



Escuela  
Técnica  
Superior

Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos  
y de Ingeniería de Minas

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL TÉRMICA DEL FANGAL



**Autora: María de la Paz Navarro Marín**

**Director: Luis Altarejos García**

# ÍNDICE

<b>1.-INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1.-Antecedentes</b> .....	1
<b>1.2.-Objetivos</b> .....	2
<b>1.3.- Legislación aplicable</b> .....	2
<b>2.-ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CENTRAL TÉRMICA</b> .....	4
<b>2.1.- Alternativas de ubicación</b> .....	4
.....	6
<b>2.2.- Alternativas de tipos de centrales térmicas</b> .....	6
<b>3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	10
<b>3.1.- Descripción y clasificación de la actividad</b> .....	11
<b>3.2.- Descripción de las instalaciones y los procesos productivos</b> .....	11
3.2.1.- Resumen del proceso productivo .....	11
3.2.2.- Balances de entradas y salidas por procesos y materias intermedias.....	12
3.2.3.- Productos y subproductos .....	13
3.2.4.- Identificación y descripción de cada proceso .....	13
3.2.5.- Identificación de equipos e instalaciones involucradas en cada proceso .....	15
<b>3.3.- Instalaciones auxiliares</b> .....	18
<b>3.4.-Resumen de las actuaciones del proyecto susceptibles de causar impactos en el medio</b> .....	20
3.4.1.- Resumen de las actuaciones durante la fase de construcción .....	20
3.4.1.- Resumen de las actuaciones durante la fase de funcionamiento .....	20
<b>3.5.- Materias primas y auxiliares, sustancias, agua y energía empleadas o generadas en la instalación</b> .....	21
3.5.1.- Materias primas .....	21
3.5.2.- Puntos de consumo de las materias primas .....	21
3.5.3.- Datos de consumo (anual total, ratios, etc).....	22

3.5.4.- Almacenamiento de materias primas .....	22
3.5.5.- Tipos de residuos gestionados, tipos de envase y almacenamiento previo a su gestión .....	23
<b>4.- ÁMBITO DE ESTUDIO Y ESCALA DE APLICACIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1.- Ámbito de estudio .....	26
4.2.- Escala de aplicación .....	27
<b>5.- INVENTARIO AMBIENTAL: DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PRE-OPERACIONAL .....</b>	<b>28</b>
5.1.- Donde se ubica la instalación .....	28
5.2.- Inventario ambiental del medio atmosférico .....	28
5.3.- Inventario ambiental del medio físico terrestre .....	30
5.4.- Inventario ambiental del medio biológico terrestre .....	34
5.5.- Inventario ambiental medio marino .....	42
5.6.- Inventario ambiental del medio socioeconómico, territorial y cultural ..	45
<b>6.- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>49</b>
6.1.- Matriz de identificación de impactos .....	50
6.1.1.- Fase de construcción .....	51
6.1.2.- Fase de funcionamiento .....	52
6.2.- Impactos producidos .....	53
6.2.1.- Durante la construcción de la central .....	53
6.2.2.- Durante el funcionamiento de la central .....	55
6.2.3.- Otros impactos producidos por la central de ciclo combinado .....	59
6.2.4.- Impactos producidos por la línea eléctrica .....	60
6.2.5.- Impactos producidos por el gasoducto .....	61
<b>7.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>61</b>
7.1.- Evaluación de impactos ambientales .....	61
7.1.1.- Descripción de los atributos de la tabla de incidencia .....	63
7.1.2.- Descripción del Carácter o impacto de la tabla de Incidencia .....	65
7.1.3.- Valoración cualitativa de los impactos .....	67

7.1.4.-Valoración cuantitativa de los impactos.....	68
<b>7.2.- Caracterización de los impactos ambientales más importantes .....</b>	<b>72</b>
7.2.1.- Fase de construcción .....	73
7.2.2.- Fase de funcionamiento .....	74
<b>8.- MEDIDAS MITIGADORAS (PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSADORAS) DE LOS IMPACTOS.....</b>	<b>80</b>
<b>8.1.- Medidas adoptadas durante la fase de construcción .....</b>	<b>80</b>
8.1.1.- Suelo.....	80
8.1.2.- Medio biótico terrestre .....	81
8.1.3.- Medio marino.....	81
8.1.4.- Medio socioeconómico .....	81
8.1.5.- Paisaje.....	81
8.1.6.- Agua.....	82
8.1.7.- Atmósfera.....	82
<b>8.2.- Medidas adoptadas durante la fase de funcionamiento .....</b>	<b>82</b>
8.2.1.- Atmósfera.....	82
8.2.2.- Medio socioeconómico .....	83
8.2.3.- Ruido .....	83
8.2.4.- Agua.....	83
8.2.5.- Vertidos .....	83
<b>9.- IMPACTOS RESIDUALES.....</b>	<b>84</b>
<b>10.- PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL.....</b>	<b>85</b>
<b>10.1.- Introducción .....</b>	<b>85</b>
<b>10.2.- Programa de vigilancia en la fase de construcción .....</b>	<b>85</b>
<b>10.3.- Programa de vigilancia durante la explotación de la central .....</b>	<b>86</b>
<b>11.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>12.- BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>12.1.- Bibliografía .....</b>	<b>89</b>

12.2.- Enlaces de internet.....	90
ANEXO Nº1 PLANOS .....	91
A.1.1.- Plano de localización .....	91
A.1.2.- Plano de las instalaciones en el que quede reflejado los procesos productivos.....	92
A.1.3.- Diagramas de flujo del proceso productivo .....	93

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Valoración de los distintos emplazamientos. Elaboración propia.</i> -----	5
Tabla 2. Valoración de las distintas alternativas. Elaboración propia. -----	9
<i>Tabla 3. Combustible de entradas en cada proceso. Elaboración propia.</i> -----	12
<i>Tabla 4. Productos y subproductos de salidas en cada proceso. Elaboración propia.</i> -----	13
<i>Tabla 5. Identificación y descripción de cada proceso. Elaboración propia.</i> -----	13
<i>Tabla 6. Instalaciones auxiliares. Elaboración propia.</i> -----	18
<i>Tabla 7. Datos de consumo. Elaboración propia.</i> -----	22
Tabla 8. Dirección y velocidad del flujo (BOE, 2000) -----	43
Tabla 9. Matriz de identificación de impactos en la fase de construcción. Elaboración propia. -----	51
Tabla 10. Matriz de identificación de impactos en la fase de funcionamiento. Elaboración propia -----	52
Tabla 11. Tabla del índice de incidencia. Elaboración propia -----	62

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Posibles ubicaciones. (GoogleMaps, s.f.)</i> .....	5
Ilustración 2. Ubicación exacta de la central térmica del Fangal. (GoogleMaps, s.f.).....	6
Ilustración 3. Vistas desde el mar de la central térmica del Fangal. (Wikipedia, s.f.).....	6
Ilustración 4. Central térmica de ciclo combinado. (CienciaSfera) .....	8
<i>Ilustración 5. Vista aérea del valle de Escombreras. (AEVE)</i> .....	10
Ilustración 6. Climograma de Cartagena. (ClimateData.org) .....	29
Ilustración 7. Tabla climática de Cartagena, datos históricos del tiempo. (ClimateData.org).	29
Ilustración 8. Síntesis Geológica de la Sierra de Cartagena. (MurciaNatural) .....	32

Ilustración 9. Hidrogeología del acuífero del cuaternario. (FutureWater).....	33
Ilustración 10. Red hidrológica de Murcia. (Confederación hidrográfica del Segura).....	34
Ilustración 11. Mapa de suelos de la región de Murcia (Gifex).....	34
Ilustración 12. Cornical (Wikipedia, s.f.).....	35
Ilustración 13. Calcotome (Wikipedia, s.f.).....	35
Ilustración 14. Pino Carrasco (Wikipedia, s.f.) .....	36
Ilustración 15. Mapa de Vegetación de la Región de Murcia. (Gifex).....	37
Ilustración 16. Paloma torcaz (Wikipedia, s.f.) .....	38
Ilustración 17. Culebra de herradura (Wikipedia, s.f.) .....	38
Ilustración 18. Zorro (Wikipedia, s.f.).....	39
Ilustración 19. Halcón peregrino (Wikipedia, s.f.).....	39
Ilustración 20. Unidades homogéneas de paisaje de Cartagena. (sitmurcia, s.f.) .....	41
Ilustración 21. Contratos de trabajo registrados según actividad económica. (CREM, 2016) .46	
Ilustración 22. Contratos de trabajo registrados según sector de actividad económica. (CREM, 2016).....	46
Ilustración 23. Evolución demográfica de Cartagena (INE).....	47
Ilustración 24. Mercado de trabajo de Cartagena (ADLE. Agencia de desarrollo local y empleo).....	48
Ilustración 25. Fórmula de la Incidencia. (Gómez-Orea, 2003) .....	67
Ilustración 26. Formula de la incidencia estandarizada. (Gómez-Orea, 2003) .....	68
Ilustración 27. Ejemplo de transformación para el indicador porcentaje de superficie alterada respecto del total del territorio. (Elaboración propia) .....	71
Ilustración 28. Impacto parcial (Gómez-Orea, 2003).....	71
Ilustración 29. Impacto de emisiones de partículas en suspensión. Elaboración propia .....	73
Ilustración 30. Emisiones de NO <sub>2</sub> . Elaboración propia.....	75
Ilustración 31. Vertido térmico al mar. Elaboración propia.....	76
Ilustración 32 Impacto sobre las comunidades biológicas marinas. Elaboración propia .....	78
Ilustración 33. Plano de localización de la central térmica del Fangal. (Ambiente, 2015) .....	91
Ilustración 34. Proceso productivo de la central térmica del Fangal. (htt) .....	92
Ilustración 35. Diagramas de flujo del proceso productivo de la central térmica. (Wikipedia, s.f.) .....	93

# 1.-INTRODUCCIÓN

El estudio de impacto ambiental de la central térmica del Fangal que he realizado describe las características fundamentales del proyecto; proporciona argumentos para justificar su construcción, describe la situación ambiental preoperacional, realiza un inventario ambiental, evalúa e identifica los posibles impactos que pudieran producir las distintas partes del proyecto, diferenciando los impactos producidos durante la fase de construcción y la fase de funcionamiento; establece una serie de medidas protectoras y correctoras para cada parte y fase del proyecto; propone un plan de vigilancia, y aporta un documento de síntesis.

## 1.1.-Antecedentes

El 15 de Julio de 1999, el Área de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno de Murcia, informó favorablemente a la autorización administrativa de instalación eléctrica y declaración de utilidad pública de la central térmica de ciclo combinado de 1.200 MW que AES Energía Cartagena, S.R.L tenía previsto construir en el término municipal de Cartagena.

Con fecha 12 de septiembre de 2000, fue aprobada la Resolución de la Secretaria General de Medio Ambiente, por lo que se formulaba la Declaración de Impacto Ambiental sobre el proyecto de construcción de una central térmica de ciclo combinado de 1200 MW, en Cartagena (Murcia) promovida por AES Energía Cartagena, S.R.L.

El 4 de octubre de 2000 tenía entrada en la Comisión Nacional de Energía el escrito de la Dirección General de Política Energética y Minas, solicitándose informe preceptivo a esta Comisión sobre la propuesta de Resolución de la citada Dirección General por la que se autorizaba a AES Energía Cartagena, S.R.L. la instalación de una central termoeléctrica de ciclo combinado, situada en el término municipal de Cartagena (Murcia) y se declaraba la utilidad pública de la misma. Este escrito venía junto con el correspondiente expediente a fin de poder emitir el informe preceptivo, incluyendo el original del Anteproyecto, que describía las características del emplazamiento, la memoria descriptiva, los planos, el presupuesto y las condiciones de seguridad y salud. Asimismo, se adjunta la Resolución de Declaración de Impacto Ambiental de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y la justificación de la capacidad legal, técnica y económica de la empresa.

## 1.2.-Objetivos

El objetivo del presente estudio que voy a realizar es la realización del estudio de impacto ambiental describiendo las características fundamentales del proyecto de la central térmica y aportando argumentos para justificar su construcción con las consiguientes autorizaciones para poder cumplir con la legislación estatal, y poder llevar a cabo la construcción de la citada central térmica.

También voy a caracterizar la situación ambiental preoperacional, realizando el inventario ambiental; identificando y evaluando los posibles impactos del proyecto, diferenciando los impactos producidos durante la fase de construcción y la fase de explotación; estableciendo una serie de medidas preventivas y correctoras para cada parte y fase del proyecto; proponiendo un plan de vigilancia ambiental, y aportando un documento de síntesis.

## 1.3.- Legislación aplicable

- **Real Decreto Legislativo 1 302/1986, de 28 de junio**, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- **Real Decreto Legislativo 1 131/1988, de 30 de septiembre**, que aprueba el Reglamento relativo al Real Decreto Legislativo 1 302/1986.
- **Ley 6/2001, de 8 de mayo**, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- **Ley 10/1991, de 4 de abril**, para la protección del medio ambiente.
- **Ley 16/1985, de 25 de junio**, del Patrimonio Histórico Español.
- **Ley 4/1989**, sobre conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestre.
- **Real Decreto 439/1990** sobre protección de animales.
- **La Ley 54/1997**, del 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico en su **artículo 21.1** establece que la construcción, explotación, modificación, transmisión y cierre de las instalaciones de producción de energía eléctrica estarán sometidas al régimen de autorización administrativa previa. El otorgamiento de esta autorización tiene de conformidad con el citado precepto de carácter reglado y debe regirse por los principios de objetividad, transparencia y no discriminación. A continuación, el artículo 21.1 señala que los solicitantes deberán acreditar los siguientes extremos:

- Las condiciones de eficiencia energética, técnica y de seguridad de las instalaciones propuestas.
- El adecuado cumplimiento de las condiciones de protección del medio ambiente y la minimización de los impactos ambientales.
- Las circunstancias del emplazamiento de la instalación.
- Su capacidad legal, técnica y económico-financiera para la realización del proyecto.

Por otra parte, en el **artículo 21.7** de la citada Ley se establece que la actividad de producción incluirá la transformación de energía eléctrica, así como, en su caso, la conexión con la red de transporte y distribución.

En cuanto al procedimiento de otorgamiento de la autorización debe señalarse que el **Decreto 2117/1996, del 20 de Octubre**, sobre autorización de instalaciones eléctricas, regula unitariamente el procedimiento de autorización de dicha instalación, estableciendo las fases típicas del procedimiento autorizador en materia de instalaciones industriales. En tanto no se produzca el desarrollo reglamentario de la **Ley 54/1997, de 27 de noviembre**, en esta materia, y en virtud de lo dispuesto en su Disposición Transitoria Primera, continuará aplicándose lo dispuesto en el citado **Decreto 2617/1996**, en todo aquello que no se oponga a la **Ley 54/1997, de 27 de noviembre**.

Asimismo y de conformidad con el apartado tercero de la Disposición Adicional Undécima de la **Ley 34/1998 del 7 de Octubre**, del Sector de Hidrocarburos y el **artículo 5 del Real Decreto 1339/1999, del 31 de Julio**, por el que se aprueba el Reglamento de la Comisión Nacional de Energía, cuando se trate de nuevas instalaciones de producción o de transporte en las que la Administración General del Estado sea competente, se requerirá informe preceptivo de la Comisión Nacional de Energía para su autorización.

También debemos incluir el **Decreto 833/1975, de 6 de febrero**, por el que se desarrolla la **Ley 38/1972, de 22** de protección del ambiente atmosférico, que establece las líneas generales de actuación del Gobierno y servicios especializados de la Administración Pública para prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan.

## 2.-ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CENTRAL

### TÉRMICA

A continuación, llevaremos a cabo la definición y valoración de una serie de alternativas para la localización, tipo de central térmica y tipo de combustible a utilizar en la Central Térmica a construir.

#### 2.1.- Alternativas de ubicación

Las alternativas de ubicación han sido seleccionadas basándonos en la buena situación que poseen dichas zonas y la cercanía al Mar Mediterráneo, debido a que luego utilizaremos dicha agua para la refrigeración de la Central Térmica.

- **Cabo Negrete:** Está situado en el término municipal de Cartagena a 15 km de dicha ciudad, en la falda del monte de las Cenizas. En este monte se construyó la primera batería antiaérea que se artilló en el Frente de Costa de Cartagena y data de 1930. Debido a este hecho se encuentra bajo la protección de la Declaración genérica del Decreto de 22 de abril de 1949, y la Ley 16/1985 sobre el Patrimonio Histórico Español. En el mapa que adjunto debajo sería el círculo de la derecha.
- **Cabo Tiñoso:** Esta zona pertenece al término municipal de Cartagena, y está situado a unos 13 km de dicha ciudad. El tramo montañoso comprendido entre La Azohía y Cabo Tiñoso se encuentra calificada como de “alto valor ecológico” en el estudio de caracterización, valoración ecológica y determinación de áreas a proteger en el litoral sumergido de la Región de Murcia. Además, la Consejería de Agricultura ha descubierto que el pez luna acude a esa zona de la costa cartagenera para reproducirse. En el mapa que adjunto debajo, (ilustración 1) sería el segundo círculo empezando por la izquierda.
- **La Azohía:** Esta zona está situada en término municipal de Cartagena a 21 km de centro de la ciudad. Existen diversas comunidades de posidonia oceánica en dicho paraje y se encuentran protegidas por la “Directiva de Hábitats” Directiva 92/43/CEE, del Consejo de las Comunidades Europeas, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. En el mapa que adjunto debajo, (ilustración 1) sería el círculo de la izquierda

- **El Valle de Escombreras:** Esta opción, se encuentra a unos 5 km de la Ciudad de Cartagena y forma el núcleo industrial químico más importante de la Región de Murcia, con actividades en los sectores de refino de petróleo, fertilizantes, almacenamiento y distribución de productos energéticos y otras relacionadas con diferentes subsectores. En el mapa, (ilustración 1) sería el círculo del centro.



*Ilustración 1. Posibles ubicaciones.* (GoogleMaps, s.f.)

*Tabla 1. Valoración de los distintos emplazamientos. Elaboración propia.*

	Impacto sobre la flora y fauna	Generación de empleo	Inversión en equipamiento	Cercanía a la población	Presencia de espacios protegidos	Adaptación de la capacidad de acogida del medio
<b>Pesos</b>	7	9	7	7	9	10
<b>Cabo Negrete</b>	5	7	4	6	3	6
<b>Cabo Tiñoso</b>	4	6	5	7	5	4
<b>La Azohía</b>	2	5	3	5	1	3
<b>Valle de Escombreras</b>	7	9	8	9	7	7

- Cabo Negrete=  $7 \times 5 + 9 \times 7 + 7 \times 4 + 7 \times 6 + 9 \times 3 + 10 \times 6 = 255$
- Cabo Tiñoso=  $7 \times 4 + 9 \times 6 + 7 \times 5 + 7 \times 7 + 9 \times 5 + 10 \times 4 = 251$
- La Azohía=  $7 \times 2 + 9 \times 5 + 7 \times 3 + 7 \times 5 + 9 \times 1 + 10 \times 3 = 154$

- **Valle de Escombreras =  $7 \times 7 + 9 \times 9 + 7 \times 8 + 7 \times 9 + 9 \times 7 + 10 \times 7 = 382$**

Debido a que hemos tomados los valores de 0 a 10, suponiendo que 0 son las condiciones adversas para la realización de la Central Térmica y 10 las más propicias para su construcción, hemos llegado a la conclusión de que la ubicación más correcta sería la de El Valle de Escombreras, debido principalmente a que al existir ya diversas industrias el impacto ya ha sido producido con anterioridad.

Adjunto una imagen (Ilustración 2) donde está la situación exacta de ENGIE Energía Cartagena, también llamada central térmica del Fangal.



*Ilustración 2. Ubicación exacta de la central térmica del Fangal. (GoogleMaps, s.f.)*



*Ilustración 3. Vistas desde el mar de la central térmica del Fangal. (Wikipedia, s.f.)*

## **2.2.- Alternativas de tipos de centrales térmicas**

- **Centrales Térmicas de Carbón:** Son las centrales térmicas que usan como combustible carbón, estas pueden quemarlo en trozos o pulverizado. La pulverización consiste en la

reducción del carbón a polvo muy fino (menos de 1/10 mm de diámetro) para inyectarlo en la cámara de combustión del generador de vapor por medio de un quemador especial que favorece la mezcla con el aire comburente.

Con el uso del carbón pulverizado, la combustión es mejor y más fácilmente controlada. La pulverización tiene la ventaja adicional que permite el uso de combustible de desperdicio y difícilmente utilizado de otra forma. En estas centrales térmicas se requiere instalar dispositivos para separar las cenizas resultado de la combustión y que van hacia el exterior, hay un incremento de efecto invernadero por su combustión, altos costes de inversión, bajo rendimiento y arranque lento.

- **Centrales Térmicas de Fuel-Oil:** En las centrales de fuel, el combustible se calienta hasta que alcanza la fluidez óptima para ser inyectado en los quemadores. Las de fuel-oil presentan como principal inconveniente las variaciones del precio del petróleo y derivados, y a menudo también se exigen tratamientos de desulfuración de los humos para evitar la contaminación y la lluvia ácida.

El consumo de un millón de litros de gasolina emite a la atmósfera 2,4 millones de kilogramos de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el principal causante del cambio climático mundial. Son de arranque lento y bajo rendimiento.

- **Centrales Térmicas de Gas Natural:** En vez de agua, estas centrales utilizan gas, el cual se calienta utilizando diversos combustibles (gas, petróleo o diésel). El resultado de esta combustión es que gases a altas temperaturas movilizan la turbina, y su energía cinética es transformada en electricidad por un generador.

El uso de gas en las centrales térmicas, además de reducir el impacto ambiental, mejora la eficiencia energética. Menores costos de la energía empleada en el proceso de fabricación y menores emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes a la atmósfera. La eficiencia de éstas no supera el 35%.

- **Centrales Térmicas de Ciclo Combinado:** (Ilustración 4) Un ciclo combinado es, la combinación de un ciclo de gas y un ciclo de vapor. Sus componentes esenciales son la turbina de gas, la caldera de recuperación la turbina de vapor y el condensador. El ciclo de gas lo

compone la turbina de gas, y el ciclo de vapor está constituido por la caldera de recuperación, la turbina de vapor y el condensador.

La tecnología de las centrales de ciclo combinado permite un mayor aprovechamiento del combustible y, por tanto, los rendimientos pueden aumentar entre el 38 por ciento normal de una central eléctrica convencional hasta cerca del 60 por ciento. Y la alta disponibilidad de estas centrales que pueden funcionar sin problemas durante 6.500-7500 horas equivalentes al año.

Uno de los principales problemas que plantean las centrales térmicas es que se trata de un proceso relativamente complejo de conversión de energías. Utilizan combustible de alto grado de calidad. Provocan contaminación con la alta emisión de gases.



Ilustración 4. Central térmica de ciclo combinado. (CienciaSfera)

- **Centrales Térmicas de Combustión de Lecho Fluidizado:** Consiste en quemar carbón en un lecho de partículas inertes, a través del cual se hace pasar una corriente de aire. Esta soporta el peso de las partículas y las mantiene en suspensión, de modo que da la impresión de que se trata de un líquido en ebullición. Permitiría obtener rendimientos de hasta el 50%, disminuyendo al mismo tiempo la emisión de anhídrido sulfuroso.

Su eficiencia es de 40 a 42% en ciclos combinados En la tecnología de lecho fluidizado se inyecta caliza directamente dentro de la caldera para capturar y remover el azufre del combustible como un subproducto seco.

