

LA ELECTRICIDAD TÉRMICA EN LA REGIÓN DE MURCIA. MEDIO SIGLO DE CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO

CAYETANO ESPEJO MARÍN

«Durante el siglo XX, la producción de energía eléctrica en España se multiplicó prácticamente por un factor mil, y ello como consecuencia de un esfuerzo extraordinario, tanto técnico como empresarial y humano. En cuanto a tecnología, el sector eléctrico desde el principio apostó por una capacitación al máximo nivel en este campo, basándose en asimilación tecnológica bien fundamentada, y en desarrollos propios siempre que fuera posible. Una consecuencia de ello es que la tecnología nunca fue una dificultad o cuello de botella que cercenara o ralentizara el desarrollo eléctrico español, pues nuestros ingenieros y técnicos siempre estuvieron capacitados para acceder a la tecnología más puntera en cada momento, y atender eficientemente a su explotación».

Íñigo de Oriol e Ibarra. Prólogo del libro *La energía en sus claves*,
Fundación Iberdrola, 2004, p. 15.

La Región de Murcia nunca ha contado con materias primas suficientes para abastecer sus necesidades energéticas: cursos de agua abundantes, minerales como el carbón, y menos aún petróleo o gas natural, ausentes ambos en el territorio español. No obstante, la disponibilidad del puerto de Cartagena, con uno de los mejores abrigos naturales del Mediterráneo y el apoyo de las políticas estatales hicieron de Cartagena un polo energético, que con el paso de los años y la implantación de otras instalaciones en la Península fue perdiendo peso sobre la producción energética nacional.

A comienzos del siglo XXI la situación se retoma con grandes inversiones en el Valle de Escombreras, en plantas generadoras de electricidad de ciclo combinado, que utilizan gas natural para la producción, y en las ampliaciones de la planta regasificadora y de la refinería, que duplicará su producción actual. De este modo, esta zona de Cartagena se convierte de nuevo en un polo energético nacional, como lo fue hace medio siglo.

La producción energética en la Región de Murcia y de España tiene en Cartagena su referente desde finales de la década de los años cincuenta del siglo XX: la refinería y la central térmica de Escombreras han permitido disponer de derivados del petróleo y de electricidad suficientes para el abastecimiento de la Región y de varias provincias, en una amplia área de influencia, durante muchos años. La implantación de ambas industrias fue posible gracias a la disponibilidad agua, el recurso más escaso del Sureste Peninsular.

El mayor acontecimiento que registra Cartagena en la historia contemporánea es la llegada a la ciudad, el 19 de mayo de 1945, de las aguas procedentes del Taibilla. La Mancomunidad de los Canales del Taibilla abastecerá a la ciudad del agua suficiente para olvidar las penurias pasadas y para permitir la implantación, y posterior desarrollo, de industrias como la térmica y las químicas, fundamentalmente, además de las metalúrgicas (Andrés, 1982, 1990).

1. LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS CLÁSICAS

Las centrales termoeléctricas clásicas o convencionales producen energía eléctrica a partir de la combustión del carbón, fuelóleo o gas en una caldera diseñada al efecto.

La denominación de «clásicas» o «convencionales» sirve para diferenciarlas de otros tipos de centrales termoeléctricas (nucleares y solares, por ejemplo), las cuales, al igual que las clásicas generan electricidad a partir de un ciclo termodinámico, pero mediante fuentes energéticas distintas de esos combustibles fósiles que vienen siendo empleados en la producción de energía eléctrica desde hace décadas, y sobre todo, con tecnologías diferentes y mucho más recientes que las de la mayoría de las centrales térmicas clásicas.

Independientemente de cuál sea el combustible fósil que utilicen (fuelóleo, carbón o gas), el esquema de funcionamiento de todas las centrales termoeléctricas clásicas es prácticamente el mismo. Las únicas diferencias consisten en el distinto tratamiento previo que sufre el combustible antes de ser inyectado a la caldera y en el diseño de los quemadores de la misma, que varía según cuál sea el tipo de combustible empleado.

Una central termoeléctrica posee, dentro de su propio recinto de la planta, sistemas de almacenamiento de combustible para asegurar que se dispone permanentemente de una adecuada cantidad de materia prima.

En la central de fuelóleo, éste es precalentado para que fluidifique, y después es inyectado en quemadores adecuados a este tipo de combustible. Una vez en la caldera, la acción de los quemadores da lugar a la combustión del fuelóleo, generando así energía calorífica. Ésta convierte, a su vez, en vapor a alta temperatura el agua que circula por una extensa red formada por miles de tubos que tapizan las paredes de la caldera. Este vapor entra a gran presión en la turbina de la central, que consta de tres cuerpos, de alta, media y baja tensión, respectivamente, unidos por un mismo eje.

En el primer cuerpo, en el de alta presión, hay centenares de álabes o paletas de pequeño tamaño. El cuerpo de media presión posee asimismo centenares de álabes, pero de mayor tamaño que los anteriores. El de baja presión, por último, tiene álabes aún más grandes que los precedentes. El objetivo de esta triple disposición es aprovechar al máximo la fuerza del vapor, ya que éste va perdiendo presión progresivamente. Por ello, los álabes de la turbina son de mayor tamaño a medida que se pasa de un cuerpo a otro de la misma (UNESA, 1998).

El vapor de agua a presión hace girar los álabes de la turbina generando energía mecánica. A su vez, el eje que une a los tres cuerpos de la turbina, antes mencionados, hace girar al mismo tiempo un alternador unido a ella, produciendo así energía eléctrica, que es vertida a la red de transporte mediante la acción de un transformador.

El vapor, una vez debilitada su presión, es enviado a unos condensadores. Allí se enfría y convierte de nuevo en agua, que es finalmente conducida otra vez a los tubos que tapizan las paredes de la caldera, con lo cual el ciclo productivo puede volver a iniciarse.

2. LA CENTRAL TÉRMICA DE CARTAGENA

Durante la década de 1950 y primeros años de la siguiente se incrementó sustancialmente en España la potencia hidroeléctrica instalada, gracias a la mejora de la situación comercial exterior. El material para la producción de electricidad fue uno de los aspectos en que se materializó la ayuda económica estadounidense de esos años. El efecto fue inmediato. En seis años, 1950-1956, se dobló la potencia hidroeléctrica instalada y se incrementó en más de un 50% la de carácter térmico. En 1956 más del 77% de toda la potencia eléctrica instalada utilizaba la fuerza del agua. Pronto fue patente que la capacidad hidráulica del país estaba llegando a su límite. Los mejores emplazamientos estaban ya aprovechados, y los que quedaban, exigían, proporcionalmente a su potencial inversiones cada vez superiores. En estas circunstancias la producción termoeléctrica volvía al primer plano. Si hasta entonces las centrales térmicas habían tenido un peso menor y complementario, ahora se imponía su presencia masiva en la producción (Sudrià, 1994).

A finales de los años cincuenta entran en funcionamiento las primeras grandes centrales térmicas de gran potencia consumidoras de carbón. En los primeros años de la década de los sesenta se inauguran los últimos grandes embalses. Por tanto, la necesaria capacidad productiva de la industria eléctrica se resuelve a partir de entonces casi exclusivamente a través de centrales térmicas, las cuales a comienzos de los años setenta aportan el 60% de la producción nacional de electricidad.

El desarrollo de la producción térmica se caracteriza, además de por su elevado incremento, por el cambio en el combustible utilizado. Las primeras se conciben para el aprovechamiento del carbón de determinadas cuencas. Ante la insuficiencia de este recurso se recurre a un derivado del petróleo, el fuelóleo, aprovechando una coyuntura en la que el petróleo estaba protagonizando un acusado proceso de descenso relativo de precios que mejoraba de manera espectacular su competitividad frente al carbón. Las centrales termoeléctricas de alta potencia de la segunda etapa, por tanto, se diseñaron para utilizar fuelóleo como combustible básico. El petróleo ya no se limitaba a cubrir la demanda de carburantes, como hasta ese momento, y empezaba a desplazar a otros productos de usos tradicionales (Sudrià, 1994).

Según J. Pueyo (2007) en la década de los cincuenta las compañías privadas no mostraron apenas interés en la generación de electricidad con centrales térmicas. La ampliación de la capacidad térmica quedó casi exclusivamente en manos de las empresas públicas, salvo unas pocas excepciones (centrales de Aliaga, Badalona, **Escombreras**, Guadaira y Lada). El interés aumentó en los años sesenta y las empresas privadas se embarcaron en la construcción de térmicas de gran potencia, mientras que las sociedades del Instituto Nacional de Industria les cedían el terreno sin resistencia.

En el cuadro 1 se exponen las instalaciones de generación promovidas por Hidroeléctrica Española entre 1945 y 1970. En 25 años sólo se construye la Térmica de Escombreras.

Cuadro 1
CENTRALES ELÉCTRICAS PROMOVIDAS POR HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA.
1945-1970

Central	Provincia	Tipo	Año	Potencia (kW)
Millares	Valencia	Hidroeléctrica	1945	20.000 ampliación
Villora	Cuenca	Hidroeléctrica	1946	14.200 ampliación
Cofrentes	Valencia	Hidroeléctrica	1951-53	124.200
El Picazo	Cuenca	Hidroeléctrica	1953	18.000
Escombreras	Murcia	Térmica	1956-57	280.000
Millar	Jaén	Hidroeléctrica	1957-60	27.000
Cirat	Castellón	Hidroeléctrica	1962	18.400
Manises	Valencia	Hidroeléctrica	1962	1.200
Valdecañas	Cáceres	Hidroeléctrica	1964	225.000
Escombreras	Murcia	Térmica	1966-68	578.000 ampliación
Torrejón	Cáceres	Hidroeléctrica	1966-67	129.600
Valdeobispo	Cáceres	Hidroeléctrica	1966	40.000
Vallat	Castellón	Hidroeléctrica	1966	14.720
Alcántara	Cáceres	Hidroeléctrica	1968-70	915.200
Azután	Toledo	Hidroeléctrica	1969-70	180.000
Aceca (*)	Toledo	Térmica	1969-70	627.104
TOTAL				2.899.072

Fuente: Javier Pueyo (2007): «La regulación de la industria de producción y distribución de energía eléctrica en España 1939-1972».

La Central Térmica de Escombreras entra en los planes de Hidroeléctrica Española a comienzos de la década de 1950. En 1955 se inician las obras de instalación de los primeros grupos, obras que tras sucesivas ampliaciones llegan hasta 1968. Esta denominada «gran central» supone un hito en la historia de la electricidad en la Región de Murcia y en España.

Es la primera central térmica que funciona con fuelóleo, del que se abastece de su vecina refinería. Cuenta con el agua suficiente para su funcionamiento, potable procedente de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, y salada por su ubicación en el puerto de Cartagena. Su elevada capacidad instalada le permite producir suficiente cantidad de electricidad para abastecer la demanda de la Región de Murcia y de las provincias limítrofes. Las centrales térmicas, frente a las hidroeléctricas que están condicionadas por las precipitaciones, permiten tener una producción continua de electricidad.

