción, exponiendo los motivos y las medidas de seguridad alternativas. En ningún caso, se puede rebajar los niveles de protección establecidos en el reglamento.

### ***Artículo 26.***

Las ITCs pueden establecer la aplicación de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

### ***Artículo 27.***

Con objeto de determinar las principales causas y correcciones en la reglamentación, se ha de poseer datos de los accidentes más significativos.

### ***Artículo 28.***

Las infracciones y sanciones se clasifican de acuerdo con el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

## 2.1.2. ITCs

A continuación se enumeran las instrucciones técnicas complementarias:

<b>Instrucción</b>	<b>Título</b>
ITC-BT-01	Terminología.
ITC-BT-02	Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión
ITC-BT-03	Instaladores autorizados y empresas instaladoras autorizadas.
ITC-BT-04	Documentación y puesta en servicio de las instalaciones
ITC-BT-05	Verificaciones e inspecciones
ITC-BT-06	Redes aéreas para distribución en baja tensión.
ITC-BT-07	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
ITC-BT-09	Instalaciones de alumbrado exterior.
ITC-BT-10	Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
ITC-BT-11	Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.
ITC-BT-12	Instalaciones de enlace. Esquemas.
ITC-BT-13	Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección
ITC-BT-14	Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.
ITC-BT-15	Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.
ITC-BT-16	Instalaciones de enlace. Contadores: ubicación y sistemas de instalación.
ITC-BT-17	Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra.
ITC-BT-19	Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
ITC-BT-20	Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
ITC-BT-21	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
ITC-BT-22	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobrecargas.
ITC-BT-23	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
ITC-BT-25	Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.
ITC-BT-26	Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
ITC-BT-27	Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
ITC-BT-28	Instalaciones en locales de pública concurrencia.
ITC-BT-29	Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
ITC-BT-30	Instalaciones en locales de características especiales.
ITC-BT-31	Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.
ITC-BT-32	Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.
ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
ITC-BT-34	Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands.
ITC-BT-35	Instalaciones con fines especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas.
ITC-BT-36	Instalaciones a muy baja tensión.
ITC-BT-37	Instalaciones a tensiones especiales.
ITC-BT-38	Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.

ITC-BT-39	Instalaciones con fines especiales. Cercas eléctricas para ganado.
ITC-BT-40	Instalaciones generadoras de baja tensión.
ITC-BT-41	Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas.
ITC-BT-42	Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.
ITC-BT-43	Instalación de receptores. Prescripciones generales.
ITC-BT-44	Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
ITC-BT-45	Instalación de receptores. Aparatos de caldeo.
ITC-BT-46	Instalación de receptores. Cables y folios radiantes en viviendas.
ITC-BT-47	Instalación de receptores. Motores.
ITC-BT-48	Instalación de receptores. Transformadores y autotransformadores. Reactancias y rectificadores. Condensadores.
ITC-BT-49	Instalaciones eléctricas en muebles.
ITC-BT-50	Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas.
ITC-BT-51	Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Agrupadas según los aspectos que tratan, tenemos:

	Instrucciones de Aspectos Generales
	Instrucciones de Instalaciones de Enlace
	Instrucciones de Instalaciones interiores
	Instrucciones sobre Protecciones

Completando, el articulado y las instrucciones técnicas tenemos los anexos:

- Anexo 1. Significado y Explicación de los códigos IP, IK
- Anexo 2. Cálculo de las caídas de tensión.
- Anexo 3. Cálculo de corrientes de cortocircuito
- Anexo 4. Verificación de las instalaciones eléctricas.

Para el contenido del presente proyecto se analizan las ITC's siguientes:

- Terminología y referencias del REBT: ITC-BT-01 y 02.
- Autorizaciones y documentación: ITC-BT-03 a 05.
- Componentes de la instalación: ITC-BT-08, ITC-BT-10 a 24.
- Instalación en vivienda: ITC-BT-25 a 27.
- Generación y transformación de la energía (fotovoltaica): ITC-BT-40 y 48.
- Elementos receptores de electricidad: ITC-BT-43 a 45.
- Sistemas de automatización (domótica): ITC-BT-51
- Y el anexo 1: Significado de los códigos IP e IK.

Para las referencias a normativas y terminología empleada en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-01 y 02), se adjuntan como anexo al final del presente proyecto.

## ITC – BT – 03 INSTALADORES AUTORIZADOS EN BAJA TENSION

Establece las condiciones y requisitos que deben observarse para la certificación de la competencia y la autorización administrativa de los instaladores autorizados en el ámbito de aplicación del REBT.

Instalador Autorizado en Baja Tensión es la persona física o jurídica que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas en el ámbito del REBT y sus Instrucciones Técnicas complementarias. Se clasifican en las siguientes categorías:

- **Categoría básica (IBTB).** Los instaladores de esta categoría podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras.
  
- **Categoría especialista (IBTE).** Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría Básica y, además, las correspondientes a:
  - Sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios;
  - sistemas de control distribuido;
  - sistemas de supervisión, control y adquisición de datos;
  - control de procesos;
  - líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía;
  - locales con riesgo de incendio o explosión;
  - quirófanos y salas de intervención;
  - lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares;
  - instalaciones generadoras de baja tensión;

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión es el documento mediante el cual la Administración reconoce a su titular la capacidad para desempeñar alguna de las actividades. Este certificado no capacita, por sí solo, para la realización de dicha actividad, sino que constituye requisito previo para la obtención del Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión. El certificado tiene validez en todo el territorio español.

Para obtener la autorización de Instalador en Baja Tensión, deberán acreditarse ante la Comunidad Autónoma donde radiquen los interesados, los siguientes requisitos:

- a) Contar con los medios técnicos y humanos que se determinan en el Apéndice de la presente Instrucción, para las respectivas categorías;
- b) Tener suscrito seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 € para la categoría básica y de 900.000 € para la categoría especialista
- c) Estar dados de alta en el Impuesto de Actividades Económicas,
- d) Estar incluidos en el censo de obligaciones tributarias;
- e) Estar dados de alta en el correspondiente régimen de la Seguridad Social;
- f) En el caso de las personas jurídicas, estar constituidas legalmente.

## Obligaciones

Los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deben, en sus respectivas categorías:

- a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente.
- b) Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.
- c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.
- d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.
- e) Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.
- f) Notificar a la Administración los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad.
- g) Asistir a las inspecciones establecidas por el Reglamento, o las realizadas de oficio por la Administración, si fuera requerido por el procedimiento.
- h) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.
- i) Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.
- j) Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

En el Apéndice de esta instrucción se encuentra un listado de los medios humanos y técnicos mínimos, en función de su categorización, que son requeridos para los instaladores autorizados en baja tensión.

## ITC – BT – 04 DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Determina la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio, así como su tramitación ante el Órgano competente de la Administración.

La documentación técnica, según importancia, adopta una de las siguientes modalidades:

- **Proyecto.** Redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que se adapte a las disposiciones reglamentarias.

En la memoria del proyecto se expresarán especialmente:

- Datos relativos al propietario;
- Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina;
- Características y secciones de los conductores a emplear;
- Características y diámetros de los tubos para canalizaciones;
- Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados.
- Esquema unifilar de la instalación, y características de los dispositivos de corte y protección, puntos de utilización y secciones de los conductores.

- Croquis de su trazado;
- Cálculos justificativos del diseño.

Instalaciones que precisan de un proyecto:

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Industrias, en general	P>20 kW
b	- Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, industriales o no.	P>10 kW
c	- Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
d	- de carácter temporal, para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal, en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
e	Edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja general de protección
f	Viviendas unifamiliares	P>50 kW
g	Garajes que requieren ventilación forzada	Cualquier ocupación
h	Garajes que disponen de ventilación natural	+ de 5 plazas
i	Locales de pública concurrencia;	Sin límite
j	- Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; - Máquinas de elevación y transporte; - Las que utilicen tensiones especiales; - Las destinadas a rótulos luminosos salvo instalaciones según lo establecido en la ITC-BT 44; - Cercas eléctricas; - Redes aéreas o subterráneas de distribución;	Sin límite
k	- Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW
l	Locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	Sin límite
m	Quirófanos y salas de intervención	Sin límite
n	Piscinas y fuentes.	P>5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

Tabla 30. Tipo de instalaciones eléctricas. [25]

Además de las ampliaciones y modificaciones de las instalaciones siguientes:

- a) de los tipos (b,c,g,i,j,l,m) y modificaciones de importancia de todas las instalaciones anteriores;
- b) de las instalaciones de los tipos señalados en la tabla que no alcanzasen los límites de potencia, pero que los superen al producirse la ampliación.
- c) de instalaciones que requirieron proyecto en cuanto se supere el 50 % de la potencia prevista en el proyecto anterior.

- **Memoria Técnica de Diseño (MTD).** Redactada sobre impresos, según modelo determinado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma. El instalador autorizado o el técnico titulado competente que firme dicha Memoria será el responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- Los referentes al propietario;
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;
- Emplazamiento de la instalación;
- Uso al que se destina;
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia;
- Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización;
- Pequeña memoria descriptiva;
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado;

Requerirán Memoria Técnica de Diseño todas las instalaciones - sean nuevas, ampliaciones o modificaciones – las no incluidas en los grupos indicados en la tabla.

Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial el instalador autorizado debe emitir un Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- a) los datos referentes a las principales características de la instalación;
- b) la potencia prevista de la instalación.;
- c) en su caso, la referencia del certificado del Organismo de Control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;
- d) identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
- e) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica.

Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado debe presentar ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, con el objeto de su inscripción en el registro, el Certificado de Instalación con su anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará, el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño, así como el certificado de Dirección de Obra firmado, y el certificado de inspección inicial del Organismo de Control, si procede.

Todas las instalaciones deberán ser verificadas por el Instalador Autorizado que las haya ejecutado siguiendo la metodología reflejada en la norma UNE -20460-6-61. En el Anexo 4 del REBT se indican detalladamente los contenidos de verificación.

## **ITC – BT – 05 VERIFICACIONES E INSPECCIONES**

En relación con las verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones de las instalaciones eléctricas incluidas en su campo de aplicación.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

Sin perjuicio de las atribuciones que ostenta la Administración Pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones deben tener la condición de Organismos de Control<sup>115</sup>.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460 -6-61.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control.

### **Inspecciones iniciales.**

Serán objeto de inspección:

- a) Instalaciones industriales que precisen proyecto,  $P > 100$  kW;
- b) Locales de Pública Concurrencia;
- c) Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;
- d) Locales mojados con  $P > 25$  kW;
- e) Piscinas con  $P > 10$  kW;
- g) Quirófanos y salas de intervención;
- h) Instalaciones de alumbrado exterior con  $P > 5$  kW.

### **Inspecciones periódicas.**

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

---

<sup>115</sup> según lo establecido en el Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario

## ITC – BT – 08 SISTEMAS DE CONEXIÓN DEL NEUTRO Y DE LAS MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se presentan los posibles esquemas de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas. Las características de los sistemas de protección contra contactos directos e indirectos dependerán del tipo de esquema de distribución.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Situación de las masas con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra.

Otras letras: Situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (CPN).

### Esquemas TN

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Esquema TN-S:

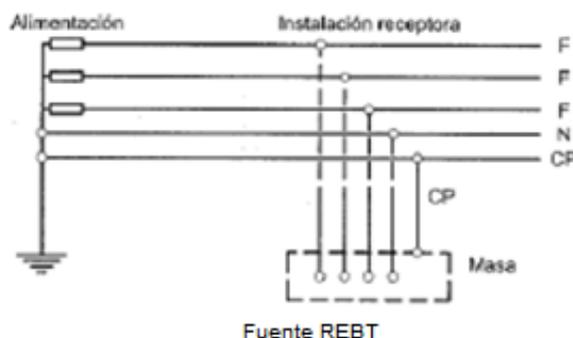


Figura 23. Esquema de distribución tipo TN-S [25]

En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

Esquema TN-C:

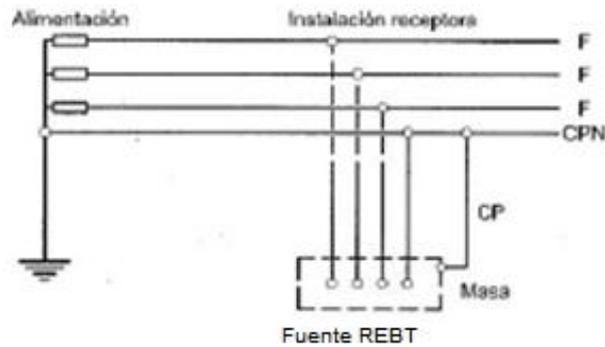


Figura 24. Esquema de distribución tipo TN-C [25]

En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema.

Esquema TN-C-S:

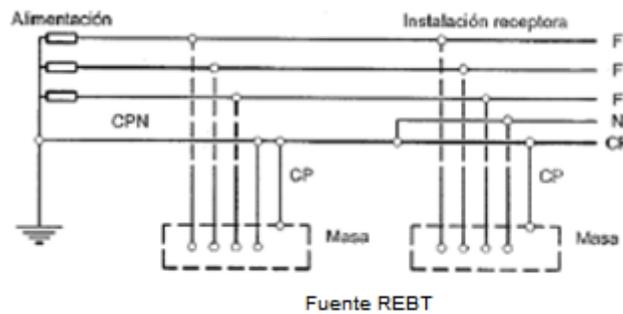


Figura 25. Esquema de distribución tipo TN-C-S [25]

En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

### Esquema TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

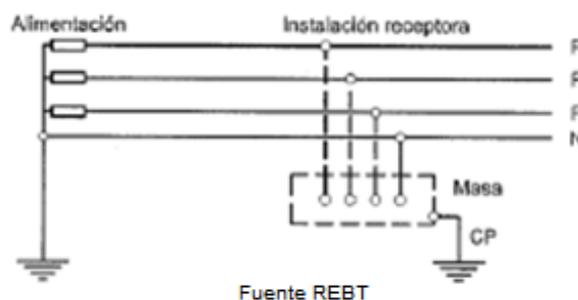


Figura 26. Esquema de distribución tipo TT [25]

Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones del esquema TN.

## Esquema IT

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

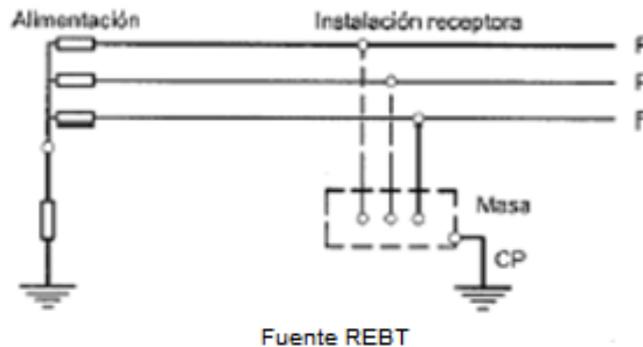


Figura 27. Esquema de distribución tipo IT [25]

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente desde una red de distribución es el esquema TT, mientras que para instalaciones alimentadas desde un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los esquemas.

## ITC – BT – 11 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA. ACOMETIDAS

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).

Tipos. Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser:

Fuente REBT. Elaboración propia

Tipo	Sistema de instalación
Aéreas	Posada sobre fachada
	Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida
	En derivación
Mixtas	Aero-subterráneas

Tabla 31. Tipo de acometida en función del sistema de instalación

## ITC – BT – 12 INSTALACIONES DE ENLACE

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comienzan, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

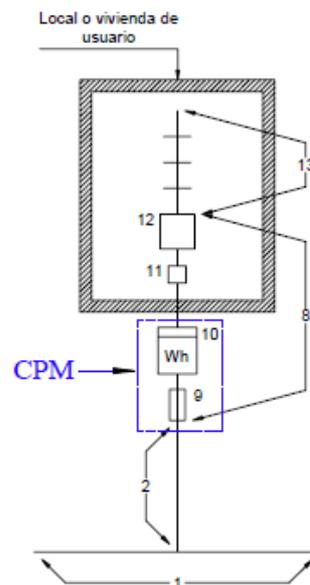
Constituyen las instalaciones de enlace:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el ICP, se utilizan interruptores de intensidad regulable, máxímetros o integradores incorporados al equipo de medida. En estos casos no es preceptiva la instalación de la caja para ICP

Esquema para un solo usuario

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección
- 4 Línea general de alimentación
- 5 Interruptor general de maniobra
- 6 Caja de derivación
- 7 Emplazamiento de contadores
- 8 Derivación individual
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia
- 12 Dispositivos generales de mando y protección
- 13 Instalación interior



Fuente REBT. Elaboración REBT.  
Figura 28. Esquema de Instalación de Enlace para un solo usuario [25]

El conjunto de derivación individual e instalación interior constituye la instalación privada.

## **ITC – BT – 13 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN**

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

En edificios que alberguen en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse como protección de la línea general de alimentación. En este caso, la propiedad y el mantenimiento de la protección serán de la empresa suministradora.

En acometida aérea, podrá instalarse en montaje superficial a altura entre 3 m y 4 m. Cuando se trate de una zona en la que esté previsto el paso de la red aérea a red subterránea, la CGP se situará como si se tratase de una acometida subterránea.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

Las CGPs serán de uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora (aprobadas por la Administración Pública competente). Dentro se instalan cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro, constituido por una conexión amovible a la izquierda de las fases, dispondrá de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

El esquema de CGP a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y lo determinará la empresa suministradora.

## ITC – BT – 14 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Aquella que enlaza la CGP con la centralización de contadores. De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores. Las LGA estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que cumplan la UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (norma UNE 21.123 parte 4 ó 5). Los elementos de conducción de cables equivalentes a los “no propagadores de la llama” (normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1).

La sección uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, excepto las derivaciones en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

Para el cálculo de la sección tener en cuenta, la máxima caída de tensión permitida, y la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será:

- Para LGA destinada a contadores totalmente centralizados: 0,5%.
- Para LGA destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1%.

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección aproximadamente al 50% de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la siguiente tabla.

Fuente REBT. Elaboración REBT.

Secciones (mm <sup>2</sup> )		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10 (Cu)	10	75
16 (Cu)	10	75
16 (Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

Tabla 32. Relación entre secciones y tubos [25]

## **ITC – BT – 15 DERIVACIONES INDIVIDUALES**

Es la parte de la instalación que, parte de la LGA y suministra energía eléctrica a una instalación. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Las derivaciones individuales están constituidas igual que las LGA.

## **ITC – BT – 16 CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN**

Contadores y dispositivos para la medida de la energía eléctrica, estarán ubicados en: módulos (cajas con tapas precintables), paneles o armarios. Todos cumpliendo la norma UNE-EN 60.439 partes 1,2 y 3.

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente.

- tipo interior: IP40; IK 09
- tipo exterior: IP43; IK 09

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios. Las partes transparentes, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen sus propios fusibles de seguridad. Estos se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los conductores de fase o polares. Tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de 6 mm<sup>2</sup> de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor. Serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC MIE-BT-26.

## **ITC – BT – 17 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA**

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable.

La altura entre 1,4 y 2 m, para viviendas. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un mínimo IP 30 (UNE 20.324) e IK07 (UNE-EN 50.102).

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

### **ITC – BT – 18 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa (sin fusibles ni protección), de una parte del circuito o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

### **ITC – BT – 19 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PRESCRIPCIONES GENERALES**

Las prescripciones contenidas en esta Instrucción se extienden a las instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del artículo 2 y con tensión asignada dentro de los márgenes de tensión fijados en el artículo 4 del REBT.

La determinación de las características de la instalación deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en la Norma UNE 20.460 -3.

En esta instrucción trata las generalidades de:

- Conductores activos.
- Conductores de protección.
- Subdivisión de las instalaciones.
- Equilibrado de cargas.
- Posibilidad de separación de la alimentación.
- Posibilidad de conectar y desconectar en carga.
- Medidas de protección contra contactos directos o indirectos.
- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
- Bases de toma de corriente.
- Conexiones.

## **ITC – BT – 20 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS SISTEMAS DE INSTALACION**

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizara escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460 -5-52.

## **ITC – BT – 21 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS TUBOS Y CANALES PROTECTORAS**

Los tubos protectores (y sus accesorios) pueden ser: metálicos, no metálicos, y compuestos. Se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados

## **ITC – BT – 22 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar garantizado por el dispositivo de protección utilizado.
- Cortocircuitos.  
En el origen de todo circuito un dispositivo de protección cuya capacidad de corte sea acorde a la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, que cada circuito derivado disponga de protección, mientras que un solo dispositivo general asegure la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.
- Descargas eléctricas atmosféricas

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432 - Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433 - Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434 - Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435 - Coordinación de las protecciones contra las sobrecargas y cortocircuitos.
- 436 - Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

## **ITC – BT – 23 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES**

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

## **ITC – BT – 24 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

La presente instrucción describe las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

En la protección contra los choques eléctricos se aplicarán las medidas apropiadas:

- para la protección contra los contactos directos y contra los contactos indirectos.
- para la protección contra contactos directos.
- para la protección contra contactos indirectos.

## **ITC – BT – 25 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS**

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la ITC-BT-10. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.

Los circuitos de protección constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23.

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado se hará mediante un interruptor automático de

corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según ITC-BT-36.

Los tipos de circuitos independientes estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad según su aplicación.

- ***Electrificación básica***

- C<sub>1</sub> destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C<sub>2</sub> destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C<sub>3</sub> destinado a alimentar la cocina y horno.
- C<sub>4</sub> destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C<sub>5</sub> destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

- ***Electrificación elevada***

- C<sub>6</sub> adicional del tipo C<sub>1</sub>, por cada 30 puntos de luz
- C<sub>7</sub> adicional del tipo C<sub>2</sub>, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m<sup>2</sup>.
- C<sub>8</sub> destinado a la instalación de calefacción eléctrica.
- C<sub>9</sub> destinado a la instalación aire acondicionado.
- C<sub>10</sub> destinado a la instalación de una secadora independiente
- C<sub>11</sub> destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad.
- C<sub>12</sub> adicionales de los tipos C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub>, o del tipo C<sub>5</sub>, cuando el número de tomas > 6.

En ambos casos, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

donde:

- n; n° de tomas o receptores
- I<sub>a</sub>; Intensidad prevista por toma o receptor
- F<sub>s</sub>; Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
- F<sub>u</sub>; Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

## **ITC – BT – 26 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS PRESCRIPCIONES GENERALES DE INSTALACION**

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son complementarias de las expuestas en la ITC-BT-19 y aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos. Tratando especialmente las tomas de tierra y los conductores.

Las instalaciones de las viviendas se consideran que están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución “TT” (ITC-BT-08) y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

## **ITC – BT – 27 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA**

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha o una ducha prefabricada o una bañera de hidromasaje o aparato para uso análogo.

## **ITC – BT – 40 INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN**

La presente instrucción se aplica a las instalaciones generadoras, destinadas a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.

A los efectos de esta Instrucción se entiende por “Redes de Distribución Pública” a las redes eléctricas que pertenecen o son explotadas por empresas cuyo fin principal es la distribución de energía eléctrica para su venta a terceros. Asimismo, se entiende por “Autogenerador” a la empresa que, subsidiariamente a sus actividades principales, produce, individualmente o en común, la energía eléctrica destinada en su totalidad o en parte, a sus necesidades propias.

Se clasifican, según su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, en:

- a) aisladas: no existe conexión eléctrica con la Red de Distribución Pública.
- b) asistidas: existe una conexión con la Red de Distribución Pública, los generadores no trabajan en paralelo con ella. Queda como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación.
- c) interconectadas: Aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

Cuando las instalaciones generadoras estén alojadas en edificios o establecimientos industriales, sus locales cumplirán con las disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondientes.

## Condiciones para la conexión

- Aisladas. La conexión a los receptores precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

Cuando existan más de un generador y su conexión exija la sincronización, se deberá disponer de un equipo manual o automático para realizar dicha operación.

Los generadores portátiles deberán incorporar las protecciones generales contra sobreintensidades y contactos directos e indirectos necesarios.

- Asistidas. En la instalación interior la alimentación alternativa podrá hacerse en varios puntos que irán provistos de un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro, que impida el acoplamiento simultáneo a ambas fuentes de alimentación.
- Interconectadas. La potencia máxima de las centrales interconectadas a una Red de Distribución Pública, estará condicionada por las características de ésta: tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc.

## ITC – BT – 43 INSTALACIÓN DE RECEPTORES PRESCRIPCIONES GENERALES

Establece los requisitos generales de instalación de receptores dependiendo de su clasificación y utilización que estén destinados a ser alimentados por una red de suministro exterior con tensiones que no excedan de 440 V en valor eficaz entre fases (254 V en valor eficaz entre fase y tierra).

La clasificación de los receptores en lo relativo a la protección contra los choques eléctricos es la siguiente:

*Fuente REBT. Elaboración propia.*

	<b>Clase 0</b>	<b>Clase I</b>	<b>Clase II</b>	<b>Clase III</b>
<b>Características de los aparatos</b>	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos de medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección de puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
<b>Precauciones de seguridad</b>	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

*Tabla 33. Clasificación de los receptores [25]*

## **ITC – BT – 44 INSTALACIÓN DE RECEPTORES RECEPTORES PARA ALUMBRADO**

Se aplica a las instalaciones de receptores para alumbrado (luminarias). Se entiende como receptor para alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

## **ITC – BT – 45 INSTALACIÓN DE RECEPTORES APARATOS DE CALDEO**

El objeto de la presente instrucción es determinar los requisitos de instalación de los aparatos eléctricos de caldeo, entendiéndose como tales aquéllos que transforman la energía eléctrica en calor.

Tipos:

- para el calentamiento de líquidos
- para el calentamiento de locales
- Cocinas, hornos, hornillos y encimeras

## **ITC – BT – 48 INSTALACIÓN DE RECEPTORES TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES. REACTANCIAS Y RECTIFICADORES. CONDENSADORES**

Determinar los requisitos de instalación de los transformadores, autotransformadores, reactancias, rectificadores y condensadores. Estos receptores cumplirán los requisitos de las Directivas europeas aplicables

Las conexiones de estos receptores se realizarán con los elementos de conexión adecuados a los materiales a unir. Serán instalados de forma que dispongan de ventilación suficiente para su refrigeración correcta.

### ***Transformadores y Autotransformadores***

Los transformadores que puedan estar al alcance de personas no especializadas, estarán contruidos o situados de manera, que sus arrollamientos y elementos bajo tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

Los transformadores en instalación fija no se montarán directamente sobre partes combustibles de un edificio, excepto si no exceden 3.000 VA y llevan un limitador de temperatura apropiado.

Cuando sea necesario instalarlos próximos a partes combustibles, se emplearán pantallas incombustibles como elemento de separación. La separación entre transformadores y pantallas será de 1 cm. cuando la potencia del transformador sea inferior o igual a 3.000 VA. Esta distancia aumentará proporcionalmente a la potencia.

El empleo de autotransformadores no será admitido si los dos circuitos conectados a ellos no tienen un aislamiento previsto para la tensión mayor.

En la conexión de un autotransformador a una fuente de alimentación con conductor neutro, el borne del extremo del arrollamiento común al primario y al secundario, se unirá al conductor neutro.

Todo transformador estará protegido por un dispositivo de corte por sobreintensidad u otro sistema equivalente. Este dispositivo estará de acuerdo con las características que figuran en la placa del transformador, y con la utilización de dicho transformador.

### ***Reactancias y rectificadores***

La instalación de reactancias y rectificadores responderán a los mismos requisitos generales que los señalados para los transformadores. Además:

- Cuando los rectificadores no se opongan, al paso accidental de la corriente alterna al circuito que en corriente continua o viceversa, se instalarán asociados a un dispositivo adecuado que impida esta eventualidad.
- Las canalizaciones correspondientes a las corrientes de diferente naturaleza, serán distintas y estarán convenientemente señalizadas o separadas entre sí.
- Los circuitos correspondientes a la corriente continua se instalarán siguiendo las prescripciones que correspondan a su tensión asignada.

### ***Condensadores***

Los condensadores que no lleven alguna indicación de temperatura máxima admisible no se podrán utilizar en lugares donde la temperatura ambiente sea 50 °C o mayor.

Si la carga residual de los condensadores pudiera poner en peligro a las personas, llevarán un dispositivo automático de descarga o se colocará una inscripción que advierta este peligro. Los condensadores con dieléctrico líquido combustible cumplirán los mismos requisitos que los reóstatos y reactancias.

Para la utilización de condensadores por encima de los 2.000 m. de altitud sobre el nivel del mar, deberán tomarse precauciones de acuerdo con el fabricante, según especifica la Norma UNE-EN 60.831 -1.

Los condensadores deberán estar adecuadamente protegidos, cuando se vayan a utilizar con sobreintensidades superiores a 1,3 veces la intensidad correspondiente a la tensión asignada a frecuencia de red, excluidos los transitorios.

Los aparatos de mando y protección de los condensadores deberán soportar en régimen permanente, de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal asignada del condensador, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades.

## **ITC – BT – 51 INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS**

Establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

Comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, con excepción de aquellos sistemas independientes, que puedan ser considerados como aparatos y otros, que tienen requisitos específicos recogidos en las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del REBT.

Quedan excluidas las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el Reglamento de I.C.T.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente Instrucción además de los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

### ***Requisitos generales de la instalación***

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación<sup>116</sup>. En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones. Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante.

---

<sup>116</sup> conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE)

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado a muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos esté realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

### ***Condiciones particulares de la instalación***

- Sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión.  
Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50.065 -1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética.

- Sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función. Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189 -2.

- Sistemas que usan señales radiadas.  
Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones”.

### 2.1.3. CÓDIGOS IP, IK

*Envolvente: Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos<sup>117</sup>.*

Las envolventes proporcionan también la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y la protección del material contra los efectos nocivos de los impactos mecánicos.

*Grado de protección: Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.*

Existen dos tipos de grados de protección y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente.

Cada uno de estos códigos se encuentra descrito en una norma, en las que además se indican la forma de realizar los ensayos para su verificación:

- Código IP: UNE 20324, que es equivalente a la norma europea EN 60529.
- Código IK: UNE-EN 50102.

#### **Código IP**

Sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección.