La temperatura del gas dentro de la caldera va de los 820°C a los 840°C, lo cual determina su diseño y el arreglo de las superficies de transferencia de calor. Este tipo de calderas puede ser atmosférico o presurizado.

- **Centrales Térmicas Gicc Gasificación de Carbón Integrada en ciclo combinado:** La gasificación del carbón es un proceso que transforma el carbón sólido en un gas sintético compuesto principalmente de CO e hidrógeno (H<sub>2</sub>). El carbón es gasificado controlando la mezcla de carbón, oxígeno y vapor dentro del gasificador. La potencia media de estas centrales viene a ser de 300 MW, muy inferior todavía a la de una térmica convencional.

Las ventajas medioambientales que ofrecen estas centrales se fundamentan en los bajos valores de emisión de óxidos de azufre y otras partículas.

En la actualidad las IGCC alcanzan eficiencias de 45%, una eliminación de 99% de azufre. Bajos costos de combustible, admite combustible de bajo grado de calidad, bajo grado de emisiones, alto rendimiento, tecnología sin completa prueba de eficiencia, altos costos de inversión, plantas complejas, son de arranque lento.

*Tabla 2. Valoración de las distintas alternativas. Elaboración propia.*

	Coste del combustible	Contaminación	Calidad del material utilizado	Rendimiento
<b>Pesos</b>	8	8	5	9
<b>Carbón</b>	4	2	8	3
<b>Fuel-Oil</b>	4	3	4	3
<b>Gas Natural</b>	6	4	5	4
<b>Ciclo Combinado</b>	8	4	6	9
<b>Lecho Fluidizado</b>	4	5	5	7
<b>Gasificación de Carbón en ciclo combinado</b>	3	5	7	8

- **Carbón=  $8 \times 4 + 8 \times 2 + 5 \times 8 + 9 \times 3 = 115$**
- **Fuel-Oil=  $8 \times 4 + 8 \times 3 + 5 \times 4 + 9 \times 3 = 103$**
- **Gas Natural=  $8 \times 6 + 8 \times 4 + 5 \times 5 + 9 \times 4 = 141$**

- **Ciclo Combinado=  $8 \times 8 + 8 \times 4 + 5 \times 6 + 9 \times 9 = 207$**
- **Lecho Fluidizado=  $8 \times 4 + 8 \times 5 + 5 \times 7 + 9 \times 8 = 179$**
- **Gasificación de Carbón en Ciclo Combinado=  $8 \times 3 + 8 \times 5 + 5 \times 7 + 9 \times 8 = 171$**

En la tabla hemos utilizado esos criterios para valorar las diferentes alternativas, ya que son los que mejor describen las características de los diferentes combustibles.

Una vez llevado a cabo la valoración de diferentes alternativas de tipo de Central Térmica, y sabiendo que el menor valor de los pesos corresponde a un resultado adverso para la realización de ese tipo de Central y el mayor valor de los pesos al más recomendable, obtenemos los resultados mediante suma ponderada y decidimos que el tipo de central más aconsejable sería la de Ciclo Combinado.

### 3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Una vez barajadas las posibles alternativas, he llegado a la conclusión de que utilizaremos una Central Térmica de Ciclo Combinado y la situaremos en el Valle de Escombreras.



*Ilustración 5. Vista aérea del valle de Escombreras. (AEVE)*

El proyecto consiste en la construcción y explotación de una central térmica de ciclo combinado, para gas natural, y una planta desalinizadora, que se ubicará en El Fangal, en el ámbito industrial del Puerto de Escombreras, en el tramo final del valle de Escombreras y a

500 m. del mar, en el término municipal de Cartagena (Murcia). La superficie ocupada será de aproximadamente 7 hectáreas.

### **3.1.- Descripción y clasificación de la actividad**

El proceso de funcionamiento de una central térmica de ciclo combinado se basa en la combustión de gas natural con aire comprimido en una turbina de gas, para posteriormente aprovechar el calor residual en un ciclo de vapor. La turbina de gas funciona mediante gas natural con aire comprimido mediante un compresor acoplado a la turbina. Al expandirse los gases de la turbina se produce un trabajo mecánico, que se convierte en energía eléctrica mediante un alternador. El calor residual de los gases que salen de la turbina a alta temperatura, 570-610 o C, con una relación de compresión superior a 14,7 atmósferas, son aprovechados, en una caldera de recuperación para producir vapor, que, a su vez, al expandirse en una turbina de vapor produce trabajo, que igualmente se convierte en energía eléctrica. El vapor proveniente de la turbina de vapor a baja presión se condensa, mediante agua de mar, para enviar de nuevo el agua obtenida en la condensación a la caldera de recuperación de vapor para un nuevo ciclo. El rendimiento de este sistema de obtención de energía eléctrica es de un 57 por 100, muy superior, por tanto, al que se logra con centrales convencionales de carbón o fuel, que oscilan entre el 30 y 40 por 100. El sistema garantiza bajas emisiones de NOx, mediante quemadores de alto rendimiento, que reducen la temperatura de la llama; asimismo, apenas se emiten SO<sub>2</sub> y partículas.

### **3.2.- Descripción de las instalaciones y los procesos productivos**

#### **3.2.1.- Resumen del proceso productivo**

Las operaciones básicas que integran el proceso productivo son:

- Suministrar vapor a la turbina en cantidad variable según el régimen de carga mediante una caldera de combustión y producción de vapor.
- Seguir el ciclo de Rankine-ciclo cerrado donde la energía térmica aportada en vapor en la caldera se transfiere a la turbina en forma de energía cinética.
- Tener una turbina de tipo tándem-compound con tres cuerpos de alta, media y baja presión y un alternador que va directamente acoplado al eje de las turbinas.
- Disponer de dos turbinas de gas por combustión de gas natural alineadas con sus respectivas calderas de recuperación las cuales producen vapor con el calor de los

gases de escape de las turbinas de gas, y de turbinas de vapor compuestas por tres cuerpos (AM, MP Y BP) unidos por un único eje al generador eléctrico.

### 3.2.2.- Balances de entradas y salidas por procesos y materias intermedias

Tabla 3. Combustible de entradas en cada proceso. Elaboración propia.

Número Orden Proceso	Descripción	Ud./año	Peligroso (sí/no)	Estado de agregación	Recepción y almacenamiento
1	Fuelóleo BIA (principal)	52145,2 t/año	Sí	Pastoso	<p>Suministrado a través de bombeo por tuberías desde la refinería de Repsol y se almacenan en tres tanques 15000 m<sup>3</sup> cada uno. Emplazados en cota 28,5 m. El total acumulado permite el funcionamiento a plena carga durante 20 días de producción 2006. Desde estos tanques se alimentan por gravedad los tres tanques día con capacidad total 320 m<sup>3</sup>, situados al noroeste del Edificio principal, de estos tanques se suministra a los quemadores de las calderas por medio de bombas.</p>
2	Gas Natural	25624269 t/año	No	Líquido	<p>Se recibe de un nuevo gasoducto de transporte que, promovido por Iberdrola Infraestructuras Gasistas, S.A.U., conecta la Central con el gasoducto de alta presión B (40-72 bar) Cartagena-Orihuela, de Enagas en el Valle de Escombreras. La cantidad de gas a suministrar a plena carga es de 133620 Nm<sup>3</sup>/h.</p>
	Gasóleo	-	Sí	Líquido	<p>Tanque de almacenamiento de gasoil de 3740 t de capacidad, suficiente para posibilitar el funcionamiento a plena carga durante un periodo de 24 horas. Suministrado mediante camiones cisterna.</p>

### 3.2.3.- Productos y subproductos

Tabla 4. Productos y subproductos de salidas en cada proceso. Elaboración propia.

Número Orden Proceso	Descripción	Potencia neta	Peligroso (Sí/No)	Distribución eléctrica
1	Producción eléctrica	267,83 MWe	No	La energía generada en la planta es vertida a la red, bien directamente a la tensión de 400 kV, o bien a la de 220 kV, mediante autotransformador.
1	Producción eléctrica	269,45 MWe	No	Actualmente existen las siguientes líneas eléctricas: -Escombreras-Nueva Escombreras a 400 kV. -Escombreras-Fausilla a 400 kV -Escombreras-S.T. Fausilla a 220 kV, mediante 2 tramos trifásicos
2	Producción eléctrica	803,53 MWe	No	La energía generada en la planta es vertida a la red, bien directamente a la tensión de 400 kV, mediante autotransformador, a la Subestación La Fausilla de 400 kV, que tiene las siguientes interconexiones: -Escombreras a 400 kV. -Escombreras-La Asomada a 400 kV. -Escombreras-S.T.Fausilla a 220 kV, mediante tres tramos monofásicos.

### 3.2.4.- Identificación y descripción de cada proceso

Tabla 5. Identificación y descripción de cada proceso. Elaboración propia.

Número Orden Proceso	Denominación del proceso	Operaciones básicas que integran cada proceso (ordenadas numéricamente)	Dimensiones y principales características constructivas
1	Central Térmica: Grupos 4 y 5	<u>Caldera combustión y producción de vapor (para cada uno de los grupos):</u> suministra vapor a la turbina en cantidad variable según el régimen de carga. Calderas de intemperie, circulación forzada de tipo Benson.	

<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">Ciclo combinado Grupo 6</p>	<p style="text-align: center;">En el edificio de turbinas y anexos se dispondrán tanto las turbinas de gas como la de vapor con su alternador y todos sus equipos auxiliares.</p> <p style="text-align: center;">Las calderas de recuperación situadas en el exterior del</p>
<p><u>Ciclo agua-vapor (para cada uno de los grupos):</u> Se sigue el ciclo de Rankine-ciclo cerrado. La energía térmica aportada en vapor en la caldera. Se transfiere a la turbina en forma de energía cinética. Se compone de los siguientes sistemas: agua de condensado, agua de alimentación, vapor principal, vapor recalentado, turbina, condensador y extracciones de turbina.</p> <p><u>Turbina (para cada uno de los grupos):</u> de tipo tándem-compound con tres cuerpos de alta, media y baja presión.</p> <p><u>Alternador (para cada uno de los grupos):</u> van directamente acoplados al eje de las turbinas, girando a 3000rpm y generando energía eléctrica a 18 kV.</p> <p><u>Producción y distribución eléctrica:</u> La energía generada en la planta es vertida a la red, bien directamente a la potencia de 400 kW, o bien a la de 220 kW, mediante autotransformador.</p> <p><u>2 Turbinas de gas</u> por combustión de gas natural (260,2 MWe cada una) alineadas con sus respectivas calderas de recuperación.</p> <p><u>2 Calderas de recuperación</u> que producen vapor con el calor de los gases de escape de las turbinas de gas.</p> <p><u>Turbinas de vapor</u> (299,9 MWe brutos) compuesta por tres cuerpos (AP, MP y BP) unidos por un único eje al generador eléctrico.</p> <p><u>Alternadores:</u> Un alternador por cada turbina de gas y otro de vapor que generan energía eléctrica a 17 kV. Refrigerados por hidrógeno.</p> <p><u>Producción y distribución eléctrica:</u> la energía de cada alternador se eleva a 400 kV a través del correspondiente transformador. Las bornas de alta</p>		

	<p>tensión de los tres transformadores principales están conectadas directamente a la nueva subestación encapsulada Fausilla 400 kV.</p>	<p>edificio de turbinas.</p> <p>Los tres transformadores elevadores se encuentran en el exterior del edificio de turbinas y anexos al mismo.</p>
--	--	--

Los Grupos 4 y 5 de la Central Térmica del Fangal han quedado excluidos del Plan de Reducción de emisiones debido a que funcionan menos de 20000 horas operativas desde el 1 de enero de 2008 y hasta más tardar, el 31 de diciembre 2015, debiendo presentar cada año a la Administración competente y, en cualquier caso, ante el órgano de la Administración General del Estado que elabore el Plan Nacional, un balance de las horas utilizadas y no utilizadas permitidas para el resto de la vida operativa útil de las instalaciones.

### 3.2.5.- Identificación de equipos e instalaciones involucradas en cada proceso

- **TURBOGENERADOR:** En él tienen lugar las siguientes conversiones de energía:
  - Energía calorífica del vapor a energía cinética en las toberas de la turbina.
  - Energía cinética del vapor a energía mecánica en los álabes, la que se recoge en la flecha de la turbina.
  - Energía mecánica o energía eléctrica, de la flecha al embobinado del generador.
- **GENERADOR DE VAPOR:** El término de generador de vapor o caldera se aplica normalmente a un dispositivo que genera vapor para producir energía, para procesos o dispositivos de calentamiento. Las calderas se diseñan para transmitir calor de una fuente externa de combustión a un fluido (agua) contenido dentro de ella.
- **CONDENSADOR:** La condensación el vapor de escape de la turbina y drenes se efectúa en el condensador, además de la extracción de algunos gases incondensables.

- **TORRE DE ENFRIAMIENTO:** Las torres de enfriamiento son dispositivos de enfriamiento artificial de agua. Se clasifican como cambiadores de calor entre un volumen en circuito cerrado de agua y aire atmosférico.

- **BOMBAS:** De acuerdo con el mecanismo que mueve el flujo, las bombas se clasifican en:

- centrífugas
- rotatorias
- alternativas

- **CAMBIADOR DE CALOR:** Después de la resistencia de los materiales, los problemas que involucran flujo de calor son los más importantes en la ingeniería. El calor se transfiere mediante aparatos llamados cambiadores de calor; los principales de estos equipos son los siguientes:

- calentadores de agua de alimentación
- calentadores de combustible
- generador de vapor / vapor
- evaporadores
- enfriadores de agua
- enfriadores de aceite
- enfriadores de hidrógeno
- condensador
- generador de vapor

- **TANQUES:** Los códigos o normas sobre diseño de recipientes o tanques tienen como objeto principal que la fabricación se haga con la seguridad requerida a una economía razonable. Todos los tanques estarán provistos con los aditamentos necesarios para cumplir con su funcionamiento y los reglamentos de seguridad.

- Usos de los tanques
- Almacenamiento de condensado
- Servicio diario de aceite combustible
- Almacenamiento de aceite combustible
- Almacenamiento de agua desmineralizada o evaporada
- Almacenamiento de agua cruda
- Servicio de aceite ligero
- Tanque para columna de agua de enfriamiento
- Tanque de mezcla de sustancias químicas
- Drenes limpios fríos
- Tanque de purga

- **COMPRESORES DE AIRE:** El aire comprimido se utiliza en las plantas termoeléctricas para instrumentos, control, servicio, sopladores de la caldera y subestación eléctrica.

- **TUBERÍAS Y AISLAMIENTO.** La aplicación de tuberías en plantas termoeléctricas y nucleares, refinerías y plantas químicas, etc., se basa normalmente en idénticas (o muy similares) consideraciones de diseño. En su construcción se usan materiales de las mismas propiedades físicas y mecánicas, composición química y estructura metalúrgica; los procesos de fabricación como doblado, formado, soldado y tratamiento térmico involucran procedimientos idénticos que no dependen de la aplicación, sino de la calidad final deseada.

### 3.3.- Instalaciones auxiliares

Tabla 6. Instalaciones auxiliares. Elaboración propia.

Número Orden Proceso	Definición
1	<p><u>Edificio principal:</u> sala de máquinas que contiene los dos grupos turbogeneradores y nave de calentadores que albergan calentadores de agua, desgasificador y su tanque y cuarto de control.</p> <p><u>Edificio de purificación del condensado:</u> contiene una planta donde el condensado es objeto de depuración continua de forma que el agua de alimentación alcance el grado de pureza exigido por las dos unidades.</p> <p><u>Edificio auxiliar:</u> formados por los talleres y el laboratorio.</p> <p><u>El sistema contraincendios:</u> está constituido por un depósito de 193 m<sup>3</sup> de capacidad situado en la cota de 68 metros, el cual mantiene el sistema presurizado por encima de 6 kg/cm<sup>2</sup>. Este depósito a su vez es alimentado por otro de 5000 m<sup>3</sup> de capacidad situado en la cota 45,5 m, al que llega agua reutilizada del sistema de tratamiento de efluentes y agua potable en caso de necesidad. Para el bombeo entre estos dos depósitos se dispone de dos bombas en paralelo capaces de mantener los niveles exigidos. Además, todo el control de niveles se realiza en automático.</p> <p><u>Arqueta de recepción de aguas:</u> donde se hace un ajuste grosero de pH. Posteriormente el efluente pasa a la balsa de homogenización de 1000 m<sup>3</sup>, para a continuación dirigirlos a la planta de tratamiento de efluentes.</p>
2	<p><u>Edificio principal:</u> formado por la nave de turbina en la que se encuentran las turbinas de gas, módulos accesorios de las mismas, escape de gases hacia las calderas de recuperación, turbina de vapor, salas de cables, sala de baterías, sala de grupo electrógenos, cabinas eléctricas de media y baja tensión y alternadores.</p> <p><u>Edificio de caldera auxiliar:</u> al noreste del edificio principal, contiene la caldera auxiliar cuya es suministrar vapor a la turbina de vapor en la fase inicial de arranque.</p> <p><u>Estación de regulación y medida de gas (ERM):</u> este edificio alberga las instalaciones que reducen la presión del gas natural de los 70 bar aproximadamente con que se recibe de la red, a unos 30 bar para alimentar a los correspondientes módulos de gas de cada turbina de gas.</p> <p><u>Edificio auxiliar:</u> talleres, almacén y oficinas.</p>

	<p><u>Sistema contraincendios:</u> este sistema se alimenta del tanque de agua de servicio de 15000 m<sup>3</sup>, de donde aspira el equipo de bombeo situado en la explanada de la cota 14, extremo oeste.</p> <p><u>Balsa de recogida de efluentes:</u> esta balsa, de 750 m<sup>3</sup> de capacidad, recoge efluentes del grupo 6 de purgas de caldera, drenajes y vaciados de equipos y pluviales, para a continuación dirigirlos a la planta de tratamiento de efluentes.</p>
<p><b>1 y 2</b></p>	<p><u>Refrigeración:</u> mediante un circuito abierto con agua de mar. Las infraestructuras de toma y descarga son comunes para los grupos 4, 5 y 6. Se realiza a través de 4 tuberías de hormigón armado que toman el agua del interior de la dársena del puerto de Escombreras, a 6,96 m de profundidad, y la conducen hasta la cámara de carga o pozo de aspiración común, de 546 m<sup>3</sup>. Todo ubicado en la casa de bombas. Cada uno de los grupos 4 y 5 dispone de 2 bombas de agua de circulación de caudal nominal de 7,5 m<sup>3</sup>/s cada una, y el grupo 6 dispone de 6 bombas de agua de circulación ubicadas en la Casa de Bombas. Estas bombas impulsan el agua de mar a través del correspondiente condensador de cada grupo para condensar el vapor de escape de la turbina de baja presión. La descarga de agua de circulación se hace a través de 3 tramos bien diferenciados.</p> <p><u>Suministros de agua dulce:</u> desde la red general de agua potable, mediante una tubería propia de unos 2 km de longitud, hasta un depósito de reserva de 15000 m<sup>3</sup>. Desde este depósito se alimenta la planta de tratamiento de aguas y el sistema contra incendios del grupo 6.</p> <p><u>Planta de tratamiento de aguas:</u> con objeto de alimentar con agua desmineralizada a los grupos. Consta de filtración a través de lechos de arena/antracita y seguida filtración de afino mediante filtros de cartucho. Después filtración a través de membranas de ósmosis inversa y finalmente paso por módulos de electrodesionización (EDI) hasta conseguir afino de calidad de salinidad del agua.</p> <p><u>Planta de Tratamiento de efluentes y vertidos:</u> trata el agua de purgas de caldera, efluentes de la planta de desmineralización de agua, drenajes y vaciados de equipos y pluviales. Hay un tanque de almacenamiento de agua de 5000 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del agua una vez tratada.</p>

### **3.4.-Resumen de las actuaciones del proyecto susceptibles de causar impactos en el medio**

#### 3.4.1.- Resumen de las actuaciones durante la fase de construcción

Las actuaciones durante la fase de construcción que más adelante veremos que impactos causan en el medio, principalmente, van a ser las siguientes: desbroce, excavación, movimiento de tierras y establecimiento de las áreas de colocación, de préstamo y de relleno.

#### 3.4.1.- Resumen de las actuaciones durante la fase de funcionamiento

- Emisiones a la atmósfera producidas por la central funcionando los dos grupos de gas natural propuestos, en los siguientes casos: funcionando solos, funcionando junto con los grupos existentes de fuel-oil (IV y V), o funcionando juntamente con los grupos IV y V y con otros proyectos (AES).
- Conducción de la toma y del emisario del vertido en el tramo marino: Este impacto, junto con las emisiones a la atmósfera, constituye el más significativo de las centrales térmicas. Para evaluarlo, se ha aplicado una modelización sobre los cálculos de dispersión del efluente del emisario, según el modelo AQUASEA V.7.0, desarrollado por Vatnaskil Consulting Engineers. Este programa informático resuelve las ecuaciones de flujo y transporte en aguas poco profundas, mediante el método Galerkin de elementos finitos triangulares. Para conseguir una solución espacial emplean aproximaciones sucesivas para el cálculo de la elevación del nivel del agua y del exceso de temperatura, y aproximaciones prácticamente constantes para el cálculo de las velocidades.

### 3.5.- Materias primas y auxiliares, sustancias, agua y energía empleadas o generadas en la instalación

#### 3.5.1.- Materias primas

- **Gas natural** (combustible principal), gasóleo (combustible auxiliar en el proceso de arranque y en la generación de vapor saturado por la caldera auxiliar), y Fuelóleo.
- **Gasóleo** (con un contenido de azufre que no podrá superar el 0,05% en peso)

#### 3.5.2.- Puntos de consumo de las materias primas

- Cámara de combustión
- Grupos termo generadores
- Caldera para la producción de vapor
- Grupo turbogenerador para la transformación de la energía de vapor en energía eléctrica
- Turbina de gas
- Turbina de vapor
- Alternador
- Calderas de recuperación

### 3.5.3.- Datos de consumo (anual total, ratios, etc)

Tabla 7. Datos de consumo. Elaboración propia.

Consumo de energía eléctrica			
Consumo en MWh/año		Consumo en GJ/año	
92.595		333.342	
Consumo de Agua			
Procedencia del consumo		Caudal en m3/año	
Red de abastecimiento municipal		176.945	
Otros		449.937.826	
Consumo de combustible			
Tipo de combustible (según código NAPFUE)	Consumo en GJPCI/año	Consumo en otras unidades	Unidad
204 – GASÓLEO NO-AUTOMOCIÓN	210	4,94	t/año
301-GAS NATURAL (exc. Gas natural líquido)	27.043.070	544.168	T/año

### 3.5.4.- Almacenamiento de materias primas

- **Gas Natural** (combustible principal), se recibe a través de un nuevo gaseoducto de transporte que conecta la Central con el gaseoducto de alta presión B (40-72 bar) Cartagena-Orihuela, de Enagás en el Valle de Escombreras. La cantidad de gas a suministrar a plena carga es de 133.620 Nm<sup>3</sup>/h.

- **Fuelóleo**, se almacena en tres tanques de 15.000 m<sup>3</sup> cada uno, emplazados en cota 28,5 m. El total acumulado permite el funcionamiento a plena carga durante 20 días de producción. Desde estos tanques se alimentan por gravedad los tres tanques día con capacidad total 320 m<sup>3</sup> y situados en el noreste del Edificio principal, de estos tanques se suministra a los quemadores de las calderas por medio de bombas.

- **Gasóleo** (combustible auxiliar en el proceso de arranque y en la generación de vapor saturado por la caldera auxiliar), almacenamiento en dos tanques de capacidad total 50 m<sup>3</sup>.