La consulta de las *Memorias Anuales* de Hidroeléctrica Española ha permitido conocer con detalle la evolución del desarrollo de la Térmica de Escombreras, así como los elementos fundamentales, antes aludidos, que componen una central térmica clásica.

En la Memoria¹ que el Consejo de Administración de Hidroeléctrica Española S.A. del ejercicio 1953 somete a la aprobación de la Junta General convocada para los días 18 y 19 de mayo de 1954 se alude por primera vez a la Central Térmica de Cartagena:

«Las características actuales de nuestro negocio eléctrico aconsejan la orientación, marcada por el Ministerio de Industria, de instalar grandes centrales térmicas como complemento y seguro de utilización de las hidráulicas, pues el anárquico régimen de lluvias de nuestro país, hace muy difícil la utilización normal de aquéllas, e incluso la permanencia del servicio».

«Al tomar nuestra Sociedad este camino, hubo de estudiar detenidamente la localización de la nueva central teniendo en cuenta, como factores principales, la situación de las instalaciones en explotación, la demanda de los mercados, el emplazamiento de los futuros aprovechamientos hidráulicos y la garantía en el suministro de materias primas. La ponderación de todos estos factores permitió apreciar la conveniencia de situarla en Cartagena, mercado de importancia llamado a aumentar considerablemente, actual extremo de línea provisto de un gran centro de dislocación de energía en la Subestación de Espinardo (Murcia) y que permite su instalación junto a la refinería de Escombreras».

«Como quiera que el Instituto Nacional de Industria en sus planes pensaba también en esta localización, celebramos conversaciones con el Sr. Presidente del Instituto para tratar de lograr la solución más efectiva y económica, llegando a la fórmula de que Hidroeléctrica Española sea la que instale y explote la central, estableciendo inmediatamente dos grupos de 60.000 kilovatios (kW) y un tercero en el plazo de tres años, con lo que alcanzará la potencia instantánea de 180.000 kW y será la térmica privada más importante de España».

«Esta central quemará fuelóleo y estará equipada con los últimos adelantos alcanzados en esta clase de instalaciones. Estamos ya en contacto con varias Casas extranjeras para contratar seguidamente dos grupos de 60.000 kW, dejando el tercero para el momento en que aquellos se hallen en funcionamiento normal. Conjugada en nuestro sistema, podrá producir, cuando esté terminada, unos 700 millones de kWh anuales y permitirá regular nuestra producción hidráulica y ampliar el servicio en el sector Sur de nuestro mercado, mejorando sus características».

«Al estar hoy en condiciones de presentaros esta solución inmediata de nuestro problema de producción, experimentamos una satisfacción análoga a la que antes sentimos al someter a los Poderes Públicos una fórmula de tipo económico privado susceptible de resolver la necesidad de aumentar la capacidad de producción térmica nacional».

En la Memoria² de 1954 se dedica amplio espacio a la central de Cartagena: «Con verdadera satisfacción nos referimos a esta gran central —emplazada junto a la refinería de petróleos de REPESA en la dársena de Escombreras (Cartagena), frente al Mar

1 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1954). *Memoria del Ejercicio 1953* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 18 y 19 de mayo de 1954, Madrid, pp. 11-12.

2 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1955). *Memoria del Ejercicio 1954* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 26 y 27 de abril de 1955, Madrid, pp. 8-11.

Mediterráneo— ya que en el curso del año hemos conseguido las licencias necesarias para realizar una fuerte ampliación de la misma. En lugar de los tres grupos de 60.000 kW inicialmente previstos, quedará integrada por dos grupos de 70.000 kW y un tercero de 140.000 kW, lo que hace un total de 280.000 kW. Producirá unos 1.400 millones de kWh anuales y será por el conjunto de sus instalaciones y servicios la más moderna de Europa».

«Hemos concertado con la firma americana General Electric C° de Nueva York los tres grupos aludidos, hallándose ya en periodo de fabricación muy adelantada los dos primeros, lo que nos permitirá empezar el montaje de uno de ellos en el próximo mes de octubre (de 1955) y el del otro seis meses después, entrando en funcionamiento respectivamente, a fines de 1956 y principios de 1957. El tercer grupo estará en servicio en el segundo semestre del año últimamente indicado».

«Para dar salida a esta gran masa de energía, hemos previsto una línea de 230 kilovoltios (kV) y capaz para 200.000 kW desde Cartagena a Torrente (Valencia), ampliando de esta forma, en gran escala, nuestro actual sistema de transporte a 138 kV».

«Los costes de producción de esta Central han de ser sumamente ventajosos, porque su modernísima maquinaria permitirá conseguir rendimientos caloríficos muy elevados y, además, porque se beneficiará del sistema de primas a las nuevas construcciones y de la bonificación especial por consumo de combustible. Estos factores hacen prever que los gastos de generación térmica que habrá de soportar la Sociedad serán equivalentes a los producción hidráulica y permitirán obtener resultados francamente favorables en el conjunto de nuestra explotación».

«Por estas razones y en su deseo de cooperar al Programa Quinquenal de Grandes Centrales Térmicas Nacionales, el Consejo estimó de extraordinaria conveniencia dar el mayor impulso a esta importante construcción que representa un esfuerzo considerable en el gran objetivo de aumentar la producción eléctrica nacional. Cuando en 1957 se halle terminada, la producción anual de Hidroeléctrica Española alcanzará la cifra de 2.700 millones de kWh, que será puesta en primer término a disposición de nuestros mercados de Madrid y Levante, pudiendo el resto ser ofrecido al mercado nacional».

«El programa de ejecución rapidísima que hemos impuesto obliga a llevar las obras con excepcional actividad. En mayo próximo tendremos terminados los trabajos de movimientos de tierras con un volumen total de 86.000 metros cúbicos, de los que hemos excavado ya 70.000, y a fines de septiembre estará concluido el poblado para el personal».

«Ultimados los trabajos de dragado en fango y roca, estamos ya construyendo la toma de agua de mar para la refrigeración que ha de tener capacidad para 18 metros cúbicos por segundo».

«No quedaría completa esta referencia a la gran Central Térmica de Escombreras, si dejáramos de consignar nuestra gratitud a S.E. el Jefe del Estado por su decisiva ayuda en la realización de la instalación. Quisiéramos también hacer mención expresa a las facilidades extraordinarias que hemos recibido de los Ministerios de Industria, Comercio y Marina, éste último directamente y a través de la Capitanía General de la Armada de Cartagena. Deseamos también incluir en esta referencia a la Refinería de Petróleos de Escombreras, S.A. (REPESA), cuyos productos abastecerán nuestra Central y que en todas sus actuaciones ha exteriorizado un propósito, cordial y práctico, de hacer compatibles sus proyectos y deseos con los nuestros».

En la Memoria³ de 1955 se hacen las referencias sobre la marcha de las obras. Resulta de gran interés conocer con detalle las mismas para saber los elementos imprescindibles en la construcción de una central térmica clásica. «Las obras de construcción de la Central, cuyos trabajos de explanación se iniciaron hace tan sólo 20 meses y cuya cimentación se comenzó en el mes de mayo último, están totalmente terminadas en la parte correspondiente a los dos primeros grupos, así como las estructuras metálicas que soportarán las dos calderas correspondientes a aquellos; hallándose iniciado el montaje de todos los elementos de las mismas, de forma que en el plazo de cinco o seis meses quedará realizado el de la primera».

«Se espera quede ultimada totalmente, a finales del próximo mes de julio, la obra marítima de toma de agua de refrigeración y la central de bombeo».

«Por lo que se refiere al sistema de alimentación de combustible, está ya preparada la explanación donde han de ir situados tres de los cuatro tanques, de 8.000 Tm cada uno, que constituirán la reserva de la Central. Dos de ellos quedarán disponibles dentro del mes de junio próximo, lo mismo que los de consumo diario, bombas, etc.».

«También está muy adelantada la conducción de agua dulce de alimentación de las calderas que, mediante una tubería de 6,5 Km de longitud desde el depósito de los Canales del Taibilla, en Alumbres, a nuestra Central, y en el mismo caso se encuentran el depósito de regulación y el edificio de depuración en el cual se ha comenzado ya el montaje de los tanques de tratamiento previo del agua, para su desmineralización».

«En el interior de la Central, terminado ya el montaje del puente grúa y los pedestales de los grupos I y II, se lleva muy adelantada el del primer condensador y está ya todo dispuesto para iniciar el del segundo».

«La recepción del material se desenvuelve con gran regularidad, habiendo llegado ya más de la mitad de las 12.000 Tm que integran el suministro americano».

«Los trabajos de ingeniería civil se llevan con el adelanto necesario para permitir el montaje, sin demora, de los materiales americanos conforme se van recibiendo; de esta suerte, será posible iniciar, seguidamente, el montaje del grupo turbo-alternador nº 1».

«Finalmente, en el cuadro de intemperie, terminada la explanación correspondiente a las instalaciones de 230, 138 y 66 kV y así mismo la cimentación de los cuadros que corresponden a las dos tensiones últimamente citadas, han entrado éstas en periodo de montaje, que prevemos tener terminado para el otoño próximo».

«Las ochenta y ocho viviendas para el personal de la plantilla de la Central y las obras de los edificios auxiliares donde van alojados los talleres mecánicos, eléctricos, laboratorio, almacenes y oficinas, se hallan también completamente rematadas».

«Cuanto queda indicado os dará una idea de la enorme actividad desplegada en el transcurso de los escasos meses que llevamos trabajando en esta instalación. La General Eléctric C^o., entidad suministradora de la Central y la firma de Ingenieros Consultores, Gibbs and Hill Inc., colaboran con nosotros en términos de la mayor identificación, ofreciéndonos, en todo momento, un concurso inestimable que nos complacemos en reconocer».

3 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1956). *Memoria del Ejercicio 1955* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 24 y 25 de abril de 1956, Madrid, pp. 8-10.

La Memoria⁴ de 1956 informa de la puesta en servicio de los dos primeros grupos de la Central: «ello os permitirá comprender que las obras de construcción de la misma se pueden dar por terminadas, quedando solamente pendiente de rematar ahora el montaje del grupo turbo-alternador III, al que luego hemos de referirnos».

«Está, pues ya en servicio la obra marítima necesaria para la refrigeración, tanto la toma submarina con la central de bombeo, como la conducción, por tubería de hormigón armado, a la central térmica y el canal de desagüe para devolver las aguas de nuevo al mar. En cuanto al sistema de abastecimiento de combustible, se hallan en funcionamiento los tres grandes depósitos de 8.000 Tm cada uno, que abastecen la Central, habiéndose iniciado el montaje de la cuarta y última de estas unidades. Es de señalar que la capacidad de almacenamiento de estos cuatro depósitos representa una reserva de 136 millones de kWh, equivalente a la de un gran embalse hidráulico».