Formado por dos números de una cifra cada uno independientes uno del otro.

- El número que va en primer lugar, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizando simultáneamente, la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

A medida que va aumentando el valor de dicha cifra, éste indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

---

<sup>117</sup> Extraído del Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI 826-03-12).

Fuente REBT. Elaboración propia.

Cifra	Grado de protección
0	No protegida
1	Protegida contra los cuerpos solidos de más de 50mm
2	Protegida contra los cuerpos solidos de más de 12mm
3	Protegida contra los cuerpos solidos de más de 2,5mm
4	Protegida contra los cuerpos solidos de más de 1mm
5	Protección contra la penetración de polvo
6	Totalmente estanco al polvo

Tabla 34 - Grados de protección IP indicados por la primera cifra característica

- El número que va en segundo lugar, indica la protección del equipo en el interior contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior es mayor y también se proyecta en más direcciones.

Fuente REBT. Elaboración propia.

Cifra	Grado de protección
	Descripcion abreviada
0	No protegida
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
4	Protegida contra las proyecciones de agua
5	Protegida contra los chorros de agua
6	Protegida contra los chorros de agua o contra la mar gruesa
7	Protegida contra los efectos de la inmersión
8	Protegida contra la inmersión prolongada

Los procedimientos especializados de limpieza no están cubiertos por los grados de protección IP. Se recomienda que los fabricantes suministren, una adecuada información en lo referente a los procedimientos de limpieza. Eso está de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la CEI 60529 para los procedimientos de limpieza especiales.

Tabla 35 - Grados de protección IP indicados por la segunda cifra característica [25]

- De forma opcional, y con objeto de proporcionar información suplementaria, puede complementarse el código IP con una letra. Estas letras adicionales, proporcionan información sobre la accesibilidad de determinados objetos o partes del cuerpo a las partes peligrosas en el interior de la envolvente.

Fuente REBT. Elaboración propia.

Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
<b>A</b>	Una gran superficie del cuerpo humano, tal como la mano (pero no impide una penetración deliberada)
<b>B</b>	Los dedos u objetos análogos (diámetro de 12mm) que no excedan de una longitud de 80mm
<b>C</b>	Herramientas alambres, etc. con diámetro o espesor superior a 2,5mm
<b>D</b>	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm

Tabla 36 – Descripción de la protección IP proporcionada por las letras adicionales [25]

## Código IK

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos.

A medida que el número va aumentado indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número siempre se muestra formado por dos cifras.

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad. Si alguna parte de esta envolvente tiene un grado de protección diferente, éstos deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.

*Fuente REBT. Elaboración propia.*

Grado IK	IK 00	IK 01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	—	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

*Tabla 37 - Grados de protección IK [25]*

### 3. DOMOTICA

El origen de la domótica se remonta a los años 70, cuando aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la tecnología X-10. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas y poco más. Mas tarde, tras el auge de los PC, a finales de la década de los 80 y principio de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los SCE (Sistemas de Cableado Estructurado) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidas por todo el edificio. Además de los datos estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y seguridad, por lo que aquellos edificios, que disponían de un SCE, se les empezaron a llamar edificios inteligentes.

Posteriormente, los automatismos destinados a edificios de oficinas, junto con otros específicos, se han ido aplicando también a las viviendas de particulares u otro tipo de edificio, donde el número de necesidades que hay que cubrir es mucho más amplio, dando origen a la vivienda domótica.

Los orígenes de la domótica en España deben buscarse a primeros de los años 90, en los que tienen lugar las primeras iniciativas de promociones y el mayor conocimiento de sus beneficios; pero no sería hasta los años 2002-2003 cuando pasa a ser un concepto notablemente conocido por la sociedad. Del mismo modo en que en nuestros días no es aceptable que una vivienda no tenga corriente eléctrica o agua corriente, dentro de poco no se concebirán viviendas que no estén mínimamente domotizadas.

La domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa. La vivienda domótica integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, seguridad, ahorro energético, de las facilidades de comunicaciones, y de las posibilidades de entretenimientos.

En este contexto se suele utilizar también mucho el concepto de hogar inteligente, derivado del término “smart homes”. El término inteligente se utiliza en ámbitos informáticos para distinguir terminales con capacidad autónoma de procesamiento de datos, y aquellos sin esa capacidad (terminales tontos)

El término inmótica, identificado como “building Management system”, hace referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se encuentran equipadas las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. La inmótica motiva la productividad en el trabajo al gestionar las instalaciones del edificio como una herramienta para favorecer la producción de sus empleados.

Las domótica se suele asociar actualmente, sobre todo en ámbito de telecomunicaciones, al denominado hogar digital u hogar conectado. El gran progreso tecnológico sufrido por los sistemas de telecomunicación y el desarrollo y proliferación de Internet han incrementado exponencialmente nuestra capacidad para crear información almacenarla, transmitirla, recibirla y procesarla.

En realidad no existen acusadas diferencias entre una vivienda tradicional y otra con equipamiento domótico. La diferencia solo estriba en la incorporación de una mínima tecnología que permita gestionar de forma más eficiente e integrar los distintos equipos e instalaciones domésticas que conforman la vivienda.

Últimamente la vivienda domótica se asocia mucho al concepto de vivienda bioclimática, es decir, a aquella vivienda con un nuevo diseño arquitectónico que se adapta mejor al medioambiente, reduciendo el consumo energético y contribuyendo a mantener nuestra salud y la del planeta Tierra. El diseño arquitectónico de los edificios y sistemas empezó a enfatizar los temas bioclimáticos como fórmula de ahorro energético desde una perspectiva económica, a partir de la primera crisis del petróleo en 1973. El principal cambio experimentado en los últimos años, es que esa visión meramente económica y local, se ha complementado con una nueva visión de protección y cuidado del medioambiente en todo el planeta.

La vivienda domótica también se suele asociar al hogar seguro (vivienda Bunker), ya que la mayor parte de los dispositivos que se utilizan para proteger una vivienda frente a intrusiones y a otros dispositivos de protección pasivos tiene mucho que ver con lo que la domótica implica, en cuanto se refiere a los aspectos de seguridad y comunicación.

La domótica, dicho en pocas palabras, es la instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar, que permiten la automatización de actividades cotidianas y el control local o remoto de la vivienda, o del edificio inteligente. Según lo expuesto, la domótica no son servicios ni productos aislados, sino simplemente la implementación e integración de todos los aparatos del hogar (eléctricos, electrónicos, informáticos, etc.).

No obstante, la incorporación e Integración de estas redes y dispositivos en la vivienda domótica posibilitan una cantidad ilimitada de nuevas aplicaciones y servicios en el hogar, consiguiendo así un mayor nivel de confort, se aumenta la seguridad, se reduce el consumo energético, se incrementan las posibilidades de ocio, etc. En definitiva, se produce un incremento de la calidad de vida de sus habitantes.

Para que todos estos dispositivos puedan trabajar de forma conjunta es necesario que estén conectados a través de una red interna, red que generalmente se suele conocer por HAN (Home Area Network). Esta red, cableada o inalámbrica, suele dividirse en tres tipos de redes, según el tipo de dispositivos que se vayan a interconectar y de las aplicaciones que se vayan a ofrecer: red de control, red de datos y red multimedia. Por otro lado, es necesario la conexión de la HAN con el exterior, lo cual se realiza a través de las redes públicas de telecomunicación.

De entre todos los dispositivos de la vivienda domótica destaca un elemento imprescindible, el conocido por pasarela residencial (residencial gateway). Este dispositivo es el que permite la convivencia de todas estas redes y dispositivos internos, interconectándolos entre sí y con el exterior. Esta pasarela debe garantizar la seguridad de las comunicaciones hacia/desde el hogar y debe ser gestionable de forma remota.

### 3.1. ANALISIS DEL ENTORNO

El mercado español de la domótica ha seguido una evolución lenta pero constante. Cada vez más los ciudadanos conocen y valoran favorablemente la introducción de la domótica en los hogares. Las soluciones más relevantes para la compra de una vivienda de nueva promoción son las que están relacionadas con el Ahorro Energético y el uso de Energías Renovables. Así como las alarmas técnicas y disponer de Telefonía, Banda Ancha y TV Digital en la compra de una vivienda.

Las principales razones que alientan un despegue del mercado domótico español son:

- Nuevas empresas en un ámbito nacional o regional en el campo de la domótica.
- Creación de asociaciones con el fin de promover proyectos y crear estándares.
- Conferencias, seminarios y foros, con el fin de la difusión de la domótica.
- Aparición de diversos artículos en prensa general y especializada popularizando los beneficios de la domótica para los usuarios.
- La oferta cada vez más amplia, de productos domóticos; reduciéndose además considerablemente en los últimos años, su tamaño, coste y complejidad.
- El aumento de la tarifa eléctrica, que potencie la mejora en eficiencia energética.
- El despegue de dispositivos móviles, “smartphones” capaces de convertirse en dispositivos de mando y gestión de un sistema domótico.
- La mejora en la legislación y normativas, desarrollada en los últimos años.
- El incremento de personas dependientes, que pasan más tiempo en su hogar y que demandan servicios que incrementen su bienestar, su seguridad y sus limitaciones.
- El desarrollo del trabajo que limita a las familias el tiempo para las tareas domésticas, impulsa la adquisición de productos, como por ejemplo los electrodomésticos inteligentes. O bien, el incremento del Teletrabajo que a su vez, genera un ahorro energético al eliminar los desplazamientos diarios.
- La creciente conciencia ecológica que están adquiriendo los ciudadanos y la Administración Pública, facilita la introducción de soluciones que permitan incrementar el ahorro energético.
- La juventud es más casera que hace unos años, con los altos índices de crecimiento en el número de horas dedicadas a ver la televisión y a jugar con videojuegos. Este colectivo podrá beneficiarse de: el cine en casa, las videoconferencias, los videojuegos en red, la formación a distancia, etc.
- La seguridad del hogar, es una de las principales preocupaciones sociales, junto con el desempleo.

No obstante, también existen una serie de dificultades que no es bueno ignorar:

- El mercado está dirigido todavía por la oferta. No existe una clara demanda del producto por los usuarios finales. Y los promotores aún no ven en la domótica una forma de diferenciarse de la competencia
- El porcentaje de viviendas domóticas es todavía muy bajo respecto al número total de viviendas construidas anualmente.
- El conocimiento de las ventajas que ofrece la domótica para el usuario final o para el sector de la construcción, no está suficientemente extendido.

Para que la proliferación de edificios inteligentes sea una realidad son necesarios ciertos cambios en los agentes tradicionales de la construcción y equipamiento del hogar (promotor, inmobiliaria, arquitecto, constructora, instaladores, reformadores, operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios de contenido, fabricantes, y el propio usuario final), así como la incorporación de nuevos actores (consultoras de sistemas domóticos, integrador de soluciones domóticas) que permitan la gestión integrada de ese hogar conectado.

La única forma de que este mercado emergente termine de consolidarse es que todos los agentes que participan en la cadena de valor perciban un claro beneficio

### ***Promotores e inmobiliarias.***

El promotor es un actor primordial para la introducción de sistemas domóticos en los edificios. Él posee el suelo sobre el que se va a edificar, él marca las características básicas de los nuevos edificios. Conoce las nuevas demandas del comprador, como los dispositivos de seguridad que cada vez se incorporan con mayor frecuencia. Su papel de popularización de servicios avanzados es muy importante.

La constricción de la demanda inmobiliaria hará que sobrevivan solo aquellos promotores y constructores que ofrezcan una mejor relación calidad-precio, y ahí es donde entra la domótica como elemento diferenciador frente a la competencia. El éxito de esta inversión esta asegurado, pues una vivienda de gama alta con un sobrecoste en sistemas tecnológicos del 3% puede suponer una valoración superior al 10% sobre la misma vivienda.

### ***Arquitectos.***

Es el que diseña el edificio, por lo que juega un papel importantísimo para la introducción de la domótica.

La principal ventaja que ofrece la domótica al arquitecto es un nuevo factor de especialización y prestigio. También, le permitirá ejercer su profesión en un nicho de mercado poco explotado aun, pero que presenta una gran expectativa de futuro conforme el poder adquisitivo de los usuarios va aumentando. Para ello el arquitecto deberá conocer los requisitos de las nuevas tecnologías para que su futura puesta en marcha y utilización sea lo mas sencilla y provechosa posible.

### ***Constructores, instaladores y reformadores.***

Los constructores son los encargados de realizar la obra proyectada por el arquitecto allí donde marca el promotor. Es también el encargado de coordinar al colectivo de especialistas que instalan los servicios básicos (agua, gas, electricidad), así como la contratación de aquellos instaladores homologados necesarios para el despliegue de las infraestructuras tecnológicas recogida en la memoria de calidades de la nueva vivienda. Por otro lado, el instalador es quien se encarga de la puesta en marcha de los dispositivos que el usuario acabara utilizando; siendo el reformador, aquel que cambia la disposición o configuración de los dispositivos según los nuevos requisitos del usuario.

En estos momentos, la ejecución de las obras domóticas suele ser efectuada por los instaladores tradicionales de electricidad. Por ello, existe una clara falta de competencia en la instalación de estos productos y puesto que existen diversos fabricantes y estándares, es bastante probable que los instaladores deban seguir varios procesos de certificación y homologación. La principal ventaja de la domótica para los instaladores son nuevas posibilidades de negocio y diferenciación frente a sus competidores.

### ***Operadores de telecomunicaciones.***

Los operadores de telecomunicaciones son los encargados de ofrecer los servicios de comunicación y entretenimiento básico en los hogares, principalmente, telefonía, acceso a Internet y televisión.

Estos agentes han realizado fuertes inversiones en el despliegue de redes de acceso de banda ancha, y por ello buscan ahora servicios que les permitan explotar toda esta infraestructura. Los operadores irán paulatinamente migrando los antiguos módems, routers y set-top-boxes a pasarelas residenciales, pues esta nueva plataforma les permite ofrecer un catálogo de servicios mucho mayor e integrarlos todos ellos sobre el mismo dispositivo de acceso, incrementando así el beneficio por vivienda.

### ***Proveedores de servicios y contenidos***

Los proveedores de servicios son los que ofrecen al usuario final una serie de servicios (seguridad, teleasistencia, configuración de dispositivos internos, configuración de servicios) o contenidos (videojuegos, vídeos, música), pudiendo estar asociados a los operadores de telecomunicaciones o trabajar de forma independiente.

El acceso de banda ancha a Internet con conexión permanente y de alta velocidad al usuario, así como las redes del hogar, permite ofrecer una cantidad inimaginable de servicios y aplicaciones a los usuarios.

### ***Fabricantes de equipos***

Los fabricantes de equipos son quienes diseñan y desarrollan los dispositivos, utilizados en hogares y oficinas. Destacar a los fabricantes de electrodomésticos (lavadoras, frigoríficos, calderas, etc.) y de electrónica de consumo (música, televisores, etc.), además de los propios fabricantes de sistemas domóticos (pasarelas residenciales, sensores, actuadores, etc.). Se trata de un sector caracterizado por una competencia feroz y por una alta necesidad de innovación.

El hogar digital ofrece grandes oportunidades a los fabricantes de electrodomésticos y electrónica de consumo para introducir nuevas prestaciones en sus equipos de gama alta con el fin de diferenciar su oferta y obtener mayores márgenes.

## ***Usuarios***

El usuario del edificio es el principal beneficiado por la incorporación de sistemas inteligentes y el que realmente impulsará su introducción. Si el usuario percibe una mejora de la calidad de vida por la utilización de dichos sistemas y puede acceder a ellos de forma sencilla y a un precio razonable, él pagará por ellos y éstos se acabarán instalando.

La domótica proporciona un sinnúmero de beneficios para el usuario:

- Climatización y consumo energético.
  - Programación del encendido y apagado de todo tipo de aparatos según las condiciones ambientales.
  - Contadores electrónicos que informan del consumo energético.
- Entretenimiento y confort.
  - Conexión a Internet desde cualquier punto. Juegos en red.
  - Visión de canales de TV (televisión) en cualquier habitación.
  - Control de los dispositivos eléctricos/electrónicos del hogar, desde un PC, por Internet, o desde un teléfono móvil.
- Seguridad.
  - Configuración de procedimientos de avisos en caso de intrusión o avería (alarma técnica).
  - Instalación de cámaras y micrófonos para ver y escuchar lo que pasa, con posibilidad de grabación en vídeo.
  - Control del acceso a la vivienda.
- Servicios comunitarios.
  - Control de la iluminación de las zonas comunes.
  - Manejo de alarmas de seguridad y alarmas técnicas.
  - Servicios Web para la comunidad de propietarios.

No obstante, el usuario desconoce estos beneficios y piensa que la tecnología asociada para conseguirlos es muy cara y compleja.

## ***Consultoras de sistemas domóticos***

Las consultoras de sistemas domóticos son los agentes encargados de diseñar, instalar y mantener el conjunto de equipos de los edificios inteligentes. Desde hace algunos años existen empresas dedicadas a ofrecer este tipo de servicios, consistentes en: la definición de la solución acorde a la normativa vigente, la instalación y puesta en marcha de las distintas infraestructuras y equipos, y en su futuro mantenimiento.

Entre las empresas de este tipo en el mercado español, nos encontramos con: Casadomo Soluciones, Domodesk, Domointel, Domótica Soluciones Integrales, Domótica Viva, Domoval Electronic, WonderHome, etc.

### ***Integradores de soluciones domóticas***

El integrador de las soluciones domóticas es un nuevo agente; es el encargado de contactar con todos los proveedores de servicios para integrar su oferta y hacerla llegar al usuario de forma transparente, sin que este tenga que preocuparse por la tecnología. El integrador abarca los servicios de: proveedor de banda ancha, proveedor de contenidos, proveedor de servicios autorizados, etc. Así, el usuario recibe la factura, accede al servicio técnico y a la atención al cliente desde un único punto de contacto.

Los operadores de telecomunicaciones son probablemente los que acaben asumiendo este papel, por ser los dueños de la infraestructura de red que posibilita ofrecer los distintos servicios y contenidos al usuario, así como los que cuentan con mayor capacidad comercial y de marketing para introducir nuevas aplicaciones a los usuarios.

## 3.2. APLICACIONES

Las principales aplicaciones de los edificios inteligentes se enmarcan dentro de las siguientes áreas funcionales:

- **Seguridad.** El incremento de la seguridad de los recintos es importantísimo para sus usuarios, pues no solo repercute en la protección de la mayor parte de los bienes particulares, sino también en la propia protección personal.

Mediante la videovigilancia es posible la detección de una posible intrusión en la vivienda. Otros detectores, permiten avisar al usuario de otras catástrofes (incendios, escapes de agua, fuga de gas, cortes de electricidad, etc.). Pero lo más importante, es poder generar una acción que reduzca la gravedad del accidente.

El sistema de control centralizado encargado de la seguridad puede ser adquirido en una empresa privada de seguridad, o en un distribuidor de sistemas domóticos. En este último caso, debe estar homologado por el Ministerio del Interior.

Módulos de control de acceso, como puedan ser las cerraduras de control numérico, tarjetas de proximidad o la lectura de la huella dactilar.

La Teleasistencia orientada a la prestación de ayuda a personas dependientes (mayores o discapacitados), donde se puede tener: presencia de cámaras que visualizan el estado de la persona, la posibilidad de abrir remotamente la puerta de la vivienda a los servicios de emergencia, la inclusión de equipamiento para la medida de parámetros médicos y su monitorización por personal especializado.

La seguridad de las comunicaciones, no olvidar futuros servicios que aseguren la seguridad de los datos informáticos. La pasarela residencial actúa de cortafuegos, evitando que intrusos externos accedan a la red interna de nuestro hogar.

- **Comodidad.** La vivienda domótica considera una interfaz a la pasarela residencial, que puede ser el propio televisor del salón, desde el cual es posible gobernar desde un único punto toda la casa, o bien desde el teléfono móvil o de Internet, teniendo de este modo la posibilidad de controlar remotamente el hogar. Es posible programar el sistema para que realice automáticamente, de acuerdo a un patrón establecido.

El teletrabajo es la combinación de una serie de servicios que permiten el usuario trabajar desde su casa, evitándole tener que perder tiempo en desplazamientos y ahorrándole al empleador los gastos de alquiler o compra de un local.

El comercio electrónico permite al usuario efectuar sus compras desde cualquier lugar con un teléfono o conexión a Internet.

La banca online permiten realizar todas las operaciones y transacciones bancarias de forma remota, ya sea de forma telefónica o a través de Internet.

La telemedicina permite a los profesionales médicos examinar y diagnosticar sin necesidad de estar físicamente presentes, evitando los desplazamientos a personas en zonas rurales o con problemas físicos graves.

Los servicios de formación a distancia o formación online, ofrecen acceso a material educativo con las ventajas de la formación no presencial: flexibilidad de horarios y ritmo adaptado al alumno

- **Ahorro energético.** La optimización del consumo de recursos naturales escasos como la energía y el agua, redundara, además de en un mejor medioambiente para todos, en un considerable ahorro económico para los usuarios de la vivienda, de alrededor del 25%.

Los sistemas de gestión de instalaciones energéticas permiten controlar más eficientemente la calefacción, climatización y ventilación, ajustando mejor los consumos a las necesidades y disminuyendo las pérdidas en este concepto.

Los electrodomésticos de última generación incorporan diversos avances tecnológicos que mejoran la degradación sufrida al medioambiente. Permiten optimizar el consumo de agua y electricidad.

- **Comunicaciones.** la conexión a Internet de banda ancha permite gestionar y controlar remotamente los equipos del hogar, así como recibir cualquier alarma que se produzca. Por otro lado, el hecho de disponer de una red de datos dentro del hogar permite que varios dispositivos compartan el acceso a Internet y recursos informáticos (impresoras, escáneres, etc.) o digitales (videos, imágenes, documentos, etc.).

La videotelefonía y la videoconferencia permiten tener video y datos, además de audio, con cámaras y teléfonos conectados a través de la red.

La mensajería unificada permite a los usuarios de móviles, PDA, PC, etc., enviar todo tipo de mensajes independientemente de su naturaleza.

La voz sobre IP es un servicio muy interesante, pues las llamadas al exterior se facturan a un coste muy inferior que las de telefonía tradicional. La centralita doméstica de voz sobre IP, logra ahorros de 30-40% en las llamadas salientes permitiendo también una gestión inteligente de las llamadas entrantes.

Además de las aplicaciones principales, se puede añadir una quinta aplicación, entre la comodidad y las comunicaciones. Esta es el *OCIO*.

La televisión pasa de ser algo narrativo a convertirse en interactiva. Sin olvidar los nuevos aparatos electrónicos que permiten disfrutar de una mayor calidad audiovisual

La conexión a Internet de banda ancha permite la distribución de contenidos de audio y video bajo demanda, apareciendo servicios de videoclub, aplicaciones para la venta de música o software, o un servicio de noticias a la carta. La utilización de mecanismos de protección de derechos digitales, deben impedir la copia de contenidos o el acceso ilícito a los mismos. Por otro lado la red multimedia del hogar permite el acceso a dichos contenidos desde cualquier habitación. El acceso de banda ancha y las redes internas de datos del hogar también supondrán una revolución para los videojuegos.

### 3.3. ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA

En una instalación domótica, el mando y la potencia están conceptualmente separados:

Los circuitos de alimentación de los equipos finales están gestionados por módulos de salida de varias vías.

Los órganos de mando están ligados a módulos de entrada de varias vías.

Los elementos están conectados a un bus, físicamente o mediante algún sistema de transmisión inalámbrico que transmite informaciones y órdenes.

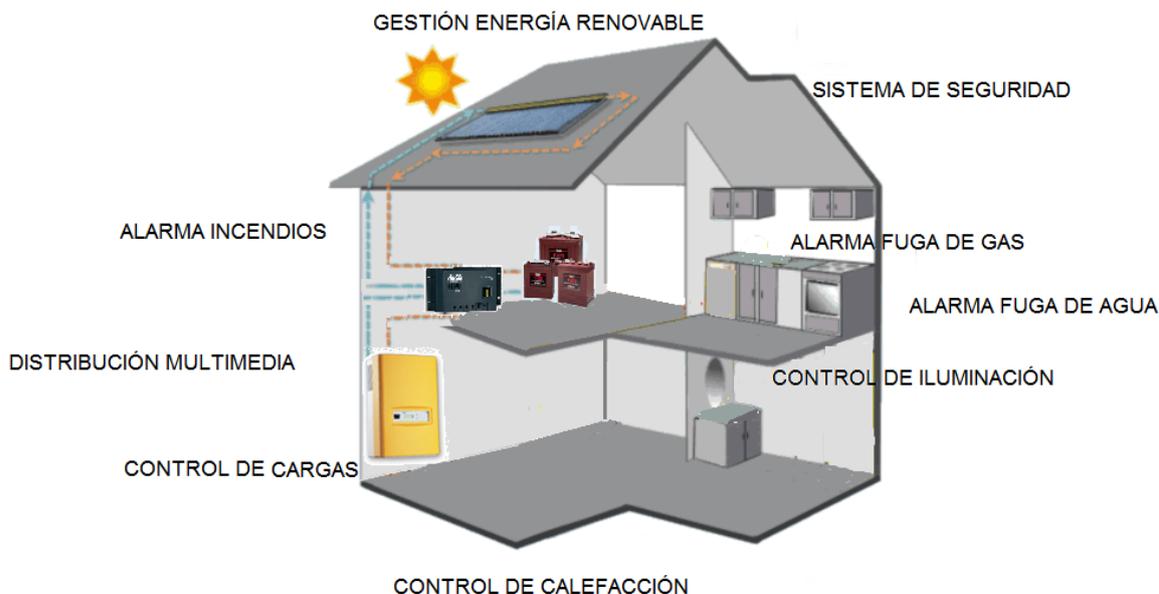


Figura 29. Automatización y control del hogar digital.

Es un sistema de circulación y transmisión de algún elemento y que une distintos puntos, lugares geográficos o topográficos. Según el elemento que circule por dicho sistema tendremos:

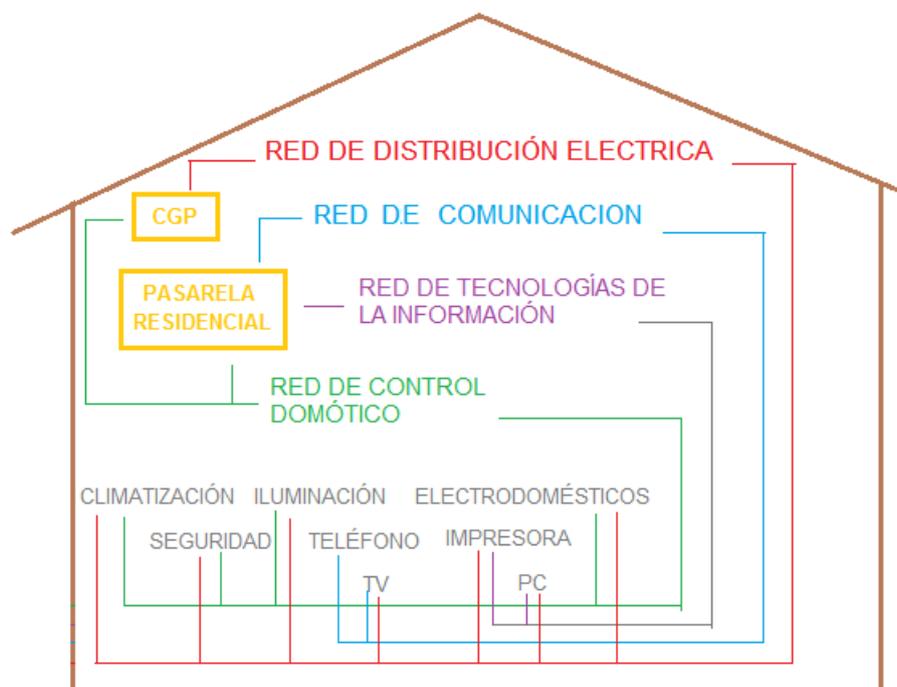
- . red eléctrica (circula la corriente eléctrica).
- . red de carreteras (automóviles, personas...).
- . red de agua, de gas...
- . red telefónica (comunicación telefónica).
- . red de comunicación (información, datos...).

Se puede definir una red como:

- Una interconexión de nodos (agentes, dispositivos...) que intercambien información o recursos.
- Un conjunto de elementos independientes interconectados.
- Una multiplicidad de agentes (nodos) que actúan autónomamente, coordinándose de forma espontánea en la red y que forman un universo reticular.

Para que una red funcione son necesarios toda una serie de elementos, señales, reglamentos, normas, protocolos.

La elevada oferta de nuevos productos y aplicaciones, relacionados con el audio y video, la voz y los datos, la automatización y control (iluminación, climatización, gestión energética, creación de escenas, etc.) y la seguridad y las alarmas (alarmas de intrusión, técnicas, médicas, control de accesos, etc.) ha conllevado a la aparición de nuevas redes, que se añaden a las existentes en nuestros edificios y viviendas (como son la red eléctrica, la red telefónica y la de TV). Estas nuevas redes son la de automatización y control y la de Tecnologías de la Información.



Fuente CEDOM. Elaboración propia

Figura 30. Redes de una instalación [26]

La red de Automatización y Control, conocida como inmótica (en edificios) y domótica (en viviendas), se centra en sistemas integrados que incluyen aplicaciones en los campos de: gestión técnica de la energía; seguridad de las personas y los bienes; confort; comunicación del sistema y al sistema mediante el uso de redes de telecomunicación externas. El objetivo principal es el de incrementar la calidad de vida de los usuarios así como el uso eficiente de la energía consumida en el edificio o la vivienda.

Por otro lado, tenemos la red de Tecnologías de la Información que se encarga de distribuir ficheros, compartir recursos entre dispositivos, compartir el acceso a Internet.