### 3.5.5.- Tipos de residuos gestionados, tipos de envase y almacenamiento previo a su gestión

- **Tipos de residuos:**

- Derrames o vertidos de hidrocarburos
- Residuos de soluciones ácidas
- Residuos de soluciones alcalinas
- Residuos de tóner de impresión
- Cenizas de hogar
- Cenizas volantes de fuel oil
- Lodos acuosos de limpieza de calderas
- Resinas intercambiadoras de iones saturadas y usadas
- Ceras y grasas usadas
- Aceites hidráulicos que contienen solo aceite mineral
- Aceites usados no específicamente en otra categoría
- Otras emulsiones (emulsiones aceite-agua)
- Disolventes y mezclas de disolvente halogenados
- Disolventes y mezclas de disolvente no halogenados
- Metal (envases de hidrocarburos)
- Mezclas (envases de productos químicos)
- Absorbentes, materiales de infiltración, trapos de limpieza y ropas protectoras
- Materiales contaminados con hidrocarburos
- Baterías de plomo

- Baterías de Ni-Cd
- Pilas secas de mercurio
- Pilas alcalinas
- Lodos de tratamientos de aguas residuales
- Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
- Aguas contaminadas con hidrocarburos
- Aguas de lavado de compresores (“lavado off-line” de la turbina de gas)
- Filtros de cartucho. Tratamiento de aguas
- Filtros de ósmosis contaminados
- Líquidos acuosos de limpieza
- Otros aceites hidráulicos clorados (no emulsionados)
- Lodos de fuel-oil
- Materiales de aislamiento que contiene amianto
- Materiales de construcción que contienen amianto
- Materiales contaminados con disolventes halogenados
- Materiales contaminados con pinturas y barnices

- **Tipos de envase**

Según el artículo 13 del Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, además de cumplir las normas técnicas vigentes relativas al envasado de productos que afecten a los residuos tóxicos y peligrosos, se deberán tomar las siguientes normas de seguridad

Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido y construidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido ni de formar con éste combinaciones peligrosas.

Los envases y cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.

Los recipientes destinados a envasar residuos tóxicos y peligrosos que se encuentran en estado de gas comprimido, licuado, o disuelto a presión, cumplirán con la legislación vigente en la materia.

El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

- **Almacenamiento**

Según el artículo 15 del Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, la instalación dispondrá de zonas de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos para su gestión posterior, bien en la propia instalación siempre que esté debidamente autorizada, bien mediante una sucesión a una entidad gestora de residuos.

El almacenamiento de residuos y las instalaciones necesarias para el mismo deberán cumplir con la legislación y normas técnicas que les sean de aplicación.

El tiempo de almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos por parte de los productores no podrá exceder de seis meses.

Se evitarán aquellas mezclas de residuos que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión. No serán operaciones aceptables las que utilicen el agua, el aire o el suelo como elementos de dilución, evaporación, producción de polvo, aerosoles, etc. y posterior difusión incontrolada en el medio de los residuos. No podrá disponerse ningún envase, depósito o almacenamiento de residuos sobre el mismo suelo o sobre una zona conectada a red de recogida y evacuación de aguas alguna. Queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos en todo territorio nacional.

Por otro lado, todo residuo potencialmente reciclable o valorizable deberá ser destinado a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos posibles, en los términos establecidos en la ley 10/1998, de 21 de abril de residuos. En consecuencia, deberán de ser almacenados y

entregados en las condiciones adecuadas de separación por materiales para su correcta valorización.

## **4.- ÁMBITO DE ESTUDIO Y ESCALA DE APLICACIÓN**

### **4.1.- Ámbito de estudio**

El ámbito de estudio va a depender del factor del medio natural que consideremos, este tiene que ser más amplio que el área ocupada por el Proyecto y debe tener en cuenta la complejidad de funcionamiento y las interrelaciones existentes en el medio natural.

En este caso nuestro ámbito de estudio va a ser el Puerto de Cartagena, exactamente en la Dársena de Escombreras que es donde se sitúa la central térmica del Fangal.

En el ámbito de estudio de esta central térmica, resulta imprescindible el inventario y análisis de los factores ambientales del área de influencia del proyecto, los cuales se describen en el punto cinco y seis de este proyecto. Este inventario y análisis ambiental dependerá básicamente de las características del proyecto y del factor considerado.

Los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio descritos en el punto cinco de este proyecto van a ser:

**Geología y geomorfología:** en función de la ocupación del proyecto (teniendo en cuenta además las zonas anexas a las mismas, ya que pueden ser víctimas de movimientos del terreno o algún otro riesgo geológico: desplomes, deslizamientos de ladera...) y de los procesos y riesgos que puedan desencadenarse por la actuación.

**Edafología:** de la explotación o lugar afectado directamente por el Proyecto y los lugares afectados por las obras, así como la franja cercana que pueda verse afectada por las inmisiones contaminantes.

**Hidrología:** de las cuencas de la zona y cauces interceptados por la explotación o sus residuos.

**Hidrogeología:** de las cuencas de los acuíferos afectados por las obras en función de su vulnerabilidad y del propio Proyecto, así como el trazado de las obras accesorias.

**Ruidos:** acorde a las isófonas de los niveles de inmisión permitidos según la legislación vigente, teniendo muy en cuenta la posible afección de estas a LIC, ZEPA, ENP, fauna...

Calidad del aire: en relación con la dirección de los vientos dominantes y de las precipitaciones según naturaleza, intensidad y distribución, así como su posible afección a LIC, ZEPA, ENP, etc.

Vegetación: según la distribución espacial de las formaciones afectadas por el Proyecto y las obras auxiliares, así como caminos de acceso en caso de ser necesaria la construcción de tales.

Fauna: el ámbito de las poblaciones afectadas por el Proyecto y el de las especies migrantes o con movimientos parciales (se deberá tener en cuenta igualmente el movimiento de campeo de las especies de la zona).

Paisaje: el de la cuenca visual.

(Guías para la elaboración de estudios Ambientales de Proyectos con incidencia sobre el Medio Natural, 2005)

## **4.2.- Escala de aplicación**

En cuanto a la escala de aplicación se precisaría de una escala de estudio global en el caso de las emisiones de NO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, una escala regional-nacional para las emisiones de óxidos de azufre, responsables de los fenómenos de lluvia ácida y para el caso de la contaminación térmica de los efluentes de refrigeración se utilizaría una escala local o puntual.

En el punto seis de este proyecto, el cual es la realización del inventario ambiental, he utilizado como indicadores el NO<sub>2</sub> ya que según el Decreto 833/75 El estudio considera que, teniendo en cuenta las emisiones esperadas de los diferentes contaminantes, únicamente los óxidos de nitrógeno pueden tener alguna incidencia significativa, por lo que se evalúa el impacto de estas emisiones sobre la atmósfera. También he utilizado como indicador en una escala local la contaminación térmica de los efluentes de refrigeración.

## 5.- INVENTARIO AMBIENTAL: DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PRE-OPERACIONAL

### 5.1.-Donde se ubica la instalación

La instalación se ubicará en El Fangal, en el ámbito industrial del Puerto de Escombreras, en el tramo final del valle de Escombreras y a 500 m. del mar, en el término municipal de Cartagena (Murcia). La superficie ocupada será de aproximadamente 7 hectáreas.

### 5.2.- Inventario ambiental del medio atmosférico

- **Climatología:** Hay que analizar la climatología ya que es un factor ambiental muy importante para la aplicación del modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera. Primeramente, aporta datos climatológicos recogidos en la Ilustración 6 y 7, por la estación de Cartagena (Puerto). Entre los datos climatológicos recogidos por esta estación se establecen los valores de las principales variables termométricas y pluviométricas con una precipitación media mensual de 328 mm., siendo de gran importancia el fenómeno de la gota fría que se da principalmente en otoño; hay que tener en cuenta la dirección, frecuencias e intensidad de vientos, resultando predominante los vientos del suroeste y noroeste y el promedio anual de horas de insolación.

El clima se clasifica como Mediterráneo Semiárido, con una temperatura media entre 14 y 18 °C y una precipitación media anual entre 300 y 500 mm., próximo al Mediterráneo árido.

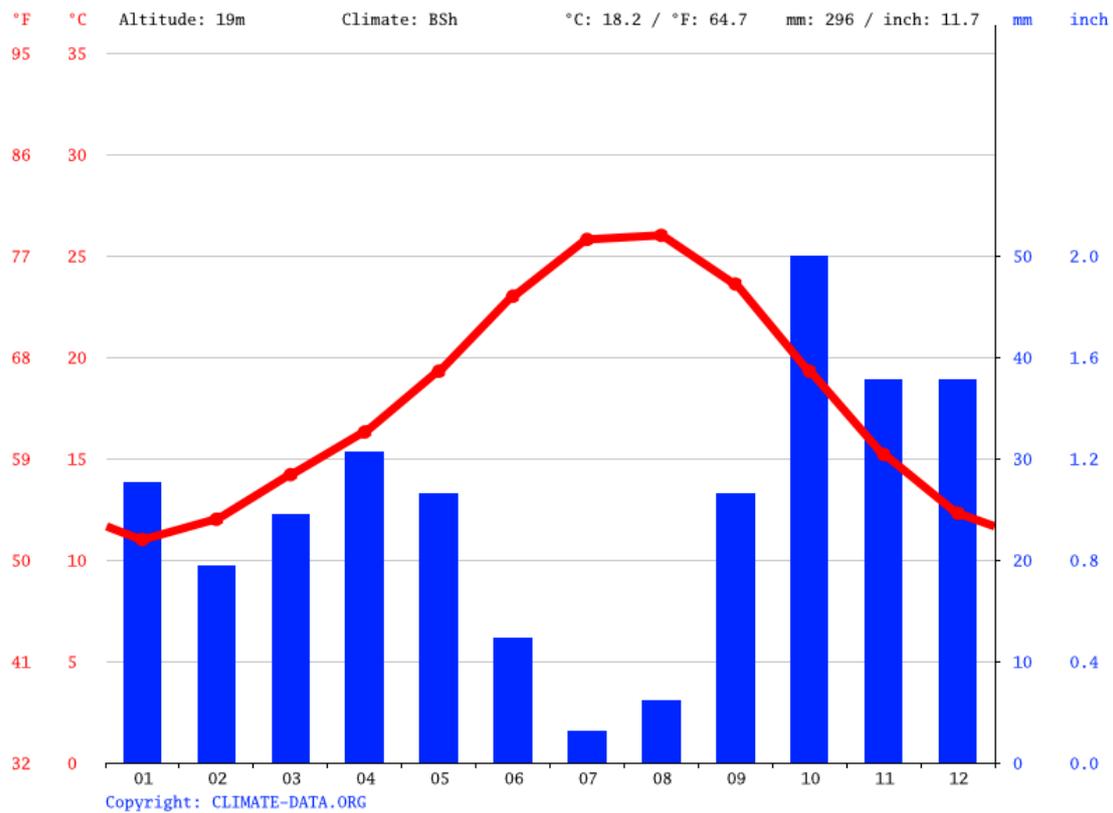


Ilustración 6. Climograma de Cartagena. (ClimateData.org)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11	12	14.2	16.3	19.3	23	25.8	26	23.6	19.3	15.2	12.3
Temperatura mín. (°C)	6	6.8	8.9	11.2	14	17.5	20	20.3	18.1	14.1	10.1	7.5
Temperatura máx. (°C)	16.1	17.2	19.6	21.4	24.6	28.6	31.6	31.8	29.2	24.6	20.3	17.2
Temperatura media (°F)	51.8	53.6	57.6	61.3	66.7	73.4	78.4	78.8	74.5	66.7	59.4	54.1
Temperatura mín. (°F)	42.8	44.2	48.0	52.2	57.2	63.5	68.0	68.5	64.6	57.4	50.2	45.5
Temperatura máx. (°F)	61.0	63.0	67.3	70.5	76.3	83.5	88.9	89.2	84.6	76.3	68.5	63.0
Precipitación (mm)	27	19	24	30	26	12	3	6	26	49	37	37

Ilustración 7. Tabla climática de Cartagena, datos históricos del tiempo. (ClimateData.org)

- **Calidad del aire del entorno del emplazamiento:** Analiza la calidad del aire, basándose en datos aportados por la Red de Vigilancia de la Contaminación del Ayuntamiento de Cartagena, es una red totalmente automatizada, que envía de forma instantánea los registros a un centro de control de datos en el Ayuntamiento. Todas las estaciones seleccionadas se encuentran en el término municipal de Cartagena y los términos adyacentes. Para realizar la evaluación se recogen datos de 11 estaciones de la Red: Lo Campano, Alumbres, Basterreche, San Ginés, Etasa, Torreciega, Escombreras, la Asomada, Santa Ana, La Unión, La Aljorra. Con respecto al SO<sub>2</sub> y PST (partículas en suspensión totales), en los últimos años no se ha superado ninguno de los valores límites. El valor guía 40-60 µg/Nm<sup>3</sup>, media aritmética de los valores medios diarios registrados durante el año, establecido por la legislación actualmente vigente para el contaminante SO<sub>2</sub>, solamente se superó durante el periodo 96-97 (63 µg/Nm<sup>3</sup>). No obstante, este mismo parámetro descendió hasta alcanzar el valor de 27.3 µg/Nm<sup>3</sup> durante el 97-98, muy por debajo del rango de 40-60 µg/Nm<sup>3</sup>. Con respecto a las inmisiones de NO<sub>2</sub>, solo la estación de Basterreche sobrepasa el valor guía de 50 µg/Nm<sup>3</sup> para el percentil 50, con valores de 64.5, 81.2 y 69.7 µg/Nm<sup>3</sup> en los años 1996, 1997 y 1998, respectivamente. El valor límite de 200 µg/Nm<sup>3</sup> correspondiente al percentil 98, establecido por la legislación, se superó en esta misma estación, dando valores de 225 y 314 µg/Nm<sup>3</sup> en los años 1996 y 1997, respectivamente; así como el valor guía de 130 µg/Nm<sup>3</sup>, correspondiente al percentil 98, establecido por la legislación, dando el valor de 152 µg/Nm<sup>3</sup> en el año 1998. Sin embargo, los niveles de NO<sub>2</sub> de la estación de Basterreche, tienen un área representativa muy reducida, como lo demuestran los valores de la estación más próxima, San Ginés. El resto de las estaciones no han superado el valor límite, estando sus valores por debajo de los valores guía, tanto para el percentil 50, como respecto al percentil 98.

### 5.3.- Inventario ambiental del medio físico terrestre

- **Geología y geomorfología:** Los terrenos de la central térmica se sitúan en la denominada Zona Bética, (Ilustración 8). Estratigráficamente podemos distinguir dos unidades: El complejo Nevado-Filábride y el complejo Alpujárride. El primero pertenece a la vertiente costera de la Sierra de la Fausilla y al Este de la zona, en los terrenos situados al sur de La Unión. El segundo pertenece a las sierras que limitan el Valle de Escombreras. El Tercero se encuentra representado lejos del ámbito de estudio, al Sur de la Unión y en el Campo de Cartagena, así como afloramientos del Mioceno y Plioceno de origen volcánico que se sitúan al Norte de la zona de estudio, desde Cartagena hasta la Manga del Mar Menor. El resto de la zona, que comprende las zonas llanas del valle de Escombreras, pertenece al Cuaternario. La

superficie del Fangal pertenece a terrenos cuaternarios y rellenos antrópicos, apareciendo el sustrato rocoso a 5 y 33 m., correspondiéndose con calizas, brechas calcáreas, dolomías y filitas del Complejo Alpujarride. La litología de El Fangal se corresponde con:

- Nivel 1: Rellenos antrópicos, realizados con el motivo de ganar terreno al mar, la mayoría son materiales procedentes de la actividad minera de la zona. El tamaño de los cantos es muy variable, del orden de decímetros, llegándose incluso a bolos de gran tamaño en disposición caótica y apenas o nada compactada, de formas angulosas y subredondeadas. Su espesor oscila entre 1,8 y 7,2 metros.

- Nivel 2: Arenas y limos arenosos de fina granulometría, embebidos en agua, con abundantes conchas. Su espesor oscila entre 2,8 y 13,2 metros.

- Nivel 3: Arcillas rojas de consistencia media y alta y con una plasticidad, en ocasiones elevada. Su espesor oscila entre 1,5 y 8 metros.

- Nivel 4: Gravas arenosas de composición carbonatada y silícea, en matriz limoarcillosa de color rojizo. Su espesor oscila entre 0,7 y 20 metros.

- Nivel 5: El sustrato rocoso está formado por calizas, dolomías, brechas calcáreas y filitas, que pertenecen al complejo Alpujarride, se detectan a profundidades entre 5 y 33 metros. Geomorfológicamente, la zona de El Fangal se encuentra en la desembocadura de la rambla que constituye el drenaje de la depresión de las sierras litorales. En cuanto a la morfología costera, el litoral correspondiente a la ladera meridional de la sierra de la Fausilla tiene carácter de acantilado, mientras que en la situada entre la punta de Parales (dársena de Escombreras) y el puerto de Cartagena, las laderas de los cabezos y cerros que bordean esta zona dan lugar a la formación de calas costeras. Entre las formas costeras hay que señalar la isla de Escombreras, donde termina la alineación de la sierra de La Fausilla.

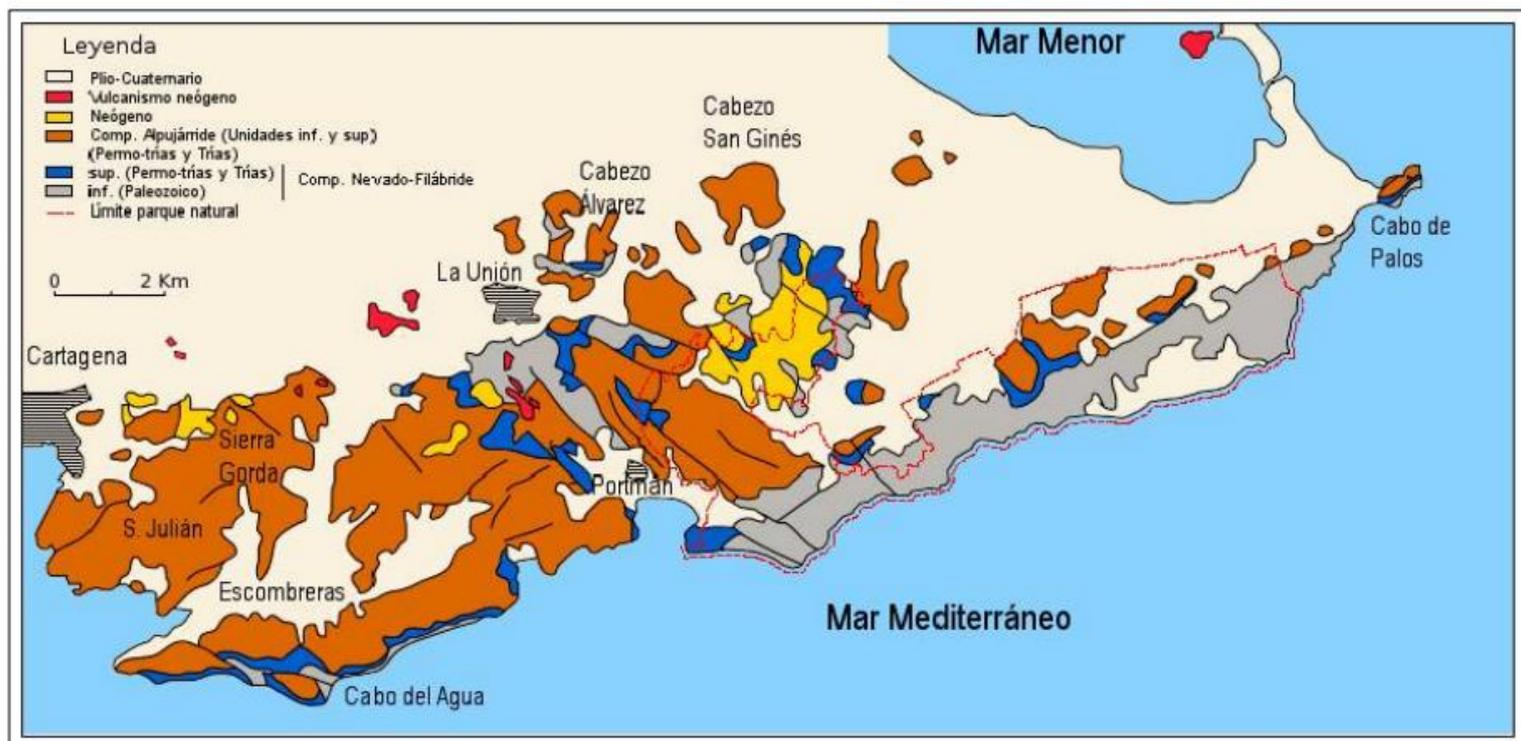


Ilustración 8. Síntesis Geológica de la Sierra de Cartagena. (MurciaNatural)

- Hidrogeología:** Los materiales que rellenan El Fangal forman un acuífero (Ilustración 9), en general, de elevada permeabilidad y transmisividad, no es muy extenso y tiene una clara influencia marina. Los ensayos reflejan una permeabilidad entre 24 y 76 m/día y la transmisividad entre 190 y 605 m<sup>2</sup> /día. Las cotas del nivel freático oscilan entre 0,5 y 1,88 metros, localizándose a 2,2 y 2,5 metros. El aporte se realiza por infiltración y escorrentía del agua de lluvia a través de las ramblas y pequeños barrancos. Desde el punto de vista regional, pertenecen a la Unidad Hidrogeológica del Bético de Murcia, constituido por dos tipos de materiales, los permeables constituidos por calizas y dolomias de los tramos superiores del Complejo Alpujarride, que presentan fenómenos de carstificación, así como los mármoles del tramo superior de la serie Filabride. El resto de los materiales son impermeables (filitas, micaesquistos, cuarcitas, etc.), que constituyen la base del acuífero. La calidad química de las aguas subterráneas es mediocre o mala y pertenecen al tipo de bicarbonatadas sódicas con alto contenido en cloruros.