«Se ha instalado la tubería de alimentación de agua dulce (7 km desde la red general de Canales del Taibilla), el depósito de 8.000 metros cúbicos de capacidad y la estación de depuración de agua, con el tratamiento completo de ablandamiento y desmineralización de la misma».

«Hemos recibido casi todo el material necesario para el montaje del tercer grupo; esperamos que esta gran unidad se halle en disposición de marcha dentro del próximo mes de julio».

«Los cuadros de intemperie de 138 y 66 kV están funcionando desde la puesta en servicio del grupo I y el de 230 kV se halla también terminado y dispuesto para entrar en servicio conjuntamente con el grupo III».

«El programa que nos habíamos trazado queda así plena y satisfactoriamente cumplido, no sólo en cuanto a los plazos de ejecución, sino también en cuanto al funcionamiento y perfección de la instalación, pues los rendimientos de los dos primeros grupos son, incluso, superiores a los ya muy elevados que garantizó la General Electric C^o., teniendo consumos tan reducidos que sitúan a esta Central en cabeza no sólo de España, sino de Europa».

La Memoria⁵ de 1957 alude a la Central señalando que «el hecho más importante de ejercicio ha sido la terminación de esta Central y su inauguración oficial por S. E. el Jefe del Estado⁶, el 7 de octubre. Quien hizo un detenido recorrido de las instalaciones, pronunciando palabras extraordinariamente elogiosas para la Sociedad y para cuantos han intervenido en esta magnífica obra, al mismo tiempo que nos animaba a continuar trabajando incesantemente en el incremento de la producción de energía y, deseando hacer público su reconocimiento a la Sociedad, decidió conceder dieciocho destacadas recompensas de la Orden del Mérito Civil al personal que ha puesto su inteligencia y esfuerzo en esta construcción».

4 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1957). *Memoria del Ejercicio 1956* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 23 y 24 de abril de 1957, Madrid, pp. 10-12.

5 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1958). *Memoria del Ejercicio 1957* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 29 y 30 de abril de 1958, Madrid, pp. 9-10.

6 El texto del discurso está disponible en:

<http://www.generalisimofranco.com/Discursos/discursos/1957/00014.htm>

«Con la puesta en servicio del grupo III, de 140 MW, en los primeros días de septiembre, ha quedado completamente terminada la Central. Con ello hemos logrado construir esta planta en el corto plazo de treinta y cuatro meses, dando cima al programa que nos habíamos trazado y del que os hemos dado cuenta en anteriores ocasiones. En honor de las casas suministradoras y de nuestros técnicos, tenemos la satisfacción de que todas las instalaciones de la central están logrando rendimientos y márgenes de potencia superiores a los garantizados. En la actualidad se procede a la terminación de algunos edificios auxiliares y al montaje de un cuarto depósito de almacenamiento de combustible, que eleva la capacidad conjunta de los tanques a 40.000 Tm».

La inauguración de la Central Térmica de Escombreras tuvo una notable repercusión en la prensa nacional, incluso se organizó una Exposición periodística en la Hemeroteca Nacional, en colaboración con Hidroeléctrica Española y REPESA, en la que se pudo constatar el profundo eco que tuvo la inauguración por el Jefe del Estado de dichas instalaciones. En su construcción se invirtieron 1.500 millones de pesetas. La Central Térmica de Escombreras constituyó un referente de la política industrializadora nacional y estuvo en el punto de observación de los dirigentes estatales. Se erigía como la más importante de España y, a su vez, la más perfecta de Europa. Declarada de Interés Nacional por acuerdo del Consejo de Ministros de 18 de febrero de 1955. En opinión de los técnicos es imprescindible destacar la considerable economía en divisas que llevó consigo el empleo de fuelóleo en lugar de carbón importado. Y no es menor la economía que supuso la proximidad entre la refinería abastecedora de combustibles y la Central generadora de energía eléctrica (Victoria, 2006).

La instalación de la Central Térmica de Escombreras supone el fin de las restricciones energéticas en la provincia de Murcia. Antes de su puesta en funcionamiento el consumo de electricidad se vio constreñido por una oferta de instalaciones hidroeléctricas que apenas satisfacían las necesidades de las industrias. La construcción de los tres grupos de la central de Cañaverosa en Calasparra, en 1954, y la puesta en servicio de los del Salto del Progreso y los Almadenes, en 1955, todos ellos en el río Segura, dieron un mayor impulso energético a mediados de los cincuenta. La Mancomunidad de los Canales del Taibilla construyó las centrales hidroeléctricas de La Murta, Moratalla y Cajal. En 1956 la producción era todavía deficitaria, debido a las continuas irregularidades producidas por las sequías que limitaban los aprovechamientos de los saltos. Al año siguiente, la Térmica de Escombreras comienza a funcionar, y en 1958, en total se alcanza una producción de 984 millones de kWh, de los que se exportan casi dos tercios a las provincias limítrofes. Murcia pasó a convertirse en región excedentaria y exportadora de energía eléctrica (Martínez Carrión, 2002).

A la Térmica de Escombreras alude A. Cabo (1960) en su artículo sobre los factores geográficos de la industria eléctrica española, «mención especial merece la Central Térmica de Cartagena, de la empresa Hidroeléctrica Española porque, a diferencia de las restantes, quema fuelóleo, aunque se proyecta acondicionarla también para carbón. Se halla en la bahía de su nombre, a seis kilómetros de Cartagena, próxima a la refinería de petróleos desde donde le llega el producto por un pequeño oleoducto. Su empleo, como las de carbón, ahorra también combustible. Sus generadores totalizan 312.500 kW».

En la Memoria⁷ de Hidroeléctrica Española de 1962 se informa de la ampliación de la Central de Escombreras, debido a que «la evolución de la demanda de nuestro mercado, que está siendo superior a la prevista, aconseja adelantar los planes de ampliación de la central de Escombreras, con la instalación de un cuarto grupo térmico, de 250 MW. Pensamos realizar este proyecto de acuerdo con la técnica más avanzada en el momento presente, con el fin de que la Central siga conservando las características de menos consumo calorífico y máxima economía por unidad generada. Esperamos que pueda entrar en servicio en los primeros meses del año 1966».

La Memoria⁸ de 1963 comunica que «se han iniciado los trabajos correspondientes a la instalación del cuarto grupo de esta central, tales como explanaciones, obra portuaria para la refrigeración, etc. Esta importante unidad de 290 MW amplía la potencia total de la central a 570 MW».

En la Memoria⁹ de 1964 se informa que «los trabajos correspondientes a la ampliación de la central se desarrollan con toda regularidad; está ya levantada la estructura metálica de la caldera del IV Grupo y su montaje avanza satisfactoriamente. Se han iniciado también de acuerdo con el programa previsto las obras del V Grupo. Esperamos que el IV Grupo esté en funcionamiento a finales de 1967, en cuya fecha la potencia total de esta central será de **858 megavatios (MW)**».

Una breve reseña de la Memoria¹⁰ de 1965 anuncia que «El próximo mes de mayo entrará en funcionamiento del IV grupo de 289 MW, con un retraso de casi cinco meses sobre la fecha prevista debido a demoras en el envío de la maquinaria, tanto nacional como extranjera. Prosiguen normalmente las obras del V grupo, gemelo del anterior».

La Memoria¹¹ de 1966 da cuenta de la puesta en servicio del IV grupo de la Central Térmica de Escombreras con 289 MW y a que continúan las obras de construcción y montaje del V Grupo de esta Central de 289 MW.

En la Memoria¹² de 1967 se comunica que «El V Grupo de la Central Térmica de Escombreras, se acopló a la red el 29 de febrero último» (1968).

Por tanto, entre 1956 y 1968 se construye en Cartagena la mayor central térmica privada de España. Durante muchos años va a ser un referente en la producción eléctrica española, y sobre todo en la generación eléctrica de origen térmico. Esta central hace posible la puesta en funcionamiento en 1960 de Española del Zinc S.A., dedicada a la obtención de derivados del zinc mediante la transformación de las blendas de la sierra minera. En 1969

7 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1963). *Memoria del Ejercicio 1962* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 23 y 24 de abril de 1963, Madrid, p. 6.

8 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1964). *Memoria del Ejercicio 1963* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 28 y 29 de abril de 1964, Madrid, p. 6.

9 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1965). *Memoria del Ejercicio 1964* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 27 y 28 de abril de 1965, Madrid, p. 7.

10 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1966). *Memoria del Ejercicio 1965* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 26 y 27 de abril de 1966, Madrid, p. 7.

11 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1967). *Memoria del Ejercicio 1966* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 18 y 19 de abril de 1967, Madrid, p. 7.

12 HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA, S.A. (1968). *Memoria del Ejercicio 1967* que el Consejo de Administración somete a la Junta General convocada para los días 23 y 24 de abril de 1968, Madrid, pp. 4 y 6.

se crea de Abonos Complejos del Sureste (Asur), con capital compartido entre Repesa y Explosivos Río Tinto, empresa de abonos implantada en Cartagena a comienzos del siglo XX. La Empresa Nacional de Fertilizantes (Enfersa) se constituye en 1973, aunque funciona desde 1963 como factoría de fertilizantes de Repesa (Espejo, 2005).

2.1. Medio siglo de producción eléctrica y su aportación a la producción nacional

En el cuadro 2 se recopila la producción eléctrica anual de la Térmica de Escombreras durante su medio siglo de funcionamiento y su aportación a la producción nacional de electricidad. En él se distinguen claramente dos etapas: la primera y más importante, desde su puesta en marcha en 1957 hasta 1984, y la segunda desde 1985 a la actualidad.

Cuadro 2
PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DE LA CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS.
1957-2007. MILLONES DE KW/HORA

Año	Producción de la central	Producción total en España	% central/ total de España
1957	749	14.523	5,16
1958	886	16.350	5,42
1959	86	17.353	0,50
1960	112	18.614	0,60
1961	241	20.879	1,15
1962	702	22.905	3,06
1963	283	25.897	1,09
1964	959	29.526	3,25
1965	1.610	31.723	5,08
1966	1.843	37.699	4,89
1967	3.182	40.637	7,83
1968	4.109	45.851	8,96
1969	2.675	52.124	5,13
1970	3.206	56.490	5,68
1971	3.128	62.516	5,00
1972	2.736	68.904	3,97
1973	3.491	76.272	4,58
1974	3.523	80.857	4,36
1975	3.753	82.515	4,55
1976	3.941	90.822	4,34
1977	2.416	93.804	2,58
1978	2.219	99.534	2,23

1979	1.788	105.779	1,69
1980	3.356	110.483	3,04
1981	3.425	111.232	3,08
1982	2.914	114.569	2,54
1983	2.295	117.196	1,96
1984	1.256	120.042	1,05
1985	182	127.363	0,14
1986	94	129.149	0,07
1987	55	133.390	0,04
1988	46	139.571	0,03
1989	314	147.842	0,21
1990	126	151.741	0,08
1991	312	159.392	0,20
1992	604	161.105	0,37
1993	58	160.890	0,04
1994	167	164.942	0,10
1995	163	169.094	0,10
1996	53	176.510	0,03
1997	60	189.381	0,03
1998	350	196.751	0,18
1999	923	209.855	0,44
2000	987	225.105	0,44
2001	1.240	237.684	0,52
2002 (*)	2.740	246.789	1,11
2003	1.173	265.035	0,44
2004	975	281.946	0,35
2005	948	294.784	0,32
2006	204	303.540	0,07
2007	30	312.664	0,01

(*) El 31 de julio de 2002 causan baja los grupos I, II y III que suman una potencia de 280.000 kW.