La instalación interior eléctrica y la red de control domótico están reguladas por el REBT; en particular, la red de control domótico está regulada por la instrucción 51 en lo referente a seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

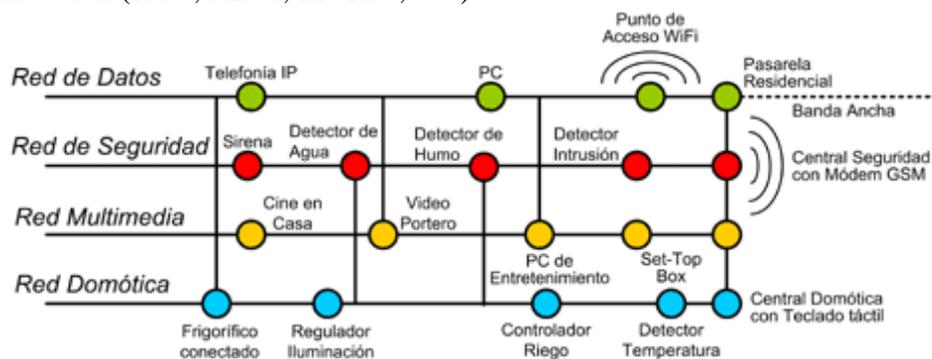
Las redes de telefonía, televisión y tecnologías de la información, aunque están reguladas por el Reglamento de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios, están afectadas por el REBT en lo referente a la seguridad eléctrica.

### 3.3.1. RED DOMOTICA

La domótica es la instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar, que permiten la automatización de actividades cotidianas y el control local o remoto de la vivienda, o del edificio inteligente. Según esta definición, la domótica no son servicios ni productos aislados, sino simplemente la implementación e integración de todos los aparatos del hogar (eléctricos, electrónicos, informáticos, etc.).

No obstante, la incorporación e integración de estas redes y dispositivos en la vivienda domótica posibilitan una cantidad ilimitada de nuevas aplicaciones y servicios en el hogar. Se produce un incremento de la calidad de vida de sus habitantes.

Para que todos estos dispositivos puedan trabajar de forma conjunta, es necesario que estén conectados a través de una red interna, red que generalmente se suele conocer por HAN (*Home Area Network*). Esta red, cableada o inalámbrica, suele dividirse en tres tipos de redes, según el tipo de dispositivos a interconectar y aplicaciones a ofrecer: **la red de control, la red de datos y la red multimedia**. Por otro lado, es necesario la conexión de la HAN con el exterior, lo cual se realiza a través de las redes públicas de telecomunicación (RTC, RDSI, Internet, etc.).



Fuente CASADOMO. Elaboración CASADOMO

Figura 31. La pasarela residencial une las redes internas con las externas. [27]

Los dispositivos deberán estar enlazados entre sí por un determinado medio físico y utilizar un mismo protocolo para poder comunicarse entre sí, dando lugar a la denominada **red de control**. Los electrodomésticos inteligentes (frigoríficos, lavadoras, lavavajillas, sistemas de aire acondicionado, etc.), capaces de ser programados a distancia, por lo general también se conectan a la red de control.

Este tipo de red tiene habitualmente un bajo ancho de banda, ya que sólo se utiliza para el envío de comandos entre dispositivos. En edificios de nueva construcción son preferibles las soluciones cableadas a las soluciones inalámbricas; ya que son más seguras y robustas y presentan menos problemas de distancias entre los distintos elementos a comunicar, pudiendo además alimentar los equipos a través de dicho medio.

Para poder controlar remotamente el edificio, además de esta red domótica interna al edificio, se debe instalar una **red de acceso a Internet**, siendo bastante aconsejable que sea de banda ancha para poder disfrutar de todas las aplicaciones domóticas. En la actualidad, la normativa ICT regula la forma de despliegue de la red de acceso a Internet dentro de la vivienda, asegurando la presencia de, al menos, un punto de acceso por cada dos habitaciones o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos.

Las redes de datos, habituales en las oficinas para conectar los distintos ordenadores entre sí y con sus periféricos, también se están introduciendo en los hogares. Esta **red de datos** es totalmente independiente de la red de control y utiliza distintos protocolos con mayor capacidad de transferencia de datos sobre el mismo o distinto medio físico. En la actualidad, sólo los nuevos edificios de oficinas, universidades, hospitales, etc., suelen disponer de sistemas de cableado estructurado de Categoría 5 o 6; es decir, de tomas Ethernet en todas las habitaciones.

Por otro lado, cada vez es más habitual que muchos de los típicos aparatos electrónicos de consumo tradicionales sean capaces de comunicarse los unos con los otros, pudiendo así realizar tareas de forma integrada y compartir información.

La denominada **red multimedia** es una red de alta capacidad utilizada por los aparatos electrónicos de consumo inteligentes (cámaras digitales, videoconsolas, televisores digitales, sistemas de cine en casa, i-radios, etc.) para compartir grandes volúmenes de información, pudiendo ser la propia red de datos u otra distinta.

En la vivienda pueden coexistir, gracias a la pasarela residencial, todas estas redes, utilizando protocolos y medios físicos distintos. Por lo general, los aparatos electrónicos de consumo y recursos informáticos, así como los electrodomésticos, son introducidos gradualmente después de la construcción del edificio según las necesidades concretas del usuario; pero es importante disponer de redes preinstaladas que permitan su interconexión.

El promotor podría optar por realizar únicamente una preinstalación del sistema domótico, en vez de instalar el sistema completamente. El concepto es semejante a la preinstalación del aire acondicionado, un valor añadido bastante utilizado en las promociones de viviendas actuales.

La preinstalación de un sistema domótico debe asegurar la futura instalación de cualquier solución del mercado, por lo que puede ser incluso más compleja que la instalación completa. La red de datos y red multimedia, de momento es difícil que sean incorporadas en el mercado residencial, pues además las tecnologías inalámbricas pueden cubrir con bastante eficiencia sus necesidades; sin embargo, estas redes sí presentan un alto valor añadido en el sector empresarial.

### **3.3.2. DISPOSITIVOS**

#### **Sensor**

Es el elemento físico que representa el órgano de entrada al sistema y que realiza una función de conversión, transformando una variable física medida (temperatura, presión...) en otra diferente que suele ser una señal eléctrica. Se le denomina también captador o detector.

Existen dos tipos según la señal que transmiten:

- . Analógicos: transmiten señal continua, con valores dentro de un rango mínimo y máximo: sensores de temperatura, luminosidad, consumo eléctrico...
- . Digitales: transmiten únicamente un conjunto finito de valores, con señales ON/OFF: sensores de presencia, movimiento y ruido, gas, fuga de agua, rotura de ventanas...

Los detectores en general son elementos con duración limitada en tiempo. A partir de la fecha prevista de finalización de su vida útil, el detector puede comportarse de forma errónea, suponiendo falsas alarmas o, la no detección de alarmas reales.

Los detectores deben ser limpiados con cierta frecuencia. Esta limpieza del detector suele ser recomendable para asegurar la inexistencia de elementos sobrepuestos al sensor que reduzcan el efecto de detección.

Se recomienda provocar periódicamente (6 meses o una vez al año) una alarma de gas, humedad, incendio, etc., para comprobar su correcto funcionamiento y, asociadamente, comprobar que la correspondiente electroválvula funciona correctamente.

Respecto a los sistemas de alarmas, está legislado que “Únicamente podrán realizar las operaciones de mantenimiento del sistema de seguridad electrónica contra robo, intrusión, y contra incendios las empresas autorizadas”.

#### **Procesador/controlador**

Unidad del sistema capaz de recibir, procesar o tratar la información, según programa o algoritmo preestablecido, y comunicarlo, cuando procedo, o los actuadores correspondientes.

Gracias a la evolución de la electrónica embarcada y embebida, algunos captadores y accionadores han llegado a ser autónomos al incorporar la función del procesador. En definitiva, es lo que caracteriza la arquitectura del sistema.

- Reguladores físicos.
- Microcontroladores.
- Microprocesadores.

#### **Actuador/accionador**

Es el elemento que representa el órgano de salida del sistema y que recibe las órdenes del procesador, actuando sobre los equipos terminales (sirenas, válvulas, lámparas...).

Existen tipos muy variados en función de la actuación, como por ejemplo: relés, motores, señalizadores...

Resulta de gran importancia mantener en perfecto estado estos dispositivos, puesto que se encuentran ubicados en instalaciones de todo tipo dentro de la vivienda (fontanería, climatización, etc...). Es por ello recomendable realizar simulaciones de mantenimiento que permitan comprobar su funcionamiento.

Por ejemplo en las válvulas para calefacción, pueden estar sin trabajar durante largos períodos de tiempo. Se recomienda que el encargado del mantenimiento del sistema compruebe su funcionamiento antes de la llegada de la temporada de uso.

*Fuente "Cuaderno de divulgación domótica". Elaboración propia.*

<b>Sensor</b>	<b>Sistema de control</b>	<b>Actuador</b>	<b>Beneficio</b>
Inundación	Cierre automático del agua	Electroválvula	Evitar inundaciones
Gases	Cierre automático del gas y alarmas técnicas	Electroválvula de corte de gas, ventilación y aviso óptico-acústico	Evitar fugas de gases y explosiones
Humos	Cierre automático del gas y alarmas técnicas	Sirena, transmisor telefónico y electroválvula	Aviso frente a conatos de incendio
Volumétricos y perimétricos	Central de seguridad	Sirena, transmisor telefónico	Avisos al usuario
Termostato y sondas de temperatura	Climatización Control telefónico	Bomba de calor	Confort térmico
Receptor telefónico	Telemando	Diversos dispositivos	Control remoto del sistema automático de riego, seguridad, A/A, alarma, simulación de presencia, electrodomésticos...
Humedad del terreno	Sistema de riego	Electroválvula	Evita la carencia y el encharcamiento
Sondas crepusculares con o sin detección de presencia	Enciende las luces al anochecer y se apagan a determinada hora	Contadores de potencia	Ahorro de energía
Pulsadores, mandos a distancia, captadores de sol y programadores horarios	Control de persianas y cortinas, automatizadas individualmente, por zonas, por grupos y en general	Motores de persianas y cortinas	Confort y ahorro de energía Seguridad intrusiva activa (todo cerrado) y pasiva (simulación de presencia)
Captadores de sol, viento y lluvia	Control de toldos automatizados	Motores de toldos	Confort y ahorro de energía Protección frente a accidentes

*Tabla 38. Ejemplos de tipos de sensores, sistemas de control y actuadores domóticos [26]*

### ***Elementos finales***

Son los elementos capaces de realizar la función esperada:

- . Que salga el agua caliente (válvula, grifo de agua caliente..).
- . Que se varíe el caudal del fluido que se controla (válvula..).
- . Que las persianas bajen o suban (motor..).
- . Que suene la alarma (sirena, timbre...).
- . Que se disponga de iluminación (lámpara..).

### ***Pasarela***

Elemento de conexión entre diferentes redes de una vivienda o edificio (control domótico, telefonía, televisión y tecnologías de la información) a una red pública de datos, como por ejemplo Internet, efectuando, en su caso, la adaptación y traducción entre diferentes protocolos. La red de control domótico puede estar o no conectada a la pasarela residencial; en el caso de que esté conectada, el nodo puede desempeñar también las funciones de pasarela residencial. Permite el control local o remoto de todos los dispositivos del edificio.

### 3.3.3. CARACTERISTICAS

Los instrumentos domóticos vienen definidos por una terminología unificada con el fin de que los fabricantes, los usuarios y los organismos o entidades empleen el mismo lenguaje.

#### ***Intervalo de medida o rango (range)***

Es la capacidad de medir de manera exacta y precisa un abanico de valores de la magnitud correspondiente. Idealmente, la variable debe estar entre los valores 30 a 60% o 30 a 70% del rango. Ejemplo: un sensor de temperatura de 0-50 °C, un manómetro de intervalo de medido 0-,10 bar o lo que es lo mismo de 0-1 MPa.

#### ***Alcance (span)***

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del rango de medida del instrumento. En los ejemplos anteriores, 50 °C para el termómetro y 1 MPa para el manómetro.

#### ***Precisión***

Es una indicación de la uniformidad de la medida, es decir, el grado de dispersión de las medidas. El instrumento será más preciso cuanto menor sea esta dispersión.

El coste es proporcional a la precisión, es decir, un instrumento muy preciso es caro.

#### ***Exactitud (accuracy)***

Es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende o dar lecturas próximas al verdadero valor de la magnitud medida; el instrumento debe poder detectar el verdadero valor de la variable sin errores sistemáticos. Sobre varias mediciones, la media de los errores cometidos debe tender a cero.

Existen varias formas de expresar la exactitud:

1. Tanto por ciento del campo de medida o rango; por ejemplo, un sensor de temperatura de 0 a 50 °C con un error máximo de 0,05 °C es:

$$\text{Exactitud} = (0,05/50) \cdot 100 = 0,1 \%$$

2. Directamente en unidades de la variable medida. Exactitud  $\pm 1$  °C
3. Tanto por ciento de la lectura efectuada...

#### ***Error***

Es la desviación que presentan las medidas prácticas de una variable con relación a las medidas teóricas, como resultado de las imperfecciones de los aparatos y de las variables parasitas que afectan al proceso.

Error absoluto: Valor leído - Valor verdadero

El error relativo representa la calidad de la medida y es:

Error relativo: Error absoluto / Valor verdadero

#### ***Incertidumbre de la medida (uncertainty)***

Es la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos razonablemente al verdadero valor de la magnitud medida. Sucede que los equipos de medida deben ser calibrados con un instrumento patrón, para poder determinar si los errores que muestra el instrumento están dentro de los límites dados por el fabricante, ya que el aparato patrón no permite medir exactamente.

***Fiabilidad***

Medida de la probabilidad de que un instrumento continúe comportándose dentro de límites especificados de error a lo largo de un tiempo determinado y bajo condiciones determinadas.

***Resolución***

Es la diferencia de valor más pequeña que el aparato puede distinguir. No hay que confundirla con el número de dígitos que el instrumento visualiza.

***Ruido***

Cualquier perturbación eléctrica o señal accidental no deseada que modifica la transmisión, la indicación o el registro de los datos deseados.

***Sensibilidad***

Es el rango de medida más pequeño del instrumento.

***Temperatura de servicio***

Campo de temperaturas en el que se espera que trabaje el instrumento dentro de los límites de error especificados.

***Vida útil de servicio***

Tiempo mínimo especificado durante el cual se espera que el instrumento trabaje sin que se presenten cambios en su comportamiento más allá de las tolerancias determinadas.

***Zona muerta***

Es la falta de respuesta del sensor ante cambios en el proceso, es decir, el porcentaje de cambio de la variable para que el sensor lo detecte.

***Calibración***

Proceso mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida que produce el sensor. La calibración debe poder efectuarse de manera sencilla y el sensor no debe precisar una recalibración frecuente.

***Tiempo de respuesta o reproductibilidad***

Tiempo necesario para que un sensor o un lazo de control respondan completamente a un cambio en la señal de entrada. La constante de tiempo es del 63,2% de dicho tiempo.

Es necesario conocer todas estas características de los instrumentos domóticos para seleccionar el instrumento más adecuado en cada caso. Un ejemplo de las características que nos indicaría el fabricante de un termómetro bimetálico es:

. Intervalo de medida (range)	0 – 100 °C
. Alcance (span)	100
. Precisión (accuracy)	± 0,5%
. Repetibilidad (repeatability)	0,1 %
. Incertidumbre (uncertainty)	0,13 %

### 3.3.4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Para que los diferentes dispositivos de una red se comuniquen e intercambien información entre sí, los medios que se utilizan principalmente son:

- Señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión: corrientes portadoras.
- Señales transmitidas por cables específicos: cables de pares trenzados, paralelo, coaxial o fibra óptica.
- Señales radiadas: ondas de infrarrojo, radiofrecuencia o ultrasonidos.

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores.

La red de control y de datos utilizan habitualmente los medios cableados, principalmente el par trenzado de cobre. Esta red de cableado transporta tanto la alimentación de los dispositivos como las señales de control. Además del coste del cable, una instalación de este tipo genera algunas obras de albañilería para incorporar las canalizaciones por las que pasan los cables y, posteriormente, taparlas y pintarlas.

La red eléctrica de baja tensión del edificio permite el transporte de señales a baja velocidad. Este medio evita obras, pero impide una óptima distribución de los dispositivos, debido a que éstos deben estar cerca de las tomas de corriente. Por otro lado, puesto que la red de baja tensión es común a todos los edificios a los que da cobertura el centro de transformación a baja tensión, se debe instalar filtros que permitan aislar la red interna de otras redes contiguas con las que podría haber interferencias en el caso de utilizar los mismos protocolos de control.

Hoy en día, la madurez de las tecnologías inalámbricas ha supuesto una considerable reducción del precio de los dispositivos que las utilizan como medio de comunicación, aunque siguen estando limitadas respecto a las tecnologías cableadas en otros aspectos, como en la seguridad de la instalación.

En definitiva, las tecnologías inalámbricas permiten distribuir los distintos elementos del sistema domótico con la máxima ubicuidad, pudiendo adaptarlos además rápidamente a las necesidades cambiantes; aunque a consta de una menor seguridad y robustez en las comunicaciones, menor distancia entre dispositivos, menor ancho de banda de transmisión, y un coste de los dispositivos ligeramente mayor.

### 3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS

#### Según la tipología de un sistema

Según la forma en que la red una los distintos puntos o lugares dispondremos de lo que se suele denominar arquitectura de control de la red. Puede ser de varios tipos:

- **Sistemas centralizados.** Los sistemas centralizados se caracterizan por tener un único nodo que recibe toda la información de las entradas, la procesa y envía a las salidas los órdenes de acción correspondientes.
- **Sistemas descentralizados.** En los sistemas descentralizados, todos los elementos de red actúan de forma independiente. Comparten la misma línea de comunicación y cada uno de ellos dispone de funciones de control y mando. Es necesario, un protocolo de comunicaciones para que todos los elementos produzcan una acción coordinada.
- **Sistemas distribuidos (híbridos).** Los sistemas distribuidos combinan las tipologías centralizada y descentralizada. La inteligencia del sistema está localizada en cada uno de los nodos de control y cada nodo tiene acceso físico directo a una serie limitada de elementos de red. Es necesario un protocolo de comunicaciones para que todos los módulos produzcan una acción coordinada.

Fuente "Cuaderno de divulgación domótica". Elaboración propia.

Sistema	Ventajas	Inconvenientes
Centralizado	Sensores y actuadores universales	Cableado significativo
	Coste reducido o moderado	Sistema dependiente del funcionamiento óptimo de la central
	Fácil uso y formación	Modularidad difícil
	Instalación sencilla	Reducida ampliabilidad
		Capacidad del sistema (canales o puntos)
Distribuido	Seguridad de funcionamiento	Elementos de sensores no universales y limitados a la oferta
	Posibilidad de rediseño de la red	Coste elevado de la solución
	Reducido cableado	Más próximos a "edificios inteligentes" que a "viviendas inteligentes"
	Fiabilidad de productos	Complejidad de programación
	Fácil ampliabilidad	
Híbridos	Seguridad de funcionamiento	Requieren programación o configuración
	Posibilidad de rediseño de la red	
	Fácil ampliabilidad	
	Sensores y actuadores universales (económicos y de gran oferta).	
	Cableado moderado	
	Coste moderado	

Tabla 39. Ventajas e inconvenientes de los sistemas por tipología [26]

## Según la topología de un sistema

Otro aspecto que caracteriza a un sistema es su topología, es decir, la organización física y lógica de los “nodos” de la red. Puede ser de varios tipos:

- **Estrella:** los dispositivos de entrada (sensores) y los de salida (actuadores) van cableados hasta la central de gestión desde donde se efectúa el tratamiento de los datos del conjunto.
- **Anillo:** los nodos se conectan en un bucle cerrado y los datos se transmiten de nodo en nodo alrededor del bucle, siempre en la misma dirección.
- **Bus:** todos los elementos del sistema (sensores, actuadores y nodos) están ligados sobre una línea que describe el conjunto o una parte de la red.
- **Mesh network:** en las redes en forma de malla existen diferentes nodos que permiten el envío de los datos por distintos caminos. Cada nodo puede enviar y recibir mensajes, además de tener la capacidad de reenviar mensajes de sus vecinos.

### **3.4.1. PROTOCOLOS**

Se denomina protocolo de comunicación al conjunto de las reglas que permiten el intercambio de información y consiste en un formato consensuado para la transmisión de datos entre dos dispositivos de sistemas descentralizados o distribuidos.

En un protocolo se define:

- El tipo de error o comprobación de error que utiliza.
- El método de compresión de datos, si está incluido.
- El modo en que el dispositivo que envía el mensaje indica que ha terminado de enviarlo
- El modo en que el receptor indica que ha recibido el mensaje.

La definición de protocolo propietario o protocolo no propietario se asocia a sistema propietario o sistema no propietario, respectivamente.

#### **Tipos de protocolos.**

- Privados o patentados: protocolo desarrollado por una compañía para uso exclusivo de sus clientes; no son públicas sus características y prestaciones.
- Abiertos: un protocolo abierto es aquel que es conocido por todas las empresas y los usuarios disponen de información y documentación necesaria para su implementación. Normalmente están respaldados por grupos de empresas que se asocian para el desarrollo del protocolo.
- Normalizados o estándar: este concepto solo se usa para protocolos abiertos. Cuando el grupo de interés de un determinado sistema ofrece a un organismo normalizador reconocido su protocolo y este lo estudia y decide publicarlo bajo una norma, se dice que un determinado protocolo está normalizado, lo que produce una garantía a los consumidores.

#### **Interoperabilidad entre protocolos**

Es una propiedad, que se define como la capacidad e integrar productos de distintos fabricantes en sistemas flexibles y funcionales sin necesidad de desarrollar hardware, software o herramientas a medida.

Los productos interoperables permiten a los diseñadores de cada proyecto utilizar el mejor dispositivo para cada sistema o sub-sistema sin necesidad de utilizar in alinea entera de productos de un mismo fabricante. Incrementan la oferta del mercado permitiendo a diferentes fabricantes competir en un segmento que de otra manera les estaría completamente prohibido. De esta manera, los diferentes fabricantes se esfuerzan por disponer de la mejor solución y esto se traduce en una mayor calidad y libertad de elección para el usuario final.

## Ejemplos de sistemas domóticos (protocolos)

### BJC DIALON

- Bajo coste
- Basado en un módulo control telefónico central: 8 entradas digitales, 2 analógicas (sonda de temperatura, micrófono), 1 entrada de línea telefónica, entrada de control de la línea interna, 6 salidas digitales a relé, un frontal multifunción para la configuración y el control del sistema (LCD + teclado).
- Puerto serie RS-232.
- Puede controlarse mediante códigos DTMF y permite la notificación de alarmas mediante mensajes de voz a través de la línea telefónica.
- El equipo tiene 5 configuraciones en memoria.
- Gran capacidad de ampliación ya que puede ser integrado al sistema BJC Dialogo o con módulos propios, que se comunican mediante un bus de 2 hilos bajo protocolo propietario o para necesidades más específicas mediante bus Lonworks.
- Funciones de seguridad: Detección Fuga/cierre electroválvulas, detección humo, alarma intrusión, pulsador emergencia médica, detección fallo suministro.
- Funciones de confort y de ahorro energético: Control clima, luces, control riego, persianas, tomas de corriente, depuradoras, horno, lavadora, abrepuertas.

### BUSING (Ingenium)

- Robusto, fiable, sin pago royalty para su uso. Definido por las capas OSI.
- Distribuido, que permite colocar los dispositivos cerca de los elementos (ahorrando cableado), o centralizar los dispositivos.
- Conexión al bus local por: cable, inalámbrico o Internet.
- Permite manejar 400000 entradas y 400000 salidas a 1 Km.
- Fácil instalación, fácil programación, programación completa, manejo intuitivo

### CARDIO

- Sistema descentralizado (sin programación): cableado, corriente portadora, inalámbrico.
- Limitado en los controles que realiza: 160 zonas de iluminación y 40 aparatos.
- Protocolo abierto basado en cadena de caracteres.
- Para aplicaciones puntuales que no cubre el sistema se integran automatismos.

### CHORUS (Gewiss)

- Basado en KNX. Escalable. Amplia gama de productos, modularidad.
- En cuanto a servicios y funciones que ofrece al sistema:
  - o Energía, confort, seguridad, tecnología en poco espacio.
  - o Sistema completo en servicios y funciones.
  - o Mando RF.
  - o Sistema de navegación MASTER (Todas las gestiones).
  - o Bus EIB-Easy (sencillo de instalar, no requiere PC para la programación, puede ser por Internet o SMS).
  - o Instalación a 2 hilos de video portero, accesible por Internet y/o móvil.
  - o Activo: la centralita gestiona la instalación y seguridad. Si hay sobrecarga corta el circuito no prioritario. Rearma la instalación en caso de cortes eléctricos y verifica el estado de instalación en todo momento. Biocomfort impide la generación de campos EM.

## COMUNITEC (Miniatec)

- Para edificios residenciales.
- Centraliza las partes más costosas (comunicaciones). Las viviendas funcionan independientes.
- Dispone de funciones multimedia (incorpora señal audiovisual en el bus domótico). Utiliza el cableado del video portero. En las viviendas usa un bus serie cableado con FTP para los módulos
- Plug and play. Módulo de control por voz, infrarrojo, master de potencia, TV, cámara.
- 9 interfaces de usuario: TV, PC, IR, Pantalla, Domoportero, Voz, Teléfono, SMS, Internet.
- Permite 100 viviendas y 1024 dispositivos en cada una de ellas.
- Protocolo basado en RS-485 sobre el que se ha implantado la mejora Plug&Play.

## DILARTEC

- Se basa en la tecnología PLC que le permite cumplir con: sencilla instalación, bajo coste, fiabilidad y seguridad de las comunicaciones, flexibilidad y escalabilidad.
- Centraliza la gestión del hogar. Sistema multiprotocolo.
- Ofrece: Diferentes dispositivos de control (dentro y fuera de la vivienda). Se integra con sistemas de alarma y videoporteros distintos. Control de consumo eléctrico. Y comunicaciones.

## DOMONET (Orbis)

- Basado en Zigbee, una suma de nodos especializados formando redes malladas.
- Zigbee en su capa física IEE 802.15.4 usa 3 bandas de frecuencia según zona geográfica. En Europa 2.4 GHz con 250Kbps/16 canales y 868 MHz con 20Kbps/1 canal. Permite 65000 dispositivos en 100 metros. 2 pilas AA con autonomía para 4 años.
- Se puede aplicar tanto en nueva construcción como reforma.
- Ejecuta: Alarmas técnicas, simulación de presencia, control de persianas y de iluminación, control de clima, programaciones, conexiones multimedia, todo bajo eficiencia energética.
- Dispositivos:
  - Coordinador de red (PAN Coordinator). Punto de centralización, pasarela. Pueden existir varios.
  - Repetidor enrutador (Full Function Device), puntos con alimentación de la red eléctrica.
  - Dispositivo final (Reduced Function Device). Sensores analógicos y digitales encargados de enviar los datos a la centralización de forma temporizada y/o sincronizada. Alimentados por batería.

## DOMOTIUM

- Universal Plug and Play, arquitectura abierta y distribuida.
- Soporta el trabajo de una red sin configurar automáticamente: detecta dispositivo, obtiene IP informa de sus funciones y capacidades de si mismo y de los demás.
- Permite: Convergencia en una única red (control datos y entretenimiento). Instalación y ampliación sencilla. Uso de protocolos estándar de comunicación eficientes. Internet. Interfaz sencilla. Control luces. Zonas calefacción. Antiintrusión. Alarmas fugas, medicas, pánico. Integración audio video. Cableado UTP cat5. Inalámbrico. Mantenimiento remoto. Soporte de Ambientes (Macros). Abierto y compatible con cualquier dispositivo PnP, WiFi y TCP/IP. Permite cualquier aparato eléctrico de cualquier fabricante. Integración transparente con Media Center

## DUPLINE

- Fácil instalación y manejo, flexibilidad, fiabilidad.
- Se basa en un principio de multiplexado. No existe limitación en el número de módulos pero si el número de señales por bus (128). Se pueden usar hasta 32 redes (4096 señales)
- Se realiza la programación con un software Windows (gratuito). También se puede dotar de inteligencia externa mediante un PLC (autómata programable), un PC, gracias a un módulo de interfaz que facilita la integración del bus con otros sistemas.

## E-DOMO (DomoSystems)

- Sistema centralizado y cableado.
- 64 salidas de potencia de 800W (luces, toldos, persianas, ventanas, puertas, electroválvulas, climatizadores)
- 16 salidas digitales (aperturas de puertas, contactores)
- 72 entradas analógicas (temperatura, luminosidad, humedad)
- 100 entradas digitales (presencia, humo, fuego, gas, rotura cristales, pisadas...)
- La comunicación entre nodos se basa en TCP/P. Interfaz de usuario: TV, pantalla táctil, PC, PDA. También de manera remota con SMS
- Avisa al usuario mediante un SMS: predictivo (incorrecto funcionamiento), corte red eléctrica (las partes críticas continúan funcionando), mantenimiento remoto (actualizar Software).

## IN ONE BY LEGRAND

- Corriente portadora, radiofrecuencia, infrarrojos. No necesita central de control. Ideal en reformas. Protocolo Propietario.
- Para la corriente portadora (señal de baja amplitud y alta frecuencia 132.5KHz, modulación FSK). Radiofrecuencia 868MHz.
- Cada mecanismo tiene un ID de 6 cifras (999.999 mecanismos). El mecanismo por portadora incorpora infrarrojo para control por mando móvil. Sin necesidad de Software o PC.
- La instalación no es cerrada es evolutiva.

## IO-HOMECONTROL

- Comunicación de radio bidireccional 868-870 MHz bajo la normativa EN 300-220, se transmiten ordenes-deseos con un encriptado de 128 bits.
- Sistema Plug and Play, ampliable.

## KNX

- Se basa en la tecnología EIB. Sistema abierto. Sistemas de comunicación normalizados: EN 50090, EN 13321-1, ISO/IEC 14543.
- 4 medios de transmisión:
  - o Twisted pair. Bus de control mediante cableado (par trenzado). Uso comunicación KNX.
  - o Power Line. Red de distribución eléctrica.
  - o Radiofrecuencia.
  - o Protocolo IP. Ethernet o Internet.
- Cada dispositivo es inteligente no requiere de unidad central.
- Desde 1 línea de comunicación con 64 componentes (con acopladores 255). 1 área son 16 líneas. Hasta un total 16 áreas (60000 componentes).