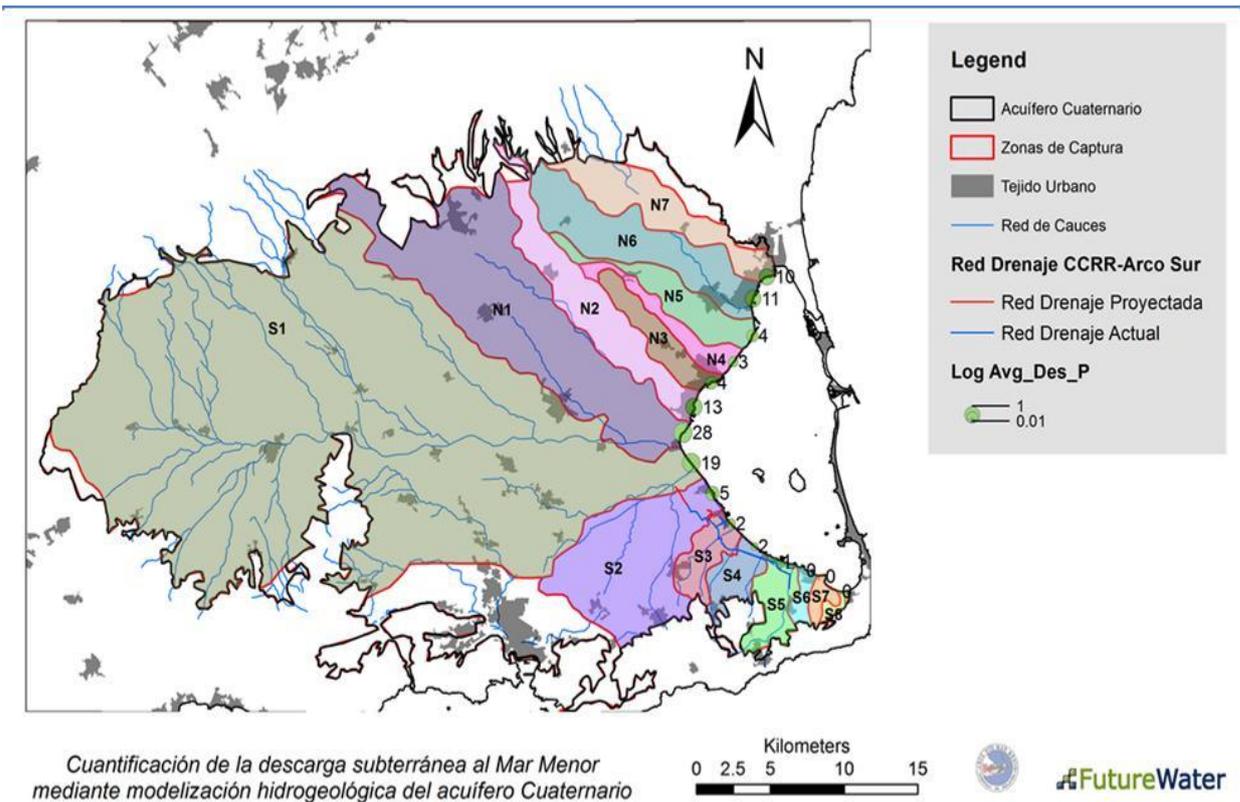


Ilustración 9. Hidrogeología del acuífero del cuaternario. (FutureWater)

- Hidrología:** La red hidrológica (Ilustración 10) está formada por un conjunto de ramblas y barrancos de corto recorrido, que desaguan rápidamente al mar. El régimen climatológico (con precipitaciones máximas en veinticuatro horas de 150 l/m<sup>2</sup>) el cual condiciona el funcionamiento de estas, que permanecen secas la mayor parte del año, excepto cuando llueve. La rambla principal es la de Escombreras o El Fangal, el barranco del Charco y el barranco de Escombreras desaguan directamente en la Rambla. La central se ubica en terrenos atravesados por dicha Rambla, que se encuentra canalizada.

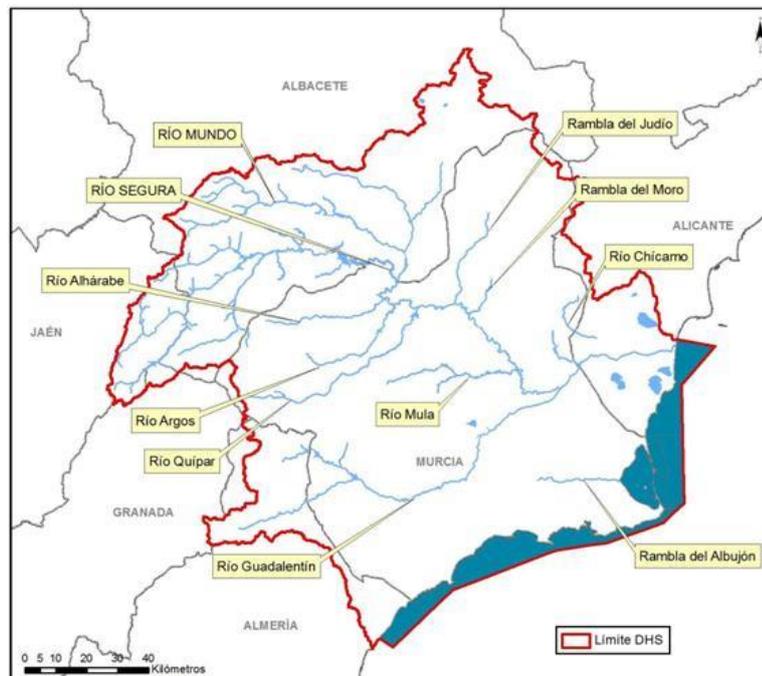


Ilustración 10. Red hidrológica de Murcia. (Confederación hidrográfica del Segura)

- **Edafología:** Se describe la tipología de los suelos según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura de la ilustración adjunta más abajo, basado en la USDA (Soil Taxonomy).

De acuerdo con esta clasificación, los suelos de zona se pueden clasificar en dos órdenes, Aridisoles y Entisoles, que son suelos poco evolucionados. Los terrenos donde se va a ubicar la central están constituidos por aportes de relleno, que no han evolucionado ni desarrollado horizontes edáficos, por lo que no se pueden considerar suelos edafológicos.

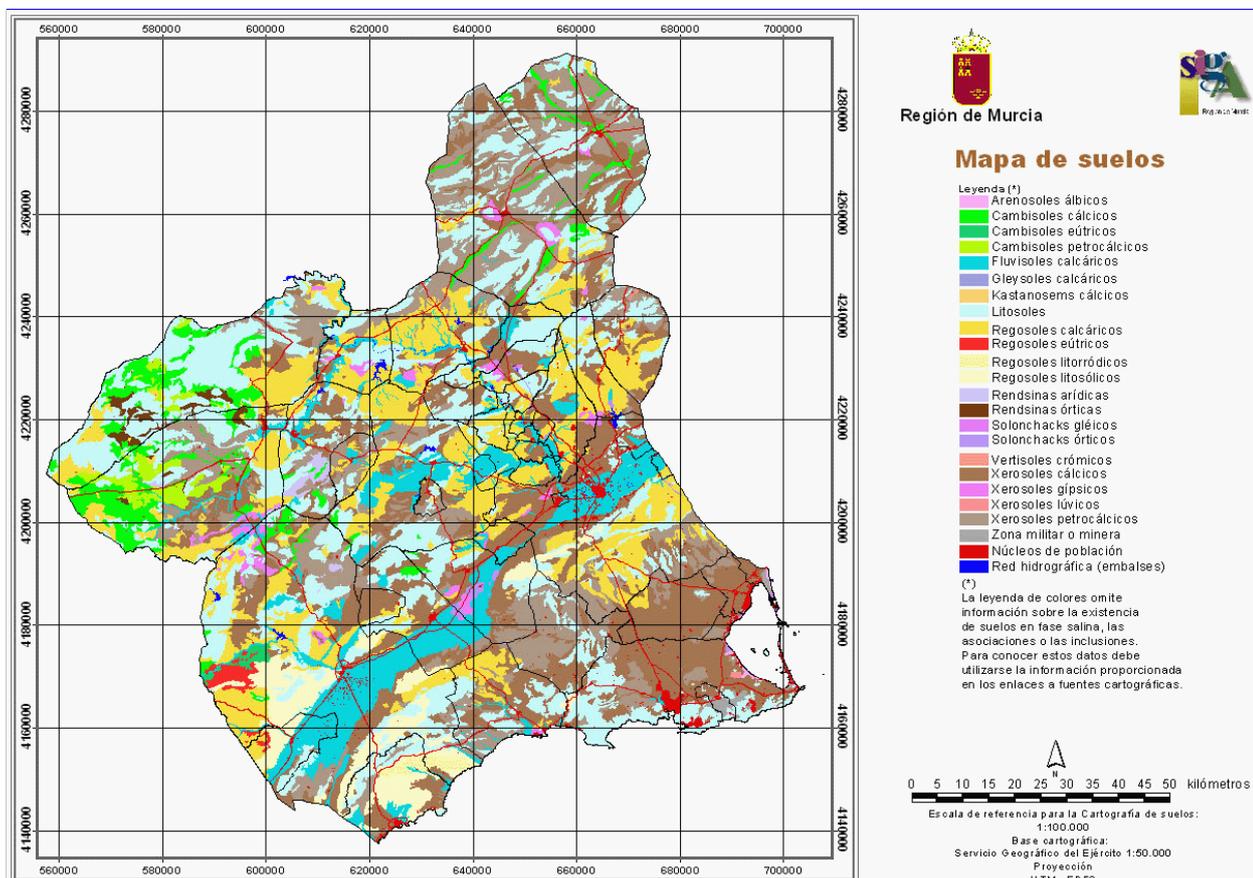


Ilustración 11. Mapa de suelos de la región de Murcia (Gifex)

- **Vegetación:** La zona de estudio pertenece a la región corológica Mediterránea, Subregión Mediterránea Occidental. Desde el punto de vista de series de vegetación, pertenece a la Serie termomediterránea murcianoalmeriense litoral semiárido del cornical (*Periploca angustifolia*). MaytenoPeriploceto angustifoliae sigmetum. El estudio distingue varias formaciones vegetales, que se incluyen cartografiadas en el Mapa de Vegetación que he incluido más abajo, distinguiendo cinco unidades:

- Unidad 1: Matorral. Las especies que predominan son térmicas del litoral, las cuales no soportan heladas como el cornical («*Periploca angustifolia*»), calicotome («*Callycotome infesta intermedia*») y arto («*Maytenus senegalensis*»). En algunas zonas se encuentran ejemplares del ciprés de Cartagena («*Tetraclinis articulata*»). Otras especies que aparecen son el palmito, bolina, beleño macho, chumbera, cambrón, etc.



*Ilustración 12. Cornical (Wikipedia, s.f.)*



*Ilustración 13. Calcotome (Wikipedia, s.f.)*

- Unidad 2: Vegetación de franja costera. Se presenta en las pendientes más acusadas, en afloramientos rocosos: Destacan el cornical, calcotome y arto junto a esparto y gamón. En la zona más influenciada por el mar aparecen la albaida, cebolla albarrama, oruga de mar y la estrella de mar.

- Unidad 3: Pinares. Se trata de pino carrasco («*Pinus halepensis*»), de pequeña extensión, localizados en las vaguadas de las laderas de umbría de la Sierra de la Fausilla, con un sotobosque de calcotome, palmito, tomillo, candileja, junto con ejemplares dispersos de algarrobo y acebuche.



*Ilustración 14. Pino Carrasco (Wikipedia, s.f.)*

- Unidad 4: Cultivos. Se trata de cultivos herbáceos y de frutales del valle de Escombreras y Campo de Cartagena.

- Unidad 5: Improductivo. Se trata de terrenos carentes de vegetación, como núcleos urbanos, zonas industriales y zonas ocupadas por explotaciones mineras. Los terrenos de la central se encuentran en este tipo de terrenos, carentes de vegetación. Algunas de las especies del ámbito de estudio (concretamente en la Sierra de la Fausilla) se encuentran recogidas en la Orden de 17 de febrero de 1985, sobre protección de especies de flora silvestre de la Región de Murcia. Se trata del palmito («*Chamaerops humilis*»), ciprés de Cartagena («*Tetraclinis articulata*»), chumberillo de lobo («*Caralluma Europaea*») y arto («*Maytenus*

senegalensis»), incluidas en el anexo I como «Especies de flora silvestre estrictamente protegida», y de acebuche («Olea europaea»), lentisco («Pistacia lentiscus»), enebro («Juniperus oxycedrus»), coscoja («Quercus coccifera»), espinos negro («Rhamnus lycioides»), cornical («Periploca angustifolia»), cambrón («Lycium intricatum») y beleño macho («Withania frutescens»), estas últimas catalogadas como «especies de flora silvestre protegidas».

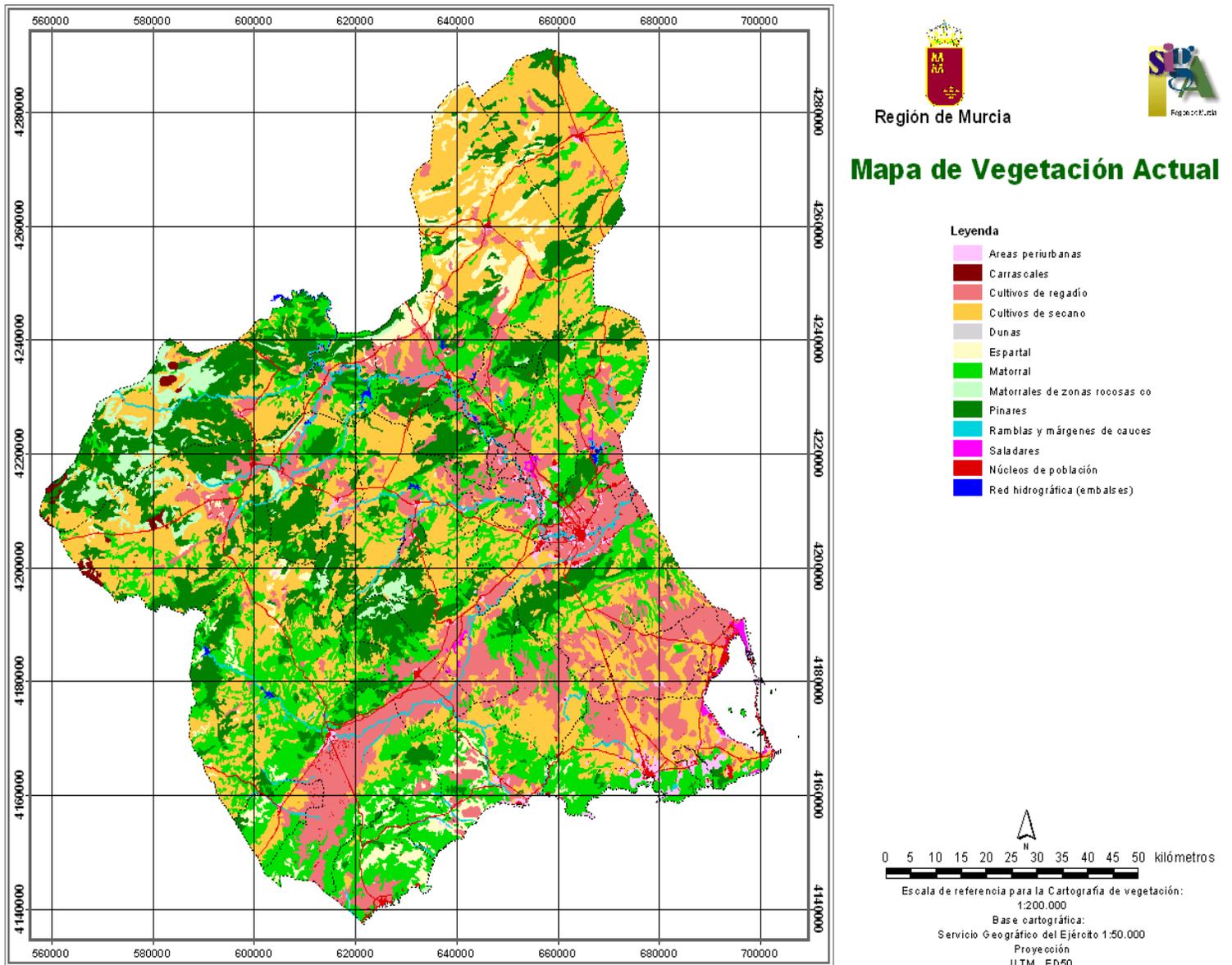


Ilustración 15. Mapa de Vegetación de la Región de Murcia. (Gifex)

- **Fauna:** En este estudio vamos a realizar una caracterización de la fauna por hábitats: Unidad de pinares, matorral, zona costera y zonas antrópicas.

- **Unidad 1: Pinar.** Está constituida por las repoblaciones y pinares naturalizados que existen en el área, compuestos por masas de pinos carrascos («*Pinus halepensis*»). Entre los vertebrados que frecuentan esta unidad se encuentran: La gineta, ratón de campo, paloma torcáz, tórtola común, etc. También se encuentran rapaces como el gavilán, cernícalo vulgar, lechuza común y autillo. Entre los reptiles, se encuentran la culebra de herradura, culebra lista meridional, culebra bastarda, culebrilla ciega, lagartija colirroja, lagartija colilarga, etc.



*Ilustración 16. Paloma torcaz (Wikipedia, s.f.)*



*Ilustración 17. Culebra de herradura (Wikipedia, s.f.)*

- **Unidad 2: Matorral.** Es la unidad más representativa del ámbito de estudio. Las especies típicas de esta unidad son entre los mamíferos, el zorro, gato montés y conejo. Entre las aves, abejaruco común, cogujada común, curruca cabecinegra, junto con rapaces como el águila perdicera, halcón peregrino, cernícalo vulgar, lechuza común, búho real y mochuelo común.



*Ilustración 18. Zorro (Wikipedia, s.f.)*



*Ilustración 19. Halcón peregrino (Wikipedia, s.f.)*

- Unidad 3: Zona costera. Esta unidad comprende la faja costera, siendo su característica estar formada en su gran mayoría por acantilados. Son escasas las especies de vertebrados terrestres que ocupan este hábitat de forma constante; otras acceden a él de forma esporádica. Entre las primeras se encuentran el vencejo pálido, paloma bravía, collaba negra, roquero solitario y lagartija ibérica. Entre las otras especies que visitan esta unidad esporádicamente destacan el halcón peregrino, avión roquero, colirrojo tizón y el cuervo.

- Unidad 4: Zonas antrópicas. Comprende todos aquellos hábitats caracterizados por una vegetación nula o dispersa. Las especies más representativas son, entre los mamíferos, el ratón casero. Entre las aves, el abejaruco común, cogujada común, bisbita común, alcaudón común. Entre los reptiles, la lagartija común, culebrilla ciega, lagartija ibérica, culebra de herradura, culebra lisa meridional y culebra bastarda. El estudio menciona, entre las especies incluidas en el Catálogo de especies amenazadas de la Región de Murcia como especie en peligro de extinción, solamente al águila perdicera («*Hieraaetus fasciatus*»), mientras el halcón peregrino («*Falco peregrinus*»), buho real («*Bubo bubo*»), cuervo («*Corvus corax*») y el gato montés («*Felix silvestris*») están catalogadas como especies de Interés Especial, estando todas

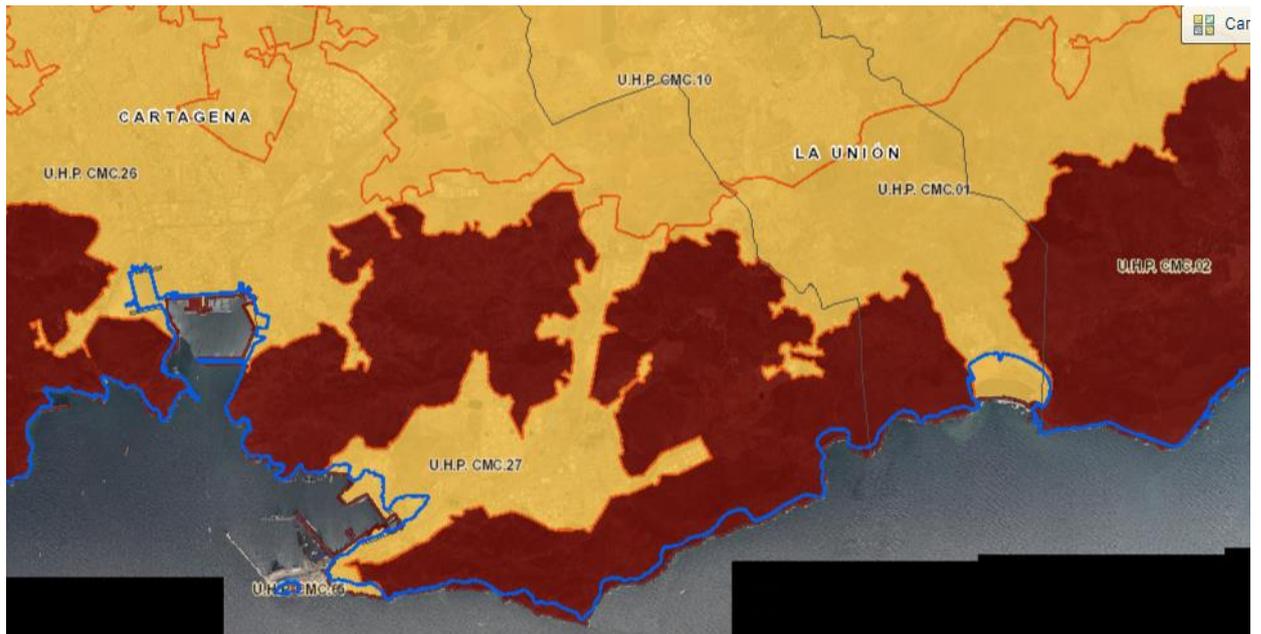
ellas asociadas a hábitats de matorral, si bien, el halcón peregrino puede esporádicamente anidar en el hábitat costero. Espacios naturales. —El único espacio natural protegido, por la Ley 4/1992, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia, que se encuentra en el ámbito de estudio, es el Islote de Escombreras, si bien el estudio señala que no es afectado directamente por obras o instalaciones. Este islote, incluido en el denominado Espacio Natural Protegido «Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo», está constituido por un conjunto de islas con costas rocosas de alto valor paisajístico y botánico, al presentar especies endémicas del género *Limonium*, así como matorrales termomediterráneos y pre-estepáricos de interés. También hay que destacar la presencia de aves como la pardela cenicienta y paiño común. Del resto de espacios protegidos, el más cercano, el Parque de Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila, queda a siete kilómetros; entre sus endemismos, destaca el pez denominado fartet («*Aphanius iberus*»). La Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia tiene inventariado, en el ámbito del estudio, 27 hábitats de interés comunitario, de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Estos hábitats han sido representados en cartografía a escala 1:75.000 (plano número 6. Patrimonio Natural). Los hábitats o unidades 12, 18, 19, 20 y 21 son los más próximos a la central; a continuación, se describen dichas unidades:

- Unidad 12: Se encuentra situada al sur de la central. El biotopo está caracterizado por matorrales y tomillares termófilos, principalmente semiáridos, prados calcáreos cársticos o basófilos del Alysso-Sedion, zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypoditea, vegetación casmófitica calcícola del Mediterráneo occidental, bosques de «*Tetraclinis articulata*».
- Unidad 18: Situada al norte de la central. El biotopo se caracteriza por prados calcáreos cársticos o basófilos del Alysso-Sedion albi, vegetación casmófitica calcícola del Mediterráneo occidental, roquedos silíceos con vegetación pionera del Sedo-Sclerantion o del Sedo-albi-Veronicion dillenii, sabinas albares («*Juniperus thurifera*») de España, Francia y Córcega.
- Unidad 19: Situada al Norte de la central. Constituida por bosques de «*Tetraclinis articulata*».
- Unidad 20: Situada al norte de la central. Constituida por bosques «*Tetraclinis articulata*».
- Unidad 21: Al noroeste de la central. Constituida por matorrales y tomillares termófilos, principalmente semiáridos, retamares y matorrales de genisteas, zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypoditea, bosques de «*Tetraclinis*

articulata». Ninguno de los hábitats relacionados anteriormente será afectado por las infraestructuras de la central.

- **Paisaje:** Distingue ocho unidades paisajísticas, encontrándose el proyecto en la denominada unidad 3: Terrenos llanos industriales del valle de Escombreras. El estudio valora esta unidad como las de menor calidad visual.