Fuente: UNESA. *Memorias Estadísticas Eléctricas*.

2.1.2. La producción de 1957 a 1984

Significativas resultan ya las producciones de sus dos primeros años de funcionamiento, 1957 y 1958, con una aportación al conjunto de la producción eléctrica de España superior al 5%. Tal y como se recoge en la Memoria de Hidroeléctrica Española de 1957, «en el conjunto nacional, el año debe calificarse como muy seco, por lo que la Superioridad ordenó restricciones en el consumo durante los meses de enero y febrero y posteriormente en la segunda quincena del mes de diciembre. Gracias a las producciones obtenidas en la

Central Térmica de Escombreras, estas restricciones han sido leves, habiendo contribuido sustancialmente con nuestra ayuda a aminorar las deficiencias de los mercados».

La caída en la producción del año 1959 parece explicarse por la abundante disponibilidad de agua con que cuenta el embalse de Alarcón, propiedad de Hidroeléctrica Española. De hecho en la Memoria del Ejercicio de 1959 se afirma que «la lluvia caída en la cuenca vertiente del Pantano de Alarcón, cabecera del río Júcar, ha sido en ese año del 948 mm, lo que representa el 145% de la media —que tomamos como normal— de los últimos treinta y cinco años; recordamos que la cifra registrada en 1958 fue de 705 mm. La cantidad de agua embalsada en el conjunto de nuestro sistema de producción, equivale a 1.075 millones de kWh. El Pantano de Alarcón contribuye a dicha cifra con 810 millones de kWh, confirmando las previsiones que aconsejaron su construcción. Esta considerable reserva permitirá desenvolver con elasticidad nuestra producción hidráulica en años venideros».

El año 1960 la excelente hidraulicidad lleva a que la producción de la Térmica se mantenga en unos niveles muy bajos. Tal y como se describe en la Memoria de ese año, «la precipitación ha llegado a 1.059 mm, superior a los 948 mm del año anterior, lo que significa el 157% de la media de los últimos treinta y cinco años. El Pantano de Alarcón a 31 de diciembre de 1960 alcanzaba un volumen de agua embalsada de 873 millones de kWh. Sumada la reserva así constituida a la de los otros embalses de la Sociedad, disponemos de 1.125 millones de kWh, que nos permiten considerar el porvenir con tranquilidad, pues el objeto del Pantano de Alarcón, hiperanual, es funcionar como regulador entre los años húmedos y los años secos».

La producción de la Térmica se duplica en 1961 con respecto al año anterior y en 1962 vuelve a las cifras de sus inicios.

El año 1964 supone el inicio de una etapa caracterizada por una gran producción eléctrica de la Térmica. Según la Memoria de ese año «el régimen de lluvias se ha caracterizado por unas precipitaciones inferiores a las normales en año medio y por una distribución muy irregular. Sin embargo, gracias al apoyo térmico de la Central de Escombreras, se ha conseguido que el 31 de diciembre el embalse hiperanual de Alarcón contuviese 763 millones de metros cúbicos y el anual de Valdecañas, 646 millones».

En el año 1965 se incrementa en un 67% la producción de la Térmica con respecto a 1964, debido a que, según la Memoria ese año, «ha sido seco e irregular en las cuencas del Júcar y del Tajo, con precipitaciones y caudales medios más reducidos aún que los del año 1964. La regulación de ambos ríos mediante los embalses de Alarcón y Valdecañas, con el apoyo de la Central de Escombreras, ha permitido obtener prácticamente la prisma producción hidráulica que en 1964 (2.130 millones de kW frente a 2.317)».

En los 1966 y 1967 entran en funcionamiento los grupos IV y V, cada uno con una potencia de 289 MW, lo que repercute claramente en la producción de la Central. La generación de electricidad de los años 1967 y 1968 es la máxima de su historia, y reseñable por su aportación al total de producción de electricidad en España. La Térmica de Escombreras produce en 1967 el 7,8% y en 1968 el 8,9% del total nacional.

Tal y como recopila la Memoria de Hidroeléctrica Española, «el año 1967 por su escaso régimen hidráulico, recuerda los años de la década 1947-1956; a pesar de esta situación que se ha producido también en las cuencas del Tajo y del Júcar hemos ayudado a otras

empresas gracias a la importancia de nuestras instalaciones térmicas». Parecida situación se da en 1968, tal y como se recoge en la Memoria del mismo, «año muy seco, más aún que el precedente, lo que se ha traducido en una menor producción hidroeléctrica; la termoeléctrica ha experimentado un importante aumento que ha compensado sobradamente aquella disminución».

Desde 1968 a 1984 la producción de la Térmica de Escombreras sigue en unos elevados niveles, con una aportación al total nacional de producción de electricidad que se sitúa en torno al 4% hasta 1976. A partir de este año, aunque su producción continúa siendo alta, la puesta en funcionamiento de las nuevas centrales nucleares resta importancia a su contribución a la producción eléctrica nacional. A partir de 1985 se inicia una nueva etapa, caracterizada por una generación con cifras casi testimoniales, en comparación con los volúmenes de los veinte años anteriores.

2.1.2. La producción de 1985 a 2007

La producción de electricidad de la Térmica de Escombreras, desde 1985 a la actualidad es muy reducida, a excepción de los años 2001, 2002 y 2003. Un hecho a destacar de esta etapa más reciente es la baja, el 31 de julio de 2002, de los grupos 1,2 y 3 (280 MW) para el desmantelamiento de los mismos, y sobre su solar construir la nueva central de ciclo combinado de Iberdrola que entra en operación en 2006.

Esta caída de la producción se debe a que en la década de los años ochenta entran en funcionamiento las nuevas centrales nucleares, con una elevada potencia nominal, y en las que Iberdrola participa en su capital de un modo destacado. En el caso de la próxima de Cofrentes (Valencia) en su totalidad.

A principios de 1981 comienza a producir electricidad el primer grupo de la central nuclear de Almaraz, con una potencia de 930 MW, emplazada en la provincia de Cáceres. En 1983 lo hace el primer reactor de la central de Ascó, con 930 MW de potencia, situada en la provincia de Tarragona, a orillas del Ebro. Igualmente, en ese mismo año se pone en servicio el segundo grupo de la central de Almaraz, que posee también 930 MW de potencia. En 1984 se inaugura la central nuclear de Cofrentes, con una potencia de 975 MW y situada en la localidad que le da nombre, a orillas del río Júcar, en la provincia de Valencia. En 1985 se conecta a la red el segundo reactor de la central de Ascó, de 930 MW de potencia. En diciembre de 1987 entra en período de pruebas la central de Vandellós II, que alcanza su plena potencia durante 1988, con un total de 1.004 MW. Por último, en 1989 se pone en servicio la central de «Trillo I», con 1.066 MW y localizada en la provincia de Guadalajara, junto al río Tajo (Espejo, 2002).

Las centrales nucleares españolas registran un factor de carga muy elevado, del 87,1%, uno de los más altos del mundo. Esto significa que están trabajando casi a pleno rendimiento, puesto que es un indicador que relaciona la energía media bruta producida y la que hubiera generado funcionando a la totalidad de su potencia nominal (Molina Ibáñez, 2001).

La aportación de este tipo de energía a la producción eléctrica total de España es muy destacada a partir del año 1984. Desde mediados de los años ochenta a comienzos de la década de 2000 la contribución de la energía nucleoelectrónica a la producción nacional ha sido siempre superior al 25%.

Esta contribución de la energía nuclear a la producción total de electricidad en España explica la reducida aportación de la Térmica de Escombreras. Llama la atención los mínimos de producción total anual de los años 1988 y 1996, año en el que el parque nuclear aportó el 31,9% del total y registró un factor de carga medio del 86,2%

La producción de la Térmica de Escombreras entre los años 1985 y 1991 sufre un gran parón, y se recupera en 1992, debido a que duplica la del año anterior. Es un año con un moderado incremento en la demanda de electricidad, pero la escasa pluviosidad provoca una fuerte reducción de la aportación de procedencia hidroeléctrica. Desde el año 1965 no se había dado un año con una producción de electricidad de origen hidráulico tan baja. Este descenso obligó a incrementar sustancialmente la producción de electricidad con combustibles fósiles, a pesar de que el parque nuclear español alcanzó nuevamente altos índices de disponibilidad.

El año 1993 es uno de los de más baja producción, debido a que la generación hidroeléctrica se incrementa un 22%, como consecuencia de una apreciable recuperación de la hidráulica en la segunda mitad de ese año, que puso fin a un periodo de fuerte sequía que venía afectando a la Península desde 1989.

Durante los años 1994 y 1995 se triplica la producción de 1993, aunque con unas cifras poco altas. Hay que señalar que en 1995 las nueve centrales nucleares producen el 32,8% de la electricidad total del país, con un factor de carga conjunto que de cifra en un 85,5%, uno de los más altos del mundo (Espejo, 2002).

Los dos años siguientes, 1996 y 1997, se caracterizan por ser los de más baja producción en la historia de esta Central Térmica, apenas 53 y 60 millones de kWh respectivamente. En 1996 se produce un fuerte aumento de la producción hidroeléctrica, que crece en un 70,6% respecto a 1995, y supone el 23,7% de la generación total de electricidad. El parque nuclear aporta el 31,9%. Ambos hechos provocan que la generación termoeléctrica clásica se redujera en un 12,3% en comparación con 1995. A ello se une que en 1996 se da un moderado crecimiento del consumo de electricidad.

El año 1999 supone el inicio de una nueva recuperación en la producción. En este año se da un significativo aumento del consumo neto de electricidad en España, que alcanza un crecimiento del 6,5% sobre el año anterior, debido al dinamismo de la economía. 1999 es un año de baja hidráulica, con una producción 22% inferior a la de 1998.