## LONWORKS

- Su protocolo abierto es LonTalk. EN 14908.
- Interoperatividad, reconfiguración de aplicaciones, aplicaciones independientes del medio de transmisión.
- Arquitectura distribuida, en bus anillo o topología libre. Velocidad en par trenzado de 78130bps.
- Hasta 2700 metros sin repetidor. De 1 a 32000 dispositivos.

## MY HOME

- Con el protocolo SCS (Sistema de Cableado Simplificado) patentado, han desarrollado el abierto Open Web Net para aplicaciones personalizadas basadas en TCP/IP para integrarse con SCS.
- Automatización de luces, persianas, escenarios, sonido, termorregulación, intrusión, telesocorro, videovigilancia, gestión de energía, videoportero. Cada dispositivo puede funcionar independiente o integrarse con el resto. Gestión local o Internet.
- En el cableado (bus de par trenzado no polarizado) se transmiten datos, alimentación a MBTS y señales de audio/video.
- Los dispositivos se clasifican según su funcionalidad:
  - Comandos (elementos de mando) envían órdenes para que provoque acciones.
  - Actuadores, actúan sobre las cargas o los elementos.
- La dirección y la función se eligen en la fase de instalación. Sin PC y sin alimentación. Formado por 2 dígitos el primero indica la zona y el segundo el elemento.

## OSIRIS ZIG (Domodesk)

- Basado en IEEE 802.15.4 y Zigbee.
- Bajo consumo. Los dispositivos duermen y se activan solo en el momento necesario, tienen la comunicación mínima.
- Son de reducido tamaño, ideal para reformas. Alto nivel de integración, diversos interfaces de comunicación (RS-232, USB, Ethernet, infrarrojos). Red mallada donde cada dispositivo puede ejercer de enrutador. Fácil instalación, facilidad de escalabilidad y ampliable.

## SICOV (Isde)

- Sistema integrado de control de viviendas. Centralizado. Son cableados directamente a central y otros se comunican a través de RS-485.
- Alarmas técnicas, fallo red eléctrica, alarma médica, tres zonas de vigilancia, control telefónico bidireccional, temperatura, integra videoportero en la telefonía interior.
- Cambios a través del teléfono conectado con el sistema

## SIMONVOX.2 (Simon)

- Seguridad; detecta, avisa y corta el suministro ante fugas. Avisador de emergencia.
- Telegestión; conectar o desconectar los servicios automatizados con una llamada telefónica.
- Confort, por pantalla o por teléfono

## SIMONVIT@

- Basado en Lonworks. Sistema de inteligencia distribuida. En un Bus mediante la red LON los módulos se comunican e intercambian información. Estos pueden: Recibir información por; pulsadores, interruptores, sensores, detectores. Procesar la información y Ejecutar órdenes.
- La ubicación de los módulos puede ser centralizada o repartida.
- Fácil instalación, existe Software de programación con numerosas librerías. Flexible y potente. Con conexión telefónica gestionar la instalación.

## TELETASK

- Modular completa, integrable bajo entorno Windows. Centralizado permite elegir donde se ubican los módulos actuadores.
- Modular centralizado donde se ubican los módulos actuadores y de entradas, también existe la posibilidad de ubicar los módulos en cualquier punto gracias al bus cableado de 5 hilos.
- Los módulos se conectan a través de RS-485 longitud máxima 1km. El cable se compone de 2 hilos para alimentación, 2 datos y 1 reservado. El infrarrojos se usa para dispositivos A/V. su velocidad de transmisión 1-10 Mb/s. El protocolo es bidireccional que aporta fiabilidad y tiempo de respuesta más real.
- Seguridad perimetral, fugas, personas, control de accesos, CCTV.
- Confort, pantallas táctiles, teclados inteligentes, iluminación, toldos, electrodomésticos, temperatura, audiovisuales.
- Ahorro energético, calefacción, en luminarias, apagado selectivo de electrodomésticos en caso de sobrecarga.
- Telecontrol, control y avisos, visualización de cámaras a través de Internet.

## VIVIMAT (Dinitel)

- Flexibilidad en el diseño, sencilla instalación, posibilidad de integración/ampliación mediante periféricos estándar.
- Protocolo abierto, sistema centralizado. Da soporte a sistemas domóticos distribuidos. La comunicación entre estos se realiza a través de un bus serie basado en RS-485.

## X-10

- Es un estándar para la transmisión de información por corrientes portadoras.
- Estructura de mensajes sencillos, arquitectura abierta. Sistema modular descentralizado pero en el que existen módulos que actúan como controladores enviando órdenes a los módulos receptores (centrales de seguridad y domóticas, pantallas táctiles, pasarelas, temporizadores, programadores, cámaras IP).
- Los mensajes están compuestos de un ID (una letra "cod. de casa" y un número "cod. de unidad") y un comando (ON, OFF, DIM, BRIGHT, ALL LINITIS OFF, . .). Se necesita a la entrada de la red eléctrica un filtro atenuador, que evita que salgan las señales y evite interferencias, exceso de ruido de alta frecuencia.

#### X2D (Delta Dore)

- Corrientes portadoras EN50065-1, que define 3 bandas de frecuencia entre 125-140 kHz.
- También emplea la radiofrecuencia 868MHz modulado en FSK (mejora la relación señal a ruido) ETS 300220 (obliga a transmisiones cíclicas) y los infrarrojos para comunicaciones de corto alcance.
- Los mensajes se componen: Direcciones; casa 65535 y dentro de la casa 243 direcciones. Datos. Código para distinguir los diferentes reemisores.
- La velocidad de transmisión es de 1200 baudios. Se transmite un mensaje en 500ms.

#### ZELIO HOGAR (Schneider)

- Sistema centralizado (16 entradas, 10 salidas), cableado en estrella. Permite comunicación telefónica bidireccional con línea analógica o GSM.
- Es pre-programado. Fácilmente ampliable, módulo GSM que permite comunicación bidireccional con la vivienda (control y gestión de alarmas).
- Seguridad técnica, aviso y simulación de presencia, ahorro energético; iluminación, climatización, persianas.

### 3.4.1.1. KNX

Es un protocolo de red abierto para la automatización y el control de edificios y viviendas, destinado a la aplicación de soluciones compatibles, flexibles y rentables, que se fortalece del aporte las empresas que lo suscriben.

Sus diversos sistemas de comunicación están normalizados a nivel europeo (EN50090 y EN 13321-1) y a nivel mundial (ISO/IEC 14543).

Respecto al nivel físico el estándar funciona sobre:

- Par trenzado. Se trata de un bus de control mediante cableado independiente (par trenzado) de uso exclusivo para la comunicación KNX. TP1 aprovecha la norma EIB equivalente. TP0 aprovecha la norma Batibus equivalente.
- Ondas Portadoras. Se usa el cableado ya existente para la red de distribución a 230V. PL100 aprovecha la norma EIB equivalente. PL132 aprovecha la norma EHS equivalente.
- Ethernet. La comunicación KNX se puede realizar también mediante mensajes IP. Aprovecha la norma EIB.net.
- Radiofrecuencia. Aprovecha la norma EIB.RF

Su característica fundamental es, su organización descentralizada. Independientemente del sistema de transmisión elegido, cada componente de bus dispone de su propia inteligencia, por lo que no resulta necesaria una unidad central de control.

La flexibilidad de la tecnología KNX permite que cualquier instalación pueda ser adaptable a las necesidades cambiantes del usuario.

El funcionamiento del KNX es el mismo que el de EIB, en el que la alimentación de 24 V (en continua) se suministra a los componentes a través de sus propios hilos conductores.

Cada dispositivo tiene dos direcciones de 16 bits, la física y la lógica. Ambas se asignan al preparar la instalación pero tienen funciones diferentes, y son mutuamente excluyentes (se usa solo una de las dos).

La dirección física solo se utiliza mientras se da de alta la instalación, o se configuran los dispositivos de la instalación. Su misión es identificar cada uno de los dispositivos, diferenciándolos de los demás. Está definida en función de la posición del dispositivo de en la matriz de conexión. Cada dispositivo tendrá su dirección física compuesta de:

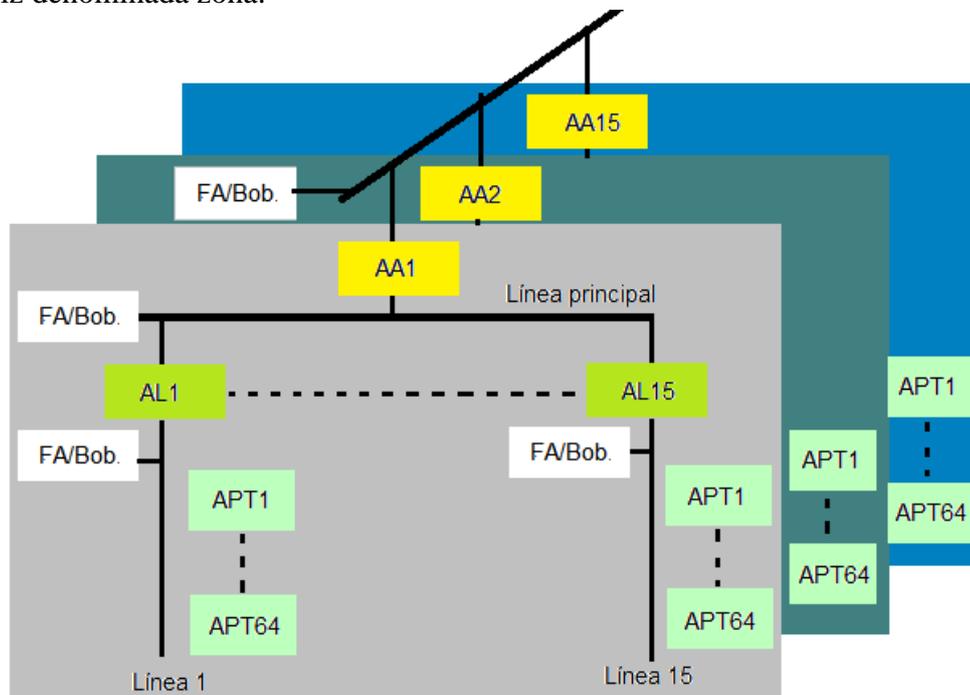
zona (4 bits) + línea (4 bits) + dispositivo (8 bits).

La dirección lógica o de grupo de 16 bits, es con la que el dispositivo trabaja en la instalación mientras está operando de forma normal, y no tiene por qué ser única (varios dispositivos pueden compartir una misma dirección lógica). Por lo tanto define grupos de dispositivos desde un punto de vista funcional.

La topología o forma en la que se extiende el bus del cable al que se conectan los distintos dispositivos, pueden tener un aspecto que podríamos denotar por matricial.

En primer lugar se forman líneas, cada una de las cuales puede contener hasta 255 dispositivos, utilizando cada uno de ellos un acoplador al bus. Cada línea puede tener una longitud máxima de 1.000 metros en total (sumando todas las ramas y respetando ciertas limitaciones en cuanto a la distribución de los dispositivos respecto a la fuente).

A un extremo de la línea se puede conectar un acoplador de línea, que hace las veces de puente y que, permite colgar ésta y otras líneas hasta un máximo de 16, formando una matriz denominada zona.



Fuente "Cuaderno de Divulgación Domótica". Elaboración propia

Figura 35. Topología KNX. [26]

Siguiendo la misma estructura las zonas también se pueden conectar entre sí, hasta un máximo de 16. Para ello, cada zona se conecta a un cable general, mediante un acoplador a la red troncal. Finalmente el sistema completo podrá conectarse a otros sistemas iguales o diferentes, mediante la pasarela correspondiente.

Tres modos de funcionamiento:

- S.mode (System mode): los diversos dispositivos o nodos de la instalación son instalados y configurados con ayuda de la aplicación software especialmente diseñada para este propósito.
- E.mode (Easy mode): en la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aun así, deben ser configurados algunos detalles en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central (como una pasarela residencial o similar) o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo.
- A.mode (Automatic mode): en la configuración automática, con una filosofía Plug&Play ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo.

### **3.5. MONTAJE DE UNA INSTALACION DOMOTICA**

Para llevar a cabo exitosamente la domotización de una vivienda o edificio, es importante seguir una metodología clara y detallada, que permita controlar y conocer en todo momento lo que se está haciendo y lo que se podrá hacer en el futuro.

El proyecto domótico puede dividirse en: preestudio, definición, instalación y entrega.

#### **3.5.1. PREESTUDIO**

Determinar qué aplicaciones ofrecer a los usuarios, así como la tecnología o tecnologías y suministradores que se utilizarán para satisfacerlas. Esta fase requiere un conocimiento exhaustivo del mercado.

Las principales recomendaciones a tener en cuenta en esta fase inicial, son:

- Conocer lo más detalladamente posible las necesidades y expectativas de los usuarios, con el fin de poder satisfacerlas. Es importante determinar qué tipo de usuarios va a utilizar la vivienda y, basándose en ello, estudiar sus necesidades actuales y futuras. Las necesidades de los usuarios determinarán qué aplicaciones serán soportadas inicialmente, y éstas, las redes y dispositivos a instalar. Entre las funciones básicas a instalar, se pueden considerar:
  - Automatización de la climatización, iluminación, ventanas y puertas, toldos y persianas, etc.
  - Gestión de seguridad básica (detección de intrusión o robo, detección de intrusión perimetral, detección de agresión, etc.).
  - Gestión de alarmas técnicas (detección de incendio, fugas de gas, inundaciones, fallo en el suministro eléctrico, etc.).
  - Gestión de alarma médica (detección de ritmo cardiaco, detección de temperatura corporal, petición de asistencia, etc.).
  - Gestión del consumo eléctrico.
  - Gestión de las comunicaciones de control vía Internet o telefonía fija o móvil.
- Conocer la oferta en materia de domótica en cuanto a instaladores, consultores, distribuidores, etc. En relación a los productos, conocer: el precio, la fiabilidad, la facilidad de uso, el tipo y número de aplicaciones soportadas, etc. Es importante asegurarse que el fabricante, distribuidor o instalador de los sistemas seleccionados, responden con una garantía y servicio de postventa adecuados.
- Establecer un conjunto de aplicaciones fáciles de usar y mantener, con un coste acorde a las prestaciones ofrecidas y un nivel máximo de fiabilidad. Es preferible implementar un número reducido de aplicaciones domóticas, pudiendo así, ir adquiriendo experiencia e ir comprobando el grado de satisfacción de los usuarios, sin comprometer muchos recursos.

- Utilizar sistemas domóticos fácilmente ampliables con el fin de que el usuario pueda ir incluyendo prestaciones según sus futuros deseos. Instalar sistemas que sean flexibles y modulares y que no se queden en seguida obsoletos.

### **Definición**

Planificar lo que se va a hacer, teniendo presente el presupuesto establecido. Se define un proyecto que será utilizado como guía durante todo el proceso de instalación, siendo recomendable su continua revisión y actualización.

En cualquier caso, debe describirse detalladamente:

- Las aplicaciones implementadas en el sistema domótico.
- Los elementos que intervienen en la instalación domótica (pasarelas residenciales, sonda de humedad, electroválvulas de corte de suministro, etc.).
- La ubicación idónea de cada uno de los dispositivos domóticos, así como las posibles redes de cable utilizadas por dichos dispositivos, teniendo en cuenta ampliaciones futuras. Se considerarán tanto criterios funcionales como estéticos.
- La influencia del sistema domótico en el resto de instalaciones domésticas.
- La relación de actores involucrados (distribuidores de sistemas domóticos, instaladores especializados, ingenieros que supervisen la obra domótica, etc.).
- La duración necesaria para llevar a cabo la instalación y momento de actuación de cada uno de los actores involucrados en el proceso de construcción.
- Las pruebas y ensayos a realizar para verificar el correcto funcionamiento de la instalación domótica, tanto durante el proceso de construcción como antes de la entrega de llaves al usuario.
- La identificación de la documentación que se entregará al cliente. Es importante no sobrecargar al usuario con grandes y complejos manuales que desincentiven el uso de la instalación domótica.

CEDOM ha elaborado una herramienta de trabajo para definir el nivel de domotización de la vivienda. Para ello clasifica la instalación domótica en:

- Nivel 1. Instalaciones con un nivel mínimo de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. Cubriendo al menos 3 aplicaciones domóticas.
- Nivel 2. Instalaciones con un nivel medio de dispositivos y/o aplicaciones. Cubriendo al menos 3 aplicaciones domóticas.
- Nivel 3. Instalaciones con un nivel alto de dispositivos y/o aplicaciones Cubriendo al menos 6 aplicaciones domóticas.

Aplicación domótica	Dispositivos	Valores de referencia		Valores del usuario	
		Nº de dispositivos o condición a cumplir	Puntuación	Puntuación asignada a la instalación evaluada	Puntuación
Alarmas de intrusión	Detectores de presencia	2	1		
		1 cada 20 m <sup>2</sup>	2		
		1 por estancia	3		
	Teclado codificado, llave electrónica o equivalente	No	0		
		Sí	1		
	Sirena interior	No	0		
		Sí	2		
	Contactos de ventana y/o impactos	En puntos de fácil acceso	1		
		En todas las ventanas	2		
	Sistema de mantenimiento de alimentación en caso de fallo del suministro eléctrico	No	0		
		Sí	2		
	Módulo de habla/escucha destinado a la escucha en caso de alarma. Otro tipo de control.	No	0		
		Sí	3		
	Sistema conectable con central de alarmas	No	0		
Sí		3			
<b>Suma parcial</b>					
Alarmas Técnicas	Detectores de inundación necesarios en zonas húmedas	No	0		
		Los necesarios	1		
	Electroválvula de corte de agua con instalación "by pass" manual	No	0		
		Los necesarios	1		
	Detectores de concentraciones de gas	Los necesarios	1		
	Electroválvula de corte de gas normalmente cerrada	Los necesarios	1		
	Detector de incendios	1 en cocina	1		
		1 cada 30m <sup>2</sup>	2		
En todas las estancias		3			
<b>Suma parcial</b>					
Simulación de presencia		No	0		
		Relacionada con persianas automatizadas o con puntos de luz	2		
		Relacionadas con persianas y con puntos de luz	3		
<b>Suma parcial</b>					

Video-portero		No	0		
		Si	1		
<b>Suma parcial</b>					
Control de persianas	Automatización y control de persianas	Todas las de superficie superior a 2 m <sup>2</sup>	1		
		Todas	2		
<b>Suma parcial</b>					
Control de iluminación	Regulación lumínica con control de escenas	No	0		
		En dependencias dedicadas al ocio	2		
		En salón y dormitorios	3		
	En jardín o grandes terrazas	No	0		
		Si	2		
	Conexión/desconexión general de iluminación	1 acceso	1		
		Todos los accesos	2		
	Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	No	0		
		Un 50% de los puntos de luz	2		
		Un 80% de los puntos de luz + 20% de las tomas de corriente	3		
<b>Suma parcial</b>					
Control de clima	Cronotermostato	1 en salón	1		
		Dividiendo la vivienda en un mínimo de 2 zonas	2		
		Varios cronotermostatos, dividiendo la vivienda por estancias en 2 zonas	3		
<b>Suma parcial</b>					
Programaciones	Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	No	0		
		Sí	2		
	Gestor energético	No	0		
		Sí	2		
<b>Suma parcial</b>					
Interfaz usuario	Consola equivalente	No	0		
		Sí	2		
	Control telefónico bidireccional	Sí	1		
		Interacción mediante SMS	2		
	Equipo para control a través de Internet, WAP o equivalente	No	0		
Sí		3			

Suma parcial					
Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación		1	1		
		2	2		
		3 o más	3		
Suma parcial					
Red multimedia	Tomas SAT y tomas multimedia	No	0		
		3 SAT + 3 multimedia	2		
		3 SAT + 1 multimedia en todas las estancias, terraza incluida	3		
	Puntos de acceso inalámbrico	No	0		
	Wi-Fi	1			
Suma parcial					
Total sumas parciales					
Número de aplicaciones domóticas cubiertas					
NOTA 1: Se entienden por los necesarios el nº mínimo que hacen posible la aplicación domótica, siempre y cuando exista la correspondiente instalación.					
NOTA 2: Además de la puntuación total alcanzada, para conocer el nivel de domotización también se debe tener en cuenta el nº de aplicaciones domóticas cubiertas.					
COMENTARIOS: Esta tabla está basada en la experiencia y en los conocimientos de expertos de automatización de viviendas y edificios. Se ha desarrollado a partir de la propuesta española confeccionada por el CTN202/SC205 "Sistemas electrónicos para viviendas y edificios", enviada y aceptada para incluirse en el plan de trabajo del WG2 del CLC/TC205 "HBES Installations".					

*Fuente "Cuaderno de divulgación domótica". Elaboración propia  
Tabla 40. Niveles de domotización [26]*

En los proyectos de edificios para viviendas de obra nueva en los que no se contemple de inicio la instalación de sistemas de control domótico se recomienda, con objeto de evitar costosas obras de instalación posteriores, realizar una preinstalación de máximos en tubos, cajas y canalizaciones que facilite la instalación posterior del sistema domótico a demanda del usuario, además de la adecuación a las necesidades del usuario, así como a sus futuras demandas en este campo.

Los elementos y características de la preinstalación recomendada son los siguientes:

- Canalización desde punto de acceso de usuario a las instalaciones de telecomunicación (PAU) hasta la caja de distribución.
- Caja de distribución: el nodo junto con su fuente de alimentación y protecciones, se podrá instalar en el cuadro general de distribución previsto para los dispositivos generales de mando y protección de la instalación eléctrica o en una caja de distribución independiente. Se recomienda que se instale una caja de 24 módulos DIN por cada 100 m<sup>2</sup> o por planta.

- Cajas de registro: se instalará una junto a cada caja de empalme y derivación de la instalación eléctrica. De otra manera, la caja de empalme y derivación se puede ampliar un 50 %, para poder ubicar los dispositivos del sistema domótico.
- Canalizaciones: se instalará una canalización independiente (un tubo de diámetro 20 mm) entre las cajas de registro específicas para la instalación domótica o, en caso de utilizarse las cajas de empalme y derivación eléctricas para la instalación domótica, se aumentará la sección de la canalización, como mínimo en 200 mm<sup>2</sup>.
- Cajas de mecanismos domóticos: se instalarán cajas para alojar los componentes domóticos de la instalación (accionamientos, detectores, alarmas, etc.), junto con sus correspondientes canalizaciones, hasta la caja de registro.

### 3.5.2. INSTALACIÓN

Durante la instalación del sistema, es importante asegurarse continuamente de que todo marcha acorde a lo planificado. Algunos puntos clave a tener en cuenta durante esta fase de implantación, son:

- Verificar periódicamente la evolución de la instalación, posibilitando que los errores sean subsanados lo antes posible y no vuelvan a cometerse.
- Comprobar exhaustivamente el funcionamiento del sistema domótico instalado antes de la entrega del edificio al usuario, pues un mal funcionamiento podría afectar muy negativamente a la imagen y percepción de la utilidad de la domótica en general.
- Verificar continuamente la calidad del proyecto realizado, es decir: si la ubicación de los dispositivos ha afectado a su eficacia o a la estética del conjunto del recinto, si el comportamiento de los dispositivos o agentes implicados es acorde al esperado, etc.

El avance y desarrollo de las nuevas tecnologías ha generado que las instalaciones eléctricas en viviendas y edificios deban estar preparadas para incorporar sistemas de control domótico.

La instalación y mantenimiento de los sistemas domóticos debe ser realizado por un instalador adecuadamente cualificado.

La instalación domótica completa debe cumplir con unos requisitos generales de forma que se garantice el funcionamiento seguro, la protección contra los choques eléctricos y las perturbaciones electromagnéticas durante su funcionamiento normal y debe funcionar sin ningún fallo en sus características de seguridad o de funciones prioritarias, para evitar cualquier daño al usuario.

Los sistemas domóticos pueden ser fuente de perturbaciones electromagnéticas o pueden verse afectados por perturbaciones producidas por otras fuentes.

La instalación de los dispositivos, las conexiones y los registros debe realizarse de forma que se evite el efecto de interferencias electromagnéticas provenientes de otras fuentes entre las que cabe citarse:

- Motores.
- Red de alimentación de potencia.
- Lámparas fluorescentes.
- Equipos de transmisión de radio (radio, TV, teléfonos inalámbricos, etc.).
- Maquinaria industrial.
- Equipos de oficina (copiadoras, impresoras, PCs, etc.).
- Efectos del rayo.
- Descargas electrostáticas.

Para minimizar los problemas de CEM en la instalación domótica, se recomienda:

- Realizar la instalación de los dispositivos y el cableado de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes y los requisitos de la norma de instalaciones.
- Comprobar que los elementos de la instalación cumplen con los requisitos de CEM de las normas de producto y sistema. El cumplimiento de cada dispositivo se puede verificar con la evidencia del correspondiente informe de ensayo emitido por el fabricante y/o un laboratorio acreditado.

Los sistemas domóticos deben cumplir con una serie de requisitos particulares fruto de las características en función del medio de transmisión utilizado.

### *Transmisión por medio de corrientes portadoras*

Se recomienda:

- Tener en cuenta los efectos sobre la estructura de la instalación eléctrica, que debe ser adaptada al sistema de transmisión a través de corrientes portadoras, según las especificaciones del fabricante de dispositivos domóticos, mediante la adecuación de cableado, sistemas de conducción de cables, cuadros, cajas de registro, cajas de mecanismo, relés y demás material eléctrico que se requiera, para conseguir una instalación de la impedancia y configuración necesarias.
- Incluir los filtros de desacoplamiento de baja tensión adecuados conforme a los requisitos de las normas de aplicación o, el que indique el proveedor.
- Incluir los elementos necesarios para la protección de la transmisión de datos a través de corrientes portadoras frente a problemas de ruido y/o desadaptación de impedancias.
- Cumplir los requisitos relativos a la impedancia de carga de la red de alimentación, según los valores especificados por el fabricante.
- Dimensionar el sistema en función de las impedancias de entrada y salida de los elementos del sistema especificadas por el fabricante, de manera que la impedancia equivalente de la instalación eléctrica, a la frecuencia de trabajo del sistema, permita los niveles de señal adecuados para la recepción de datos según las especificaciones del fabricante relativas a la sensibilidad de los elementos instalados.

### ***Transmisión por medio de par trenzado***

El cable de par trenzado permite la transmisión de datos a todos los nodos del sistema, además de proporcionar la alimentación a los dispositivos integrados en la red.

Para realizar la instalación de un sistema domótico de par trenzado, se recomienda:

- Los cables de par trenzado cumplan con las Normas de aplicación.
- Instalar los cables de la instalación domótica de tal manera que no sufran interferencias ni perturbaciones provenientes del cableado de la red eléctrica.
- Se debe comprobar que no se exceden los valores dados por el fabricante de los dispositivos domóticos en lo relativo a:
  - distancia entre la fuente de alimentación y el módulo más alejado,
  - distancia entre módulos,
  - longitud total de conexión.

### ***Transmisión por señales radiadas***

Para la transmisión por radiofrecuencia debe existir un emisor y un receptor sin necesidad de la presencia de un medio físico de comunicación entre ambos.

Para realizar la instalación de un sistema domótico por señales radiadas, se recomienda:

- buscar una ubicación para los nodos de forma que la recepción y transmisión de las señales radiadas no quede reducida ni por elementos físicos ni por interferencias.
- comprobar en todos los nodos la correcta recepción y transmisión de las señales radiadas.

### **3.5.3. ENTREGA**

Es importante seguir una serie de normas para facilitar al usuario el uso del sistema domótico. Algunas de las posibles recomendaciones para esta última fase son:

- Formar al usuario sobre el uso básico del sistema domótico, con el fin de que pueda utilizar y apreciar la instalación domótica desde el primer momento.
- Entre las posibilidades de formación están: el manual de uso, un teléfono de consulta, una o varias visitas de formación, y un vídeo explicativo. El manual de uso de la instalación domótica debe ser claro, conciso, sencillo y completo.
- Garantizar la entrega al usuario de toda la información necesaria sobre el funcionamiento de la instalación domótica. El usuario sólo podrá explotar al máximo las posibilidades del sistema domótico, si conoce exhaustivamente dicho sistema; por lo cual, deberá poseer: manual de uso, plano de las instalaciones, etc. Esta documentación irá asociada a la información relacionada con el resto de instalaciones de la vivienda.

#### **Documentos de la instalación**

La instalación domótica debe ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que se identificará con un código de referencia único para cada instalación.

- Entregar al usuario la documentación técnica de la instalación, quedándose otra copia la empresa que realice el servicio de mantenimiento de la instalación.
- Entregar estos documentos en soporte informático, siempre y cuando se garantice que los archivos no son modificables por el usuario.
- Incluir en la documentación técnica, como mínimo: el manual del usuario y el manual del instalador, con los contenidos mínimos.

#### **Manual de usuario**

Se recomienda que el manual de usuario contenga los siguientes puntos:

- a) Instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación:
  - el esquema unifilar de la instalación de control y mando;
  - la relación de los dispositivos instalados con sus características técnicas fundamentales;
  - trazado de la instalación de mando;
  - ubicación de los dispositivos, datos de parametrización y especificaciones de funcionamiento.
- b) Explicaciones sencillas que permitan al usuario final el poder cambiar los parámetros, modificables por el usuario, establecidos por el fabricante o el integrador.
- c) Posibilidades de ampliación de la instalación.
- d) Dirección y teléfono de la empresa instaladora y/o del servicio post-venta.
- e) Declaración de entrega firmada por el instalador o el integrador.

## **Manual del instalador**

Se recomienda que el manual del instalador contenga los siguientes puntos:

- a) Identificación de la instalación:
  - datos del emplazamiento,
  - características básicas de la instalación;
  - información sobre datos particulares de la instalación.
  
- b) Planos de la instalación:
  - planta general de la vivienda,
  - indicación del trazado de los sistemas de conducción de cables, tanto de potencia como de señal,
  - situación de los sistemas de distribución y localización de los dispositivos,
  - esquema unifilar de la instalación.
  