Adjunto imagen con las unidades paisajísticas de la zona:



*Ilustración 20. Unidades homogéneas de paisaje de Cartagena. (sitmurcia, s.f.)*

### 3.5.- Inventario ambiental medio marino

Para este estudio se han revisado los antecedentes documentales disponibles y se ha realizado una campaña para la toma de datos relacionados con la batimetría, estructura termohalina, dinámica marina, calidad del agua, calidad de sedimentos y comunidades naturales de un estudio que se hizo en 1999. Esta campaña de carácter puntual se ha realizado a finales del invierno de 1999. A continuación, detallo minuciosamente la metodología utilizada. Para definir la batimetría se han realizado 21 transectos perpendiculares a la costa con una separación entre líneas de 25 metros. El equipo utilizado para obtener la profundidad ha sido el ecosonda Raytheon 719D MK2. Para el posicionamiento se ha utilizado un equipo de Sistema Global de Posicionamiento Diferencial (DGPS) con una precisión de  $\pm 1$  metro. La base de datos obtenida en la campaña se procesa a través del programa de navegación Hypack. Los datos del ecosonda se han integrado con las correspondientes al sistema de posicionamiento, permitiendo de este modo obtener en tiempo real las coordenadas x, y, z (calado). Perfiles termohalinos: Se han realizado 30 perfiles tomados en los nodos de la red batimétrica y adicionalmente se han realizado otros seis más, obtenidos en las mismas estaciones muestreadas para la calidad de las aguas. La temperatura en superficie se sitúa en torno a los 14,4-14,5 o C, mientras que la temperatura de fondo, en torno a los 70 metros, es de 13,3 o C. En la mayoría de los casos la estructura vertical sigue los siguientes rasgos: Una capa superficial, con unos dos primeros metros a 14,4-14,5 o C, y prácticamente homogénea a una temperatura de 14,2-14,3 o C hasta llegar a los 15 metros. Una termoclina a 15 metros, de unos 5 metros, en la que se pierde en torno a 0,5 o C, es decir, con un gradiente de 0,1 o C por metro y que se intensificará por un factor de al menos 10 en pleno verano. Una capa profunda, a partir de 20 metros, bastante uniforme, a una temperatura inferior a 14,3 o C. No obstante, algunas en algunas estaciones prácticamente no hay termoclina, siendo la temperatura muy homogénea; esto ocurre en las estaciones más litorales y de menos profundidad, de modo que no existe espacio suficiente para que se estructuren diferencias significativas. El estudio señala que, en estas circunstancias, más al litoral, se favorece la dispersión del vertido térmico.

- **Dinámica marina:** En la zona aparece una dirección principal de flujo, con un movimiento medio hacia NE/E y con inversiones hacia el oeste, con una persistencia de dos o tres días. Para compensar la falta de información, durante la campaña de muestreo se llevó a cabo una toma de datos en continuo durante tres días con los siguientes resultados.

Tabla 8. Dirección y velocidad del flujo (BOE, 2000)

	Dirección – Grados magnéticos	Velocidad – cm/sg
Máximo .....	357,65	30,16
Mínimo .....	1,35	1,10
Media .....	–	8,88

- Régimen de oleaje:** De la mayoría de las observaciones, casi un 60 por 100 del total corresponden a mar en calma o a lo sumo marejadilla. Los oleajes de mayor intensidad se producen en invierno y primavera.
- Régimen de mareas:** Las mareas del Mediterráneo son de pequeña entidad. La oscilación detectada es de unos 20 cm., con dos máximos y dos mínimos diarios.
- Calidad de las aguas:** Se han tomado muestras de agua en seis estaciones, en cada una de ellas a distinta profundidad; se ha muestreado temperatura, salinidad, pH, amonio, DBO, fosfatos, materias en suspensión, nitratos, nitritos, oxígeno, turbidez, clorofila y penetración de luz mediante disco de Secchi. La salinidad del Mediterráneo es superior 37 ‰. En la zona más superficial del área de estudio son frecuentes salinidades entre 37 y 37,5 ‰. Respecto al oxígeno disuelto, oscila entre 6-7 mg/l, mínimos en invierno, y 8-9 mg/l, máximo invernal. Su concentración con la profundidad siempre es cercana a la saturación. En relación con la DBO5 o demanda bioquímica de oxígeno, este parámetro está por debajo del límite de detección analítico, lo que quiere decir que esta zona está exenta de contaminación orgánica, como se deduce así mismo del nivel de oxígeno disuelto próximo a la saturación. Penetración de la luz. La pérdida de visión mediante «Disco de Secchi» oscila entre los 15 y 20 metros, con valores extremos entre 10 y 30 metros, y calculada sobre fondos de 50 metros. Esto supone que las profundidades a las que alcanza el 1 por 100 de la luz incidente se sitúan entre los 30 y 90 metros, según el caso. Se trata, por tanto, de aguas muy transparentes. En general el mar Mediterráneo es un mar oligotrófico, con una escasa concentración de fosfatos, nitritos y nitratos. Esta baja concentración en nutrientes explica la relativamente escasa productividad biológica de las aguas.
- Calidad de los sedimentos:** Se ha realizado una analítica de los sedimentos del fondo marino: Granulométrico, de TOC, Potencial redox (Eh) y metales pesados. Los resultados de la analítica son una elevada heterogeneidad granulométrica, donde predominan claramente los materiales gruesos, con un diámetro medio que en general supera los 4,76 milímetros y que determina la estructura y tipología de las comunidades bentónicas presentes en la zona. El potencial redox es positivo en toda la zona muestreada, con la excepción de una estación, que coincide con la granulometría más fina y con la de mayor contenido de materia orgánica. En

general, los sedimentos superficiales de la zona presentan un buen nivel de oxigenación, con escasa materia orgánica, lo que confirma la ausencia de contaminación orgánica. En relación con el contenido en metales pesados de los sedimentos, es de destacar el plomo, con contenidos que varían entre 37,77 y 240 mg/kg, oscilando en el caso de la dársena de Escombreras entre 60 y 2.000 mg/kg. Sin duda, el grado de contaminación por metales pesados se debe a la actividad minera e industrial de la zona.

- **Comunidades bentónicas:** La caracterización e inventario del hábitat marino se ha realizado mediante observación «de visu» y grabación de vídeo. Se han identificado cuatro comunidades distintas: Comunidad de posidonia, Comunidad de arena libre sin cobertura vegetal, Comunidad detrítico costero (maërl) y Comunidad de sustrato duro. En base al estudio de estos datos se presenta un plano con la cartografía bionómica. Predominando las comunidades de detrítico costero (75 por 100 de la superficie) que ocupan los fondos más someros. Las comunidades de arena ocupan fondos a partir de una batimetría de — 30 metros.

- **Comunidad de posidonia (Posidonia oceánica):** Esta comunidad está escasamente representada en el área, ya que únicamente se han localizado algunos ejemplares aislados.

- **Comunidad de arena libre sin cobertura vegetal:** Esta comunidad se caracteriza por la ausencia de fanerógamas y la escasa presencia de macroalgas. La macrofauna bentónica asociada presenta un valor medio en cuanto a riqueza específica de 30 especies, predominando los poliquetos (62 por 100 de individuos) y la especie más abundante es la *Exogone haldina*. La diversidad faunística alcanza un valor medio de 3 y la densidad media es de 1.250 individuos/m<sup>2</sup>.

- **Comunidad de detrítico costero (maërl):** Se distribuye desde los 10-15 metros hasta los 40 metros y sustituye a otras comunidades de arena medias o gruesas. Estos fondos acostumbran a estar dominados por algas carbonatadas arbusculares o laminares de vida libre, pertenecientes a las familias de *Corallinaceae* y *Pesyssonelliaceae*. Las *Corallinaceae* se desarrollan en el fondo blando con formas arbusculares que utilizan pequeños fragmentos duros para fijarse.

- **Comunidad de sustrato duro:** La comunidad intermareal se caracteriza por la presencia de individuos con capacidad para soportar la emersión. Abunda el cirrípedo «*Chathamalus depressus*», junto con el molusco «*Patella rustica*». La componente vegetal está representada por la rodófica «*Corallina mediterranea*» y «*Lithopylum sepositus*». En la comunidad submareal superior, que ocupa hasta el límite de la profundidad activa, predominan las algas fotófilas como «*Derbesia tenuissima*» y «*Halopteris filicina*». La

componente animal se encuentra representada por «*Chatamallus depressus*», «*Crassostrea angulata*» y «*Cerethium vulgatum*». En la comunidad submareal inferior, donde predominan las algas calcáreas, los componentes animales son más abundantes y diversos, predominan «*Hymediacidon sanguinea*», «*Spirographis spallanzani*» y «*Echinaster seopositus*».

- **Espacios naturales de interés en el medio marino:** El único hábitat marino que la Directiva europea sobre hábitats califica como hábitat prioritario para su conservación son las Praderas de «*Posidonia oceánica*», cuya presencia no ha sido detectada en el área de investigación, a excepción de algunos ejemplares aislados, que en modo alguno forman praderas. Las comunidades de fondo detrítico costero presentan dos especies de algas coralináceas que han de ser objeto de protección, de acuerdo con el anexo V de la Directiva 92/43/CEE, especies de interés comunitario cuya recolección y explotación puede ser objeto de medidas de gestión, «*Lithothamnium coralloides*» y «*Phymatholithon calcareum*».

## **5.6.- Inventario ambiental del medio socioeconómico, territorial y cultural**

Para desarrollar este inventario se analizan los distintos aspectos socioeconómicos en el entorno de la C. T. del Fangal, considerando los municipios de Cartagena y La Unión, que conforman el Campo de Cartagena.

En términos de empleo destaca la importancia de la agricultura, por su alta generación de empleo (Ilustración 21 e Ilustración 22). Analizando los contratos de trabajo en función del sector de actividad económica de los municipios que engloban el Campo de Cartagena, según los datos de 2016 del Centro de Estadística de Murcia (CREM), el sector agrícola y pesquero alcanza el 62% de los contratos, frente al 32% del sector servicios, siendo el 6% restante destinado a la industria y construcción. Siendo por tanto estos dos primeros sectores: por un lado, la agricultura por la gran extensión destinada a este sector y por otro el sector servicios por la importancia del turismo en la zona, los más destacados en la comarca del Campo de Cartagena. Los sectores industrial y construcción son por tanto poco significativos.

Municipios Campo de Cartagena	Total	Agricultura y pesca	Industria	Construcción	Servicios
CARTAGENA	163.191	86.505	5.940	6.620	64.126
TORRE-PACHECO	83.929	74.175	667	1.312	7.775
SAN PEDRO DEL PINATAR	10.671	1.259	412	659	8.341
SAN JAVIER	33.430	21.845	358	559	10.668
LA UNIÓN	4.988	482	787	507	3.212
LOS ALCÁZARES	11.178	4.721	218	206	6.033
FUENTE ÁLAMO	10.760	8.225	613	227	1.695
	TOTAL %	62	3	3	32

Ilustración 21. Contratos de trabajo registrados según actividad económica. (CREM, 2016)

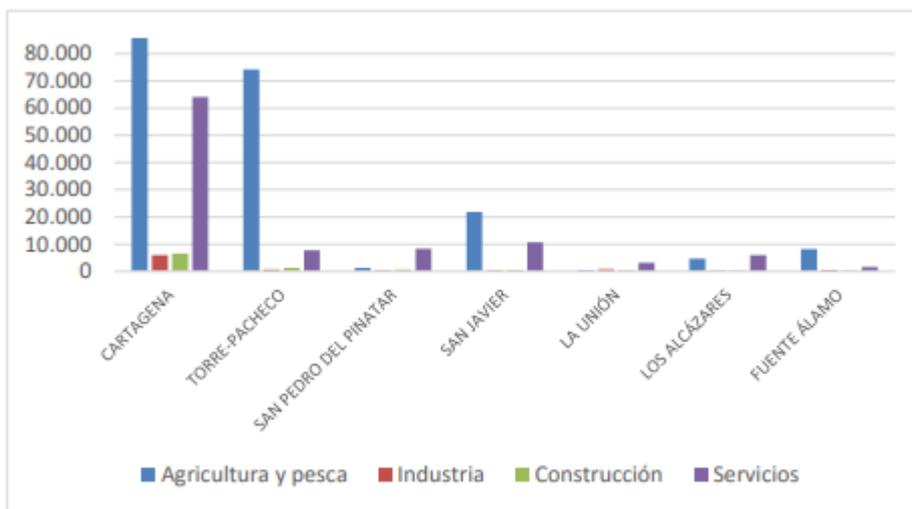


Ilustración 22. Contratos de trabajo registrados según sector de actividad económica. (CREM, 2016)

En el municipio de Cartagena se han registrado en el sector agrícola y pesquero alrededor del 53% de los contratos, mientras que el sector servicios representa el 39%. En Torre Pacheco el porcentaje destinado al sector agrícola y pesquero es aún mayor (88%) del total de los contratos del municipio. Le siguen Fuente Álamo y San Javier, con un 76% y 65% respectivamente, de contratos relacionados con el sector agrícola; aunque San Javier también presenta un porcentaje considerable destinado al sector servicios (32%). Por otro lado, aquellos municipios que presentan una mayor cantidad de contratos en el sector servicios respecto a otros sectores son San Pedro del Pinatar, La Unión y Los Alcázares.

La actividad ganadera tiene importancia en las zonas rurales como Fuente Álamo y Torre Pacheco. El ovino en régimen semiextensivo aporta el mayor número de cabezas, siendo el porcino la especie ganadera predominante, con diferencia sobre el resto, y con instalaciones tanto para el engorde como para la cría. El pastoreo de ovino y caprino aprovecha

fundamentalmente los restos de cosecha. La apicultura es una actividad tradicional que se desarrolla en todo el campo de Cartagena. En la actualidad se practica sobre cultivos de cítricos y melones. En la mayor parte de los casos se trata de apicultores de la zona que mantienen un grupo reducido de colmenas de manera estable como complemento a la renta familiar. Esta actividad destaca por su interés sociocultural y por la compatibilidad con la conservación de los valores de este espacio turismo. Respecto al sector secundario, se extiende principalmente por los municipios de Cartagena, La Unión, Torre Pacheco, San Javier y San Pedro del Pinatar, donde se concentra la industria petroquímica, metalúrgica, química de base, y producción y embotellado de butano y otros gases.

Por último, cabe destacar el turismo, dentro del sector terciario. Este sector de actividad se ha convertido en el principal motor de las actividades económicas del litoral de la Región de Murcia. La distribución de alojamientos turísticos por los municipios y zonas de la Región refleja una concentración mucho mayor en el litoral.

A continuación, estudiamos la población de Cartagena (Ilustración 23) con datos encontrados en el INE hasta 2018, donde vemos cómo va aumentando considerablemente la población hasta 2011, para disminuir muy poco en 2018.

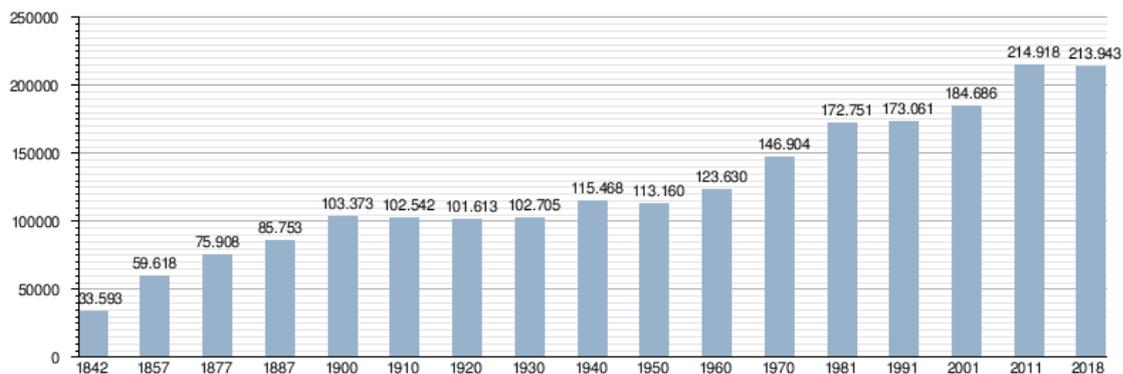


Ilustración 23. Evolución demográfica de Cartagena (INE)

En cuanto al mercado de trabajo de Cartagena (Ilustración 24), cabe destacar que en los sectores donde hay más población trabajando son en la hostelería, actividades administrativas, servicios auxiliares y en el comercio al por mayor y al por menor. Los sectores más desfavorecidos son las industrias extractivas, las actividades inmobiliarias y las actividades de gestión de saneamiento y suministro de agua.

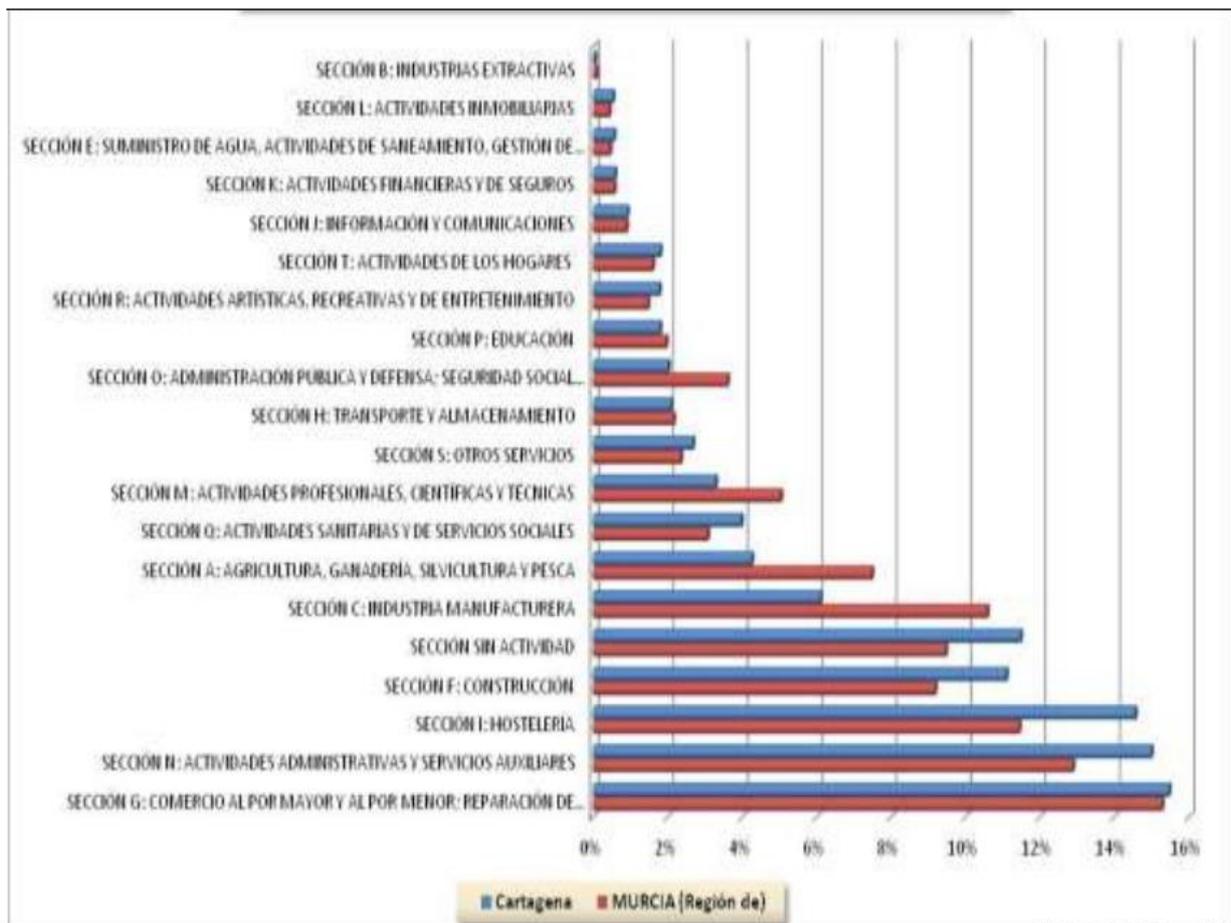


Ilustración 24. Mercado de trabajo de Cartagena (ADLE. Agencia de desarrollo local y empleo)

Por otro lado, según el Servicio de Patrimonio y Educación de la Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad de Murcia, hay inventariados dos yacimientos arqueológicos terrestres en el entorno de la Central: Cueva de los Parales y Escombreras, estando este último bajo la Central actual, y compuesto por un poblado y una necrópolis, desconociéndose con precisión su auténtica extensión. Además, hay inventariados tres yacimientos arqueológicos marinos en la bahía de Escombreras e isla de Escombreras: El Capitán (barco del siglo II a. C.), Escombreras (barco del siglo I a.C.) y Fondeadero de Escombreras (en la ladera de la Isla de Escombreras), además de grandes bienes de interés cultural, sólo puede verse afectado el Complejo Defensivo de Aguilones, constituido por dos baterías de cañones.

## 6.- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En este apartado vamos a identificar y describir los impactos que se pueden producir en la central térmica del Fangal, tanto en la construcción de la central, como en su funcionamiento, valorando también otros impactos como el ruido, el medio socioeconómico, el paisaje, y los impactos producidos por la línea eléctrica y el gasoducto, para realizar la matriz de identificación de impactos (tabla 9 y 10) y para posteriormente realizar también la evaluación de forma cuantitativa de los impactos más representativos.

Describiremos los impactos con los siguientes términos; la legislación indica también cómo distinguirlos. En el Anexo 1: Conceptos técnicos del Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre, se define:

**Impacto ambiental Compatible:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.

**Impacto ambiental Moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales requiere cierto tiempo.

**Impacto ambiental Severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

**Impacto ambiental Crítico:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras

**Impacto ambiental no significativo:** Aquel que no afecta a la alteración del carácter permanente o de larga duración de un valor natural.

## 6.1.- Matriz de identificación de impactos

El modelo de la matriz de aspectos e impactos ambientales es un mecanismo que facilita la identificación de los diferentes aspectos ambientales generados por proceso productivo o servicio y sus respectivos impactos. Dicha herramienta, permite de una manera sencilla, identificar y valorar la significancia total de cada uno de los aspectos ambientales implicados. Lo anterior, iniciando con una identificación de cada uno de los aspectos e impactos para cada actividad del proceso, acompañado de una pequeña descripción.

A continuación, vamos a desarrollar las matrices de identificación de impactos para la fase de construcción y funcionamiento.

Las fuentes de impacto ambiental consideradas para el presente Estudio de Impacto Ambiental son las siguientes:

### **Fase de construcción:**

- Movimiento de tierras
- Movimiento de maquinaria
- Ocupación del espacio por la planta de cogeneración
- Pistas y accesos
- Ocupación del espacio por materiales de obra
- El canal de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración en el tramo terrestre
- La conducción de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración en el tramo marino

### **Fase de funcionamiento:**

- Funcionamiento de la Instalación
- El canal de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración en el tramo terrestre
- La conducción de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración en el tramo marino
- La línea eléctrica

### 6.1.1.- Fase de construcción

Tabla 9. Matriz de identificación de impactos en la fase de construcción. Elaboración propia.