En el año 2000 se incrementa la producción con respecto a 1999, al pasar de 923 a 987 millones de kWh. La gran demanda lleva a que aumente la producción nacional en un 7%, y es atendida entre las distintas tecnologías de forma armónica, destacando el aumento de la producción hidráulica como consecuencia de las favorables condiciones meteorológicas de primavera y otoño.

El aumento de la producción del año 2001 es muy aproximado al que se da en el conjunto de la generación total en España y que asciende al 5,6%.

El año 2002 tiene el carácter de histórico para la Central de Escombreras por dos hechos: su elevada producción eléctrica y el desmantelamiento el 31 de julio de los tres grupos más antiguos que suman una potencia de 280 MW, el 32,6% del total de la central. La producción, 2.740 GWh, recuerda tiempos pasados, y supone una contribución reseñable al conjunto de la producción de España. A ello contribuye, sin duda, la reducción de la producción hidroeléctrica nacional que disminuye el 42,8% respecto a 2001.

El año 2003 supone el inicio de una etapa de descenso de la producción que llega a la actualidad. A pesar de la reducción de la potencia instalada en un tercio, los grupos en funcionamiento aportan más de un millón de kWh, necesarios para abastecer el crecimiento del consumo eléctrico del país, que este año aumenta el 6,3% en relación a 2002. La producción hidroeléctrica se incrementa nada menos que el 72,1%, como resultado de las condiciones de alta hidráulicidad que se dan en el transcurso del año, y que permiten que la contribución de la electricidad de origen térmico se reduzca en cinco puntos.

En el año 2004 cae el incremento en el consumo, aunque sigue siendo significativo 3,7%, y lo mismo sucede con la producción de la Central, 975 millones de kWh. Este año los bajos niveles de pluviosidad llevan a que sólo el 11% de la producción total sea de origen hidráulico. La producción de 2005, con 948 GWh es aproximada a la de 2004.

El año 2006 es también histórico para la Térmica de Escombreras, con una producción que se reduce a menos de una cuarta parte de la obtenida en 2005, pero cuyo hecho principal es la entrada en funcionamiento de la nueva central de ciclo combinado, que cuenta con una potencia de 800 MW, en dos grupos de 400 MW cada uno. La producción de 2007, 30 millones de kWh parece responder únicamente al mantenimiento de las instalaciones de la «Gran Central Térmica de Escombreras».

3. LAS NUEVAS CENTRALES DE CICLO COMBINADO

3.1. Las centrales de ciclo combinado

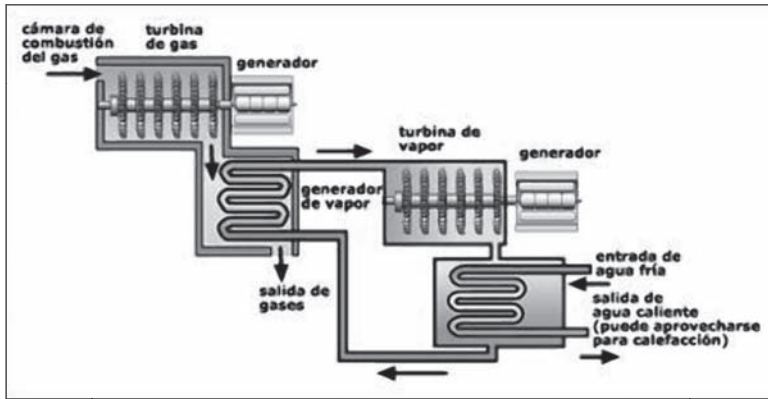
Una central de ciclo combinado se basa en una turbina de gas y en el posterior aprovechamiento del calor residual a través de un ciclo de vapor. Una turbina de gas funciona mediante calentamiento por combustión del aire comprimido por un compresor, acoplado a la propia turbina (Ciclo Brayton). Al expandirse los gases en la turbina se produce un trabajo que es convertido en energía eléctrica por el alternador. El combustible principal es, en general, gas natural. Los gases que salen de la turbina de gas se encuentran a temperaturas superiores a los 600 °C. Su calor es aprovechado en una caldera de recuperación para producir vapor que, a su vez, al ser expandido en una turbina de vapor produce trabajo que igualmente es convertido en energía eléctrica (Ciclo Rankine) (Figuras 1 y 2).

Esta combinación de ambos ciclos mediante la turbina de gas y la turbina de vapor permite un mejor aprovechamiento del calor de combustión, por lo que se obtiene un rendimiento global, en general, superior al 55%, mientras que en las centrales térmicas convencionales se consigue un 35%.

Según Espejo y Capel (2007) las principales ventajas del ciclo combinado son:

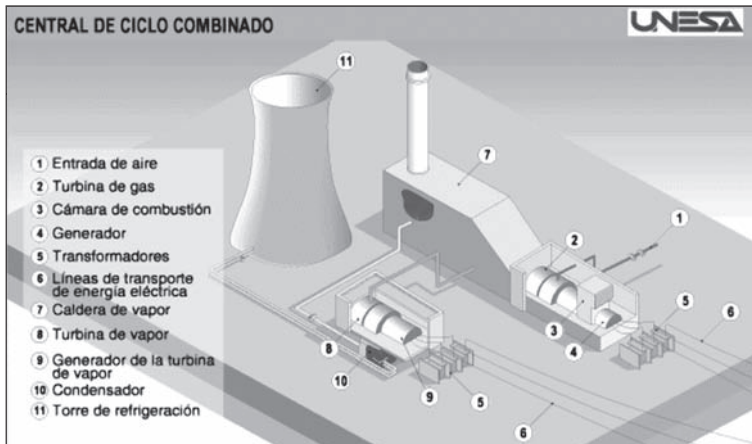
- a) En primer lugar la mejora de los rendimientos de conversión calor/electricidad en este tipo de tecnología, que puede situarse en el entorno del 60%.
- b) La modularidad y estandarización en la fabricación de estas unidades, que permite una mayor adaptación a las necesidades concretas de un sistema o proyecto determinado, a un coste muy inferior que el que resultaría con otra tecnología. En la

Figura 1
Configuración de un ciclo combinado



Fuente: UNESA.

Figura 2
Central de ciclo combinado



Fuente: UNESA.

actualidad el módulo estándar de un ciclo combinado está en el entorno de los 400 MW para sistemas eléctricos con frecuencia de 50 hercios, pero existen líneas de investigación apuntando hacia tamaños menores que permiten una mayor capacidad de adaptación a la demanda.

- c) La estandarización en los procesos de fabricación ha permitido pasar a esquemas de suministro llave en mano, reduciéndose los tiempos de construcción en relación a tecnologías convencionales, con periodos en el entorno de los 30 meses.
- d) La rapidez de arranque de las turbinas de gas y su flexibilidad de operación son otras de las ventajas significativas de este tipo de centrales.

Directamente relacionado con el desarrollo de los ciclos combinados está la utilización del gas natural como combustible, que resulta idóneo para este tipo de instalaciones. Esto, junto con la liberalización de los mercados energéticos, ha dado un gran impulso a la utilización del gas natural en la generación eléctrica.

Estas unidades de generación resultan muy competitivas tanto para cubrir las nuevas necesidades de potencia instalada, como en sistemas maduros en los que están en situación de competir, incluso con unidades de tecnología convencional que están totalmente amortizadas.

En un ciclo combinado el coste del combustible representa el 65% del total, los costes de capital del 24%, y la operación y mantenimiento del orden del 11%. Por tanto un parámetro básico para la viabilidad de un ciclo combinado es el precio del gas natural. El coste de este combustible suele estar ligado al del petróleo y, por tanto, presenta las mismas incertidumbres respecto a su evolución futura. El volumen de inversión inicial y la estructura de costes señalada obligan a disponer de un suministro fiable a largo plazo y al más bajo coste posible.

3.2. Las centrales de ciclo combinado del Valle de Escombreras

Dos fuentes de información permiten describir las principales características de estas centrales de ciclo combinado: el *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, donde se publican las Resoluciones de la Dirección General de Calidad Ambiental por las que se conceden las autorizaciones ambientales integradas a estas instalaciones. También resulta de gran interés la consulta de los reportajes publicados en la revista *Infopower* dedicado a cada central.

3.2.1. Central de Ciclo Combinado de Gas Natural

A comienzos de 2006 entró en operación comercial la central de ciclo combinado promovida por Gas Natural en Escombreras. Tras el correspondiente periodo de pruebas, en octubre de 2006 se sincroniza a la red de distribución. Gas Natural estima que su producción anual será de cerca de 9.000 millones de kWh¹³.

13 «Resolución de la Dirección General de Calidad Ambiental, por la que se otorga a la empresa Gas Natural SDG, S.A. autorización ambiental integrada para la instalación de una planta de producción de energía eléctrica mediante una central de ciclo combinado de gas natural, de 1.200 MW, en el término municipal de Cartagena (Murcia)», *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, número 125, 1 de junio de 2007, pp. 16.666-16.689.

INFOPOWER (2006): «Central de ciclo combinado con tres grupos de 400 MW cada uno en el Valle de Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 90, pp. 59-69.

La central tiene una potencia nominal instalada de 1.200 MW, basada en la tecnología de ciclo combinado y utiliza gas natural como combustible principal, aunque en situaciones de fallo de suministro está diseñada para operar utilizando gasoil como combustible alternativo, durante un máximo de 5 días seguidos y un total máximo de 20 días/año natural. Es una central donde se utiliza la combustión de gas para generar electricidad en un alternador a través de los ciclos de Brayton y ciclo de Rankine.

Su diseño es modular, consistente en tres módulos idénticos e independientes en paralelo, cada uno de ellos con 400 MW de potencia nominal, e integrado por una turbina de gas, una caldera de recuperación de calor y una turbina de vapor de condensación. La turbina de gas y la de vapor se disponen en un solo eje, estando conectadas a un alternador común.

Como infraestructuras complementarias cuenta con la implantación de una conducción de gas para alimentar la central, una conexión al sistema eléctrico, una conducción para la captación de agua desde el colector de Enagás, y otra para el vertido de nuevo a dicho colector, agua abajo del punto de toma.

El consumo de gas natural para las turbinas de gas equivale a 156.000 Nm³/hora para el total de la central y el consumo de gasóleo, 90.600 Tm/año o 52,43 kg/segundo.

El consumo de agua para el total de la central cuando se utiliza gas natural es de 3.970,52 m³/hora y 4.212,02 m³/hora cuando se utiliza gasóleo.

La alimentación de gas natural como combustible principal se efectúa a través de una estación de regulación y medida. En casos excepcionales o de emergencia (interrupción del suministro de gas) se puede utilizar gasoil destilado (con un contenido de azufre inferior al 0,05% en peso), para lo cual las turbinas de gas son de tipo dual.