- c) Relación de los dispositivos instalados con sus características técnicas fundamentales y las instrucciones del fabricante o integrador.
  
- d) Asignación de entradas y salidas.
  
- e) Parámetros del sistema que se han establecido.
  
- f) Planificación de avisos y alarmas.
  
- g) Instrucciones, del fabricante, a la empresa instaladora para la inspección de acuerdo con las normas de instalación.
  
- h) Puesta en marcha y plan de pruebas.
  
- i) Relación de disposiciones legales y normas con las que se declara el cumplimiento de la instalación.

### **3.8. Fase de postventa**

El mantenimiento asegurar que los productos e instalaciones continúen desempeñando las funciones deseadas.

El mantenimiento está dirigido a:

- 1.- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de las funciones empleadas en el sistema.
- 2.- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad.
- 3.- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.

Se puede clasificar el mantenimiento según el método empleado:

- **Mantenimiento correctivo:** corresponde al conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se presentan en los distintos equipos y productos durante su utilización y funcionamiento.
- **Mantenimiento preventivo:** es el mantenimiento que tiene por misión mantener a los equipos y productos en un nivel determinado de servicio, programando las correcciones de sus puntos más vulnerables.
- **Mantenimiento predictivo:** es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones y productos, mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables representativas.

Se recomienda disponer de todos los datos: técnicos, de funcionamiento, de todos y cada uno de los productos, equipos, instalaciones, etc., objeto del mantenimiento. Así como de los planos definitivos de montaje de cualquier instalación y los diagramas esquemáticos de los circuitos existentes con indicaciones de zonas y características técnicas, con indicación expresa de todos y cada uno de los elementos que en ella han intervenido.

En toda instalación domótica los equipos e instalaciones objeto del mantenimiento que normalmente aparecen o pueden aparecer son:

- Instalación eléctrica - Iluminación.
- Instalación de gas: Ciudad, Natural, Butano, etc.
- Instalación de agua: tuberías para Agua caliente, Agua fría, Caldera, etc.
- Instalación de calefacción.
- Instalación de climatización: aire acondicionado, bomba de calor, etc.
- Sistemas de extracción de humos y ventilación.
- Instalación de riego.
- Sistema de seguridad, instalación telefónica, antenas, etc.

En toda vivienda hay una serie de instalaciones obligadas a pasar una serie de inspecciones sometidas a regulaciones por parte de la Administración. Normalmente son aquellas que comportan un cierto riesgo para las personas o para el entorno.

## **BLOQUE 3.**

# **ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES**

# 1. DEFINICION DEL PROYECTO

Con el fin de analizar al detalle la integración de los sistemas energéticos autónomos, relacionados con el autoconsumo, y los sistemas domóticos capaces de reducir y/o racionalizar el consumo, se procede a diseñar las instalaciones energéticas (eléctricas) de una vivienda. Estas se dividen en:

- una instalación de suministro de electricidad, a partir de energía solar fotovoltaica.
- una instalación de distribución de la electricidad a las cargas.

Por último, se integra las soluciones domóticas que realicen la gestión energética de las instalaciones anteriores, permitiendo mantener cubiertas las necesidades eléctricas de los habitantes/usuarios de la vivienda.

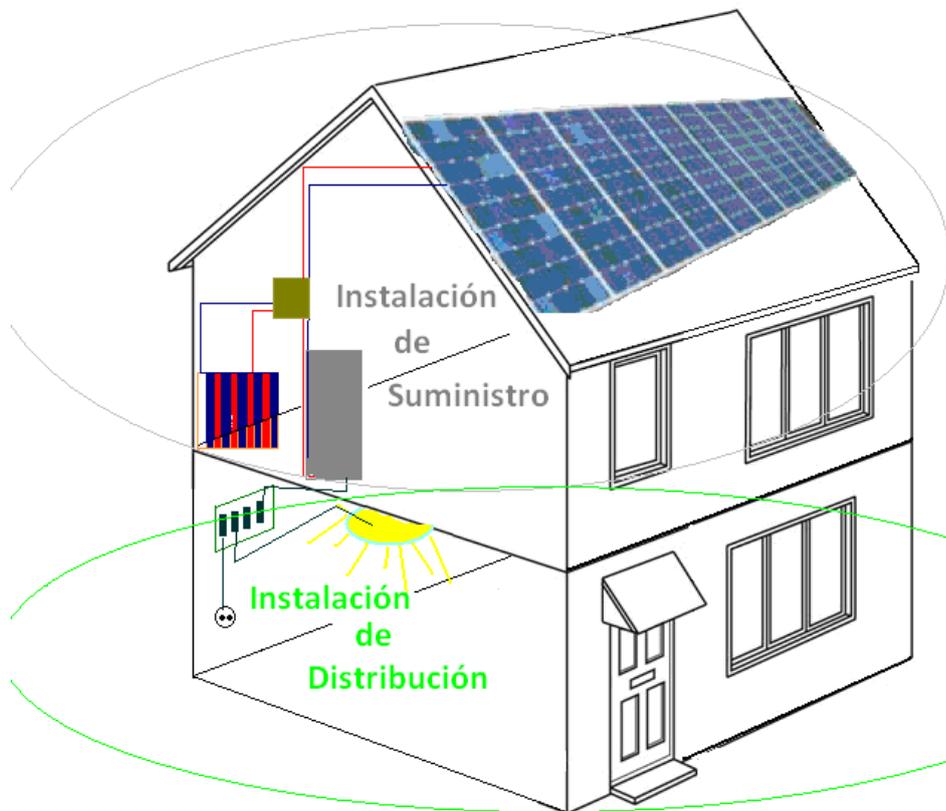


Figura 33. Instalación de suministro y de distribución.

Los parámetros elegidos para la definición de la vivienda y de su uso, se corresponden a una vivienda de pequeño tamaño ( $64\text{m}^2$ ), con el uso que le pueda dar una pareja en situación laboral activa, lo cual reduce el consumo en la vivienda por las horas que se encuentre habitada la casa. Además, se excluye el sistema de calefacción, el cual se podría obtener a través de algún otro sistema energético renovable, como por ejemplo la energía eólica.

El presente estudio se encamina a la concienciación y las medidas disponibles actuales para la reducción energética. Por tanto, se concede un aspecto prioritario al ahorro en la energía, sin perder aspectos relativos a la comodidad ni al confort del hogar.

El mayor inconveniente que presenta el uso de la energía dentro de la vivienda son los hábitos de consumo adquiridos durante años precedentes, en los que se producía un derroche energético. Este inconveniente se trasladaba a los fabricantes, quienes desde sus respectivos puestos de ingeniería no se preocupaban en atender a razones de eficiencia energética. Por suerte, esta tendencia ha cambiado.

En un primer momento el ahorro energético se ha introducido en la industria por un tema de reducción de costes en la producción. Y esto desemboca en la producción de dispositivos de menos consumo, pero, como argumento de venta.

Actualmente, tras la toma de conciencia de los límites de reservas de energía primaria (preocupación económica) y a la concienciación de los problemas ambientales que genera la actual sociedad moderna (preocupación económica), desde las esferas dirigentes, se “obliga” con normativas y directrices a la reducción energética. Con ello, cada vez se tiene más información del consumo energético y una mayor formación al respecto.

Se están produciendo las herramientas para reducir el consumo sin prescindir de ninguna de las comodidades adquiridas con los avances tecnológicos. Se está produciendo una mayor preocupación en el ámbito medioambiental y energético, pero aun no existe el hábito de utilizar la energía eficientemente. La mayor eficiencia en el uso de la energía es aquella que no se usa.

Puesto que no somos capaces de aplicar esta premisa, se trata de crear avances tecnológicos que lo aplique por nosotros en el entorno de nuestro hogar.

Tras lo expuesto se limita la realización de las instalaciones, a una vivienda pequeña (preocupación económica), con una serie de electrodomésticos de bajo consumo (A+, A++), un sistema de iluminación de bajo consumo. Se eliminan dispositivos de elevado consumo que facilitan tareas que se pueden realizar con medios físicos (aspirador, seguidor fotovoltaico). Por tanto el grado de electrificación será bajo, aunque la inclusión del circuito para las automatizaciones de la instalación domótica, y la potencia que genera el sistema fotovoltaico (> 9200W) la convierten en un grado de electrificación elevado.

Para suministrar la energía que requiere este sistema se emplea únicamente energía solar fotovoltaica. Con esto se tiene la posibilidad de ampliar la energía generada con otro tipo de energía renovable (eólica). Se añadirá el circuito generado por la energía eólica a la red de distribución y realizará la segregación de circuitos más adecuada.

Por último, se integrará la domótica para que el uso de la energía sea responsable y ahorrador. Además de incluir las ventajas, en cuanto a habitabilidad y confort, inherentes a su condición. Puesto que debe realizar una supervisión del consumo de todos los circuitos de la vivienda, e incluir los servicios correspondientes a un hogar digital, se considera un nivel elevado de instalación domótica.

## **2. INSTALACIÓN ELECTRICA DE DISTRIBUCION**

Es competencia exclusiva del Instalador el suministro de todos los elementos y materiales que sean necesarios para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones, según se describe en la memoria, representa en los planos, y cuya calidad y características de montaje se indican en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Es responsabilidad del Instalador el cumplimiento de toda la normativa oficial vigente aplicable al proyecto. El instalador efectuará a su cargo el plan de seguridad y el seguimiento correspondiente a sus trabajos, debiendo disponer de los elementos de seguridad, auxiliares y de control. Incluidos también, la preparación de todos los planos de obra, así como la gestión y preparación de toda la documentación técnica necesaria, incluido visado y legalizado de proyectos y certificados de obra, así como su tramitación ante los diferentes organismos oficiales, al objeto de obtener todos los permisos requeridos de acuerdo a la legislación. Quedan incluidas las pruebas de puesta en marcha de las instalaciones.

### **2.1. NORMAS**

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas UNE.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE)
- Código Técnico de la Edificación.

## 2.2. CIRCUITOS

El hecho que la instalación esté sectorizada es para evitar interrupciones innecesarias en todo el conjunto, y que en caso de fallo en un circuito, las consecuencias sean mínimas para el resto de la instalación.

La alimentación de los diferentes circuitos se realiza, de manera que, las potencias de las tres fases queden de la manera más equilibrada posible.

Con el objetivo de saber la necesidad de energía eléctrica de nuestra vivienda se realiza un estudio de previsión de cargas. A continuación se presenta un listado de los equipos que se pueden tener en una vivienda, tanto los conectados continuamente como aquellos de los que se hace un uso puntual:

*Fuente. Manuales de los equipos. Elaboración propia*

Aparato	Cantidad	Potencia Stand-By	Potencia Máxima
Frigorífico+ congelador	1	0	150
Lavavajillas	1	0	800
Lavadora	1	0	600
Vitrocerámica	1	0	3500
Horno	1	0	800
Microondas	1	0	800
Batidora	1	0	400
Extractor	1	0	100
Plancha	1	0	2400
Radio-CD	1	0	5
Televisor de 46''	1	18	180
Consola Videojuegos	1	8	75
PC sobremesa	1	0	350
Pantalla PC	1	0	20
Impresora	1	0	20
PC portátil	1	0	90
Router WiFi	1	0	20
Teléfono fijo inalámbrico	1	1	1
Calentador	1	0	3500
<b>TOTAL</b>			<b>13814</b>

*Tabla 41. Listado de posibles cargas en una vivienda*

Para la iluminación, se agrupa el consumo por estancias:

*Fuente. Manuales de los equipos. Elaboración propia*

Ubicación	Cantidad	Potencia (W)
Vestíbulo	1	5
Cocina	2	24
Galería	1	12
Baño	2	24
Salón-Comedor	8	40
Pasillo	1	5
Habitación principal	1	12
Habitación secundaria	1	12
Exteriores	2	50
<b>TOTAL</b>		<b>184</b>

*Tabla 42. Listado de cargas de iluminación*

En la confección de los circuitos se tiene en cuenta, el consumo de las cargas, su factor de simultaneidad y su factor de utilización. El valor de estos factores, en algunos circuitos, está estipulado en la ITC-BT-25.

*Fuente ITC-BT-25. Elaboración propia*

Circuito	Potencia Instalada	Factor de simultaneidad	Factor de utilización	Potencia Prevista
C1 – Iluminación	184	0,3	0,5	27,6
C2 – Tomas de corriente	3414	0,2	0,25	170,7
C3 – Cocina y Horno	4300	0,5	0,75	1612,5
C4 – Lavavajillas, Lavadora, Calentador	4900	0,66	0,75	2425,5
C5 – Tomas de corriente de Baño y Cocina	1200	0,4	0,5	240
C6 – Domótica	1000	1	1	1000
<b>TOTAL</b>				<b>5513,8</b>

*Tabla 43. Potencias previstas en cada circuito*

El diseño de los circuitos se basará en lo estipulado en la ITC-25 en lo que se refiere a puntos de utilización, secciones mínimas de los conductores, protecciones, diámetro de los tubos, etc.

### ***C – 1. Circuito de Iluminación.***

En este circuito se conectará todas las luminarias de la vivienda. El número de puntos de utilización no sobrepasa, en ningún caso, los 30. Se considera un punto de utilización, cada luminaria o conjunto de luminarias controladas por el mismo interruptor.

### ***C – 2. Circuito de Tomas de Corriente.***

Las bases de tomas de corriente serán de 16 A 2p+T fijas del tipo indicado en la norma UNE 20315.

### ***C – 3. Circuito de Cocina y Horno.***

Se instalará una toma de corriente de 25 A 2p+T del tipo indicado en la norma UNE 20315, por cada electrodoméstico.

### ***C – 4. Circuito de Lavavajillas, Lavadora, Calentador.***

Se recomienda el uso de dos o tres circuitos independientes, sin que esto suponga el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional. Aunque no esté prevista la instalación de un termo eléctrico, se instalará su toma de corriente.

Las bases de tomas de corriente serán de 16 A 2p+T fijas del tipo indicado en la norma UNE 20315.

### ***C – 5. Circuito de Tomas de Corriente en zonas Húmedas.***

La toma del horno microondas se considera perteneciente a este grupo.

Las bases de tomas de corriente serán de 16 A 2p+T fijas del tipo indicado en la norma UNE 20315.

### ***C – 6. Circuito de domótica.***

Para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad: Alimentados a MBTS o MBTP con cable de sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> y protegido contra sobrecargas, sobreintensidades.

Será el encargado de alimentar todos los cuadros domóticos. Es decir, alimentará las fuentes de alimentación, actuadores, etc.

Se ha previsto una potencia de 1000W con unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) correspondientes a la unidad, por sobredimensionar tanto la potencia como el uso.

En cada estancia se utilizará como mínimo los siguientes puntos de utilización. La tabla con los datos extraída de la ITC-25 del REBT, se adapta a la vivienda bajo estudio.

Fuente ITC-BT-25. Elaboración propia

Estancia	Circuito	Mecanismo	Nº mínimo	Superficie/Longitud	Nº Total
Acceso	C1	Timbre	1	--	1
Vestíbulo	C1	Punto de Luz	1	--	1
	C1	Base 16 A 2p+T	1	--	1
Salón	C1	Punto de luz	1	1 cada 10 m <sup>2</sup>	3
	C2	Base 16 A 2p+T	3 <sup>118</sup>	1 cada 6 m <sup>2</sup>	4
Dormitorios	C1	Punto de luz	1	1 cada 10 m <sup>2</sup>	4
	C2	Base 16 A 2p+T	3	1 cada 6 m <sup>2</sup>	7
Baños	C1	Punto de luz	1	--	1
	C5	Base 16 A 2p+T	1	--	1
Pasillos	C1	Punto de luz	1	1 cada 5 m <sup>2</sup>	1
	C2	Base 16 A 2p+T	1	Cada 5 m	1
Cocina	C1	Punto de luz	1	1 cada 10 m <sup>2</sup>	2
	C2	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y frigorífico	2
	C3	Base 25 A 2p+T	2	Cocina y horno	2
	C4	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora, Lavavajillas y termo	3
	C5	Base 16 A 2p+T	3	Encima del plano de trabajo <sup>119</sup>	3

Tabla 44. Estancias, circuitos y puntos de utilización.

<sup>118</sup> Donde se prevea la instalación de la toma de TV, la base debe ser múltiple, y considerarse como un punto de utilización.

<sup>119</sup> Se colocara fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la cocina.

## 2.3. CABLEADO Y CANALIZACIONES

Para los circuitos que alimentan el interior de la vivienda usaremos cables unipolares del tipo H07V-K, con conductor de cobre, de tensión nominal 450/750 V y aislamiento de polivinilo de cloruro (PVC). La temperatura máxima en el conductor es de 70°C en servicio permanente y una tensión de ensayo de 2500V en AC. Se trata de un cable flexible, no propagador de llama, no propagador del incendio, con una reducida emisión de halógenos y resistente a la absorción del agua.

Se usará un conductor unipolar por fase, neutro y conductor de protección. Para facilitar la identificación de los conductores, cada uno tendrá un color específico, siendo el color azul para el neutro, el color verde-amarillo para el conductor de protección, y los colores marrón, negro o gris para identificar las diferentes fases.

La elección de la sección del cableado se realiza en función de la intensidad del circuito, la caída de tensión, y el tipo de montaje. Las intensidades máximas admisibles se rigen por lo indicado en la norma UNE 20.460 y las ITC-BT-07 y ITC-BT-19.

El cableado de la vivienda se realizará con conductores bajo tubo a través falso techo y empotrado en pared.

Los diámetros interiores mínimos para los tubos protectores van en función del número y la sección de los conductores que alojan y están regulados por la ITCBT- 21.

*Fuente ITC-BT-25. Elaboración propia*

<b>CIRCUITO</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
Tensión (V)	230	230	230	230	230	230
Fases	R	R	S	T	R	R
Potencia Instalada (W)	180	3414	4300	4900	1200	1000
Potencia prevista (W)	27,6	170.2	1612.5	2425.5	240	1000
Intensidad (A)	0.78	14,84	18,7	21,3	5,22	4,35
Longitud máx. (m)	27	28	43	36	28	27
Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	1,5	2,5	6	4	2,5	1,5
I. máxima conductor (A)	21	29	48	38	29	21
Diámetro tubo <sup>120</sup> (mm)	20 - 32	20 - 40	25 - 63	25 - 50	20 - 32	16
Protección magnetotérmica (A)	10	16	25	20	16	10

*Tabla 45. Parámetros de caracterización de los circuitos*

No se instalarán circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad (bus domótico) en las mismas canalizaciones.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una

<sup>120</sup> En función del número de cables que lleva en su interior (entre 5 y 10). Se ha de cumplir la ITC-BT-21 y dejar al menos 2,5% de la sección total de ocupación de los cables, libre.

temperatura peligrosa y se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas tampoco podrán situarse por debajo de otras canalizaciones como de agua, vapor, gas, etc. que puedan provocar condensaciones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberán realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; pueden permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deben de realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación.

Las cajas de unión de conductores serán de material aislante y no propagador de llama. Las dimensiones de estas cajas permitirán alojar holgadamente todos los conductores que deben contener.

Los mecanismos irán emplazados en cajas de empotrar universales.

## 2.4. PROTECCIONES

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constan como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual

*Fuente ITC-BT-17. Elaboración propia.*

Electrificación	Potencia (W)	Calibre Interruptor general automático (IGA)
Básica	5750	25
	7360	32
Elevada	9200	40
	11500	50
	14490	63

*Tabla 46. Intensidades nominales del interruptor general automático*

- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones conforme a la ITC-BT- 23.

*Fuente ITC-BT-23. Elaboración propia*

Producto	Norma de aplicacion
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas (IA modulares o magnetotérmicos)	UNE-EN 20898 (serie)
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	UNE-EN 20947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobrecargas incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009 (serie)
Fusibles	UNE-EN 60269 (serie)

*Tabla 47. Tipo de protecciones y normas UNE*

La utilización de un único interruptor diferencial para varios circuitos puede provocar que su actuación desconecte equipos cuya desconexión se trata de evitar. Para este tipo de circuitos es conveniente prever una protección diferencial individual.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1- El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo. Los diferenciales tipo S cumplen con esta condición.

2- La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situado aguas abajo.

Por otra parte, para evitar disparos de los interruptores diferenciales en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, el cual se instala entre el Interruptor General y el propio interruptor diferencial, salvo si el interruptor diferencial es selectivo tipo S.

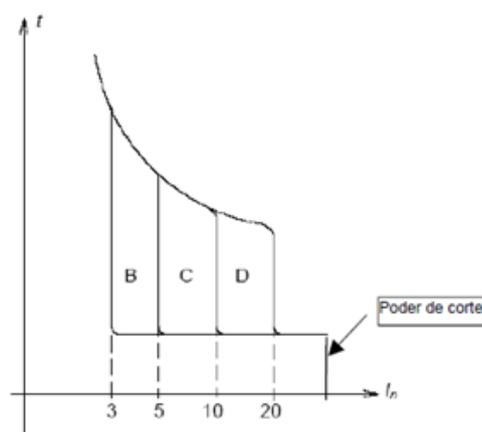
El funcionamiento de los IA se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

- Disparo por sobrecarga: característica térmica de tiempo inverso o dependiente
- Disparo por cortocircuito: Sin retardo intencionado, caracterizados por la corriente de disparo instantáneo ( $I_m$ ), también denominados de característica magnética o de tiempo independiente.

En Interruptores automáticos para instalaciones domésticas se definen tres clases de disparo magnético ( $I_m$ ) según el múltiplo de la corriente asignada ( $I_n$ ). Sus valores normalizados son:

- Curva B:  $I_m = (3 \div 5) I_n$
- Curva C:  $I_m = (5 \div 10) I_n$
- Curva D:  $I_m = (10 \div 20) I_n$

La curva B tiene su aplicación para la protección de circuitos en los que no se producen transitorios, mientras que la curva D se utiliza cuando se prevén transitorios. La curva C se utiliza para protección de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos.



Fuente ITC-BT-23.

Grafico 51. Curva de corte en interruptores automáticos [25]

### Dispositivos de protección contra sobrecargas.

Las sobretensiones transitorias que se pueden transmitir por la red de distribución y que se originan, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones y defectos en la red.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores.

Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

- Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. Las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.

- Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

- Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.

Ejemplo: armarios de distribución, aparataje (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y accesorios, etc.

- Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador.

En la instalación bajo estudio, la instalación suministradora es el conjunto fotovoltaico, y en consecuencia la que determina el tipo de red según la conexión a Tierra, es tipo IT. Con ello tenemos la correspondiente protección contra sobre tensiones.

## **En instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad**

Se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control se hará mediante un interruptor automático de corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) o Muy Baja Tensión de Protección (MBTP), según ITC-BT-36.

Estas instalaciones MBTS y MBTP comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de 50 V en CA. ó 75 V en CC, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la norma UNE-EN 60742 o UNE-EN 61558-2-4 o fuentes equivalentes, cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección.

Se diferencian en el caso de las MBTS no están conectados a tierra, mientras que las MBTP por razones funcionales, los circuitos y/o las masas están conectados a tierra o a un conductor de protección. La puesta a tierra de los circuitos puede ser realizada por una conexión adecuada al conductor de protección del circuito primario de la instalación.

Estas instalaciones son alimentadas mediante una fuente que incorpore:

- un transformador de aislamiento de seguridad conforme a la UNE-EN 60.742.
- una fuente corriente que asegure un grado de protección equivalente al anterior
- una fuente electroquímica (pilas o acumuladores) o cualquier otra fuente, que no dependa o esté separada de circuitos MBTF o de tensión más elevada,

Cuando la intensidad de cortocircuito en los bornes del circuito de utilización de la fuente de energía sea inferior a la intensidad admisible en los conductores que forman este circuito, no será necesario instalar en su origen dispositivos de protección contra sobreintensidades.

Las tomas de corriente de los circuitos de MBTS y MBTP deben satisfacer:

- Los conectores no deben poder entrar en las bases de toma de corriente alimentadas por otras tensiones.
- Las bases deben impedir la introducción de conectores concebidos para otras tensiones;
- Las bases de enchufe de los circuitos MBTS no deben llevar contacto de protección, las de los circuitos MBTP si pueden llevarlo.
- Los conectores de los circuitos MBTS, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTP.
- Los conectores de los circuitos MBTP, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTS.

## 2.5. PRESUPUESTO

Se recopila los elementos a utilizar en la instalación eléctrica de la vivienda. Se deja la parte de suministro y la de domótica para ser listada posteriormente.

La valoración económica está extraída a través de información de precios de venta al público de superficies comerciales como: Leroy Merlin, Bricomart. Los instaladores adquieren el material a través de almacenes de material eléctrico (AME, Alvarez Beltran, ...). En estos almacenes, además de precios económicos, existe la posibilidad de asociarse con lo que se tienen descuentos entre el 5 y el 55%, dependiendo del material.

<i>Descripción</i>	<i>Unidades</i>	<i>Precio</i>	<i>Total</i>
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 1,5mm<sup>2</sup> Azul</i>	100 m	12,98	12,98
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 1,5mm<sup>2</sup> Bicolor</i>	100 m	12,98	12,98
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 1,5mm<sup>2</sup> Negro</i>	100 m	12,98	12,98
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 1,5mm<sup>2</sup> Marron</i>	100 m	12,98	12,98
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 2,5mm<sup>2</sup> Azul</i>	100 m	22,07	22,07
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 2,5mm<sup>2</sup> Bicolor</i>	100 m	22,07	22,07
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 2,5mm<sup>2</sup> Negro</i>	200 m	22,07	44,14
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 2,5mm<sup>2</sup> Marron</i>	100 m	22,07	22,07
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 4mm<sup>2</sup> Azul</i>	50 m	19,82	19,82
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 4mm<sup>2</sup> Bicolor</i>	50 m	19,82	19,82
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 4mm<sup>2</sup> Marron</i>	50 m	19,82	19,82
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 6mm<sup>2</sup> Azul</i>	50 m	26,55	26,55
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 6mm<sup>2</sup> Bicolor</i>	50 m	26,55	26,55
<i>Cable flexible H07V-K Genlis 450/750V 6mm<sup>2</sup> Negro</i>	50 m	26,55	26,55
<i>Caja de empotrar mecanismos (20 unidades)</i>	3	2,40	7,20
<i>Caja de empalme empotrable 100x100x50mm</i>	2	0,50	1,00
<i>Caja de empalme empotrable 160x100x50mm</i>	5	0,97	4,85
<i>Caja de empalme empotrable 200x200x65</i>	1	2,15	2,15
<i>Tubo corrugado PVC articulado negro 20mm rollo 100m</i>	2	9,53	19,06
<i>Tubo corrugado PVC articulado negro 25mm rollo 75m</i>	1	9,42	9,42
<i>Regleta de conexión 12 polos 6mm</i>	2	0,55	1,10
<i>Regleta de conexión 12 polos 16 mm</i>	2	1,26	2,52
<i>Regleta de conexión 12 polos 25 mm</i>	2	2,05	4,10
<i>Mecanismo Toma de Corriente Schuko 16A 2p+TT</i>	22	1,30	28,60
<i>Mecanismo Toma de Corriente Base Schuko 25A 2p+TT</i>	2	1,90	3,80
<i>Caja empotrable carril DIN 18 elementos (unipolares)</i>	1	7,68	7,68
<i>Automático magnetotérmico 2 polos curva C 32A</i>	1	9,45	9,45
<i>Interruptor Diferencial 2 polos 25A 30mA</i>	1	22,70	22,70
<i>Automático magnetotérmico 2 polos curva C 10A</i>	2	8,35	16,70
<i>Automático magnetotérmico 2 polos curva C 16A</i>	2	8,99	17,98
<i>Automático magnetotérmico 2 polos curva C 20A</i>	1	9,25	9,25
<i>Automático magnetotérmico 2 polos curva C 25A</i>	1	9,45	9,45
<i>Marco con embellecedor 1 elemento</i>	18	1,15	20,70
<i>Marco con embellecedor 2 elementos</i>	5	2,25	11,25
<i>Marco con embellecedor 3 elementos</i>	4	3,65	14,60
<i>Pulsador Timbre</i>	1	1,15	1,15
<b>TOTAL</b>			<b>526,09</b>

### 3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE SUMINISTRO

#### 3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Vamos a realizar una descripción de las condiciones a cumplir por la instalación proyectada

Ubicación: La instalación se desarrolla sobre una vivienda, perteneciente a un grupo de viviendas situada en Alfajar en la calle 8 de Marzo 39°25'0", 0°24'0".



Fuente Google Maps.  
Figura 34. Plano de ubicación

La orientación es 195° Sur-Suroeste.

Sin obstáculos en el horizonte que reduzcan la producción por sombra, tal y como muestra la imagen.



Figura 35. Imagen del horizonte.

La vivienda consta de una planta de 64m<sup>2</sup>, distribuidos en:

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| - Cocina                | 7,4m <sup>2</sup>  |
| - Galería               | 1,2m <sup>2</sup>  |
| - Vestíbulo             | 1,4m <sup>2</sup>  |
| - Baño                  | 5,6m <sup>2</sup>  |
| - Salón-comedor         | 22,6m <sup>2</sup> |
| - Dormitorio principal  | 12,4m <sup>2</sup> |
| - Dormitorio secundario | 11,7m <sup>2</sup> |
| - Pasillo               | 1,7m <sup>2</sup>  |

Tiene una escalera que lleva a la terraza donde antes de acceder se tiene un pequeño espacio de  $1,5\text{m}^2$ .

La terraza tiene una superficie total de  $85,2\text{m}^2$  de los cuales  $62\text{m}^2$  forman una terraza en plano más una cumbrera de  $13,7\text{m}^2$  con una inclinación de 35 grados.

Tras la vista de las características se definen las posibilidades de ubicación de la instalación fotovoltaica. Se tiene limitado el espacio disponible para instalar los módulos fotovoltaicos.

Dadas las condiciones de la cumbrera se piensa en distribuir los módulos en la superficie inclinada, lo cual permite no dejar ningún espacio entre ellos, de esta manera se optimiza el espacio. En caso de necesitar mayor superficie para el generador fotovoltaico se instalarán los módulos en estructuras y a distancia que eviten las sombras producidas por la estructura de la vivienda, o la propia instalación.