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	Movimiento de tierras	Movimiento de maquinaria	Ocupación del espacio por la planta de cogeneración	Pistas y accesos	Ocupación del espacio por materiales de obra	Canal de toma y vertido de agua en el tramo terrestre	Conducción de toma y vertido de agua en el tramo	
Clima	Alteración del clima								C
Geomorfología	Inestabilidad del terreno / alteración de las formas del terreno								C
Geología	Alteración de rasgos geológicos de interés								C
Hidrología superficial	Disminución de la calidad de las aguas								M
Hidrología subterránea	Disminución de la calidad de las aguas								M
Edafología	Ocupación y pérdida irreversible de suelo								M
	Contaminación y pérdida de capacidad productiva								M
Vegetación	Pérdida/afección a la cubierta vegetal								C
Fauna	Destrucción directa de la fauna edáfica								C
	Destrucción y pérdida de calidad de hábitats para la fauna								C
Paisaje	Alteración de la calidad paisajística								C
Ruido	Incremento de los niveles sonoros								C
Calidad del aire	Aumento de niveles de inmisión de partículas (polvo)								C
	Aumento inmisión de gases								C
Elementos del patrimonio	Afección a elementos del patrimonio cultural								
Espacios de interés natural	Afección a elementos de interés natural								
Planeamiento urbanístico	Afección a las normas de planeamiento urbanístico								
Sistema demográfico	Número de población activa ocupada								

### 6.1.2.- Fase de funcionamiento

Tabla 10. Matriz de identificación de impactos en la fase de funcionamiento. Elaboración propia

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS	Funcionamiento de la instalación	Canal de toma y vertido de agua en el tramo terrestre	Conducción de toma y vertido de agua en el tramo	La línea eléctrica	
Clima	Alteración del clima					C
Geomorfología	Inestabilidad del terreno / alteración de las formas del terreno					
Geología	Alteración de rasgos geológicos de interés					
Hidrología superficial	Disminución de la calidad de las aguas					C
Hidrología subterránea	Disminución de la calidad de las aguas					C
Edafología	Ocupación y pérdida irreversible de suelo y contaminación y pérdida de capacidad productiva					C
Vegetación	Pérdida/afección a la cubierta vegetal					
Fauna	Destrucción directa de la fauna edáfica y destrucción y pérdida de calidad de hábitats para la fauna					C
Paisaje	Alteración de la calidad paisajística					C
Ruido	Incremento de los niveles sonoros					C
Calidad del aire	Aumento de niveles de inmisión de partículas (polvo) y aumento de niveles de inmisión de gases					C
Elementos del patrimonio	Afección a elementos del patrimonio cultural					
Espacios de interés natural	Afección a elementos de interés natural					
Planeamiento urbanístico	Afección a las normas de planeamiento urbanístico					
Sistema demográfico	Número de población activa ocupada					

- La letra **C** quiere decir compatible.

-La letra **M**, moderado.

- El color **rojo** en los recuadros quiere decir que existe una afección negativa para el medio.

- El color **verde**, afección positiva.

- y el color blanco, que no es significativo.

## 6.2.- Impactos producidos

En este apartado vamos a describir algunos de los impactos más representativos de la Matriz de impactos que acabamos de realizar en el punto anterior y valorándolos de forma cualitativa en compatibles, moderados, severos, críticos o no significativos.

### 6.2.1.- Durante la construcción de la central

Los impactos que se produzcan durante la construcción de la central serán **compatibles**, el impacto debido al **cambio de la contaminación de suelo** se valora como **compatible** al aplicar los sistemas de protección habituales en los proyectos de construcción.

**El riesgo de erosión** no es muy importante por ser el área afectada de dimensiones reducidas y con un alto grado de antropización, generando un impacto **compatible**.

Las actividades realizadas por **maquinaria de obras y movimiento de tierra** provocarán la emisión de partículas en suspensión y contaminantes atmosféricos, generando un impacto considerado **compatible** con las medidas protectoras y correctoras propuestas, tales como riego de caminos y zonas de obra. En cuanto al **aumento de los niveles sonoros** por las labores de obra civil, trabajos mecánicos y eléctricos y transporte de materiales y equipos, se considera que quedará relativamente enmascarado por la intensa actividad que soporta la zona, y la escasez de la población estable que pudiera ser afectada, luego el impacto es **compatible**.

El impacto debido a la **alteración del relieve y a la pérdida de suelo**, será considerado **compatible** ya que en la zona donde se van a instalar los grupos hará que sea necesarios desmontes de pequeña magnitud para allanar el área, no siendo necesaria la apertura de nuevas carreteras, y teniendo en cuenta la gran degradación del suelo. El impacto **hábitat** se considera **compatible**, al igual que el impacto sobre la **dinámica litoral**, ya que la obra se realiza lejos de cualquier playa y se restituirán los posibles daños que se puedan causar al dominio marítimo-terrestre.

En cuanto a los impactos sobre **el medio socioeconómico**, se considera como **compatible** el debido al incremento del tráfico, ya que, aunque se genere más tráfico, este podrá ser absorbido debido al desarrollo de las comunicaciones en esta zona. Se genera un impacto positivo y de alta magnitud debido a la dinamización económica de la zona. Sobre los

**yacimientos arqueológicos y los Bienes de Interés cultural** existentes en la zona se producen impactos **compatibles**, teniendo en cuenta las medidas protectoras propuestas, entre las que cabe destacar el aviso a las autoridades competentes en el caso de aparecer restos de interés.

Se consideran **no significativos** los riesgos debidos a la **compactación del suelo**, al generado sobre las **aguas subterráneas, eliminación y degradación de la vegetación, eliminación de ejemplares de invertebrados edáficos y micromamíferos**, sobre las comunidades biológicas marinas, **afecciones a la población**, sobre las infraestructuras de la zona, sobre zonas protegidas o de interés natural y debidos a los riesgos ocasionales (inundaciones, etc.).

- **Impactos producidos por el canal de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración. Tramo terrestre:** Se realizará un túnel de algo más de 600 metros a lo largo de la montaña, modificando mínimamente el relieve, generando por tanto un impacto considerado como **compatible**. El material extraído se empleará en la construcción de la estructura de defensa a la salida del canal de vertido, gestionando el sobrante según la normativa legal, por lo que el impacto de contaminación del suelo será también **compatible**.

El aumento de polvo podrá ser minimizado con medidas correctoras similares a las adoptadas durante la construcción de la central.

- **Impactos producidos por la conducción de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración. Tramo marino:** Los principales impactos serán la **afección a la vegetación y fauna bentónica** existentes en la zona de obras; **la afección a la calidad de las aguas** por aumento de la turbidez y removilización de metales pesados de los sedimentos marinos y sus efectos sobre la vegetación y fauna del entorno; el depósito de los materiales procedentes del dragado; la interferencia con los usos de ocio y pesqueros, y la posible **afección a los yacimientos arqueológicos**. En los impactos sobre la vegetación y las comunidades bentónicas la ocupación de superficie por los difusores de toma y vertido son de 600 m<sup>2</sup> cada uno, asentándose los primeros sobre comunidades de sustrato duro y los segundos sobre comunidades de detrítico costero. Se trata de superficies muy reducidas en relación al área total ocupada por las comunidades bentónicas; ninguna de las especies de macrofauna tiene la condición de protegida, estando además ampliamente representadas en el tramo de litoral murciano; por otra parte, de acuerdo con el estudio del medio marino, no existen praderas de fanerógamas («Posidonia oceánica») ni ningún otro tipo de hábitat o especie de las que figuran en la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora

silvestres. El impacto sobre la **vegetación y las comunidades bentónicas** se considera **moderado**. El impacto sobre **las comunidades pelágicas** se considera **no significativo**. El impacto sobre la **actividad pesquera** se considera asimismo **no significativo**, dado su ámbito reducido y de poco interés desde el punto de vista pesquero. No existe ningún yacimiento arqueológico documentado en la zona. Por otra parte, el volumen de material excavado será de 4.000 m<sup>3</sup>. De acuerdo con la instrucción del CEDEX para **caracterización de los materiales de dragado** procedentes de puertos, presenta una contaminación moderada y ninguna concentración media supera el nivel de Acción I, por lo que se pueden verter libremente al mar. Por lo tanto, el impacto se considera **compatible**. El impacto más relevante en esta fase puede ser **la alteración de la calidad de las aguas** por el aumento de materiales finos en suspensión por las obras y aumento de la turbidez, incremento del grado de eutrofia e incremento de los contaminantes orgánicos y de metales pesados acumulados en los sedimentos. Se ha evaluado el incremento de la turbidez del agua a causa de resuspensión de finos durante el dragado. El caso más desfavorable viene representado por el hecho de que los materiales estuvieran formados por finos y que estas partículas se mantuvieran independientes. En estas condiciones se estima que la velocidad media de sedimentación, según la ley de Stokes, será de 0,3 cm/s, por lo que los tiempos de recuperación de los valores de turbidez serán inferiores a media hora en la zona de los difusores de vertido y de tres-cuatro horas en la de toma. También se ha evaluado el incremento del grado de eutrofia; los materiales dragados presentan una concentración de materia orgánica inferior a 1 por 100 y se trata de materia orgánica absorbida a partículas de limo y arcilla, por lo que sedimentará en menos de tres-cuatro horas. Asimismo, la removilización de metales pesados de los sedimentos queda condicionada por el hecho de que las condiciones aeróbicas son favorables a su inmovilización. En todo caso, al estar asociadas a la materia orgánica y a su vez a partículas minerales, quedan sometidos al proceso general de sedimentación. En consecuencia, el impacto se considera **moderado**. Para minimizar este impacto, el estudio propone como medida correctora que todas las operaciones que supongan movilidad de sedimentos y materiales deberán realizarse en el interior de un recinto, creado con geomembrana, que evite la dispersión de partículas en el medio marino.

#### 6.2.2.- Durante el funcionamiento de la central

- **Impacto de la central sobre el medio atmosférico durante su funcionamiento:** Este constituye el impacto característico más significativo de este tipo de instalaciones. Los parámetros de funcionamiento de cada turbina son los siguientes:

- Poder calorífico inferior: 45.836 kJ/Kg.
- Consumo de combustible: 54.900 m<sup>3</sup> /hora.
- Caudal de gases de salida: 728 m<sup>3</sup> /s.
- Temperatura de salida: 92 o C.
- Humedad de gases: 7,37 por 100.
- Contenido de oxígeno: 12,52 por 100.

No existe actualmente legislación específica que regule las emisiones de este tipo de centrales. De hecho, la Directiva 88/609/CEE, de 24 de noviembre de 1988, sobre limitaciones de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y el Real Decreto 646/1991, que la traspone, excluyen expresamente las turbinas de gas, sea cual fuere el combustible utilizado. Si bien existe una propuesta para modificar la citada Directiva 88/609/CEE, que establece para las turbinas de gas los siguientes límites de emisión de NO<sub>x</sub>: 75 mg/Nm<sup>3</sup>, utilizando gas natural como combustible y para turbinas de gas utilizadas en un sistema de producción combinado de calor y electricidad. Este valor es respetado por la turbina propuesta. El estudio considera que, teniendo en cuenta las emisiones esperadas de los diferentes contaminantes, únicamente los óxidos de nitrógeno pueden tener alguna incidencia significativa, por lo que se evalúa el impacto de estas emisiones sobre la atmósfera. El modelo utilizado para evaluar el impacto de las inmisiones de NO<sub>x</sub> sobre la calidad del aire es el denominado Industrial Source Complex Short Term Versión 3 (ISCST 3) de la E.P.A (Environmental Protection Agency de U.S.A). El modelo se aplica a varios supuestos en los que se incluye, a indicación del MIMAM y de las respuestas de la fase de consultas previas, la emisión de gases de dos grupos de 400 Megawatios solicitados por Iberdrola en la misma zona. Se han utilizado los datos de la matriz de estabilidad atmosférica, actualizada y corregida, de la matriz de estabilidad obtenida en los años 1983-1984 por la Empresa Nacional Adaro, en el propio valle de Escombreras. El modelo calcula el incremento de los niveles de concentración máxima horaria, media anual y la correspondiente al percentil 99,8 de NO<sub>2</sub>, representando los datos de forma cartográfica mediante isolíneas. Ante la ausencia de cuantificación del nivel de emisión de NO<sub>2</sub>, ya que sólo se dispone de la emisión de óxidos de nitrógeno totales, y teniendo en cuenta que la legislación vigente sólo establece valores guía y valores límite para el dióxido de nitrógeno el estudio calcula la relación existente NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> para calcular las inmisiones reales y compararlas con los valores de la calidad del aire vigentes. Esta relación se ha obtenido a partir del análisis de todos los datos proporcionados por las estaciones de medición del Ayuntamiento de Cartagena para el año 1998, cuyo resultado es de 0.44. Por tanto, se considera una emisión de

NO<sub>2</sub> de 45,24 g/s; caudal de gases 2.184,24 m<sup>3</sup> /s; temperatura 365 K; velocidad de salida 25 m/s; altura de la chimenea 120 metros; diámetro de la coronación de 10,55 metros; cota del terreno 4 m.s.n.m para la central de AES. Para la central de Iberdrola se consideran los siguientes datos: altura de chimenea de 100 metros; diámetro de coronación de 8,61 metros; emisión de NO<sub>2</sub> de 30,61 g/s; caudal de gases 1.456,16 m<sup>3</sup> /s; temperatura 365 K; velocidad de salida 25 m/s; cota de terreno 25 m.s.n.m. Los resultados de la inmisión se han comparado con los de la Directiva 1999/30/CEE, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente. Los niveles de inmisión se han comparado con niveles de la Directiva más restrictivos, que son los que entrarían en vigor en el año 2010. Los resultados se presentan en cartografía, a escala 1:75.000, mediante isolíneas de calidad ambiental de valores de concentración máxima horaria, percentil 99,8 de valores horarios y valores medios anuales de NO<sub>2</sub>, cada uno de ellos para dos supuestos: Una chimenea de AES de 120 metros y para dos chimeneas (una de AES de 120 y otra de Iberdrola de 100 metros); los resultados que se exponen a continuación son aquellos que se pueden considerar como la situación más desfavorable, al calcular las inmisiones para el conjunto de las dos chimeneas (AES e Iberdrola), obteniéndose los siguientes resultados: El valor máximo horario más alto es de 234 µg/m<sup>3</sup> , localizado al norte de la central y es debido a la proximidad a la misma; sin embargo este valor es de poca cobertura espacial; los valores más representativos de concentración máxima horaria son menores de 10 µg/m<sup>3</sup> . El percentil 99,8 (que se corresponde con aquel cuyo valor límite de 200 µg/m<sup>3</sup> no se podrá superar más de 18 veces en un año), si se exceptúa el valor puntual de 214 µg/m<sup>3</sup> en las proximidades de la central de AES (360.o, norte), es de poca significación, no superando los 10 µg/m<sup>3</sup> en la mayor parte del territorio. Respecto a los valores medios de NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, son inferiores a 0,7 µg/m<sup>3</sup> y 2µ g/m<sup>3</sup>, respectivamente. El estudio considera que los niveles de inmisión de ambas centrales para un radio de 15 kilómetros. son muy bajos, produciéndose valores medios en cotas elevadas del terreno. Estos valores se producen, generalmente, en situaciones de fuerte estabilidad y velocidades de viento menores de 1 m/s, por lo que la ocurrencia durante el año es muy baja.

- **Impactos producidos por la conducción de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración. Tramo terrestre:** No se espera ningún impacto durante la fase de funcionamiento, al ir enterrado y en túnel el trazado de ambas infraestructuras.

- **Impactos producidos por la conducción de toma y el emisario de vertido del agua de refrigeración. Tramo marino:** Para evaluar este impacto se han utilizado los datos descritos en el inventario ambiental referentes a la geometría de la costa, batimetría, corrientes y mareas,

diseño de las infraestructuras y características de los vertidos. Se ha preparado un modelo de penacho, CORMIX (Jirka et al. 1996) módulos 1, 2 y 3, adecuado para simular las características de la dispersión en el campo próximo en régimen estacionario, y el modelo de diferencias finitas TIDAL, capaz de reproducir el fenómeno de dispersión en el campo lejano, así como incorporar los fenómenos transitorios de interés. El objetivo del estudio es analizar la dispersión de las aguas vertidas. Éstas incluyen los caudales del agua de refrigeración y los que provienen de las operaciones de desalinización. La finalidad de los análisis es doble. Por una parte, garantizar que los vertidos no causan impacto considerable sobre la toma, ya que, de otro modo, si el aumento en el punto de toma no fuera despreciable, se correría el riesgo de provocar una recirculación de caudales recalentados y, en consecuencia, un aumento progresivo de la temperatura, efecto que resulta indeseable desde el punto de vista de la operación de la planta. Por otra parte, evaluar los incrementos térmicos esperables en cada punto, de modo que pueda minimizarse el impacto ambiental causado por los vertidos. Como límite de aceptabilidad del impacto térmico se ha tomado, tal como requiere la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Murcia, una máxima extensión de 200 metros para la isoterma que indica un salto térmico de 3 o C a partir del punto de vertido y a una profundidad de 1 metro bajo la superficie del mar. Los parámetros que se han tenido en cuenta en la aplicación del modelo han sido: La profundidad del vertido, 15-30 metros; vertido mediante chorro aislado, un difusor, dos difusores y cuatro difusores (con seis chorros cada uno); velocidad de corriente de 0,07 y 0,25 m/s con dirección este y dirección oeste; carrera de mareas de 0,30 metros; gradiente de 1 o C cada 10 metros en verano y despreciable en invierno en las primeras decenas de metros; salinidad natural de 37,5 g/l; coeficiente de dispersión horizontal 4,75 m<sup>2</sup> /s. El modelo muestra cartográficamente el salto térmico, así como el grado de dilución de la concentración de sustancias vertidas para los dos supuestos de velocidad de corriente de 0,07 y 0,25 m/s en dos direcciones este y oeste. Finalmente, tras la discusión de los posibles resultados de la aplicación de los modelos, se propone como mejor solución el diseño de cuatro difusores (seis chorros) a tresbolillo, separados por una distancia de 8 metros cada uno de ellos, solución que permite acercar la zona de vertidos a la costa, a la batimetría de — 15 metros, distancia y profundidad suficiente para garantizar que no se excederán saltos térmicos de 3 o C a 200 metros del punto de vertido y al mismo tiempo se asegura que la concentración de sustancias en disolución, incluso con corrientes mínimas, disminuye por debajo del 10 por 100 en menos de 60 metros y por debajo de 1 por 100 en 1.600 metros. Por otra parte, el vertido de las aguas llevará incorporado un biocida con una concentración máxima de cloro libre de 0,01 mg/litro en verano, que experimentará un proceso de dilución en el penacho; además, en contacto con la radiación solar, perderá su

valor activo. Esto significa que en el vertido el cloro estará por debajo del nivel de toxicidad. En consecuencia, durante la fase de explotación se producirán los siguientes efectos: Se modificará la estructura de la columna de agua por el vertido de aguas más cálidas que las del medio receptor, ya que el incremento térmico en profundidad presentará una densidad inferior al campo del entorno, una disminución de la concentración absoluta de oxígeno disuelto, ya que la solubilidad de este gas disminuye con la temperatura. La disminución absoluta en la concentración de oxígeno será del orden de 0,1 en superficie y 0,6 mg/l en verano. Teniendo en cuenta que la DBO5 es muy reducida, dada la escasa materia orgánica de los sedimentos, se considera este impacto de baja intensidad. En definitiva, se considera el impacto sobre la estructura de la columna de agua compatible. La fuerza de arrastre del vertido podría suponer el volteo de sustratos del detrítico costero, de modo que las especies que requieren una exposición directa de energía solar dejen de estarlo. En la zona de mayor impacto térmico el incremento de temperatura puede provocar alteraciones en la composición algal hacia unos valores de mayor tropicalización. En este aspecto debe considerarse que ninguna de las especies de macrofauna identificadas tiene la condición de protegida. Los difusores de la conducción de la toma se ubican sobre comunidades de sustrato duro y sólo los emisarios de vertido lo hacen sobre comunidades de detrítico costero. En conjunto, el impacto sobre las comunidades bentónicas debe considerarse como bajo, debido a no ser especies o hábitats protegidos y estar ampliamente representadas en el litoral murciano en que se sitúa el proyecto. En conclusión, debe considerarse este impacto como **compatible**.

### 6.2.3.- Otros impactos producidos por la central de ciclo combinado

- **Ruido:** Se estima que en los alrededores de la central se producirá un aumento del ruido, que será de 5 dB (A), en relación con los niveles de ruido existentes actualmente en los núcleos habitados más próximos (poblado de la central de Iberdrola). Este aumento estará dentro de los límites admisibles, ya que el diseño de la central incorpora mecanismos de mitigación de los ruidos, tanto interiores como exteriores, adoptándose en caso necesario, además de las propias del diseño, medidas de apantallamiento y aislamiento, para ajustarse a los niveles de emisión de ruidos de la Ordenanza Municipal de Cartagena. El estudio considera este impacto como **compatible**.

- **Medio socioeconómico:** Se genera un impacto de **afección a la población** debido a las emisiones atmosféricas, que se valora como **compatible**, además del debido a la dinamización

laboral, considerado positivo de magnitud alta, al igual que el debido a la mejora de la infraestructura eléctrica de la zona.

- **Paisaje:** No es posible evitar la visión de las instalaciones de la central y de la planta desalinizadora debido a sus propias características (la altura de la chimenea es de 120 metros). Sin embargo, dado que la cuenca visual (tramo final del valle de Escombreras) se integra dentro de un paisaje (Unidad de paisaje 3: Terrenos llanos industriales del valle de Escombreras) de instalaciones industriales de igual o mayor magnitud, el impacto se considera **compatible**. Para minimizar este impacto, se realizará un acondicionamiento ambiental de ajardinamiento mediante la realización de plantaciones de ejemplares de árboles y arbustos ornamentales y siembras de especies autóctonas o adecuadas con el entorno.

#### 6.2.4.- Impactos producidos por la línea eléctrica

- **Impacto sobre la vegetación:** El trazado de la línea eléctrica, de 500 metros, transcurre, la mayor parte, por terrenos improductivos y, en menor medida, por zonas de matorral (Cerro de la Campana) que están inventariadas por la Dirección General del Medio Natural, de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE, de hábitats de interés comunitario. En esta zona de matorral no es necesaria ninguna actuación, salvo en la parte de los apoyos; este impacto sobre la vegetación se valora como **compatible**, al ser muy poca la superficie requerida para los apoyos y el tipo de vegetación afectada.

- **Impacto sobre la avifauna:** El principal impacto de este tipo de infraestructuras es el de **colisión**, principalmente contra los cables de tierra, por tener menos diámetro. Para evitar este impacto, se adaptarán medidas anticolidión o salvapájaros mediante la instalación de espirales de material no degradable de unos 30 centímetros de diámetro y 100 centímetros de longitud de color blanco o naranja. El impacto se considera **moderado**.

- **Impacto sobre el paisaje:** El trazado transcurre por la denominada Unidad 3 «terrenos llanos industriales del valle de Escombreras» y por la unidad 6 «cerros y cabezos cubiertos de matorral». En el primer caso se trata de una unidad de carácter industrial, de baja calidad visual; la segunda son laderas con matorral con bajo grado de cubierta, de calidad visual media-baja. El impacto se considera **compatible**.

- **Impacto sobre la planificación urbanística:** El trazado transcurre por suelo urbanizable no programado de uso industrial. En consecuencia, se estima que no se producirán impactos sobre el planeamiento urbanístico.

### 6.2.5.- Impactos producidos por el gasoducto

El trazado, de 900 metros, discurrirá por el borde de carreteras o instalaciones industriales existentes. El impacto se considera **compatible**. Entre las medidas correctoras se incluyen restitución geomorfológica mediante el relleno de escombros; la reinstalación del suelo vegetal retirado, su esponjamiento y aireación, así como acondicionamiento ambiental mediante la implantación de árboles, arbustos y siembras de especies autóctonas o adecuadas con el entorno que faciliten la integración entre las zonas industriales y las formaciones naturales existentes.

## 7.- EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

### 7.1.- Evaluación de impactos ambientales

En primer lugar, vamos a explicar cómo se evalúan los impactos ambientales que hemos seleccionado para esta central térmica.

Para ello, necesitamos apoyarnos en la guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Vicente Conesa Fernández Vítora (Conesa, 1993), ya que nos proporciona, tablas y ecuaciones en las cuales nos vamos a apoyar y explicar a continuación para esta valoración, en las ecuaciones de (Gómez-Orea, 2003) y en el *(ANEXO 1: Conceptos técnicos Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre)*.

Primeramente, vamos a realizar una tabla de incidencia de los impactos (tabla 9) para poder calcular mediante la ecuación de incidencia dada por (Gómez-Orea, 2003), el índice de incidencia de cada impacto, utilizando algunos de los atributos que menciona Conesa, describiéndolos con un carácter o efecto y un código o valor.