El sistema de admisión de aire para la combustión de gas natural en los quemadores de la turbina de gas está compuesto, típicamente, de un plenum, filtros, silenciadores y conductos de admisión. La salida de los gases de combustión se efectúa a través de una única chimenea de 130 m de altura, a una temperatura aproximada de 92/120 °C (según el combustible utilizado, gas natural o gasóleo) y a una velocidad de salida de 23/24,7 m/segundo (con gas natural o con gasóleo respectivamente).

En cuanto al sistema de suministro de agua, el agua total de consumo procede del efluente de Enagás. En el sistema de suministro de agua se dispone de subsistema de desalación y potabilización de agua, y subsistema de desmineralización de agua.

Para las torres de refrigeración se utiliza agua de mar en circuito cerrado. El sistema dispone, para cada una de las tres unidades de potencia, de un circuito cerrado con agua de mar con torre de refrigeración de tipo húmedo y tiro mecánico de seis celdas de refrigeración. El circuito integra además al condensador del grupo y las bombas de circulación, así como los sistemas auxiliares de aporte y purga de agua de mar.

Las tres torres de refrigeración se integran en un solo conjunto de tipo adosado compuesto por 18 celdas dispuestas en dos filas de nueve celdas cada una. Las torres de refrigeración se sitúan al sur de los dos grupos de generación, en la margen izquierda de la rambla canalizada. El enfriamiento del agua de circulación se produce por evaporación de parte de su caudal. También se produce por arrastre la emisión a la atmósfera de gotitas. El sistema de refrigeración auxiliar se realiza con agua desmineralizada, y da servicio a los equipos localizados en el área de turbina y caldera.

La energía eléctrica de cada uno de los tres grupos se genera en el alternador existente en cada grupo, acoplado en el mismo eje de ambas turbinas (turbina de gas y turbina de vapor).

La planta de tratamiento de efluentes se encarga de recoger y acondicionar antes de su vertido final, todos los efluentes producidos en la instalación.

3.2.2. Central de Ciclo Combinado de AES Energía Cartagena

En noviembre de 1998, AES Corporation, a través de su filial AES Energía Cartagena (AESEC), establecida expresamente para el desarrollo de este proyecto, obtiene una concesión de la Autoridad Portuaria de Cartagena para construir y operar una central de generación eléctrica en terrenos portuarios en la parcela de El Fangal, en el Valle de Escombreras. La construcción se inició en el año 2003, y la central se halla en operaciones desde finales de 2006.

El proyecto consiste en una planta de generación eléctrica de ciclo combinado con una capacidad nominal de 1.200 MW, dispuesta en tres módulos de generación de configuración monoje, de 400 MW cada uno. La planta se construye a través de un contrato «llave en mano» con el consorcio formado por Mitsubishi Corporation e Initec Energía, y entra en servicio en noviembre de 2006¹⁴.

Esta central cuenta con tres grupos generadores de electricidad con tecnología de ciclo combinado de turbina de gas y turbina de vapor en un mismo eje, y una caldera de recuperación de calor que produce vapor, utilizando gas natural como combustible principal y gasoil como combustible de emergencia. Cada unidad del ciclo combinado consta de una turbina de gas de 259,3 MW de potencia bruta nominal y de una turbina de vapor de 138,6 MW de potencia bruta nominal. La disposición general de los equipos principales de potencia responde a una configuración monoje con la turbina de gas y la de vapor dispuestas en un único tren de potencia, con el alternador situado en el extremo de la turbina de vapor.

La instalación está diseñada para operar durante todo el año, y para efectuar hasta 20 arranques en frío al año y 400 en caliente, con capacidad para evacuar toda la energía que produce.

El sistema de agua de circulación, o de refrigeración principal, permite evacuar el calor procedente de la condensación del vapor del escape de la turbina y el calor procedente del sistema cerrado de refrigeración. Se trata de un sistema de refrigeración en cielo

14 «Resolución de la Dirección General de Calidad Ambiental por la que se concede la autorización ambiental a la empresa A.E.S. Energía Cartagena, S.R.L., autorización ambiental integrada para la instalación una planta de producción de energía eléctrica mediante ciclo combinado de 1.200 MW en el término municipal de Cartagena (Murcia)», *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, número 92, 22 de abril de 2004, pp. 8.532-8.545.

INFOPOWER (2007): «Central de ciclo combinado de 1.200 MW, promovida por AES y construida por el consorcio Mitsubishi/Initec en el Valle de Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 92, pp. 51-81.

También tiene interés del documento de la Comisión Nacional de Energía: *Informe sobre la propuesta de resolución de autorización administrativa a AES Energía Cartagena S.R.L. para la instalación de una central termoeléctrica de ciclo combinado en Cartagena (Murcia)*, publicado el 17 de octubre de 2000.

abierto con toma y descarga directa de agua de mar. La toma de agua de mar se hace a través de un túnel de 800 m de longitud y unos 3,5 m de diámetro por encima del nivel del mar. Es decir, los casi 90.000 m³/hora necesarios para la refrigeración de la central llegan circulando por un túnel de hormigón adecuadamente sellado a presión por debajo de la atmosférica (operación en sifón).

El agua del mar llega a través de una estructura de toma cuya boca de entrada está a 30 m de profundidad. El agua es conducida por medio de un tubo submarino durante unos 152 m para conectar, a unos 8 m. debajo del nivel del mar, con el túnel de toma en forma de herradura y unos 3,5 m. de diámetro y 800 m de longitud, que está situado por encima del nivel del mar. Una vez superado del túnel de toma, el agua continúa por gravedad a lo largo de un falso túnel de sección miliar al túnel de toma y unos 600 m. de longitud hasta llegar a la casa de bombas situada en el interior del emplazamiento.

Desde la casa de bombas el agua es impulsada mediante tres bombas del 100% y 2,6 MW de potencia unitaria. Las bombas descargan en un colector común, desde donde las tuberías correspondientes a cada unidad suministran agua a los condensadores y circuitos cerrados de refrigeración. Después de pasar por los condensadores el agua es conducida por un sistema de tuberías al vertedero. Desde aquí, el agua fluye por gravedad a través del falso túnel de descarga, el túnel de descarga y el emisario circular de descarga para finalmente descargar en el mar a 20 m de profundidad por medio de un difusor en forma de Y.

En la toma submarina de agua de mar y en la casa de bombas se realiza una dosificación conjunta de hipoclorito y sal de bromo para evitar el crecimiento biológico en el sistema.

La planta de tratamiento de agua consiste en una desalación mediante osmosis inversa seguida de una desmineralización mediante electrodesionización. El agua de mar es alimentada a la planta de tratamiento de agua mediante dos bombas centrífugas verticales del 100% de capacidad, cada una colocada en la cántara de agua de circulación.

La planta desaladora incluye un pretratamiento del agua consistente en dos etapas de filtración, una primera sobre arena/antracita, y una segunda sobre cartuchos. Cada etapa consta de tres filtros del 50% de capacidad cada uno. Cada línea de osmosis inversa consta de dos etapas, una primera de desalación para producir agua de servicios, agua contra incendios y agua potable, y una segunda etapa para producir agua osmotizada para alimentar la electrodesionización.

Los dos promotores principales de CCGT Escombreras son AES Corporation (accionista principal) y Gaz de France. Este último es también el proveedor de gas natural y «energy manager» de la Central, es decir que Gaz de France construye el programa de generación eléctrica en función de los precios del gas natural y de la electricidad en los mercados de producción eléctrica españoles.

El gas natural proviene de la cartera de aprovisionamientos de gas natural licuado de Gaz de France, a partir de la planta de regasificación de Enagás en Cartagena.

3.2.3. Central de Ciclo Combinado de Iberdrola

En el marco de su programa de incorporar nueva capacidad de producción de energía eléctrica, Iberdrola Generación procedió a la reordenación de sus instalaciones ubicadas

en el emplazamiento de la Central Térmica de Escombreras. En una primera fase se desmantelan los grupos de fuelóleo 1, 2 y 3, inaugurados en los años cincuenta, y con una potencia total de 280 MW. Además se explana el terreno liberado y se refuerza la sustentación de las laderas que lo rodean. Se construye una nueva planta de agua desmineralizada y se sustituyen las subestaciones de intemperie de 220, 132, 66, 20 y 11 kV, por una nueva estación encapsulada. En la segunda fase se construye un nuevo grupo de ciclo combinado a gas natural, grupo 6, con una potencia total de 800 MW, en los terrenos disponibles por el desmantelamiento de los grupos de fuelóleo. Este grupo entra en operación comercial a finales de 2006¹⁵.

Tres son los objetivos de Iberdrola por los que sustituye los grupos de fuel-oil más antiguos:

- Incrementar la capacidad de generación para atender eficazmente las crecientes necesidades de suministro eléctrico a nivel nacional.
- Mejorar la fiabilidad y calidad del suministro eléctrico en la Región de Murcia.
- Aumentar la eficiencia media de las instalaciones de producción.
- Disminuir el impacto ambiental ocasionado por la actividad de generación de electricidad.

El ciclo combinado de Iberdrola, que inició su construcción en el mes de junio de 2004, realiza su primera sincronización y acoplamiento a la red el 1 de julio de 2006, y entra en operación en noviembre del mismo año.

Esta Central está formada por un grupo multieje compuesto por dos turbinas de gas, de 260 MW cada una, con sus alternadores en dos ejes paralelos y las calderas de recuperación alineadas con los escapes de éstas, en el exterior del edificio de turbinas. La turbina de vapor (300 MW) tiene su eje perpendicular a las dos anteriores y su correspondiente alternador. Por tanto, la potencia eléctrica del grupo multieje es de 820.000 kW. Se consumen 14.000 kW en usos internos, por lo que la potencia eléctrica neta suministrada a la red eléctrica es de 806.000 kW. El rendimiento térmico neto es del 57,65%.

La central está diseñada para poder funcionar a plena carga ininterrumpidamente. Opera con gas natural, con un consumo de 133.620 Nm³/h. Está diseñada también para utilizar gasóleo, como combustible alternativo en las turbinas de gas, con un contenido máximo de azufre del 0,2% en peso.

La refrigeración se realiza mediante agua de mar en circuito abierto que se toma de la dársena de Escombreras, utilizando la infraestructura existente de los grupos 1, 2 y 3, ya desmantelados. La instalación de descarga se ha completado con nuevos tramos

15 «Resolución de la Dirección General de Calidad Ambiental por la que se concede a la empresa Iberdrola Generación S.A. Unipersonal, autorización ambiental integrada para la instalación de una planta de producción de energía eléctrica mediante una central de ciclo combinado de gas natural, de 800 MW de potencia eléctrica total, en el término municipal de Cartagena (Murcia)», *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, número 211, 10 de diciembre de 2004, pp. 19.363-19.377.