El inversor, las baterías y el regulador, se ubicarán en la propia terraza, protegido con un vallado o una construcción de ladrillo adaptada a las necesidades de la instalación.

### 3.2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

La auditoría energética se define en la Directiva 2006/32/CE como “el procedimiento sistemático para obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación industrial y/o de un servicio privado o público, determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía rentables y elaborar un informe al respecto”. Con el objetivo de saber la necesidad de energía eléctrica de nuestra vivienda se realiza un estudio de previsión de cargas.

*Fuente Manuales de los dispositivos. Elaboración propia.*

Aparato	Potencia Stand-By	Potencia Máxima	Horas de uso	Energía requerida a diaria
Frigorífico+ congelador	0	150	24	3600
Lavavajillas	0	800	1	800
Lavadora	0	600	1	600
Vitrocerámica	0	3500	1	3500
Horno	0	800	0.5	400
Microondas	0	800	0.3	240
Batidora	0	400	0.1	40
Extractor	0	100	1	100
Plancha	0	2400	0.5	1200
Radio-CD	0	5	2	10
Televisor de 46’’	18	180	3	918
Consola Videojuegos	8	75	1	259
PC sobremesa	0	350	2	700
Pantalla PC	0	20	2	40
Impresora	0	20	0.5	10
PC portátil	0	90	2	180
Router WiFi	0	20	24	480
Teléfono fijo inalámbrico	1	1	24	24
Calentador	0	3500	1	3500
Sistema domótico	0	<b>1000</b>	24	<b>1000</b>
Iluminación	0	<b>184</b>	4	<b>736</b>
		<b>14995</b>		<b>18337</b>

*Tabla 48. Cargas y energía consumida diaria.*

Con lo visto hasta ahora la potencia total (pico) prevista asciende a 14995W. Sin embargo, Al tener en cuenta el grado de simultaneidad en el funcionamiento de los equipos en la vivienda. Por eso se utiliza el resultado de la tabla 3. No se va a dimensionar el generador pensando en tener todas las cargas conectadas al mismo tiempo 24 horas al día. Se obtiene una potencia nominal de 5513,8W.

## **Demanda diaria media mensual de energía.**

La Energía diaria requerida se consigue a través de la tabla de las cargas, con una estimación de horas de consumo diarios estimado, se obtiene 18337 Wh.

Para garantizar que esta energía es la que llega a las cargas le añadimos un factor de pérdidas.

$$E = \frac{E_{carga}}{R}$$
$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left(1 - K_a \cdot \frac{N}{pd}\right)$$

Se necesitan los datos proporcionados por el fabricante del inversor, relativos a las pérdidas introducidas por la circuitería, no las correspondientes a la eficiencia.

Y también de los acumuladores. Para las baterías, se han elegido vasos de 2 voltios tipo OPzS de la marca TAB, para conformar el acumulador que necesitemos, en función de la distribución de los módulos en ramas y de la energía requerida para hacer frente a las cargas.

El fabricante en su catálogo no muestra el dato exacto sobre las pérdidas de los vasos, de todas maneras es un dato que con el envejecimiento de las baterías y con la diferencia de la temperatura seguro que varía.

Para ambos casos, tomamos unos valores poco optimistas por defecto.

Determinando una profundidad de descarga del 30% y una autonomía de 3 días:

$$R = (1 - 0.05 - 0.15 - 0.02) \times \left(1 - 0.05 \cdot \frac{3}{0.3}\right) = 0,39$$
$$E = \frac{18337}{0.39} = 47017,95 \text{ Wh}$$

Esta es la energía que debo generar para asegurar el suministro.

Valorar la capacidad útil del acumulador:

$$C_{util} = E \cdot N = 47017,95 \cdot 3 = 141053,85 \text{ Wh}$$
$$C_{nominal} = C_{util} / pd = 141053,85 / 0.3 = 470179,5 \text{ Wh}$$

Con una tensión de trabajo de 48 V, se tiene como capacidad nominal 9795.41 Ah.

De la amplia gama de módulos fotovoltaicos (ver Anexo ), se elige un tipo de módulo que tenga un alto rendimiento, pues necesitamos mucha potencia en el menor espacio posible. Se elige el módulo E20 de SUNPOWER (potencia de panel de 333W).

Los datos para conocer las HSP de la región en la que se encuentra la vivienda nos apoyamos en los datos que ofrece el PVGIS en su web: <http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php>

Tras realizar consultas para distintos ángulos de inclinación, queda la tabla siguiente:

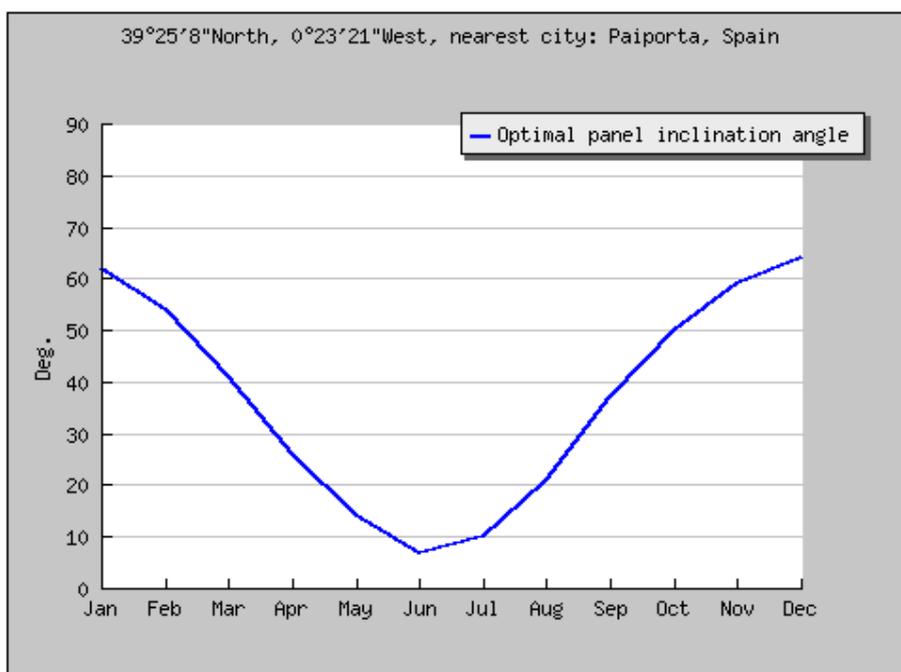
Fuente PVGIS. Elaboración propia

	10	20	30	40	50	60
<b>Enero</b>	2500	2910	3260	3520	3690	3760
<b>Febrero</b>	3210	3590	3880	4080	4180	4170
<b>Marzo</b>	4320	4620	4810	4900	4860	4700
<b>Abril</b>	5120	5250	5260	5160	4930	4590
<b>Mayo</b>	6030	6010	5860	5580	5170	4660
<b>Junio</b>	6460	6360	6120	5750	5250	4640
<b>Julio</b>	6520	6450	6250	5900	5420	4820
<b>Agosto</b>	5960	6050	6000	5820	5490	5040
<b>Septiembre</b>	5030	5310	5470	5490	5380	5130
<b>Octubre</b>	3880	4280	4590	4780	4840	4790
<b>Noviembre</b>	2630	3010	3320	3550	3680	3730
<b>Diciembre</b>	2150	2530	2840	3090	3260	3340

Tabla 49. Irradiación solar en Valencia [28]

Se puede consultar otro tipo de información en esta página, como por ejemplo el ángulo óptimo.

Month	Optimal inclination (deg.)
Jan	62
Feb	54
Mar	41
Apr	26
May	14
Jun	7
Jul	10
Aug	21
Sep	37
Oct	50
Nov	59
Dec	64
<b>Year</b>	<b>34</b>



Fuente PVGIS.

Gráfico 52. Ángulos óptimos de inclinación mensuales [28]

Si se opta por dejar una estructura a un ángulo fijo, se puede tomar el ángulo para el cual se recibe mayor radiación anualmente, llamado ángulo óptimo.

Month	Irradiation at inclination: (Wh/m <sup>2</sup> /day)
	Opt. angle
Jan	3328
Feb	3992
Mar	4808
Apr	5214
May	5723
Jun	5964
Jul	6071
Aug	5894
Sep	5470
Oct	4679
Nov	3400
Dec	2972
<b>Year</b>	<b>4797</b>

Fuente PVGIS.

Tabla 50. Irradiación mensual con ángulo óptimo en Valencia [28]

Para calcular el número de paneles, se insertan las pérdidas que provoca el regulador (0,9), y un factor de 0,9 por pérdidas por dispersión y tolerancia de los paneles:

$$N = \frac{E/0,9}{0,9 \cdot P_{panel} \cdot HSP_{mes\_peor}} = \frac{47017,95/0,9}{0,9 \cdot 333 \cdot 2,97} = 58,69, \text{ se redondea a 59 paneles.}$$

Otra opción puede ser optar por la inclinación que genere menos diferencias entre los meses. Al cabo del año tendremos menos energía producida, pero se reduce la diferencia de producción entre distintas épocas del año.

Fuente PVGIS. Elaboración propia

Meses	ángulo 60
Enero	3760
Febrero	4170
Marzo	4700
Abril	4590
Mayo	4660
Junio	4640
Julio	4820
Agosto	5040
Septiembre	5130
Octubre	4790
Noviembre	3730
Diciembre	3340
Media anual	4447,5

Tabla 51. Irradiación mensual con ángulo más equitativo

Para calcular el número de paneles:

$$N = \frac{E/0,9}{0,9 \cdot P_{panel} \cdot HSP_{mes\_peor}} = \frac{47017,95/0,9}{0,9 \cdot 333 \cdot 3,34} = 52,19, \text{ se redondea a 53 paneles.}$$

Debido a que inclinar mucho los módulos, aumenta considerablemente la distancia entre ramas, y para reducir las diferencias de generación entre los meses de invierno y verano, se elige el cálculo de irradiación con 2 ángulos. En este caso, no se utilizarán seguidores automatizados, dado que son un punto de averías y un incremento en la carga. Se considerarán estructuras adaptables, que permitan variar la inclinación manualmente. De esta manera se asegura que al menos cada 6 meses se realiza un mantenimiento sobre la instalación.

Se tiene en cuenta también que exista poca diferencia entre los meses de mayor y los de menor producción. Además, se tiene en cuenta las pérdidas por sombras que se producen, las cuales determinan la distancia entre las líneas de placas. Esta distancia aumenta, al aumentar el ángulo de inclinación. Este punto se trata posteriormente, y se le trata de minimizar al elegir las estructuras de soporte.

Con esta manera de actuar la irradiación en la instalación bajo estudio, queda de la siguiente manera:

*Fuente PVGIS. Elaboración propia*

	<b>ángulo</b>	<b>Irradiación</b>
<b>Enero</b>	50	3690
<b>Febrero</b>	50	4180
<b>Marzo</b>	50	4860
<b>Abril</b>	30	5260
<b>Mayo</b>	30	5860
<b>Junio</b>	30	6120
<b>Julio</b>	30	6250
<b>Agosto</b>	30	6000
<b>Septiembre</b>	30	5470
<b>Octubre</b>	50	4840
<b>Noviembre</b>	50	3680
<b>Diciembre</b>	50	3260
<b>Media</b>		4955

*Tabla 52. Irradiación para inclinación de 30° y 50°*

Para calcular el número de paneles:

$$N = \frac{E/0,9}{0,9 \cdot P_{\text{panel}} \cdot HSP} = \frac{47017,95/0,9}{0,9 \cdot 333 \cdot 3,26} = 53,47, \text{ se redondea a 54 paneles.}$$

Llegados a este punto se debe tener muy en cuenta la superficie de la que se dispone, de las medidas del módulo, y de las distancias entre líneas de placas para evitar sombras. Con ello se estudia la estructura y la distribución a emplear.

Viendo los planos del Anexo, se comprueba que la disposición de los módulos y la distancia entre ramas más óptima en la superficie que disponemos, proporciona únicamente la posibilidad de instalar 48 módulos. Lo cual implica que no se llegaría a poder generar toda la energía requerida por las cargas.

La única forma de alcanzar la energía requerida es utilizar una estructura que contenga todos los módulos. Pero este tipo de estructuras son más utilizadas con seguidores solares, y se pueden instalar en huertos solares. Siendo así, se tendría una estructura de unos 90 m<sup>2</sup>, con una inclinación entre 30 y 50 grados, ofreciendo una gran resistencia al viento. Para vientos fuertes, los anclajes, los módulos y la propia estructura sufrirían demasiados y motivo de posibles averías. Además el mantenimiento sería más costoso, dada la dificultad de acceder a los módulos.

Con el objetivo de reducir el consumo energético, se decide instalar 48 módulos, en estructuras simples y abatibles, y será la gestión domótica de la energía quien deberá de compensar el déficit. Otra opción, que se deja como alternativa y posible mejora adaptativa, es realizar el ajuste al de ángulo óptimo más a menudo. De esta manera aumentará la producción.

La distribución de conexión de los 48 módulos, atiende a los requerimientos del regulador y del Inversor.

Para el regulador se elige, por su intensidad máxima admisible y por su tensión de trabajo. Se elige el Regulador-Seguidor MPPT-80C de Atersa, que nos permite asociar 2 módulos fotovoltaicos en serie, al admitir tensiones de hasta 140V, y asociaciones de módulos en paralelo de hasta 70 A.



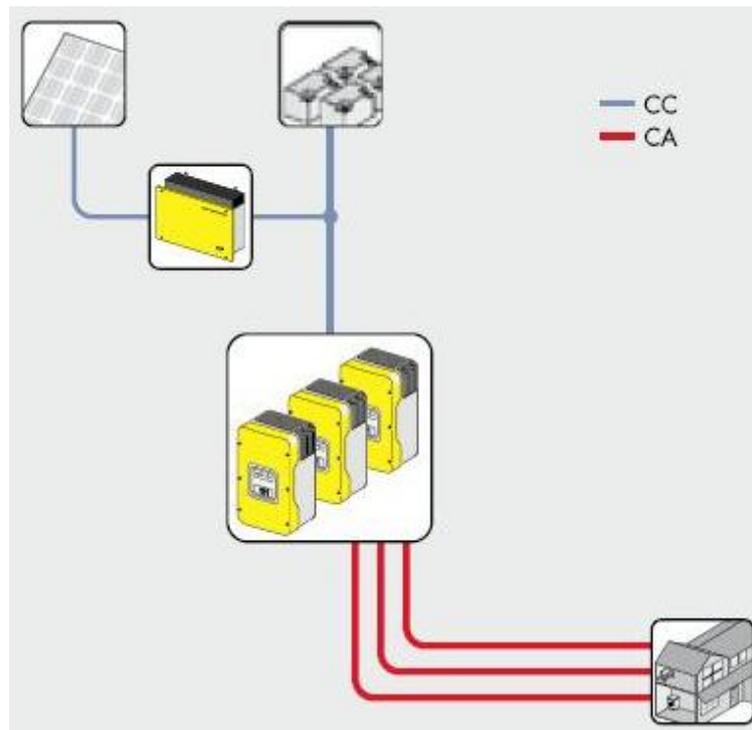
*Fuente catálogo de Atersa.  
Figura 36. Regulador de carga [29]*

El inversor se elige en función de la potencia máxima de generación. También es importante elegir si se desea tener un inversor central o un inversor por asociación de módulos, que pueda corresponder a las fases de alimentación. Siguiendo esta última opción, se eligen inversores tipo Sunny Island 5048 que admite suministros de 48V y tensiones máximas de 100 A, para dar un suministro de 230 V a 50 Hz con una potencia constante de 5000W y una potencia pico de 6500W durante 30 minutos.



*Fuente catálogo de SMA.  
Figura 37. Inversor [30]*

El esquema general de la conexión queda de la siguiente manera:



*Fuente catálogo de SMA. Elaboración propia.  
Figura 38. Esquema de red de suministro [31]*

La distribución de los módulos se tiene que adaptar a las condiciones de funcionamiento del regulador y el inversor.

Se trata de un regulador MPPT, cuya característica es buscar el punto de funcionamiento de los módulos (ajustes en tensión e intensidad) que consigan la transmisión de máxima potencia posible. El regulador admite Tensiones de entrada entre 16 y 112 V en continua, e Intensidades de hasta 70 A. Como las baterías serán de 48 V, el regulador transfiere a la batería un rango de tensiones entre 48 y 112V a una intensidad de carga variable, según el estado en el que se encuentre Carga plena o flotación.

De las baterías hacia el inversor extrae tensiones de 48 voltios a intensidad de 80A.

MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12, 24, 36, 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de FV máx.	40A	70A
Rango de tensión de entrada	16 ~ 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo FV	3250W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bulk, Absorción, flotación, Ecuilización manual/automática	
Compensación de temperatura de batería BTS	5mV por °C, por celda de 2V	
Capacidad de conversión de CC a CC	Batería de 12V: 16 ~ 112 VCC	
	Batería de 24V: 32 ~ 112 VCC	
	Batería de 36V: 36 ~ 112 VCC	
	Batería de 48V: 48 ~ 112 VCC	
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Es preciso usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de esqupos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	<2W	

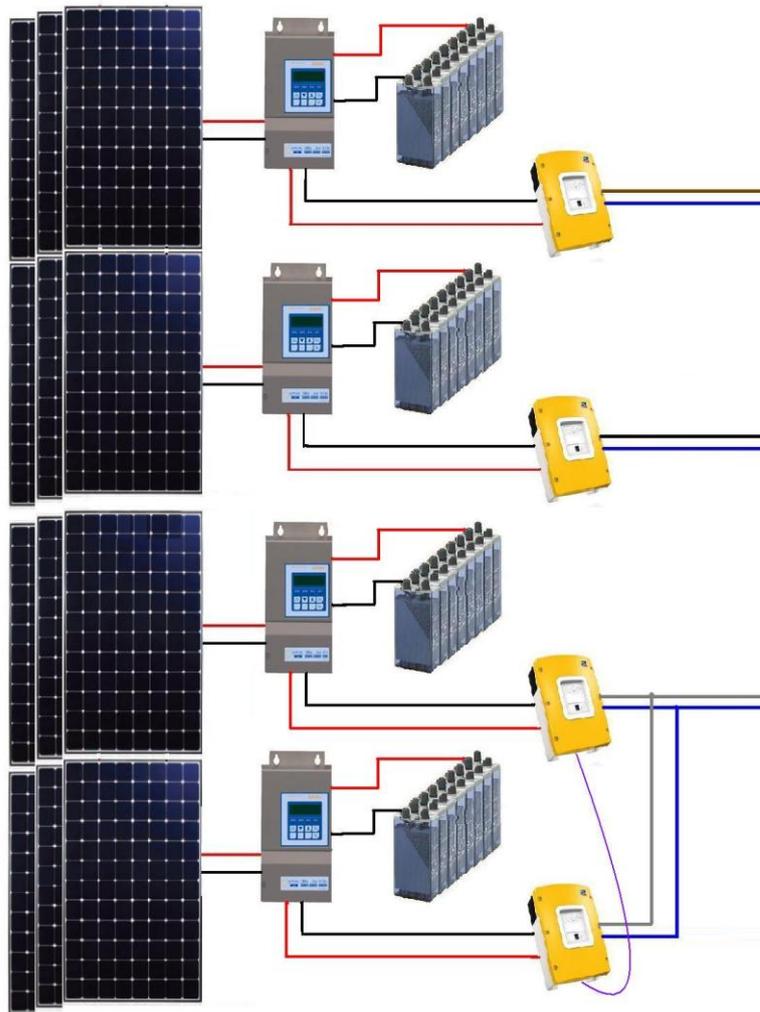
Fuente catálogo de Atersa.  
Tabla 53. Especificaciones del regulador [32]

La entrada de corriente continua del inversor admite tensiones entre 41 y 63V, con corrientes máximas de 100A. A la salida proporciona corriente alterna a 230V a 21,7A. Se pueden ver estas especificaciones en los catálogos adjuntos. Teniendo en cuenta el número de módulos fotovoltaicos (48) y sus características, se concluye con establecer:

- 4 ramales de 12 módulos en paralelo (54,7 V máximo, 77,52 A máximo)
- Conectados cada uno a un regulador.
- A su vez cada regulador, conectará su salida de Baterías a un bloque de Baterías de 48V.
- Y la salida de carga a un inversor.

Por tanto se utilizan 4 reguladores y 4 inversores, 2 de ellos se configuran como maestro-esclavo, para que den suministro a una misma fase (la de mayor consumo).

El esquema definitivo queda como ilustra la siguiente imagen.

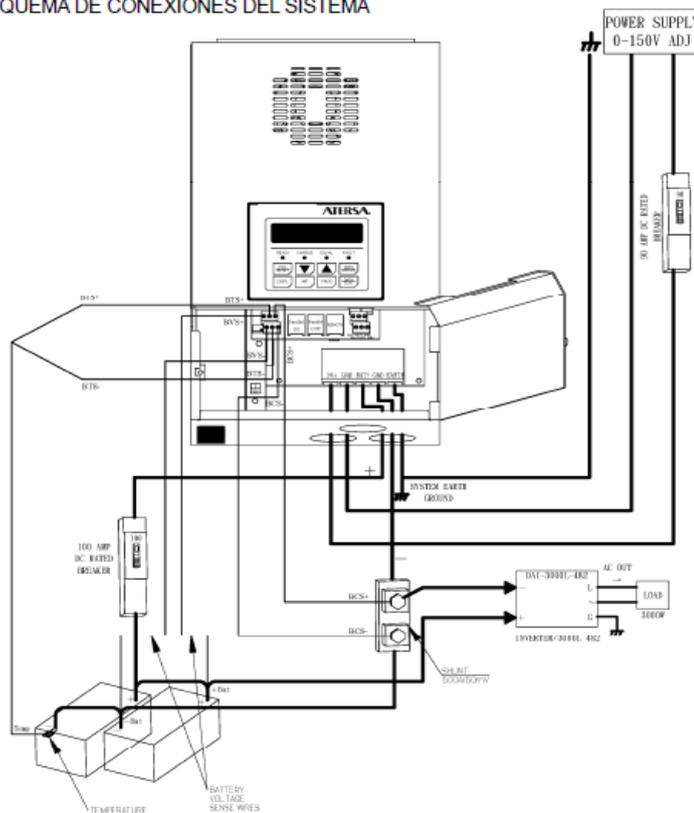


*Figura 39. Esquema de distribución de la red de suministro*

Se consigue una alimentación trifásica, proporcionando una alimentación de 5kW por fase y, gracias a las características del inversor picos de 6500 W por fase de 30 minutos de duración.

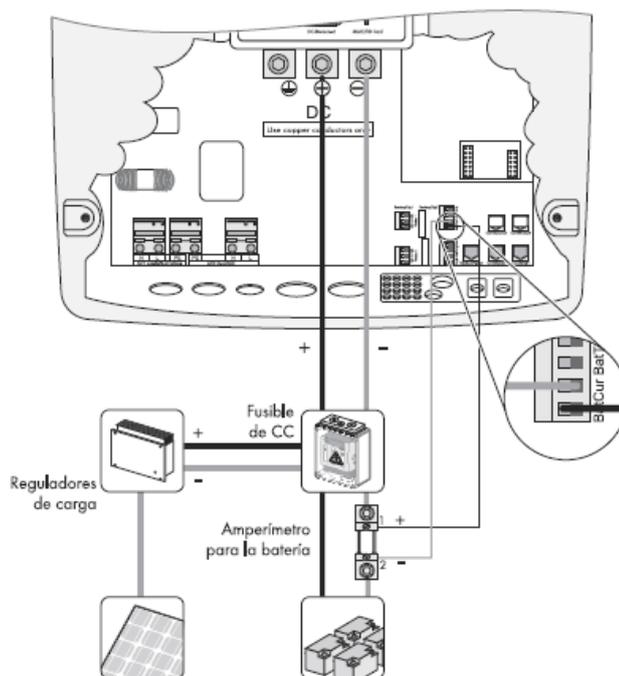
En este esquema se han simplificado el conexionado. En los planos correspondientes a la parte eléctrica se tiene el conexionado en detalle, tal y como muestran las condiciones del manual de instalador.

ESQUEMA DE CONEXIONES DEL SISTEMA



Fuente Ficha Técnica del regulador de Atersa.  
 Figura 40. Esquema de conexionado del Regulador [32]

El conexionado de los 2 inversores configurados como maestro esclavo, atiende a las condiciones que permite el inversor, y se realiza en una caja de conexiones adaptada a ello. Así como, la conexión del regulador se realiza atendiendo al manual de instalador que se dispone. Ver Anexos.



Fuente Ficha Técnica del inversor SMA.  
 Figura 41. Esquema de conexionado del inversor [31]

Para las baterías, con una tensión de trabajo de 48 V, se necesita como capacidad nominal 9795.41 Ah

Tipo de elemento		12 V 1 OPzS 50	12 V 2 OPzS 100	12 V 3 OPzS 150	6 V 4 OPzS 200	6 V 5 OPzS 250	6 V 6 OPzS 300
Tipo de placas		OPzS 50 (SPg250)					
Tensión		12	12	12	6	6	6
Capacidad en Ah en regimen de descarga	1h	29	58	87	116	145	174
	3h	39	78	117	156	195	234
	5h	45	90	135	180	225	270
	10h	60	105	158	210	263	315
	100h	73	146	218	291	364	437
Intensidad de descarga en Amp.	1h	29	58	87	116	145	174
	3h	13	26	39	52	65	78
	5h	9	18	27	36	45	54
	10h	6,0	10,5	15,8	21,0	26,3	31,5
	100h	0,73	1,46	2,18	2,91	3,64	4,37
Tensión final - en V/E regimen de descarga	1h	1,71					
	3h	1,77					
	5h	1,78					
	10h	1,80					
	100h*	1,85					
Dimensiones en mm	L	272	272	380	272	380	380
	W	205	205	205	205	205	205
	h <sub>1</sub>	350	350	350	350	350	350
	h <sub>2</sub>	388	388	388	388	388	388
	Peso en kg / Sin ácido / Con ácido		27,4	44,5	66,7	39,8	54,9
		36,6	53,3	76,2	48,5	65,3	72,8

Fuente Ficha Técnica de las Batería de TAB.  
Tabla 54. Características de las baterías [33]

Viendo las características de las baterías, y pensando que la descarga de la batería se produce cuando se requiere consumo y no se puede alimentar con el generador fotovoltaico (entre 6 y 12 horas). Se eligen 8 bloques del tipo 6V6OpzS300, conectándolos en serie para obtener la tensión de trabajo de 48V. Por consiguiente la capacidad de almacenamiento es de 4 veces 2520Ah, haciendo un total de 10080Ah con un régimen de descarga de 10 horas.

### 3.3. ESTRUCTURAS

Tal y como se ha definido al principio, en la terraza, existe una parte de la superficie que corresponde a la cumbre de la escalera de acceso a la propia terraza. Dado que se necesita toda la superficie para situar los módulos, el inconveniente de la cumbre se salva igualando la zona con construcciones a modo de escalones o pedestales. Estas construcciones a su vez sirven para albergar los reguladores y las baterías. Ver planos del anexo.

Sobre estos pedestales, se situarán las estructuras metálicas de seguimiento monoaxial en torno a un eje inclinado, que permitan orientar las ramas de módulos (2 veces al año, o más).



Fuente Revista Photon

Figura 42. Modelos de Estructuras monoaxiales [34]

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos han de permitir las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que afecten a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

En primer lugar se definen los parámetros de fuerza que deben soportar, los módulos, y por tanto las estructuras.

Para considerar la fuerza del viento, es necesario disponer de datos significativos de la zona, como la velocidad y dirección.

Fuente "Energía Solar" Femeval. Elaboración propia.

Altura (m)	Velocidad Básica del viento (Km/h)						
	60	70	80	90	100	110	120
0-10	0,2	0,27	0,35	0,45	0,55	0,67	0,79
10-20	0,22	0,30	0,40	0,50	0,62	0,75	0,89
20-40	0,27	0,37	0,48	0,61	0,75	0,91	1,08
40-80	0,33	0,45	0,59	0,74	0,92	1,11	1,32
80-150	0,40	0,54	0,71	0,90	1,11	1,34	1,59
>150	0,50	0,68	0,88	1,12	1,38	1,67	1,99

Tabla 55. Presión de viento dinámico ( $N/m^2$ ) [22]

Se tiene que indicar la fuerza del viento:

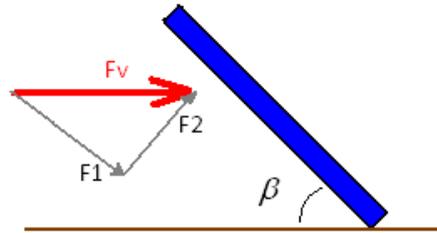


Figura 43. Diagrama de Fuerzas

Para calcular la F2, que es la fuerza normal a la disposición del módulo, se tiene que calcular:

$$F = p \cdot S \cdot \text{sen}^2 \beta$$

donde,

p: Presión del viento en  $\text{N/m}^2$

S: Superficie del módulo.

Por tanto, para proteger a los módulos de rachas de viento de 120 km/h, se pasa a m/s,

$$120 \cdot \frac{1000}{3600} = 33,4 \text{ m/s, al encontrarse la instalación a unos 20 metros, } p = 33,4 \times 1,08 = 36,1 \text{ N/m}^2$$

Se toma el ángulo mayor  $50^\circ$ , pues será el que mayor resistencia al viento ofrezca.

$F = 36,1 \times 1,63 \times \text{sen}^2 50 = 34,5 \text{ N}$ . Esta es la fuerza que debe resistir la sujeción de los módulos a la estructura. Para calcular la de toda la estructura es suficiente con multiplicar por el número de módulos.

Dadas las características de la superficie donde se ubican las estructuras, se opta por dividir en 3 el número de placas por estructura.

La estructura a construir cumplirá la función de zapatas de anclaje, y albergará en su interior unos puntales de hierro que ayuden a fijar la estructura metálica de soporte de los módulos a la estructura que la dota de la altura necesaria.