La escala de puntuación y la ponderación de cada atributo y/o factor ambiental, que se utilice es libre, se puede utilizar la que se desee, pero debe usarse la misma escala y ponderación para todas las fases y todas las alternativas.

Tabla 11. Tabla del índice de incidencia. Elaboración propia

Atributos	Carácter o Efecto	Código/Valor
Signo del efecto	Positivo	+
	Negativo	-
	Difícil de calificar sin estudios	x
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento	Corto plazo	3
	Medio Plazo	2
	Largo Plazo	1
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Largo plazo	3
Recuperabilidad	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1

### 7.1.1.- Descripción de los atributos de la tabla de incidencia

A continuación, vamos a explicar que significa cada uno de los atributos que hemos elegido de la tabla del índice de incidencia de la página anterior (tabla 9), para que quede más claro la evaluación de los impactos y apoyándonos en la legislación del (*ANEXO 1: Conceptos técnicos Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre*).

- **Signo del efecto**

Alude al efecto que puede tener el impacto sobre un factor ambiental, el cual puede ser perjudicial, benéfico o difícil de calcular sin estudios; es decir, negativo, positivo o nulo respectivamente.

- **Inmediatez del impacto (I)**

Dependencia directa de una acción o indirecta a través de un efecto

- **Acumulación (Ac)**

Se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste en forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

- **Sinergia (SI)**

Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, el componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se tendría que esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

- **Momento (MO)**

El momento es el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

- **Persistencia (PE)**

Es el tiempo de permanencia del efecto sobre un factor ambiental desde el momento de su aparición hasta su desaparición o recuperación, ya sea por la acción de medios naturales o mediante la aplicación de medidas correctivas.

- **Reversibilidad (RV)**

Es la posibilidad de que el factor ambiental afectado, regrese a su estado natural inicial, por medios naturales, una vez que la acción del efecto deja de actuar sobre él.

- **Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del Proyecto, sea por acción natural o humana.

- **Continuidad (C)**

Manifestación de forma constante en el tiempo.

- **Periodicidad (PR)**

Es la regularidad de la manifestación del efecto. Esta periodicidad puede ser irregular, periódica o continua.

### 7.1.2.- Descripción del Carácter o impacto de la tabla de Incidencia.

A continuación, vamos a explicar que significa cada carácter o impacto que hemos utilizado en la (tabla 9) para evaluar los impactos.

Sobre la valoración cualitativa de nuevo la legislación ayuda a definir las cualidades que deben tenerse en cuenta.

Los atributos reflejados en la legislación son: *“Los distintos aspectos ambientales (efectos directos e indirectos; simples, acumulativos o sinérgicos; a corto, a medio o a largo plazo; positivos o negativos; permanentes o temporales; reversibles o irreversibles; recuperables o irrecuperables; periódicos o de aparición irregular; continuos o discontinuos)” (ANEXO 1: Conceptos técnicos Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre).*

- **Efecto positivo:** Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.
- **Efecto negativo:** Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estéticocultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
- **Efecto directo:** Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.
- **Efecto indirecto o secundario:** Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.
- **Efecto simple:** Aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.

- **Efecto acumulativo:** Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del agente causante del daño.
- **Efecto sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
- **Efecto a corto, medio y largo plazo:** Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en un periodo superior.
- **Efecto recuperable:** Aquel en que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.
- **Efecto irrecuperable:** Aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.
- **Efecto permanente:** Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
- **Efecto temporal:** Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

- **Efecto continuo:** Aquel que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no.
- **Efecto discontinuo:** Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.
- **Efecto periódico:** Aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- **Efecto de aparición irregular:** Aquel que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

### 7.1.3.- Valoración cualitativa de los impactos

Una vez realizada la tabla de Incidencia de los impactos y definido todos los términos para que se entiendan bien, vamos a calcular la incidencia estandarizada de todos los impactos más significativos.

Para ello utilizaremos la ecuación de la incidencia dada por (Gómez-Orea, 2003), aplicando un peso (ponderación) a cada atributo, como hemos indicado en la tabla de incidencia que hemos hecho anteriormente. (tabla 9)

$$Incidencia = I = Signo * \sum (Valor\ atributo * Peso\ atributo)$$

*Ilustración 25. Fórmula de la Incidencia. (Gómez-Orea, 2003)*

En este caso sería:

$$I = + (Inm + 3A+3S+M +3P +3R+3Rc+C+Pr)$$

$$I = 3+3 \cdot 1+3 \cdot 2+3+3 \cdot 1+3 \cdot 2+3 \cdot 3+3+3=39$$

Tras ello se calcula la Incidencia estandarizada (Ilustración 26) donde Imin es el valor obtenido utilizando el valor menor de cada atributo, Imax el valor obtenido utilizando el valor mayor de cada atributo, y estando I, Imin, Imax en valor absoluto.

$$I_{\text{estandarizada}} = Is = \text{Signo} * \frac{I - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}$$

Ilustración 26. Formula de la incidencia estandarizada. (Gómez-Orea, 2003)

$$I_{\text{máx}} = 3 + 3 \cdot 3 + 3 = 57$$

$$I_{\text{mín}} = 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 19$$

$$\text{Incidencia estandarizada} = \frac{I - I_{\text{mín}}}{I_{\text{máx}} - I_{\text{mín}}} = \frac{39 - 19}{57 - 19} = 0,53$$

#### 7.1.4.-Valoración cuantitativa de los impactos

La legislación recomienda que siempre que sea posible se realice una valoración cuantitativa.

A continuación, vamos a explicar cómo sería un ejemplo de la valoración cuantitativa de un impacto con una función de transformación, ya que en el siguiente punto vamos a caracterizar todos los impactos más significativos con esta metodología del instituto Batelle-Columbus y desarrollada por Santiago Cotán-Pinto Arroyo en 2007.

Para que sea posible realizar una valoración cuantitativa se requiere expresar las características del elemento ambiental de forma medible, mediante factores ambientales y, por tanto, los efectos producidos también deben de serlo. En ocasiones pueden medirse directamente, pero lo usual es que se requiera la utilización de un proceso más elaborado. Por ejemplo, la calidad del agua puede venir dada por la existencia de determinadas especies, por la cantidad de oxígeno que tiene disuelto o por la cantidad de determinados contaminantes, por lo que no se puede utilizar una medida directa, sino que hay que elaborar un índice partiendo de varias características.

#### Índices e indicadores:

Primero, es preciso determinar el indicador adecuado para cada elemento ambiental. La correspondencia entre elementos ambientales e indicadores no es biunívoca, pues las características de un elemento o un factor ambiental (por ejemplo, calidad del agua) pueden expresarse de forma cuantitativa por distintos indicadores. En otros casos puede no existir uno

que convenza, o también puede ocurrir que su obtención sea tan complicada, que requiera tal cantidad de medidas de variables iniciales, que sea fácil perderse en su determinación, con lo que conviene buscar indicadores más sencillos que determinen un valor de forma realista.

Una vez que se tiene la lista de posibles impactos (que vamos a caracterizar en el siguiente punto según lo explicado aquí) la forma de proceder es evaluar la situación preoperacional con el valor de cada indicador del factor ambiental que podría ser afectado, sin proyecto, es decir, si la obra no se realizara, y luego evaluar el valor de este para cada una de las alternativas propuestas. Por tanto, en la comunicación de la valoración del impacto se debe reflejar el valor del factor o del indicador antes del proyecto y su previsible evolución SIN él y compararlo con el valor del factor o del indicador CON él para cada una de las alternativas, que va a ser lo que se denomine “magnitud de impacto en unidades heterogéneas”.

Los indicadores y los índices ambientales son instrumentos útiles que permiten describir el valor de un impacto mediante la síntesis de datos.

La definición que se va a utilizar de estos conceptos es:

**Indicador de impacto ambiental:** Estimación de la magnitud de un determinado impacto ambiental.

**Índice de impacto ambiental:** Estimación de la magnitud de un determinado impacto ambiental a partir de estimaciones indirectas del valor del factor ambiental afectado.

Un índice es un tipo de indicador. La diferencia entre unos y otros estriba en la idea de “indirecto”. Para estimar la cantidad de individuos de una determinada especie que vive en un entorno dado y que es imposible contar directamente de uno en uno, se puede obtener un índice de su abundancia delimitando un recorrido y contando el número de huellas o de excrementos de esa especie que se encuentren cada vez que se realice el recorrido. No se sabe cuántos individuos hay, pero ese índice muestra si esa especie aumenta o disminuye, y permite comparar su abundancia con la de otros entornos.

### **Función de transformación:**

Cada uno de los indicadores o índices del impacto ambiental vienen expresados en distintas unidades, “unidades heterogéneas”: decibelios (dB) si miden ruido, toneladas métricas o metros cúbicos si miden cantidades de tierra removida, hectáreas si miden el área de zonas deforestadas..., por tanto, para que sea posible trabajar con ellos y comparar los resultados obtenidos con los de otros impactos se requiere expresarlos en una unidad común, “unidades homogéneas”, para lo que se utilizan las funciones de transformación.

La legislación contempla la jerarquización de las alternativas, es decir, se deben comparar unos impactos con otros al hacer la valoración global de cada alternativa. Por esta razón se debe conseguir que las magnitudes, que ya se tienen valoradas en sus unidades heterogéneas (t, m<sup>3</sup>, ha, decibelios...), puedan sumarse y operarse.

La función de transformación hace corresponder, para cada factor ambiental, su magnitud en unidades heterogéneas a su magnitud en unidades homogéneas que ahora se hace variar entre 0 y 1. Al mayor valor posible de impacto, al más desfavorable, se le asigna el 1, y al menor, el 0, quedando comprendidas las magnitudes intermedias entre dichos valores.

Para representarlos se sitúa, en ordenadas, la magnitud medida ya en unidades homogéneas, y en abscisas, la magnitud en unidades heterogéneas medida mediante el indicador o el índice. Esta función puede ser lineal o no, con pendiente positiva, si al aumentar el valor del indicador aumenta el valor absoluto del impacto (negativo), o con pendiente negativa si el índice mide calidad ambiental y al aumentar éste disminuye el impacto (negativo) o si el impacto ambiental es positivo o beneficioso cuya presencia mejora la calidad ambiental. Para cada valor del que se dispone la magnitud en unidades heterogéneas se calcula la nueva magnitud en unidades homogéneas, bien gráficamente, bien analíticamente, tomando el primer valor como abscisa y obteniendo la ordenada correspondiente.

La magnitud final del impacto, para una determinada alternativa se obtiene restando la transformada de la magnitud en unidades heterogéneas con el proyecto de dicha alternativa a la transformada de la magnitud en unidades heterogéneas sin proyecto.

Un ejemplo de función de transformación sería el siguiente, (ilustración 27):

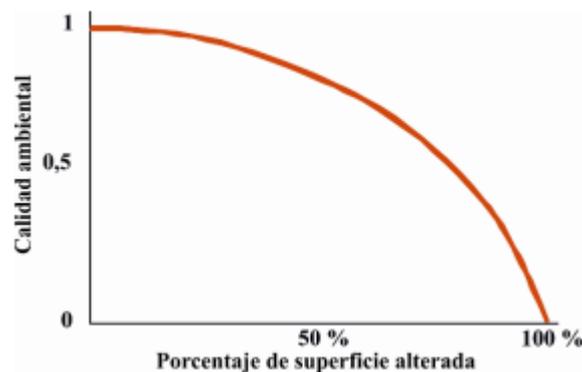


Ilustración 27. Ejemplo de transformación para el indicador porcentaje de superficie alterada respecto del total del territorio. (Elaboración propia)

Una vez hecho esto se calculará el valor del impacto (Ilustración 28) a partir de la magnitud estandarizada ( $M_s$ ) y la incidencia estandarizada ( $I_s$ ), ponderando si se desea en función de cada factor ambiental ( $C_i$ ).

$$\text{Impacto parcial} = C_i * (I_s * M_s)$$

Ilustración 28. Impacto parcial (Gómez-Orea, 2003)

Cada impacto proviene de una acción y de un factor ambiental. Ese factor tiene un peso. Se ha calculado su importancia sumando los valores de cada atributo que se ha normalizado. Se ha realizado también una valoración cuantitativa, midiendo la magnitud del impacto utilizando indicadores directos o indirectos, a los que se ha aplicado una función de transformación obteniendo dicha valoración en unidades homogéneas, para poder comparar entre sí impactos diferentes. El valor de cada impacto se ha obtenido multiplicando el peso del factor ambiental afectado por la valoración cualitativa normalizada y por la valoración cuantitativa en unidades homogéneas.

## 7.2.- Caracterización de los impactos ambientales más importantes

A continuación, vamos a caracterizar los impactos que hemos considerado más importantes de manera cuantitativa con la metodología del instituto Batelle-Columbus y desarrollada por Santiago Cotán-Pinto Arroyo en 2007.

Con las fórmulas de Santiago Cotán-Pinto Arroyo vamos a calcular la Magnitud del impacto sin proyecto y con proyecto, ( $M_{sin}$ ) y ( $M_{con}$ ) para luego calcular la Magnitud estandarizada ( $M$ ) y poder finalmente calcular el Valor del impacto ( $V$ ), multiplicando ( $M$ ) por la Incidencia del impacto estandarizada ( $I$ ) calculada en el punto 7.1.3

- $S_i$  será la superficie del proyecto dependiendo de si escogemos con proyecto o sin proyecto.
- $S_t$  será la superficie total.
- $Y C_i$  será el dato de calidad ambiental sacado de la función de transformación.

Finalmente, con el resultado del Valor del impacto ( $V$ ) clasificaremos los impactos como dice el Decreto 162/1990, del 15 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo, de Impacto Ambiental en:

**Compatibles:** cuando el valor de ( $V$ ) esté comprendido entre 0 y -0,25.

**Moderados:** cuando el valor de ( $V$ ) esté comprendido entre -0,25 y -0,5.

**Severos:** cuando el valor de ( $V$ ) esté comprendido entre -0,5 y -0,75.

**Críticos:** cuando el valor de ( $V$ ) esté comprendido entre -0,75 y -1

Distinguiremos entre la fase de construcción y de funcionamiento:

### 7.2.1.- Fase de construcción

#### Impacto de las emisiones de partículas en suspensión

Este impacto se corresponde a la fase de construcción de nuestra central térmica, se produce cuando se emiten partículas en suspensión provocadas por el movimiento de las tierras, excavaciones. Lo hemos elegido por los efectos que tiene sobre la salud humana, sobre todo la de los trabajadores, ya que no es una zona transitable. Las PM10 al ser inhaladas y al penetrar con facilidad al sistema respiratorio humano, causan efectos adversos a la salud, específicamente a la respiratoria.

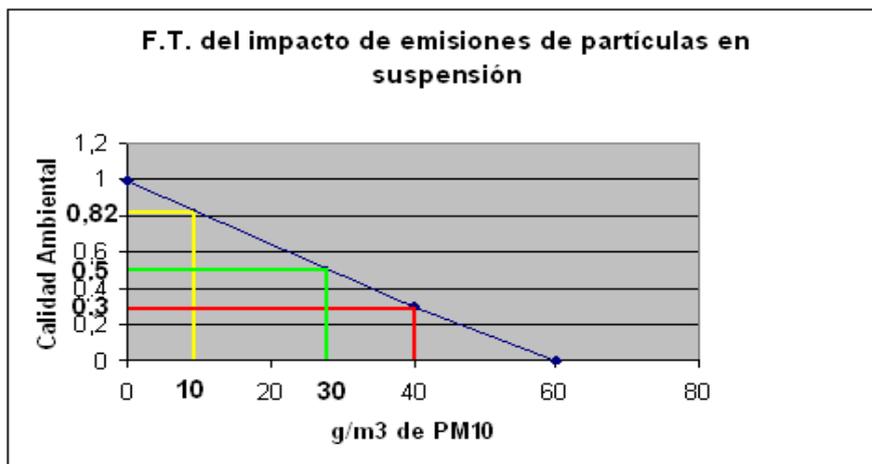


Ilustración 29. Impacto de emisiones de partículas en suspensión. Elaboración propia

Hemos tomado como **indicador** los g/m3 de PM10. Se denomina PM10 a pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10  $\mu\text{m}$ . Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín).

- Sin proyecto consideramos que los g/m3 de PM10 son 40, dato que suponemos, lo que supondría un impacto ambiental de 0,3, según la función de transformación (representado en color rojo en la ilustración 29).

A continuación, calculamos  $M_{sin}$  :

$$M_{sin} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{62500 \cdot 0,3}{62500} = 0,3$$

• Con proyecto, con una superficie de 60000 ha y 30 g/m<sup>3</sup> de PM10, la calidad ambiental, representada en verde en la función de transformación de la (ilustración 29), tiene una calidad ambiental de 0,5; y para una superficie de 2500 ha y 10 g/m<sup>3</sup>, datos que suponemos para poder hacer la función de transformación, su calidad ambiental, en amarillo en la (ilustración 29), es de 0,82.

$$M_{con} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{60000 \cdot 0,5 + 2500 \cdot 0,82}{62500} = 0,5$$

$$M = M_{con} - M_{sin} = 0,5 - 0,3 = 0,2$$

$$V = M \cdot I = 0,2 \cdot 0,53 = 0,1$$

El resultado del valor ambiental de nuestro impacto **no debe ser considerado**, ya que el resultado es positivo.

### 7.2.2.- Fase de funcionamiento

#### Impacto de la central sobre el medio atmosférico

Los contaminantes emitidos y sus límites de emisión según el Decreto 833/75 son:

- NO<sub>2</sub> = 615 mg/Nm<sup>3</sup>
- CO<sub>2</sub> = 625 mg/Nm<sup>3</sup>
- SO<sub>2</sub> = 11,6 mg/Nm<sup>3</sup>
- Partículas sólidas = 150 mg/Nm<sup>3</sup>

El estudio considera que, teniendo en cuenta las emisiones esperadas de los diferentes contaminantes, únicamente los óxidos de nitrógeno pueden tener alguna incidencia significativa, por lo que se evalúa el impacto de estas emisiones sobre la atmósfera.

El indicador escogido ha sido la concentración de NO<sub>2</sub> en la atmósfera.

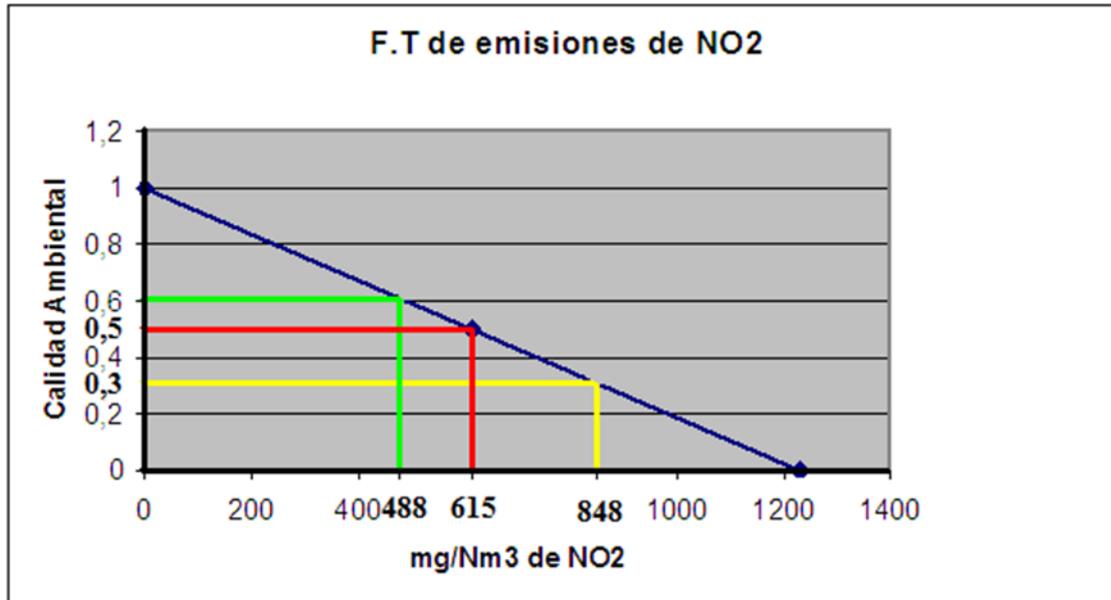


Ilustración 30. Emisiones de NO<sub>2</sub>. Elaboración propia.

- Sin proyecto NO<sub>2</sub> corresponde según el gráfico en rojo (Ilustración 30) a un coeficiente ambiental de 0,5 en la superficie completa. El área total afectada por las emisiones es de 62500Ha.

$$M_{\text{sin}} = M_s \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{62500 \cdot 0,5}{62500} = 0,5$$

- Con proyecto la concentración de NO<sub>2</sub> en 32250 Ha es de 488 mg/Nm<sup>3</sup> que corresponde a la línea verde del gráfico (ilustración 30) que daría un coeficiente ambiental de 0,6 y en 30250 Ha es de 828 mg/Nm<sup>3</sup> representado con línea amarilla (ilustración 30) con un coeficiente de 0,3.

$$M_{\text{con}} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{32250 \cdot 0,6 + 30250 \cdot 0,3}{62500} = 0,4$$

$$M = M_{\text{con}} - M_{\text{sin}} = 0,4 - 0,5 = -0,1$$

$$V = M \cdot I = -0,1 \cdot 0,53 = -0,05$$

El impacto resulta **compatible**, debido en parte al hecho de que la tecnología utilizada está basada en la experiencia y se emite gases controladamente.

### Impacto producido por el vertido térmico

Para este impacto escogemos el indicador de incremento de temperatura, desde la que tendría el mar sin que hubiera vertidos hasta la temperatura del vertido en cuestión.

Según el criterio de la Comunidad Autónoma de Murcia, para que no haya impacto, la temperatura del agua debe oscilar aproximadamente 3°C a 200 m de distancia en comparación con la temperatura que presentaría la zona en el caso de que no existiera la central.

La temperatura del mar de Cartagena se sitúa sobre los 19°C, y la temperatura de los vertidos de nuestra central térmica estaría entre los 25 y 30°C, lo que afectaría a las especies marinas autóctonas.

La función de transformación relacionada con este impacto sería inversamente proporcional al incremento de temperatura, es decir, a mayor temperatura de vertido menor será la calidad ambiental.

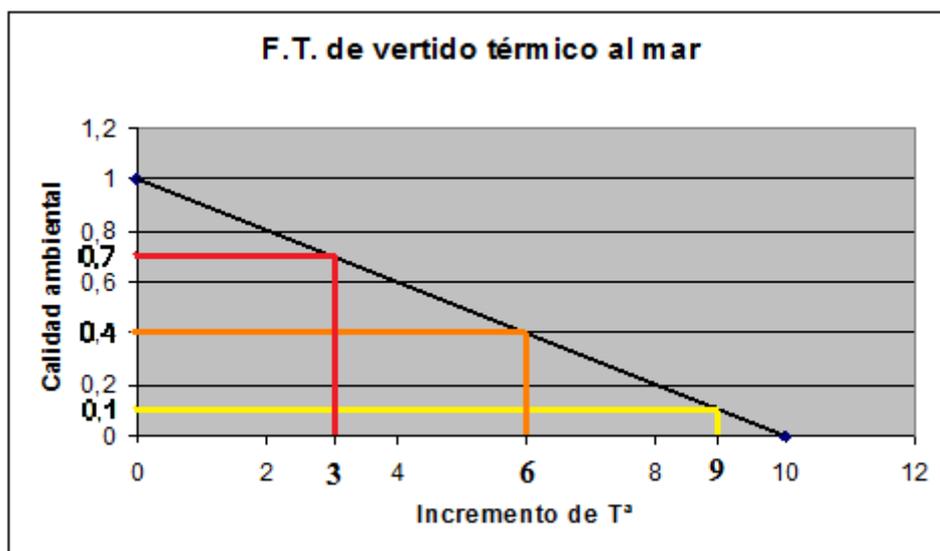


Ilustración 31. Vertido térmico al mar. Elaboración propia.