INFOPOWER (2007c): «Central térmica de ciclo combinado de 800 MW, de Iberdrola Generación en Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 95, pp. 19-57.

de impulsión y descarga, T3, tramos de transición emisario-impulsión, T4, y un emisario submarino, que permiten efectuar la toma y descarga de agua en una zona de aguas más abiertas que aquella en la que se efectuaba la descarga de los grupos 1, 2 y 3. La conducción de descarga, enterrada en todo su recorrido, se compone de dos tuberías circulares de 3,2 m de diámetro, y cuentan con dos difusores situados a unos 20 y 28 m de profundidad, con una longitud aproximada de 104 y 125 m respectivamente.

Además del agua de mar para la refrigeración, la central necesita suministro de agua potable para el proceso, limpiezas, sistema contraincendios o servicios. Este suministro procede del servicio municipal de aguas, entregado en el depósito de almacenamiento de Alumbres, propiedad de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, de acuerdo con la concesión de aguas para uso industrial de 2.000 m³/día. El consumo estimado para el grupo 6 de ciclo combinado es de 380 m³/día.

3.3. Los ciclos combinados de Escombreras en España

A finales de 2007 el Valle de Escombreras cuenta, por tanto, con cuatro centrales térmicas: una de fuel-oil, que a pesar de su gran capacidad, 578 MW, tiene una producción de apenas 30 millones de kWh; y tres de ciclo combinado, recientemente inauguradas, con una potencia que suma un total de 3.250 MW (cuadro 3).

Cuadro 3
POTENCIA INSTALADA Y PRODUCCIÓN DE LAS CENTRALES DE CICLO
COMBINADO DE ESCOMBRERAS

Central	Potencia 31-12-2007 MW	Producción 2005 Millones kWh	Producción 2006 Millones kWh	Producción 2007 Millones kWh
Cartagena (GAS NATURAL)	1.269.000	483	7.750	5.683
El Fangal (AES)	1.178.000	0	447	2.272
Escombreras 6 (IBERDROLA)	803.530	0	718	1.925
TOTAL MURCIA	3.250.530	483	8.915	9.880
TOTAL CICLOS COMB. ESPAÑA	19.825.058	48.885	63.505	68.104
%MURCIA/ESPAÑA	16,40	0,99	14,04	15,51

Fuente: UNESA. *Memoria Estadística 2007*.

España finaliza 2007 con una potencia eléctrica instalada total de 90.452 MW, de los que 19.825 (21,9%) corresponden a centrales de ciclo combinado. Las tres instalaciones de este tipo ubicadas en Escombreras suman 3.250 MW, y por tanto aportan el 3,6% al total nacional. La producción total de electricidad en España en 2007 asciende a 312.664 millones de kWh, de los que 68.104 (21,8%) proceden de centrales de ciclo combinado. Los 9.880 millones de kWh generados en Escombreras suponen el 3,16% del total producido en España (UNESA, 2008).

La potencia instalada y la producción de electricidad de las centrales de ciclo combinado de Escombreras tienen un papel muy destacado en el parque nacional de estas instalaciones. A finales de 2007, los 3.250 MW instalados suponen el 16,4% del total de España, y la suma de la producción de las tres centrales aporta el 14,5% de electricidad con este origen.

4. LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE CARTAGENA

El gas natural se transporta en buques metaneros a 160° bajo cero en estado líquido y se descarga en las plantas de regasificación. En estas instalaciones, mediante un proceso físico, para el cual normalmente se utilizan vaporizadores con agua de mar, se aumenta la temperatura del gas natural licuado (GNL), y de este modo se transforma a estado gaseoso. El gas natural se inyecta en los gaseoductos para ser transportado por toda la Península.

En 1985 se aprobó el Plan de Reconversión de Fertilizantes (PRF), último de los diseñados en 1980, para garantizar la viabilidad de las empresas de un sector que en la economía murciana era de especial trascendencia, ya que las tres empresas localizadas en Cartagena (Enfersa, Asur y Unión de Explosivos Río Tinto) representaban con sus 1.3000 trabajadores el 12 % del empleo del sector a nivel nacional. Para llevar a cabo el PRF se contempló un amplio abanico de medidas de carácter fiscal, financiero y económico. Pero quizás lo más significativo, es que al amparo del PFR el Ministerio de Industria y Energía declaró de interés preferente la realización de las obras e inversiones relativas a la ampliación de la red nacional de gaseoductos, permitiendo así a la empresa pública Enagás la construcción de dos terminales de recepción, almacenamiento y gasificación de gas natural licuado en Huelva y Escombreras. Esta propuesta fue decisiva para intentar salvar el obsoleto sector de fertilizantes y para iniciar la creación de una infraestructura energética clave para el futuro industrial de Cartagena y de la Región de Murcia. Por orden de 23 de diciembre de 1985 del Ministerio de Industria y Energía. La planta de regasificación de Cartagena entró en funcionamiento a finales 1988 y fue inaugurada por Claudio Aranzadi, Ministro de Industria y Energía en febrero de 1989 (Cortina, 1998).

La Planta de Enagás en Cartagena quedó paralizada tras el cierre de la factoría de abonos de Enfersa-Fesa a comienzos de 1993, ya que era prácticamente su único cliente. Sin embargo, El Gobierno de España a finales de julio de 1995 aprobó, en el contexto de la revisión del Plan Energético Nacional 1991-2000, algunas modificaciones cualitativas en la infraestructura del sistema gasista nacional en el horizonte del año 2000, que afectaría profundamente al papel de dicha planta en la misma (Cortina, J., 1994).

Los objetivos que se pretenden alcanzar con las modificaciones aprobadas responden a la necesidad de aumentar la eficiencia del sistema gasista, disminuir costes, mejorar el mallado e incrementar la flexibilidad de la red, incrementar la seguridad de abastecimiento y reducir el nivel de dependencia con respecto a los proveedores de gas natural. Es en este ámbito de revisión del Plan Energético Nacional donde hay que situar en lo que respecta al gas natural, y entre otras modificaciones, el reforzamiento de la red básica del Arco Mediterráneo, a través el gaseoducto Cartagena-Barcelona, que supone la ampliación sustancial de la capacidad de la planta de GNL de Cartagena, de tal manera que verá multiplicada por cinco su capacidad inicial, la aceleración del gaseoducto Cartagena-Orihuela y de la gasificación de la comunidad murciana y también la modificación de los atraques a la misma, para admitir buques metaneros de hasta 130.000 m³, de tal modo que se reforzará la estructura de la red de almacenamientos estratégicos y la mejora del mallado de interconexión entre los distintos emplazamientos de los almacenamiento de la península. Con la revisión del Plan Energético Nacional efectuada a mediados de 1995, Cartagena pasará a tener un protagonismo importante en la infraestructura básica del sistema gasista nacional y de forma específica en la red mediterránea, al pasar a ser cabeza de alimentación de gas natural al Arco Mediterráneo, tanto hacia Barcelona a medio plazo, como hacia a Andalucía Oriental a más largo plazo. La reapertura de la planta de Enagás en Cartagena y las modificaciones de la red básica que afectan a Cartagena fueron presentadas en un acto público por el Ministro y Energía en la Autoridad Portuaria de Cartagena en noviembre de 1995 (Cortina, 1998).

España es el primer país europeo en cuanto a número de plantas de regasificación. Cuenta con seis terminales, de las que 3 son propiedad de Enagás y se sitúan en Barcelona, Cartagena y Huelva. Por la importancia que tiene el GNL, que supone ya dos tercios del consumo total de gas natural, Enagás está ampliando sus plantas con el objetivo de reforzar la estructura de aprovisionamiento de la Península y poder seguir contribuyendo a la seguridad de suministro de nuestro país.

La planta de Cartagena se localiza en la dársena de Escombreras, entró en operación a finales de 1989 y ocupa una superficie de 188.000 m². En sus orígenes suministraba gas al área industrial de Cartagena. El proyecto original constaba de un tanque de 55.000 m³ de capacidad y una emisión de 25.000 m³(n)h a 16 bar y 19.500 m³(n)h a 50 bar y un atraque para buques metaneros de 40.000 m³.

Con la conclusión del Eje de Levante, que discurre desde Barcelona hasta Cartagena, esta planta comenzó a tener un mayor protagonismo dentro del sistema gasista español conectándose a la red básica de gaseoductos en 1997, fecha en la que aumentó la capacidad de emisión de gas hasta 150.000 m³(n)h a una presión de 72 bar.

En el año 2000 entra en operación un nuevo atraque para buques metaneros de hasta 130.000 m³. En sucesivas ampliaciones la planta ha visto incrementada su capacidad de almacenamiento con otros dos nuevos tanques. En 2002 se puso en servicio el segundo (105.000 m³) y en 2005 el tercer tanque (127.000 m³).

Con el aumento gradual de la capacidad de almacenamiento de GNL se ha producido también un incremento de su capacidad de emisión de gas natural. Así en 2002 la capacidad de vaporización se elevó hasta 600.000 m³(n)h y en junio de 2006, hasta 1.200.000 m³(n)h.

En la actualidad se encuentra en construcción un cuarto tanque que tendrá una capacidad de almacenamiento de 150.000 m³ y cuya puesta en marcha está prevista para finales de 2008, y en fase de proyecto un quinto tanque de 150.000 m³, para finales de 2010. Con este incremento en la capacidad de almacenamiento, está prevista una ampliación de la capacidad de emisión hasta 1.350.000 m³ (n)h.

Debido a que la flota mundial de metaneros tiende hacia grandes buques, con capacidades de hasta 260.000 m³. Este aumento hace recomendable plantearse si las características de las instalaciones portuarias de atraque y de descarga actuales para buques de 130.000 m³ puede compatibilizarse con estos nuevos barcos de modo que puedan recibirse en la Planta. En la actualidad Enagás está desarrollando el estudio correspondiente mediante el que se determinará la viabilidad del acceso de estos metaneros y, en su caso, la adecuación de las instalaciones.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ANDRÉS SARASA, J. L. (1982): *Cartagena. Crecimiento demográfico y desarrollo industrial*, Murcia, Imprenta Provincial.
- ANDRÉS SARASA, J. L. (1987): «Procesos de estructuración del espacio en torno a la Bahía de Cartagena», en *Nuestra Historia*, Cartagena, Caja de Ahorros del Mediterráneo y Ayuntamiento de Cartagena, pp. 353-367.
- ANDRÉS SARASA, J. L. (1988): «El ámbito terrestre», en *Historia de Cartagena*, Murcia, Editorial Mediterráneo, tomo I, pp. 19-43.
- ANDRÉS SARASA, J. L. (1990): «El abastecimiento en una ciudad industrial y portuaria del Mediterráneo Occidental: Cartagena», en *L'acqua del Mediterraneo*, Sassari, Università de Sassari, pp. 75-90.
- CABO ALONSO, A. (1960): «Factores geográficos de la industria eléctrica española», *Geographica*, año VII, pp. 28-58.
- CHAPA, A. (2002): *Cien años de Historia de Iberdrola. Los hechos*, Madrid, Fundación Iberdrola.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (2007). *Información básica de los sectores de la energía. 2007*. Madrid.
- CORTINA, J. (1998): *La evolución de la economía de Cartagena (1940-1996)*, Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- EGEA BRUNO, P. M. (1996): «Los siglos XIX y XX», en TORNEL COBACHO, C. (Coord.): *Manual de Historia de Cartagena*, Murcia, Ayuntamiento de Cartagena, Universidad de Murcia y Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 299-415.
- EMPRESA NACIONAL DEL GAS (2008): *Informe Anual 2007*, Madrid.
- ESPEJO MARÍN, C. (2001): «El proyecto de fusión de Endesa e Iberdrola. Apuntes sobre el sector eléctrico en España», *Nimbus*, nº 7-8, pp. 51-65.
- ESPEJO MARÍN, C. (2002): «L'énergie électronucléaire en Espagne», *Annales de Géographie*, nº 625, pp. 319-328.
- ESPEJO MARÍN, C. (2005): «Antecedentes históricos y situación actual de la industria en la Región de Murcia», *Lurralde*, nº 28, pp. 49-67.
- ESPEJO MARÍN, C. (2006): *Las energías renovables en la producción de electricidad en España*, Murcia, Caja Rural Regional.