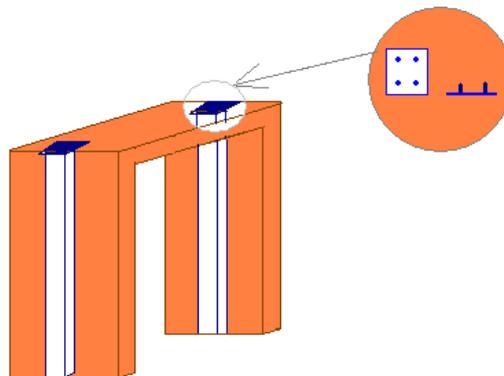


Figura 44. Anclaje para las estructuras de los módulos

La estructura estará compuesta por un marco para 3 módulos, y 2 pies triangulares, permitiendo el abatimiento el ensamblaje entre la estructura y los pies. El detalle del diseño se puede ver en los planos del Anexo.

La estructura empleada se realiza en aluminio galvanizado en caliente, cumpliendo las Normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil. Su construcción puede ser realizada con componentes sueltos que se ensamblan hasta obtener la estructura deseada (por ejemplo de la empresa Hilti), o encargar a una empresa del sector industrial que realice la estructura solicitada. Se elige esta última opción, pues confiere una mayor estabilidad a un precio equivalente.

No hay que olvidar el cumplimiento de las normas del Código Técnico de Edificación en cuanto a cimentación y distribución de las cargas. De hecho debe ser el primer paso a verificar, si la estructura de nuestra vivienda no permitiera asentar toda la carga de la instalación se debería desistir de realizar este tipo de instalación. Optando por soluciones, más ligeras o de distinta distribución. Pero en este caso se da por sentado que no hay inconveniente en que la estructura de la vivienda y cimentación soporte las cargas.

### 3.4. CABLEADO Y CANALIZACIONES

Las canalizaciones estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso. Por ello, se utilizan bandejas metálicas situadas en las construcciones que albergan las estructuras, a una altura de 1,2 metros. Los pasos de las canales entre distintas construcciones se llevarán por el suelo sobre soportes que le confieran una altura mínima de 5 cm, y que permitan el paso sin peligro. Su distribución se puede ver en los planos del Anexo.

Respecto al cableado, queda definido cada trazado del cableado en la norma UNE-204060-7-712, y el tipo de cable utilizar, en la norma AENOR EA 0038:2008. Según la figura 7, se puede dividir en:

- De módulo a regulador (CC). El valor de la caída de tensión no debe superar el 3%, aunque se recomienda el 1%. Secciones normalizadas, entre 2,5 y 35 mm<sup>2</sup>. Tipo de cable fotovoltaico ZZ-F(AS), SZ-F(AS) y SS-F(AS), siendo:
  - Z: mezcla de compuesto reticulado con baja emisión de humo, gases tóxicos.
  - S: mezcla de compuesto reticulado basado en silicona.
  - F: conductor de cobre, flexible para instalación móvil.
  - (AS): comportamiento a ensayos de reacción al fuego prescritos.
- De regulador a Baterías (CC). Igual que el anterior. La caída de tensión no debe superar el 1%, se recomienda el 0,5%.
- De regulador a Inversor (CC). La caída de tensión máxima admisible del 1%. Temperatura máxima del conductor 90°C, con una tensión máxima de 1,8kV en CC. Sección entre 16 y 300 mm<sup>2</sup>. Tipo de cable no armado (XZ-K(AS), XS-K(AS)) y armado ( XZ1FAZ-K(AS), XZ1FA3Z-K(AS), XZ1FMAZ-K(AS), XZ1FAS-K(AS), XZ1FFA3S-K(AS), y XZ1MAS-K(AS), siendo:
  - X: mezcla de compuestos de polietileno reticulado.
  - Z1: compuesto de baja emisión de humos, gases tóxicos.
  - FA: armadura de fleje de aluminio.
  - FA3: armadura de fleje corrugado de aluminio.
  - MA: armadura de alambres de aluminio.
  - Z: compuesto reticulado de baja emisión de humos, gases corrosivos.
  - S: mezcla de compuesto reticulado basado en silicona.
  - K: conductor flexible para instalación fija.
  - (AS): comportamiento a ensayos de reacción al fuego prescritos.
- Del Inversor al sistema de Distribución (CA). Cable de tipo RV-K o RZI-K con conductor de cobre, de tensión nominal 0.6/1 kV y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), válidos en cuanto al aislamiento que confieren, la temperatura que soportan (90°).

Recientemente se han desarrollado cables específicos para instalaciones fotovoltaicas, que mejoran la protección frente a los efectos de los rayos UV, protección contra golpes, aumento en las temperaturas, y a agresiones atmosféricas. Algunos de ellos son: ExZhellent Solar, Tecsun (PV)(AS), VEMEX DMZ1 (homologado por Iberdrola, Endesa, etc..).

Los cables AS (Afumex) y Tecsun (PV), se fabrican con procesos de ahorro energético, y sus costes de reciclaje son muy inferiores a los de los cables convencionales.

En caso de no poder utilizar conductores de distintos colores, se procede a un marcado, según apartados dedicados en UNE 21027, legible, indeleble, indicando el tipo de polaridad.

La elección de la sección de los cables atiende a:

- **Criterio de la intensidad máxima** admisible, de calentamiento, o criterio térmico. La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Se utilizan cables de aislamientos termoestables.
- **Criterio de la caída de tensión.** El paso de la corriente a través de los conductores, ocasiona pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión entre los extremos de la línea. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación. Sobre este criterio la instalación bajo estudio tiene la ventaja de cortas distancias, y el inconveniente de altas intensidades.
- **Criterio de la intensidad de cortocircuito.** La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobre intensidad, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Este criterio, no es determinante en instalaciones de baja tensión.

Otros Factores de corrección que pueden afectar a la instalación, son: El tipo de canalización, la proximidad de los conductores, y la exposición directa al sol.

Las secciones normalizadas en conductores de cobre son: 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500.

Para determinar la sección de los cables en cada tramo, se ha empleado la calculadora de sección de la página web [http://www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora\\_seccion.php](http://www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora_seccion.php)

Tramo	c.d.t. admisible	Longitud	Sección	Sección normalizada
Módulo a Regulador	1%	6	31,25	35
Regulador a Baterías	0,5%	4	47,62	50
Regulador a Inversor	1%	8	47,62	50

Tabla 56. Secciones de cables por tramos

### 3.5. PROTECCIONES

El sistema de protecciones deberá cumplir las exigencias previstas del Reglamento electrotécnico de baja tensión, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.

En caso en el que el equipo generador o el inversor incorporen las protecciones anteriormente descritas, éstas deberán cumplir la legislación vigente, no será necesaria la duplicación de las protecciones.

La interrupción de corrientes presenta mayores problemas con redes en corriente continua. Es necesario que la interrupción se realice gradualmente. Bruscas anulaciones de la corriente darían lugar a elevadas sobreintensidades.

Los valores y características de **desconexión térmica NO** se ven afectados en corriente alterna o continua. El relé térmico es la parte del interruptor automático encargada de la protección contra sobrecargas. En cambio, la **desconexión magnética SI** se ve afectada por el trabajo en corriente continua, debido a las diferencias en los parámetros de excitación de la bobina de la protección magnética en corriente continua y en corriente alterna. El relé magnético es el que actúa en caso de cortocircuito.

Cómo regla general, el umbral de desconexión magnética bajo corriente continua se ve incrementado en un 40% aproximadamente, respecto al umbral de desconexión magnética bajo corriente alterna.

La Norma **UNE-204060-7-712.433** Protección contra las sobrecargas del lado de la corriente continua:

- Puede omitirse una protección contra sobrecargas sobre los cables de las cadenas PV y grupos PV si:  $I_{\text{admissible\_cable}} \geq 1,25 \text{ veces } I_{\text{SC}}$ .
- Puede omitirse la protección contra sobrecargas sobre el cable principal PV si: la  $I_{\text{admissible\_cable}} \geq 1,25 \text{ veces } I_{\text{SC}} \text{ STC del generador PV}$ .

En el tramo de paneles al regulador/convertidor, el magnetotérmico NO PROTEGERÁ la línea (calibrado al valor de la intensidad de cortocircuito de los paneles más un 30%). En caso de producirse un cortocircuito antes del magnetotérmico, éste no actúa. Será el regulador quien impide el paso de corriente desde la batería. A pesar de esto, **es conveniente montarlo para aislar la línea** de paneles cuando fuera necesario.

Se cuenta con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos. Por otra parte, la instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un disyuntor magnetotérmico. La curva de disparo será del tipo universal, C.

Al no tener una toma de tierra proveniente de la red, se le proporciona a la instalación 2 tomas de tierra. Una que realiza la protección de los elementos metálicos de la instalación fotovoltaica, y otra toma de tierra que sirve para la protección de los circuitos y el suministro de la parte de corriente alterna. La instalación queda del tipo TT.

En los circuitos de corriente continua se puede decir que son dos los requisitos para proteger contra el contacto indirecto:

- La limitación de la tensión en circuito abierto del generador fotovoltaico de 120 V.
- Los circuitos de corriente continua y los de alterna estén aislados galvánicamente con una separación equivalente a la que proporciona un transformador de aislamiento que el inversor sea Clase II.

Además del inversor, la instalación de los circuitos de corriente continua y de alterna debe asegurar que ambos queden separados de manera segura. Es por ello, que se separa físicamente el tendido de los cables. Con esto, se puede asegurar una separación segura entre la parte de continua y alterna.

Se presentan dificultades en sistemas fotovoltaicos autónomos. Primero, por la presencia de las baterías y el consecuente riesgo de cortocircuitos. Y segundo, por la complejidad del diseño de los medios de protección, ya que éstos deben ser capaces de detectar fugas de corriente entre los circuitos de continua y alterna, y después asegurar que el inversor separa o reduce su tensión a menos de 50 V, por ello se recomienda el uso de Clase II o aislamiento equivalente en los circuitos de corriente continua.

La conexión a tierra se realiza mediante una línea de picas de 2 metros de longitud conectadas en paralelo, siendo en función de las características del terreno capaces de proporcionar un aislamiento a tierra inferior a  $2\Omega$ . Se instala a su vez un seccionador de tierra en arquetas de registro justo a continuación de las arquetas que contienen las picas.

- **Protección frente a contactos directos:** ubicando el inversor, regulador y elementos de maniobra y seguridad en armario de exterior HIMEL IP54/IK10 con rigidez dieléctrica de 5 kV.

El soporte metálico del generador fotovoltaico, banco de baterías y caja armario del conjunto inversor, regulador y elementos de maniobra están conectados a tierra mediante borne principal y unido por puente seccionador a la arqueta de contacto de las placas de tierra.

- **Protección frente a cortocircuitos y sobrecargas:** mediante la interposición de elementos magnetotérmicos del tipo C120HD100 de 1 polo de Merlin Gerin. Además se emplean 2 seccionadores de corriente continua (Merlin Gerin) para aislar al regulador de carga del generador fotovoltaico y de las baterías.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben situarse en el punto en el que se produce un cambio, tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación, que produzca una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores.

- **Protección frente a sobretensiones:** No es precisa la ubicación de pararrayos. En zona de corriente continua, procedente del campo FV, para proteger la entrada del regulador, hasta máximo de 140 (V), descargador sobretensión referencia Siemens 5SDT 432-3 2P.

En zona de corriente alterna, para proteger inversor descargador sobretensión con categoría de sobretensión II y Tipo 2.

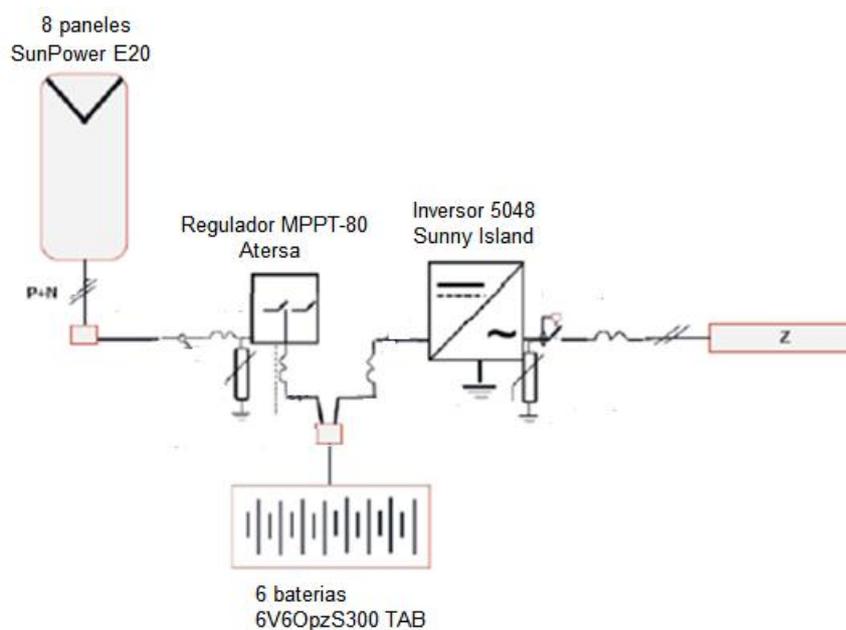


Figura 45. Esquema eléctrico unifilar

### 3.6. PRESUPUESTO

El presente presupuesto ha sido solicitado a la empresa Doimo S.L. de Almussafes.

<i>Descripción</i>	<i>Unidades</i>	<i>Precio</i>	<i>Total</i>
Cable P-Sun SP flexible de 0,6/1 kV 1x35mm <sup>2</sup>	100 m	21,73	2.173,00
Cable P-Sun SP flexible de 0,6/1 kV 1x50mm <sup>2</sup>	40 m	31,56	1.262,40
Cable RZ1-K (AS) 1x6mm <sup>2</sup> Marron	25 m	3,38	84,55
Cable RZ1-K (AS) 1x6mm <sup>2</sup> Negro	12 m	3,38	40,58
Cable RZ1-K (AS) 1x6mm <sup>2</sup> Gris	12 m	3,38	40,58
Cable RZ1-K (AS) 1x6mm <sup>2</sup> Azul	50 m	3,38	169,10
Cable RZ1-K (AS) 1x6mm <sup>2</sup> Bicolor	60 m	3,38	202,92
Tubo corrugado PVC articulado negro 25mm rollo 75m	1	9,42	9,42
ML. BANDEJA REJIBAND 60X100 G.S. C/TAPA	22	38,11	838,42
Preparación de toma tierra (arquetas, picas, seccionador)	2	82,00	164,00
Preparacion terreno para módulos (obra, puertas metal)	9	170,00	1.530,00
Estructuras galvanizadas, material de mecanización	9	550,00	4.950,00
Tornillería de Acero inoxidable M6	100	1,15	115,00
Panel fotovoltaico SunPower E20	48	570,00	27.360,00
Regulador Atersa MPPT-80C	4	1528,00	6.112,00
Inversor Sunny Island 5048	4	3596,28	14.385,12
Baterias TAB 6V60pzS300	16	752,21	12.035,36
Automático magnetotérmico C120HD100 1 polo	12	45,17	542,04
Descargador sobretensión Siemens 5SDT 432-3 2P	4	37,45	149,80
Seccionador de corriente continua	4	206,45	825,80
Caja PROTECCION SOBRETENSIONES 220x168x106	4	25	100,00
<b>TOTAL</b>			<b>73090,09</b>

El precio se puede determinar con la relación entre el total y la potencia total de la instalación. Con lo que se obtiene 4,6 €/W, un coste razonable, determinado por el dimensionamiento dado, en el que se han introducido 4 reguladores y 4 inversores. Además del coste elevado del cable específico para instalaciones fotovoltaicas.

## 4. INSTALACIÓN DOMÓTICA

El ahorro energético es el pilar del presente estudio al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos, sino una **gestión eficiente** de los mismos.

La eficiencia energética consiste en consumir menos energía manteniendo la misma calidad de vida y confort, consiguiendo un mayor ahorro.

Al igual que los cristales dobles ahorran energía, un sistema que supervisa y controla las luces y electrodomésticos apagándolos cuando no son necesarios también ahorra energía.

Las áreas más comunes donde se realizan acciones para la optimización energética son:

- Iluminación.
- Climatización: programación y zonificación.
- Gestión eléctrica:
  - Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado
  - Gestión de tarifas, derivar el funcionamiento de equipos a horas de tarifa reducida

En cuanto a la iluminación, las lámparas más recomendables para ahorrar y contribuir a la eficiencia energética son:

- **Lámparas de bajo consumo:** lámparas fluorescentes compactas de menor consumo que las bombillas convencionales y que duran hasta 8 veces más.
- **Tubos fluorescentes de alta eficiencia y bajo consumo.**
- **Leds:** lámparas de muy bajo consumo y de gran duración.



*Fuente catálogos de fabricantes.*

Figura 46. *Dispositivos de alumbrado de bajo consumo*

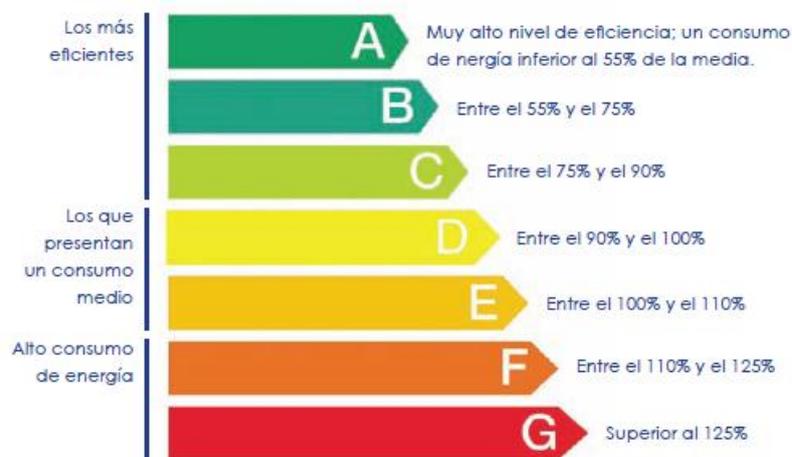
Además, el control de la iluminación permite ser más eficientes con dispositivos que permiten adaptar el nivel de iluminación en función de las necesidades, ayudando a reducir el consumo y a conseguir un ambiente más agradable en el hogar. Algunos ejemplos de estos sistemas son:

- **Detectores de presencia:** dispositivos que encienden o apagan las luces de una zona de la vivienda cuando detecta presencia de personas.
- **Pulsadores temporizados:** mecanismos que, una vez pulsados, mantienen encendido el alumbrado durante el tiempo programado, evitando dejar luces encendidas por olvido en habitaciones con escasa ocupación.

- **Reguladores de iluminación:** mecanismos que permiten variar la intensidad de la luz de una lámpara, consiguiendo diferentes ambientes según nuestra conveniencia y necesidades, desde la penumbra hasta la claridad máxima. De este modo, se racionaliza el consumo y se ahorra energía.

De estos puntos, la climatización ha sido un elemento no tratado en ningún momento en el presente estudio, ya que supone un elevado consumo (30% de la energía de un hogar) y atiende a temporadas puntuales. Se ha optado por su omisión, dejando la posibilidad de utilizar otro tipo de energía proveniente de otro tipo de fuente renovable, como por ejemplo energía eólica.

Los electrodomésticos representan el 11% del consumo energético de una vivienda. Por ello, a la hora de comprar un electrodoméstico, es muy importante fijarse en su clasificación energética, definida por la etiqueta que lleve.



Fuente catálogos de fabricantes. Elaboración propia.  
Figura 47. Modelo de etiqueta energética.

La gestión de tarifas se puede producir cuando la instalación está conectada a la red eléctrica, y se tiene una empresa suministradora con la que poder gestionar este tipo de tarifas.

Por tanto, queda la gestión de la iluminación y la racionalización de cargas eléctricas como centro de las gestiones para ahorrar energía.

La gestión de la demanda eléctrica es la planificación de medidas que influyan en el modo de consumir energía, de manera que se produzcan cambios en la curva de demanda, que atiendan a la energía de la que se dispone tanto en producción como en almacenamiento. Estas medidas pueden clasificarse en:

- Modulación de carga: consumir más en horas de producción y menos en horas de consumo de energía almacenada, como la telegestión de electrodomésticos, por ejemplo: programar el lavavajillas y la lavadora para el momento de mayor producción
- Reducción de las puntas de consumo: reducir la simultaneidad en el consumo.
- Medidas de reducción del consumo de energía: medidas de eficiencia energética que permiten reducir el área bajo la curva de demanda energética, como es el uso de electrodomésticos de muy bajo consumo.

Este tipo de medidas, que actualmente las gestiona el usuario de la vivienda, se pueden atender por un sistema, el cual no reciba órdenes del usuario final, sino que gestione la información de los hábitos de las personas y de las posibilidades energéticas del sistema generador, e interactúe en función de las necesidades. De esta manera el usuario modifica sus hábitos de consumo en función de la energía de la que dispone. Dejando el conocimiento y la responsabilidad al sistema automatizado.

A pesar de haber aumentado la concienciación de los usuarios respecto a los problemas medioambientales, la realidad es que se toman pocas medidas para reducir el consumo de electricidad, en parte debido al escaso conocimiento que se tiene de estos aspectos.

Un sencillo Sistema de Control de la Energía que informa al usuario final de cuánto, cómo y dónde se consume energía, contribuye a aumentar la “cultura energética” del usuario y, en consecuencia, posibilita tomar medidas para optimizar el consumo energético. A través de dispositivos visualizadores dentro del hogar, como pantallas alfanuméricas o dispositivos que cambian de color. El acceso al dato puede provenir de una conexión directa con el contador, o bien de *submetering* (medida indirecta dentro del hogar).

El siguiente paso es el control energético centralizado, con la creación de una HAN (*Home Area Network*), que reparte la señal mediante alguna de las redes inalámbricas o cableadas. Añadiendo una pasarela y gracias a las que sea posible el acceso al estado del consumo (general o cargas puntuales) desde terminales fuera del punto de suministro, como PC, tablets, o móviles con acceso a internet.

En el mercado actual se comercializan mayormente aplicaciones de domótica que tienen en cuenta el ahorro energético a través del control de iluminación, control de la climatización y monitorización de la producción y consumo, pero es menos común encontrar dispositivos enfocados a la gestión de la demanda eléctrica en particular.

La carga conectada al sistema fotovoltaico está afectada por la energía capaz de generar los paneles y la potencia máxima desarrollada. Esto determina una diferencia importante con los sistemas de generación tradicionales (donde solo interesa la potencia máxima que se puede obtener). En materia fotovoltaica, interesa la energía que se puede producir. El hecho de que la energía diaria que se pueda entregar sea limitada, hace que no se pueda dejar la conexión y desconexión de la carga al libre albedrío; lo que podría provocar, además de un desperdicio de la energía acumulada, que el sistema se descargue. No se puede tener conectada las 24 horas la carga, por tanto, es necesario automatizar la conexión y desconexión de la carga.

Será necesario establecer un sistema automático de conexión y desconexión de cargas, según horarios, periodos de uso de cargas de mayor consumo, desconexión de emergencia por fallo del sistema, y la posibilidad de variar la relación entre las fases y el circuito al que alimentan, en función de la energía disponible por el conjunto de baterías (o producción instantánea) y la carga instantánea demandada por el circuito. Dado un sistema como el que se plantea, y las características de operación que se deben gestionar, implican tareas que se realizan de acuerdo a horarios y en función de ciertas variables medibles, se hace necesaria contar con un medio que simplifique la realización de estas tareas y además le imprima confiabilidad a corto y a largo plazo al sistema.

Un sistema de automatización puede ser muy complicado desde el punto de vista de la lógica interna que un dispositivo electrónico conlleva: microprocesador, memorias, medidores, etc. Pero en este campo existe ya un gran avance, quedando solamente por definir las características de funcionamiento de este dispositivo, para luego programarlo en función del esquema de operación del sistema.

Estos dispositivos programables con capacidad de controlar y automatizar procesos, denominados comúnmente PLC, proveen la flexibilidad y confiabilidad que este tipo de procesos requieren. En el caso del sistema fotovoltaico, las tareas a realizar son pocas y dependen de menos variables externas, lo cual lleva a pensar en un controlador o PLC de características sencillas a la vez que confiables. PLC's que cumplen con estas condiciones pueden ser:

- Zelio de Schneider
- Zen de Omron
- Logo de Siemens
- Easy de Klockner Moller
- Millennium de Crouzet

Los tiempos y horarios de funcionamiento de las lámparas, monitorización de variables críticas del sistema, así como una mejor usabilidad de los dispositivos de adquisición de datos son algunas de las tareas programables del PLC.

Como es claro observar, un sistema automatizado a veces requiere de excepciones durante ciertas operaciones de maniobra, las cuales es necesario realizar en horarios y tiempos no definidos ni predecibles. Es por esto que los controles asignados al PLC deben estar provistos de formas de control manuales o semiautomáticos; estas formas de control deben ser seguras para el personal capacitado que tenga acceso al sistema, para que no exista la posibilidad de daños a personas o al sistema mismo.

## 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

El sistema domótico a elegir debe proporcionar las siguientes características:

- Monitorizar e informar de la capacidad disponible y del consumo de manera continuada, que permitirá al usuario conocer el estado energético instantáneamente, para racionalizar el consumo y conocer el porqué de las “decisiones” tomadas por el sistema domótico.
- Programar y activar electrodomésticos para adaptar su consumo a los momentos de máxima producción y liberar así su consumo de la energía de las baterías.
- Conexión/desconexión de dispositivos por presencia.
- Establecer un diseño jerárquico de cargas prioritarias y de cargas no controladas, que permitan al usuario de racionalizar el uso de la electricidad sin limitarle del posible uso a voluntad.
- Cambiar la relación entre fases y circuitos, para adaptarse a las necesidades entre generación-almacenamiento y consumo, en momentos, puntuales y/o críticos.

Además sería conveniente añadir la posibilidad de analizar la generación eléctrica fotovoltaica en función de variables meteorológicas (medidas por el propio sistema o a través de acceso a previsiones de la agencia nacional de meteorología), para poder predecir la cantidad de energía producida en los próximos 2 o 3 días, que permita adaptar aun más la gestión eléctrica. Es mejor ahorrar siempre, pero resulta más importante ahorrar si se va a tener unos días de baja producción eléctrica.

La Arquitectura del sistema elegido es mixta, pues permite disponer pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda, al tiempo que se debe recopilar toda la información de consumo y de producción, y centralizar la toma de decisiones más importantes.

El sistema de control domótico debe reunir estas características:

- Ser transportable. Poder controlar las funciones desde cualquier lugar de la casa, como desde el exterior.
- Flexible y personalizado. Permita hacer los cambios necesarios para adaptarse al perfil del usuario y evolucionar junto a él.
- Eficaz y Accesible. Debe gestionarse de manera que solucione los requerimientos, y que sea de fácil comprensión y uso.

## VARIABLES Y FUNCIONAMIENTO DEL GESTOR DOMÓTICO REQUERIDO.

Entradas del gestor domótico y sus variables:

- Del sistema de producción
  - o Fase. Indica el número de las 4 fases que se dispone.
  - o Origen. Indica si la energía proviene de los módulos o del acumulador.
  - o Capacidad. Indica el valor de la potencia en caso que la producción venga del generador fotovoltaico, y la capacidad en caso de provenir del acumulador.
- Del sistema de distribución.
  - o Circuito. Valor que identifica a cada circuito
  - o Prioridad. Valor que identifica la prioridad de la carga conectada.
  - o Consumo. Indica el valor de la potencia.
  - o Tiempo. Variable interna que permite saber o calcular el tiempo que la carga está o estará conectada y determinar su consumo energético.
- Interfaz de usuario.
  - o Autorización. Señal que permite al usuario conectar una carga, aun sin el consentimiento del gestor domótico, pero que no elimine el resto de variables que contabilizan el consumo generado.
  - o Tiempo. Tiempo que se autoriza el libre consumo.

Esta última entrada no debería de ejecutarse, pero es una concesión al usuario ante necesidades puntuales de emergencia que se puedan dar.

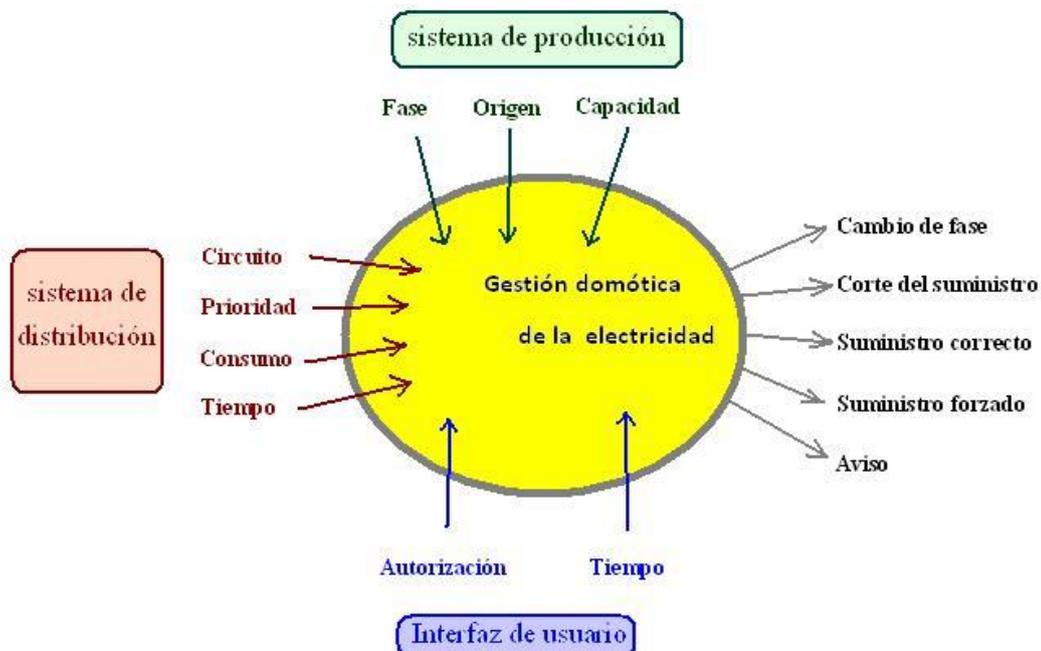


Figura 48. Entradas y salidas de la gestión domótica de la electricidad

Las órdenes que se generen, actuarán bien sobre el sistema de distribución o bien a las interfaces con el usuario, y son:

- Cambio de fase.
  - o Origen. Que fase se cambia por el destino.
  - o Destino. A que fase se cambia el origen.
  - o Punto del cambio. A qué nivel se realiza el cambio de fase.
  