- ESPEJO MARÍN, C. (2008): «La distribución al por mayor de productos petrolíferos en España», *Papeles de Geografía*, nº 47-48, pp. 55-80.
- ESPEJO MARÍN, C. y CAPEL MOLINA, J.J. (2007): «El gas en la producción de electricidad en España», *Nimbus*, nº 19-20, pp. 71-97.
- ESPEJO MARÍN, C., GARCÍA DÍAZ, I., MARTÍNEZ CARRIÓN, J. M. y RODRÍGUEZ LLOPIS, M. (2006): «La época contemporánea. La Región de Murcia (siglos XIX-XX), en RODRÍGUEZ LLOPIS, M. (Dir.) *Atlas Histórico Ilustrado de la Región de Murcia y su antiguo Reino*, Murcia, Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, pp. 209-367.
- GAS NATURAL (2008). *Informe Anual 2007*. Madrid.
- IBERDROLA (2008). *Informe de Sostenibilidad 2007*. Bilbao.
- INFOPOWER (2006): «Central de ciclo combinado con tres grupos de 400 MW cada uno en el Valle de Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 90, pp. 59-69.
- INFOPOWER (2007a): «Central de ciclo combinado de 1.200 MW, promovida por AES y construida por el consorcio Mitsubishi/Initec en el Valle de Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 92, pp. 51-81.
- INFOPOWER (2007b). «Más de 16.000 MW en funcionamiento en centrales de ciclo combinado en España». *Infopower*, nº 94, pp. 27-33.
- INFOPOWER (2007c): «Central térmica de ciclo combinado de 800 MW, de Iberdrola Generación en Escombreras, Cartagena», *Infopower*, nº 95, pp. 19-57.
- MARTÍN MUNICIO, A. y COLINO MARTÍNEZ, A. (Dir.) (2003): *Diccionario español de la energía*, Aranjuez, Ediciones Doce Calles.
- MARTÍNEZ CARRIÓN, J.M. (2002): *Economía de la Región de Murcia*, Murcia, Editora Regional de Murcia.
- MARTÍNEZ-VAL, J.M. (Ed.): *La energía en sus claves*, Madrid, Fundación Iberdrola, pp. 589-627.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA (2002): Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas. Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011, Madrid, Secretaría de Estado de Energía.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2006): Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2002-2011. Revisión 2005-2011, Madrid, Secretaría General de Energía.
- MOLINA IBÁÑEZ, M. (2001): «Las fuentes de energía», en GIL OLCINA, A. y GÓMEZ MENDOZA, J. (Coords.) *Geografía de España*, Barcelona, Ariel, pp. 455-476.
- MURIEL HERNÁNDEZ, M. (2002): *Cien años de Historia de Iberdrola. Los hombres*, Madrid, Fundación Iberdrola.
- PUEYO, J. (2007): «La regulación de la industria de producción y distribución de energía eléctrica en España 1939-1972», en GÓMEZ MENDOZA, A., SUDRIÀ, C. y PUEYO, J. *Electra y el Estado. La intervención pública en la industria eléctrica bajo el franquismo*, Cuzur Menor, Thomson-Civitas y Comisión Nacional de Energía, vol. I, pp. 61-439.
- PUYOL ANTOLÍN, R. (1978): «Las fuentes de energía en España: petróleo, energía nuclear y energías de sustitución», *Paralelo 37º*, nº 2, pp. 81-116.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (2007). *El sistema eléctrico español. Avance del Informe 2007*. Madrid.

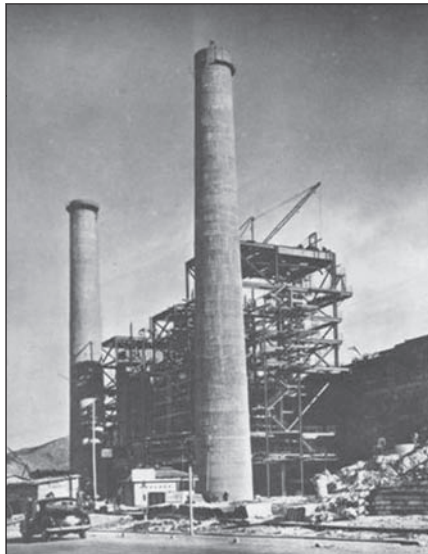
- SUDRIÀ, C. (1990): «La industria eléctrica y el desarrollo económico en España», en GARCÍA DELGADO, J. L. (Dir.) *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo. Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A.: 75 aniversario*, Madrid, Hidroeléctrica del Cantábrico, pp. 147-184.
- SUDRIÀ, C. (1994): «Un factor determinantes: la energía», en NADAL, J., CARRERAS, A. y SUDRIÀ, C. (Coords.) *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, Barcelona, Ariel, 5ª edición, pp. 313-363.
- SUDRIÀ, C. (2007): «El Estado y el sector eléctrico español bajo el franquismo: regulación y empresa pública», en GÓMEZ MENDOZA, A., SUDRIÀ, C. y PUEYO, J. *Electra y el Estado. La intervención pública en la industria eléctrica bajo el franquismo*, Cizur Menor, Thomson-Civitas y Comisión Nacional de Energía, vol. I, pp. 17-60.
- VICTORIA MORENO, D. (2006): «Escombreras. Historia del un gran complejo industrial», *Cartagena Histórica*, nº 14, pp. 45-60.
- UNESA. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA (1998): *Centrales eléctricas*. Madrid.
- UNESA. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA (2008): *Memoria Estadística 2007*, Madrid.

Foto 1
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. OCTUBRE 1956



Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 2
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. NOVIEMBRE 1956



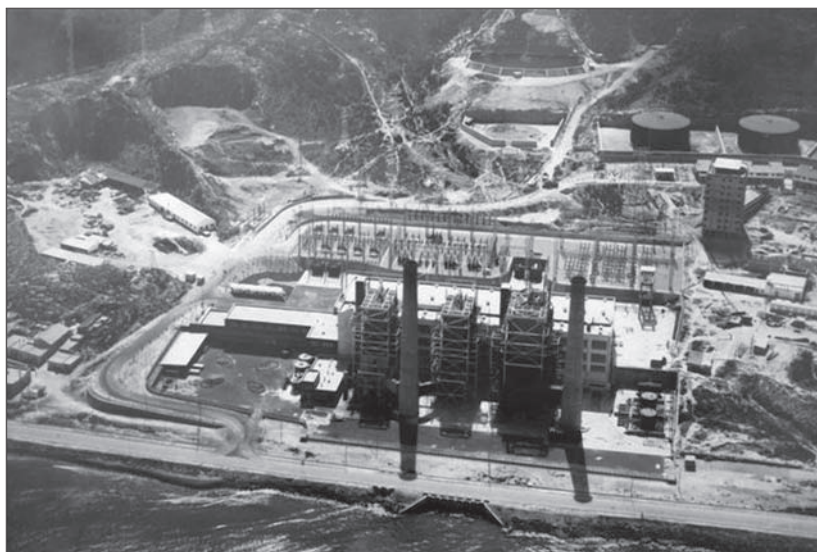
Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 3
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. JUNIO 1959



Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 4
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. JUNIO 1959



Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 5
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. MARZO 1963



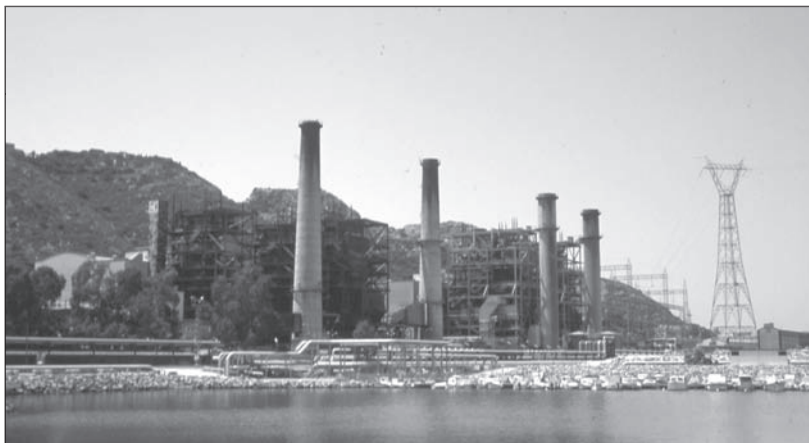
Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 6
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. SEPTIEMBRE 1967



Cortesía de D. Zacarías Conesa Estévez.

Foto 7
CENTRAL TÉRMICA DE ESCOMBRERAS. 2000



Autor: Cayetano Espejo Marín.

Foto 8
PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE CARTAGENA. 2005



Autor: ENAGAS.

Foto 9
PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE CARTAGENA. CONSTRUCCIÓN DEL QUINTO
TANQUE. JUNIO 2008



Autor: Cayetano Espejo Marín.

Foto 10
CENTRAL DE CICLO COMBINADO DE GAS NATURAL. JUNIO 2008



Autor. Cayetano Espejo Marín.

Foto 11
CENTRAL DE CICLO COMBINADO DE AES. JUNIO 2008



Autor: Cayetano Espejo Marín.

Foto 12
CENTRAL DE CICLO COMBINADO DE IBERDROLA EN CONSTRUCCIÓN.
OCTUBRE 2005



Autor: Iberdrola.

Foto 13
CENTRAL DE CICLO COMBINADO DE IBERDROLA. JUNIO 2008



Autor: Cayetano Espejo Marín.

Foto 14
CENTRALES DE IBERDROLA EN ESCOMBRERAS. TÉRMICAS DE FUEÓLEO Y
DE CICLO COMBINADO. JUNIO 2008



Autor: Cayetano Espejo Marín.