- Corte del suministro.
  - o Circuito. Un valor que identifique el circuito a cortar.
  - o Carga. Un valor que identifique la carga a la que dejar de suministrar.
  - o Tiempo. Para posibles descargas temporales requeridas por el gestor, en función de consumos simultáneos.
  
- Suministro correcto.
  - o Circuito. Un valor que identifique el circuito.
  - o Carga. Un valor que identifique la carga que trata.
  
- Suministro forzado.
  - o Circuito. Un valor que identifique el circuito.
  - o Carga. Un valor que identifique la carga que trata.
  - o Tiempo. Tiempo de funcionamiento que ha sido determinado como entrada por el usuario.
  
- Aviso.
  - o Interfaz. Se mandará dentro de la vivienda y/o en un mensaje al móvil.
  - o Mensaje. Dependerá de lo que se quiera comunicar. Desde la información de consumo y de producción, hasta el cambio de una fase y la desconexión de varias cargas no prioritarias.

***Para los estados de cada una de las entradas.***

Desde el sistema de producción:

- Excedente. La energía producida no se consume en las cargas y excede la carga del acumulador.
- Óptimo. Se produce energía que se consume en las cargas y que realiza la carga del acumulador.
- Aceptable. Se produce energía que es consumida en las cargas pero no la suficiente para cargar el acumulador.
- Responsable. La producción fotovoltaica no genera suficiente energía para el consumo (o es nula), pero la descarga de las baterías se realiza en parámetros aceptables.
- Bajo. No existe suficiente producción (o es nula), y la descarga del acumulador supera los valores aceptables.
- Crítico. No existe suficiente producción (o es nula), y la descarga del acumulador ha superado un umbral crítico.

Producidos por el sistema de distribución:

- Activo. Indica si la carga está consumiendo, o está en reposo.
- Prioridad Elevada Prevista. Valor de potencia que cumple con la prevista en el dimensionamiento del circuito.
- Prioridad Media Prevista. Igual que el estado anterior, pero para las cargas de importancia media.
- Prioridad Baja Prevista. Igual que el estado anterior, pero para las cargas de importancia baja.
- Prioridad Elevada Imprevista. Valor de potencia que cumple con la prevista en el dimensionamiento del circuito.
- Prioridad Media Imprevista. Igual que el estado anterior, pero para las cargas de importancia media.
- Prioridad Baja Imprevista. Igual que el estado anterior, pero para las cargas de importancia baja.

En la interfaz de usuario

- Gestión domótica. En todo momento para que sea el sistema quien gestione las cargas.
- Gestión usuario. Cuando el usuario pretenda conectar una carga que el sistema le vaya a denegar.

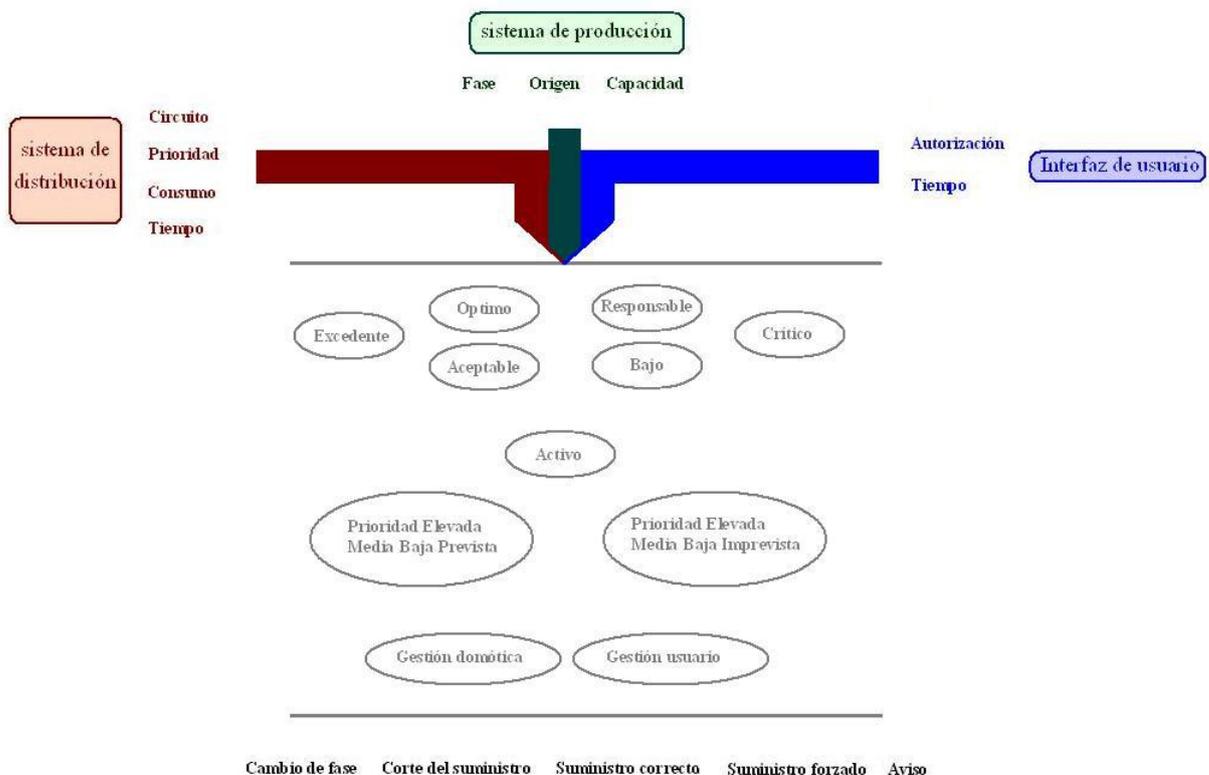


Figura 49. Estados de la gestión domótica de la electricidad

El funcionamiento se realiza según la siguiente descripción:

- recoge los datos de las variables externas.
- Analiza las tablas generación/consumo.
- Si es todo correcto no emite ninguna salida externa.
- Si no existe correlación entre las variables y las tablas.
  - o Lleva los circuitos a los estados que le marcan las variables.
  - o Activa los contadores de tiempo. Contabilizando los tiempos para las cargas que lo requieran.
  - o Evaluación. Calcula los cambios a realizar que le mantengan en un estado correcto de funcionamiento.
  - o Emite las salidas que correspondan a su estado.
  - o Se sitúa en un estado de control. Revisando, evaluando y emitiendo salidas en función de la relación producción/consumo.
  - o Cuando se reestablece la normalidad.
  - o Emite salida de funcionamiento correcto

No se ha encontrado dispositivo programable que sea capaz de realizar este tipo de gestión tan detallada sobre la gestión automatizada de la electricidad. Lo más adecuado sería poder, programar un racionalizador de consumo ubicado en el cuadro eléctrico, con sus relés y contactores.

Una opción de fabricantes y kits domóticos que ofrecen mejores servicios en cuanto a la gestión de la energía, es:

- HomeSystems con EcoBox, el cual ofrece:
  - o Monitorización del consumo total de energía e informa del consumo diario y mensual (en kW/h y en Euros). Se puede acceder por PC, TV, PDA, Bluetooth. Con pasarela domótica Hogar Digital In&Out.
  - o Asesor de tarifas,
  - o Racionalización del consumo desconectando equipos no prioritarios en caso de sobreconsumo y los reactiva cuando vuelve la normalidad. Racionalizador monofásico en cascada y cíclico.
  - o Programación horario que permite programar el encendido de electrodomésticos, para aprovechar las horas valle.
  - o Salidas PLC para control de hasta 10 dispositivos.
  - o 2 salidas relé (cargas no prioritarias).
  - o Tecnología X10.

## 4.2. ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES

Se utiliza componentes formando una instalación distribuida que evita tener que utilizar un gran armario domótico centralizado donde ubicar los componentes.

La instalación domótica contará con una sola área. Compuesta por una línea principal, la cual irá alimentada por la correspondiente fuente de alimentación. A la línea principal se conectarán las 4 líneas correspondientes a las diferentes funciones en los que se divide la instalación

Se instalará un cuadro domótico para cada línea, y lo más cerca posible de la zona que tienen que controlar. Así también se consigue tener más sectorizada la instalación, lo que facilita las cosas a la hora de detectar el fallo de un componente, añadir un componente nuevo a una línea, etc.

La relación de los cuadros y las líneas que controlan quedará de la siguiente forma:

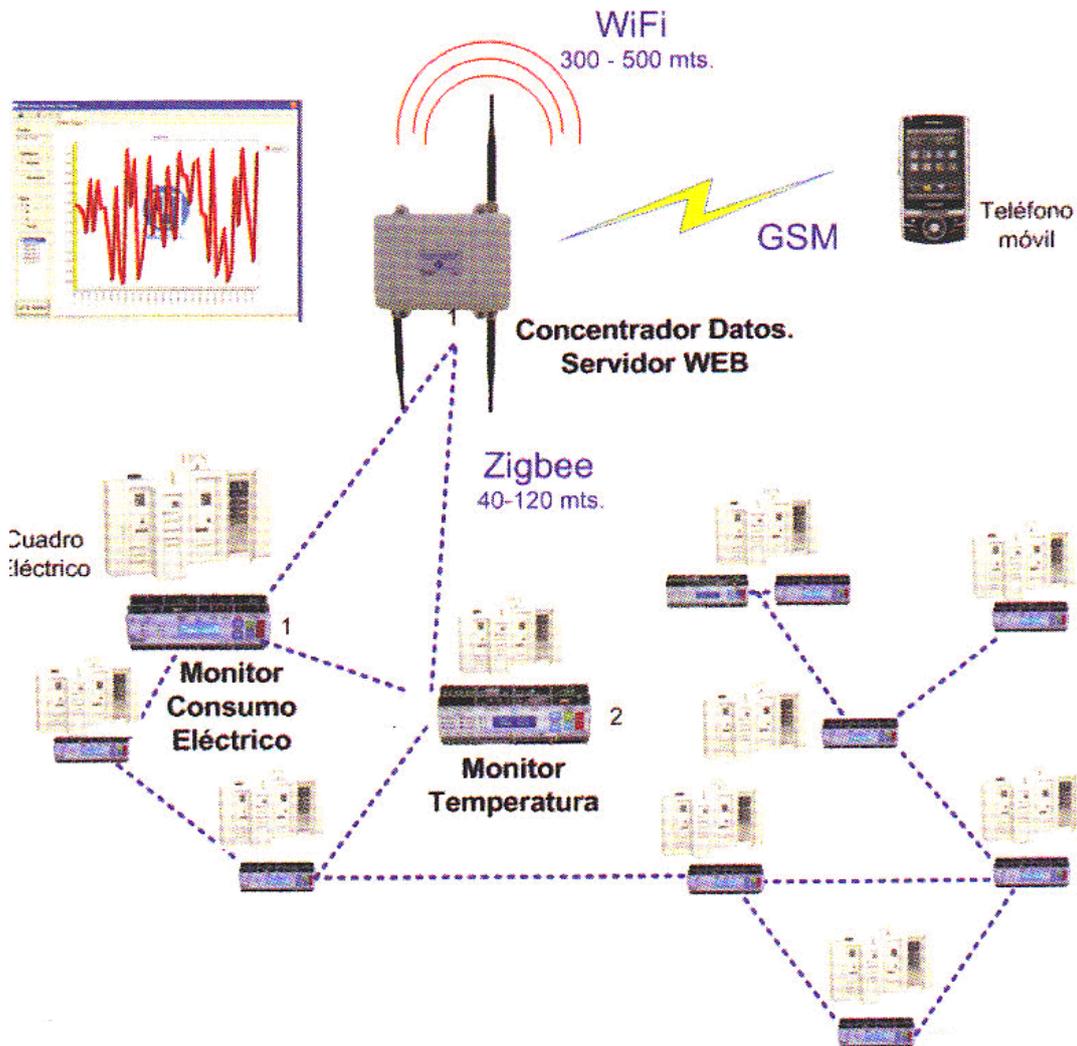
Línea 1:	Racionalización energética.
Línea 2:	Iluminación
Línea 3:	Seguridad
Línea 4:	Comunicación

### Línea 1

Se ha elegido el sistema inalámbrico de medida de temperatura y consumo del Grupo Mecel. El sistema representa un estándar en todo el mundo y se puede utilizar para mostrar el consumo de diferentes tipos de energía en los edificios. Los clientes pueden comprobar sus datos de consumo pulsando un botón. El software de gestión de energía se puede utilizar para conectar o desconectar los equipos (lavadora, lavavajillas, etc.

Conectando los dispositivos de detección a KNX y vinculándolos con su IP es posible visualizar y procesar los datos correspondientes en la pantalla táctil

Este sistema permite controlar la temperatura y el consumo en cuadros eléctricos de forma inalámbrica. Todos los datos adquiridos son enviados a un concentrador que permite el acceso mediante un servidor web desde cualquier PC conectado a Internet.



Fuente MECEL.

Figura 50. Sistema inalámbrico de medida de temperatura y consumos [35]

Es posible recibir alarmas a través del móvil, elaborar informes e históricos de los datos adquiridos, realizar diagnósticos y seguimientos del consumo eléctrico por zonas y horas en una instalación, control de facturación, supervisión de puntos críticos de temperatura en una instalación.

- Pantalla LCD Alfanumérica y teclado membrana.
- Leds de alarma y niveles de alarma configurables.
- Hasta 32 equipos remotos de consumo y 32 de temperatura.
- Comunicación inalámbrica mediante protocolo Zigbee.
- Instalación de nuevos módulos en la red de forma automática.
- Acceso web a todos los valores de los sensores almacenados en el concentrador de datos.

El supervisor de consumos tiene las siguientes especificaciones:

- Precisión del 1%
- Relación de transformación  $./5^a$ .
- Valores eficaces en las tres fases de Intensidad y Tensión.
- Valores eficaces en cada una de las fases y valores totales de: Potencia Activa, Reactiva, Aparente y Factor de Potencia.
- Valores de energía de las tres fases y valores totales de Energía activa, reactiva y aparente.
- Dispone de 3 relés de salida (24Vdc) con contacto libre de tensión NA que se activan en caso de alarma.

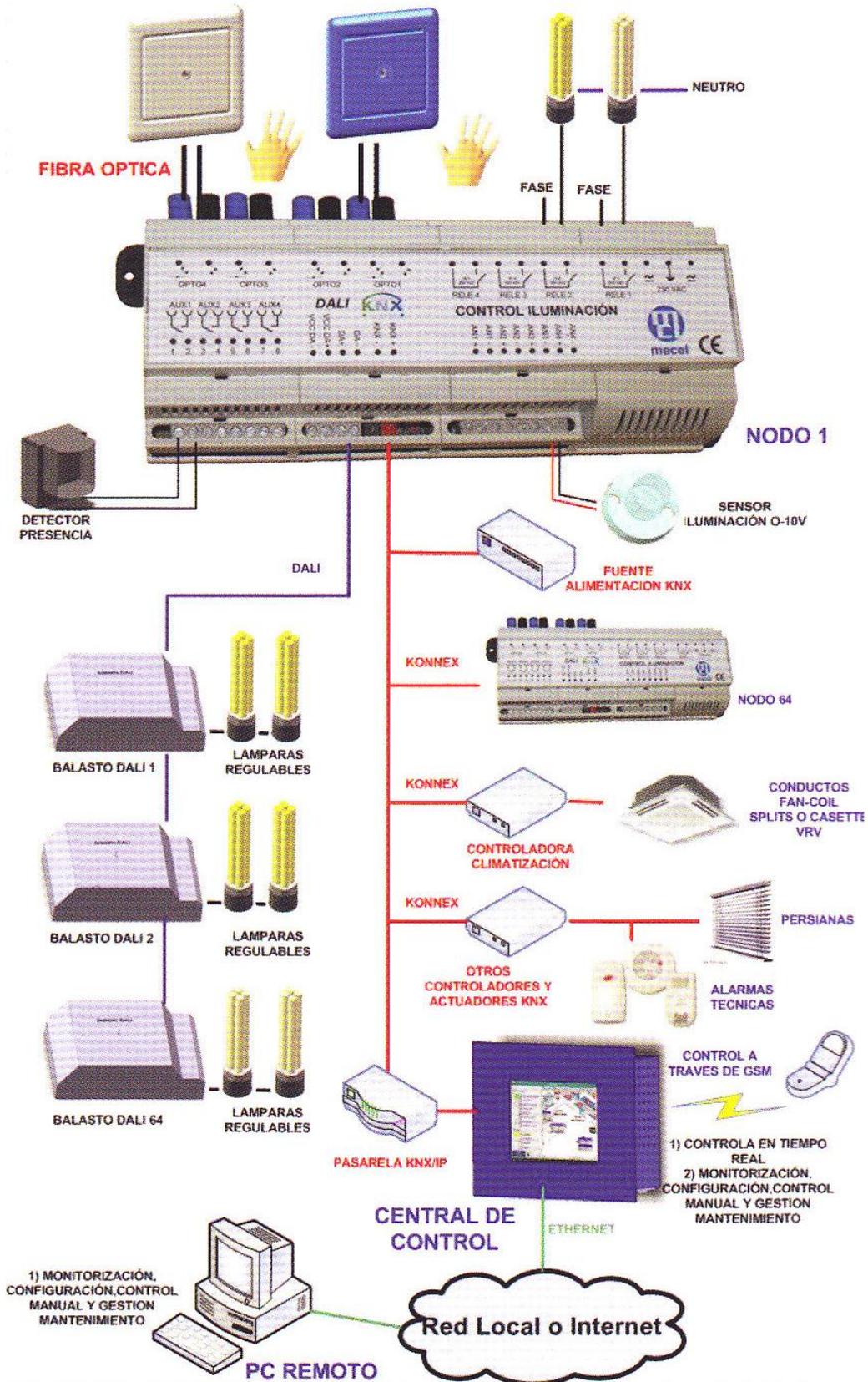
## **Línea 2**

Se ha elegido el de control de iluminación y climatización del Grupo Mecel. Permite monitorizar, controlar, reconfigurar y actuar sobre la instalación desde una central de control.

El control de la iluminación se realizará mediante los sensores pulsadores colocados en cada habitación. También podremos hacer uso de los sensores de movimiento, pues también son sensores de luminosidad, de manera que, permiten graduar el nivel lumínico de una estancia.

Cada nodo incluye:

- 4 sensores ópticos con tecnología patentada por Mecel.
- 4 salidas a relé de 16A
- 4 entradas libre de potencial
- 4 entradas analógicas 0-10 Vdc
- Interfaz Digital de regulación de potencia de balastos electrónicos
- Interfaz EIB/Konnex.
- Anclaje a carril DIN o atornillado con solapas.



Fuente MECEL.

Figura 51. Sistema de control de iluminación y climatización integrado en sistemas de control KNX [35]

Características:

- Incremento en la seguridad eléctrica al integrar pulsadores de fibra óptica
- Simplifica la instalación eléctrica para la realización de conmutadas, retardos a la desconexión, programaciones horarias, escenas, escalonamientos de varias líneas en puesta en marcha, etc...
- Sencilla configuración del funcionamiento de la instalación eléctrica desde la central de control con la posibilidad de realizar controles todo/nada, Dimmer, control a través de detectores de presencia y regulaciones de la potencia de la lámpara a través de sensores de iluminación.
- Posibilidad de integrar en otros dispositivos KNX dentro del sistema que amplíen la funcionalidad, como controles de persianas, pantallas táctiles, etc.
- Supervisión de alarmas técnicas con posibilidad de aviso vía GSM.
- Monitorización del consumo eléctrico de cada actuador.

### **Línea 3**

Los sensores de movimiento se utilizarán como detectores de intrusión. Se colocarán estratégicamente en las posibles zonas de acceso a la vivienda.

En zonas propensas a riesgo de incendio, como puede ser la cocina, se instalará un detector óptico de humo, además de un detector de gas.

En baños, cocina y zonas propensas a un riesgo de inundación se instalarán detectores de fuga de agua que se utilizarán para vigilar y detectar fugas, a nivel del suelo provenientes de cañerías, desagües, bañeras, lavadoras, etc. Una vez los sensores han detectado un problema de este tipo, se activarán las electroválvulas mediante un actuador, con el fin de cortar el suministro de agua de la vivienda.

Los contactos magnéticos de cerradura nos permitirán saber si nos hemos dejado alguna puerta sin cerrar con llave al salir de la vivienda. De la misma manera con las ventanas.

Todo lo referente a alarmas y seguridad, irá controlado y supervisado por la central de alarmas junto con su teclado LED.

### **Línea 4.**

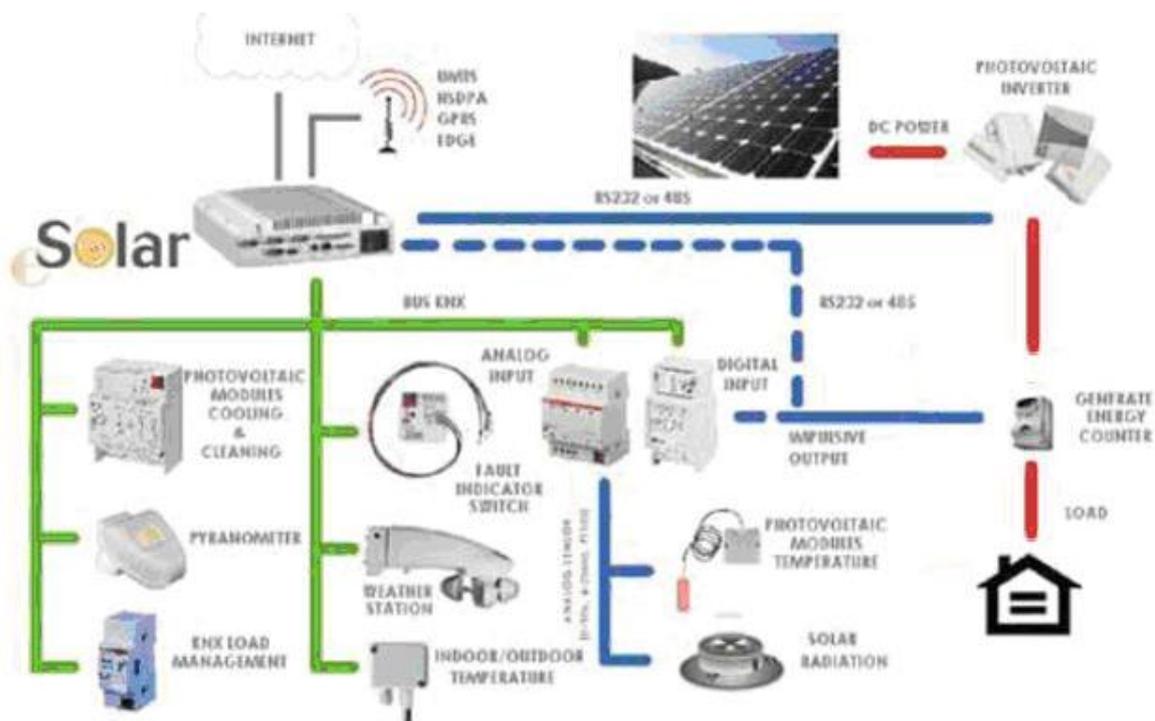
Mediante el EIB port LAN-LAN/RDSI Gateway, podremos controlar los parámetros de la instalación domótica a través de internet, vía sms, programación del sistema.

Se utiliza, un sistema de gestión para mantenimiento y supervisión, local y remoto, en plantas fotovoltaicas, llamado eSolar de Enerpoint.

El sistema consta de hardware de consumo de energía que adquiere los datos. Se comunica a través del Protocolo KNX. El acceso a la Web es posible a través de LAN o redes de telefonía móvil como GPRS/UMTS.

Monitoriza en tiempo real el funcionamiento correcto de todos los componentes de la planta fotovoltaica. Recoge de datos periódicamente y gestiona los datos históricos y técnicos para mantenimiento. Supervisa datos e inicia escenarios o programación, autónoma y automáticamente dependiendo de eventos (envío de señales de alarma a través de correo electrónico o sms, control de cargas eléctricas, generación de informes de producción, inicio de escenarios y programaciones dependiendo de comparación en tiempo real de la producción de energía y curvas de carga de plantas, señalización y gestión en caso de intento de robo, etc.).

eSolar se comunica con los inversores a través de los puertos de comunicación de serie RS232 ó RS485 para adquirir la fuente medida. A través de KNX, eSolar puede adquirir los datos procedentes de diferentes tipos de sensores disponibles comercialmente para tomar las medidas necesarias (temperatura, parámetros ambientales, limpieza de módulos fotovoltaicos automáticos, gestión de carga eléctrica etc).



Fuente eSolar.  
 Figura 51. Sistema eSolar [36]

Todos los cuadros estarán unidos entre ellos mediante la línea principal, y la fuente de alimentación de ésta estará situada en el cuadro domótico 1. Cada cuadro domótico incluirá el acoplador de línea, correspondiente a la línea que controla.

Los dispositivos que necesitamos para las líneas se distribuyen de la siguiente manera:

<b>Línea 1</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Descripción</b>
Vestíbulo	Monitor consumo eléctrico	MECEL
	Concentrador de datos	Para la comunicación inalámbrica
	Fuente de alimentación BUS 160mA	Alimenta la línea principal
	Acoplador de línea	Entre la línea 1 y la principal
	Fuente de alimentación BUS 640mA	Alimenta la línea 1
	Actuador interruptor de 6 salidas	Para las tomas de corriente más prioritarias
	Actuador interruptor de 6 salidas	Para las tomas de corriente secundarias
	Actuador interruptor de 12 salidas	Para el resto de tomas de corriente, las menos prioritarias.
<b>Línea 2</b>		
Salón	Monitor Iluminación	MECEL
	Acoplador de línea	Entre la línea 2 y la principal
	Fuente de alimentación BUS 640mA	Alimenta la línea 2
	Actuador interruptor de 12 salidas	Para los alumbrados
<b>Línea 3</b>		
Salón	Central de alarmas	
	Acoplador de línea	Entre la línea 3 y la principal
	Fuente de alimentación BUS 640mA	Alimenta la línea 3
	Actuador interruptor de 6 salidas	Para las válvulas de corte
	Terminal de zona	Para la conexión de sensores
	Fuente de alimentación de 12 V	Para alimentar válvulas de corte
<b>Línea 4</b>		
Planta Superior	Sistema eSolar	
	Acoplador de línea	Entre la línea 4 y la principal
	Fuente de alimentación BUS 640mA	Alimenta la línea 4

*Tabla 57. Elementos domóticos por líneas.*

La distribución por estancias tiene los distintos sensores, pulsadores con sus acopladores de bus.

<b>Estancia</b>	<b>Dispositivo</b>
<b>Vestíbulo</b>	Pulsador 1 canal
	Acoplador de Bus
<b>Escaleras</b>	Pulsador 2 canales
	Acoplador de Bus
<b>Pasillo</b>	Pulsador 1 canal
	Acoplador de Bus
<b>Salón</b>	Pulsadores de 2 canales
	Detector de presencia
	Pantalla táctil DivusDomus de 10,4’’
	Acoplador de Bus
<b>Baño</b>	Pulsador 1 canal
	Detector de fugas de agua
	Detector de movimiento
	Acoplador de Bus
<b>Cocina</b>	Pulsador 1 canal
	Sensor óptico de humo
	Detector de fugas de agua
	Detector de movimiento
	Acoplador de Bus
<b>Dormitorios</b>	Pulsadores 2 canales
	Detector de movimiento
	Acoplador de Bus

*Tabla 58. Elementos domóticos por estancias*

Algunos dispositivos de la instalación domótica se alimentarán directamente de la línea de bus (normalmente los sensores), el resto de componentes se conectarán además a la línea de fuerza que corresponda con su circuito.

El trazado de las canalizaciones se realiza aprovechando montantes, y canalizaciones de obras hechas para tal efecto. El cableado de la instalación domótica discurrirá en tubos independientes a los circuitos de fuerza y de la misma manera se hará con las derivaciones en cajas separadas.

El cable que utilizaremos para tender la línea de bus será el, YCYM 2x2x0,8 que dispone de cuatro hilos de color: rojo (+) y negro (-) para la línea de bus, y los dos hilos restantes pueden usarse para aplicaciones adicionales, incluso como línea de bus adicional. Se trata de un cable apantallado libre de halógenos.

El tendido de la línea de bus EIB se realizará mediante los siguientes pasos:

- Los dos hilos de cable de bus se deben pelar unos 10 mm y conectarse a los bloques terminales para conexión/bifurcación (máximo 4 líneas por bloque).
- La pantalla sobrante debe ser retirada.
- Los dos hilos adicionales de bus y el trazador no se cortan y se recogen sobre el mismo cable.

Todas las líneas del bus deben estar correctamente marcadas e identificadas.

Se prepararán los cuadros de distribución con los conectores montados sobre los perfiles de datos pegados a los carriles DIN.

No se pueden conectar componentes pertenecientes a distintas zonas o líneas si no es a través de los correspondientes acopladores.

Se debe comprobar con un voltímetro que la tensión y la polaridad de todos los finales de línea y los terminales de conexión son correctas.

Las líneas de bus seguirán el recorrido de la misma manera que los circuitos de fuerza, pero siempre irán en tubos diferentes.

El bus irá alojado en el interior de un tubo corrugado de PVC de 16 mm de diámetro, que discurrirá a través de rozas en las paredes o falso techo, cumpliendo con la ITC-BT21. Los componentes que necesiten de un cableado adicional al del bus discurrirán en tubos de las mismas características.

Para la derivación de la línea de bus se utilizarán cajas de PVC empotradas de 10 x 10 cm, con tapadera. Tanto los empalmes y derivaciones como la unión a los mecanismos, se realiza por medio de los conectores para elementos bus.

Los acopladores de bus se instalarán en cajas de empotrar en la pared.