- Sin proyecto consideramos que la temperatura del vertido al mar sería de 21°C con lo cual su incremento sería de 3°C, lo que supondría, según la función de transformación, una calidad ambiental de 0,7 (representado en color rojo en la ilustración 31).

$$M_{\text{sin}} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{12,57 \cdot 0,7}{12,57} = 0,7$$

- Con proyecto para una superficie de 10ha con una temperatura de 25°C, es decir, incremento de 6°C, la calidad ambiental, representada en naranja, tiene una calidad ambiental de 0,4; y para una superficie 2,57 ha a una temperatura de 28°C, incremento 9°, su calidad ambiental, (la línea en amarillo de la gráfica de la ilustración 31), es de 0,1.

$$M_{\text{con}} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{10 \cdot 0,4 + 2,57 \cdot 0,1}{12,57} = 0,3$$

$$M = M_{\text{con}} - M_{\text{sin}} = 0,3 - 0,7 = -0,4$$

$$V = M \cdot I = -0,4 \cdot 0,53 = -0,2$$

El valor ambiental de este impacto es **compatible**.

### **El impacto sobre las comunidades biológicas debido a la toma del agua de refrigeración**

El impacto sobre las comunidades biológicas debido a la toma del agua de refrigeración, teniendo en cuenta que, aunque se produce la mortandad del plancton aspirado, en la dársena de Escombreras no se mermaría la población larvaria, ya que está bastante deteriorada por la industrialización de la zona.

El indicador escogido para valorar este impacto es partes por millón de cloro, debido a que el cloro residual deberá ser superior a 0,3 ppm, pero inferior a 1,5 ppm, para evitar su repercusión sobre el medio ambiente.

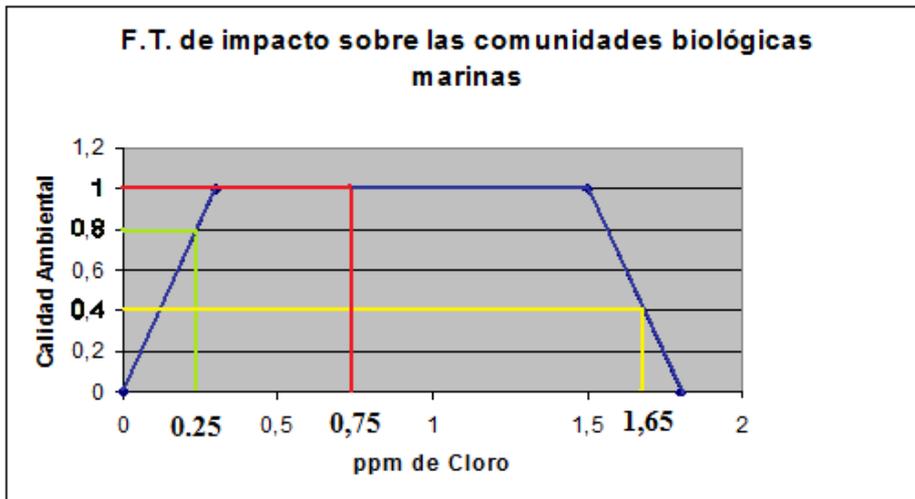


Ilustración 32 Impacto sobre las comunidades biológicas marinas. Elaboración propia.

- Sin proyecto consideramos que el cloro residual emitido tiene un valor de 0,75 ppm, según la función de transformación, se obtiene una calidad ambiental de 1 (representado en color rojo en la ilustración 32).

$$M_{\text{sin}} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{12,57 \cdot 1}{12,57} = 1$$

- Con proyecto para una superficie de 7,5ha con un valor de cloro residual de 1,65 ppm, su calidad ambiental, representada en amarillo, es de 0,4; y para una superficie 5,07 y 0,25ppm de cloro residual, su calidad ambiental es de 0,8, (representada en verde en la ilustración 32).

$$M_{\text{con}} = \frac{\sum S_i \cdot C_i}{S_t} = \frac{7,5 \cdot 0,4 + 5,07 \cdot 0,8}{12,57} = 0,56$$

$$M = M_{\text{con}} - M_{\text{sin}} = 0,56 - 1 = -0,44$$

$$V = M \cdot I = -0,44 \cdot 0,53 = -0,2$$

El impacto debido al cloro residual se considera también **compatible**, ya que se controlará la concentración de cloro libre, colocando analizadores de cloro en sitios estratégicos, que como hemos citado anteriormente, deberá ser superior a 0,3 ppm, pero inferior a 1,5 ppm, para evitar su repercusión sobre el medio ambiente.

También se considera compatible la alteración de la calidad del agua por vertido de aguas sanitarias o fecales, ya que se prevé la construcción de pozos sépticos de recogida de aguas sanitarias con filtros biológicos, y se verterá al mar el agua filtrada y libre de bacterias, tras pasar por una arqueta de control.

## 8.- MEDIDAS MITIGADORAS (PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSADORAS) DE LOS IMPACTOS

Las medidas mitigadoras tienden a compensar o revertir los efectos adversos o negativos del proyecto. Se aplican según correspondan en cualquiera de las fases (planificación, constructiva, operativa o de abandono). Y se pueden clasificar en estos tres tipos:

1. **Medidas preventivas:** evitan la aparición del efecto, modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, materias primas, localización, etc.).
2. **Medidas correctoras:** de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre procesos constructivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor o receptor, etc.
3. **Medidas compensatorias:** de impactos irrecuperables e inevitables, que no evitan la aparición del efecto ni lo anulan o atenúan, pero compensan de alguna manera la alteración del factor. Según la gravedad y el tipo de impacto.

A continuación, vamos a describir estas medidas en los diferentes medios (suelo, biótico terrestre, marino, socioeconómico, paisaje, agua y atmósfera) diferenciando entre la fase de construcción y de funcionamiento y clasificándolas en preventivas, correctoras y compensatorias.

### 8.1.- Medidas adoptadas durante la fase de construcción

#### 8.1.1.- Suelo

- Aprovechamiento de caminos existentes: Medida compensatoria.
- Minimización de acopio de materiales de las infraestructuras o excavaciones: Medida compensatoria.
- Eliminación de los materiales sobrantes en las obras y de cualquier vertido: Medida preventiva.
- Almacenamiento de las materias primas y residuos con las medidas de seguridad convenientes según la legislación: Medida compensatoria.

#### 8.1.2.- Medio biótico terrestre

- Minimización de la producción de polvo en los movimientos de tierras o paso de vehículos evitando su deposición en las plantas: Medida compensatoria.

#### 8.1.3.- Medio marino

- Minimización de turbidez en la construcción del canal de descarga: Medida compensatoria.
- Instalación de pantallas en el caso de que el grado de turbidez sea alto: Medida compensatoria.
- Gestión del material sobrante de la obra: Medida preventiva.
- Restitución de los daños ocasionados en el dominio público marítimo-terrestre. Medida compensatoria.
- Correcto mantenimiento de los equipos para evitar fugas o vertidos: Medida correctora.

#### 8.1.4.- Medio socioeconómico

- Prohibición de acceso de personal no autorizado. Medida correctora.
- Limpieza de material o desperdicios que impidan el paso de vehículos. Medida correctora.

#### 8.1.5.- Paisaje

- Habilitación de zonas auxiliares, escombreras, vertederos y canteras que ocasionen el mínimo impacto visual. Medida compensatoria.

#### 8.1.6.- Agua

- Revisión de maquinaria para evitar pérdidas de lubricantes, combustibles: Medida correctora.
- Zonas específicas para el lavado de la maquinaria para evitar la contaminación de las aguas por vertido: Medida correctora.
- Gestión de residuos generado por estas operaciones: Medida correctora.

#### 8.1.7.- Atmósfera

- Evitar levantamiento de polvo durante la carga y descarga de materiales: Medida compensatoria.
- Regar caminos y zonas de movimiento de maquinaria: Medida preventiva.

### **8.2.- Medidas adoptadas durante la fase de funcionamiento**

#### 8.2.1.- Atmósfera

- Control computarizado para alcanzar un buen funcionamiento de la maquinaria que supongan una reducción de las emisiones: Medida compensatoria.
- Dentro de la maquinaria utilizada, quemadores de baja emisión: Medida compensatoria.
- Mantenimiento adecuado de los equipos de medición de emisiones e inmisiones: Medida compensatoria.
- Combustibles con contenidos de azufre que no superen los límites establecidos por la legislación: Medida compensatoria.

#### 8.2.2.- Medio socioeconómico

- Restitución de caminos y rehabilitación de daños de propiedades: Medida compensatoria.

#### 8.2.3.- Ruido

- Diseño de la central protegida acústicamente para garantizar determinados niveles acústicos: Medida preventiva.

#### 8.2.4.- Agua

- Control y depuración de vertidos: Medida compensatoria.
- Mantenimiento adecuado de la planta de tratamiento de efluentes: Medida compensatoria
- Mantenimiento adecuado de los equipos de medición de vertidos. Medida compensatoria
- Recogida de lluvias caídas en zonas susceptibles de contaminación, aguas que puedan contener residuos aceitosos u otro tipo de sustancias: Medida preventiva.
- Control de las aguas sanitarias o fecales: Medida compensatoria.

#### 8.2.5.- Vertidos

- Almacenamiento, etiquetado, envasado y transporte adecuado de los vertidos: Medida preventiva.
- Utilización de aguas de refrigeración para vertidos térmicos: Medida compensatoria.
- Control y seguimiento de residuos peligrosos: Medida compensatoria.

## 9.- IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales son aquellos que permanecen incluso tras la aplicación de medidas preventivas o correctoras. Pueden aparecer en cualquier fase del proyecto y en cualquier periodo de tiempo. A continuación, se indican los posibles impactos residuales que podrían generarse en, durante y tras la realización del proyecto:

- Aumento de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera
- Generación de residuos y posibles vertidos: pueden producirse en cualquier momento y en cualquiera de las fases del proyecto
- Aumento del tráfico de vehículos
- Aumento de los niveles sonoros del entorno

Teniendo en cuenta las medidas preventivas y correctoras a proponer, se puede concluir que quedará mitigado su efecto en un grado similar en todos ellos, pero poco apreciable, debido al carácter mismo de los impactos. Teniendo en cuenta la consideración hecha en el apartado anterior, calificando el impacto que se deriva de la ejecución del proyecto como compatible, y lo antedicho, no se cambia la apreciación global del mismo.

## **10.- PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL**

### **10.1.- Introducción**

Se redactará un programa de vigilancia ambiental, tanto para la fase de obras como para la fase de funcionamiento de la central, que permita el seguimiento y control de los impactos y la eficacia de las medidas correctoras establecidas en el estudio de impacto ambiental y en el condicionado de esta declaración. En él se detallará el modo de seguimiento de las actuaciones, y se describirá el tipo de informes y la frecuencia y período de su emisión, que como mínimo incluirán lo especificado en la condición

El programa contemplará los aspectos indicados en el estudio de impacto ambiental y en especial incluirá los siguientes:

### **10.2.- Programa de vigilancia en la fase de construcción**

La supervisión del terreno utilizado y el respeto del balizamiento; la elección de los equipos y maquinaria a utilizar; la realización de las operaciones de mantenimiento en los lugares específicamente destinados a este fin; las medidas destinadas a evitar la producción de nubes de polvo; la gestión de la tierra vegetal retirada; los vertidos a cauces, suelos u otros lugares no destinados a este fin; la gestión de los residuos de obra y materiales sobrantes; la información a los trabajadores de las normas y recomendaciones para el manejo responsable de materiales y sustancias potencialmente contaminadoras; el cumplimiento de las condiciones establecidas para protección del patrimonio arqueológico.

El programa de vigilancia efectuará un seguimiento de la calidad de las aguas en el entorno del punto de descarga del agua de refrigeración, durante su construcción, para evaluar la posible incidencia de sedimentos movilizados por las actividades constructivas. Las muestras y mediciones se tomarán con periodicidad semanal durante todo el período que duren las obras y se efectuarán en una estación definida como sensible y otra de contraste, situada a 500 metros a favor de las corrientes. Las medidas de la calidad de las aguas incluirán: Perfil continuo de la estructura térmica, salina y de densidades a lo largo de toda la columna de agua; penetración de la luz; toma de muestras de agua a tres niveles (superficie, medio y fondo) y análisis de los parámetros oxígeno disuelto, sólidos en suspensión, turbidez, nutrientes y DBO5.

### 10.3.- Programa de vigilancia durante la explotación de la central

- Vigilancia de las emisiones a la atmósfera. Mediante los sistemas de medición en continuo, instalados en cada chimenea, se vigilará el cumplimiento de los niveles de emisión establecidos para cada contaminante.
- Vigilancia del impacto acústico. Se propondrá un programa de vigilancia de los niveles de inmisión sonora en la zona de influencia de la central, que incluirá campañas de medición de los niveles de inmisión sonora
- Vigilancia de la calidad del agua de toma de refrigeración. En el canal de toma se controlarán las características y calidad de las aguas que se utilicen en el sistema de refrigeración. Se controlará los siguientes parámetros: Temperatura, salinidad, densidad, pH, turbiedad, nutrientes (nitratos, nitritos, fosfatos), aniones (fluoruros). También se analizará el contenido de metales pesados: Plomo, cadmio, mercurio, cobre, arsénico, níquel, zinc y cromo.
- Vigilancia de la calidad del agua marina. Se vigilará el cumplimiento de las limitaciones del vertido térmico, de 3°C de salto térmico a 200 m del vertido. Se establecerán cinco estaciones, una en el centro del penacho; otra a 100 m. en contra de la corriente; y otras tres situadas a 50, 100 y 500 m. a favor de la corriente. Se efectuarán controles con periodicidad trimestral durante tres días, como mínimo, en cada estación.
- Vigilancia de las comunidades bentónicas y planctónicas. Se tomarán tres muestras de sedimento, mediante draga con periodicidad anual, en el punto cercano al punto de vertido y se procederá a la separación de especímenes presentes en las muestras, con el consiguiente tratamiento posterior: Biomasa de las distintas comunidades sobre una muestra minoritaria representativa; elaboración de listados faunísticos y florísticos; elaboración de tablas de organismos de cada taxón identificado y su asignación a las correspondientes comunidades; cálculo de los espectros de cada comunidad; biomasa de los principales grupos faunísticos implicados; biomasa de las larvas de especies de interés pesquero; biomasa y tamaño de muestras representativas de los recursos capturados por las embarcaciones.

- Vigilancia de los recursos pesqueros. Se realizarán controles trimestrales de la biomasa total y número de individuos de interés comercial que sean retenidos por el sistema de rejillas de la central de bombeo.
- Vigilancia de la dinámica marina. Se realizarán anualmente tres transectos batimétricos perpendiculares al emisario y en el campo de vertido.
- Periodicidad de los controles relacionados con el medio marino. La periodicidad se mantendrá durante los dos primeros años de funcionamiento de la central. De no apreciarse cambios importantes respecto a los impactos previstos, los controles se harán cada dos años durante los cuatro siguientes, de no apreciarse cambios significativos en la tendencia de los impactos se podrá pasar a realizar los controles cada tres años, hasta completar quince años contados desde su inicio.

## **11.- CONCLUSIONES**

El estudio de impacto ambiental concluye que los impactos serán negativos en los medios físico y biótico (tanto terrestre como marino) y, paisaje, mientras que, serán positivos en algunos aspectos del medio socioeconómico.

Una vez realizado el estudio detallado del medio y analizados los impactos por la construcción y funcionamiento, el EIA concluye que las actuaciones propuestas son ambientalmente viables, y que los impactos producidos son aceptables, siempre y cuando se apliquen las medidas protectoras y correctoras indicadas en el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Vigilancia Ambiental propuesto.

## 12.- BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN

### 12.1.- Bibliografía

- Instrumento de la gestión ambiental de la empresa, Vicente Conesa Fernández-Vitoria
- La evaluación de impacto ambiental en la encrucijada, Rosa M<sup>a</sup> Arce Ruiz
- Práctica de la gestión medioambiental ISO 14001, AENOR
- Identificación de aspectos e impactos ambientales, Marilyn R. Block
- Bases para la evaluación de impacto ambiental, Ignacio Español Echániz
- BOE lunes 9 de Octubre del 2000
- Secretaría de Estado de Medio Ambiente BOE Martes 29 Diciembre del 2015
- Guías para la elaboración de Estudios Ambientales de Proyectos con incidencia sobre el Medio Natural. Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
- Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Vicente Conesa Fernández- Vitoria
- Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental, Domingo Gómez Orea.

## 12.2.- Enlaces de internet

- [www. carm. es](http://www.carm.es)
- [www. prtr-es. es](http://www.prtr-es.es)
- [www. infoambiental. es](http://www.infoambiental.es)
- [www. estrucplan. com](http://www.estrucplan.com)
- [centrales-termicas. iespana. es](http://centrales-termicas.iespana.es)
- [noticias. juridicas. com](http://noticias.juridicas.com)
- [www. intitucio. org](http://www.intitucio.org)
- [refineria. mforos. com](http://refineria.mforos.com)
- [www. murciaeduca.es](http://www.murciaeduca.es)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Engie\\_Energ%C3%ADa\\_Cartagena](https://es.wikipedia.org/wiki/Engie_Energ%C3%ADa_Cartagena)
- <https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2018/02/clase-5b-mc3a9todo-battelle-columbus.pdf>

## ANEXO Nº1 PLANOS

### A.1.1.- Plano de localización

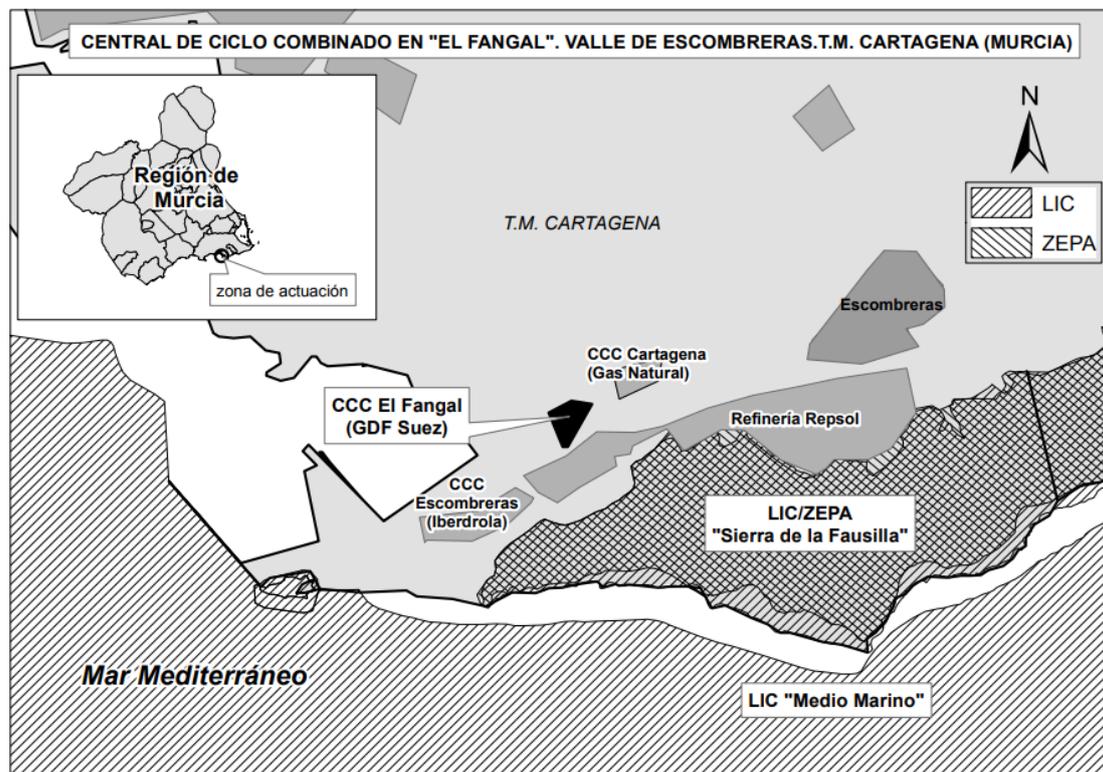


Ilustración 33. Plano de localización de la central térmica del Fangal. (Ambiente, 2015)

## A.1.2.- Plano de las instalaciones en el que quede reflejado los procesos productivos

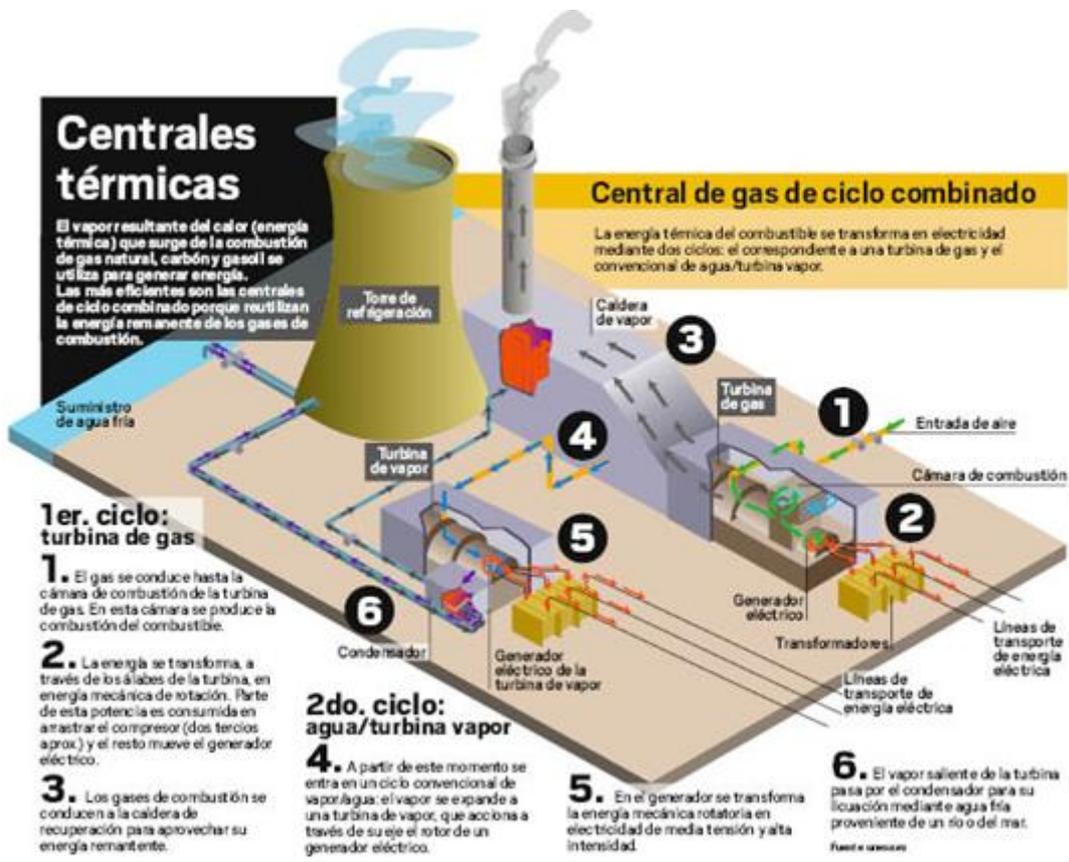


Ilustración 34. Proceso productivo de la central térmica del Fangal. (htt)

### A.1.3.- Diagramas de flujo del proceso productivo

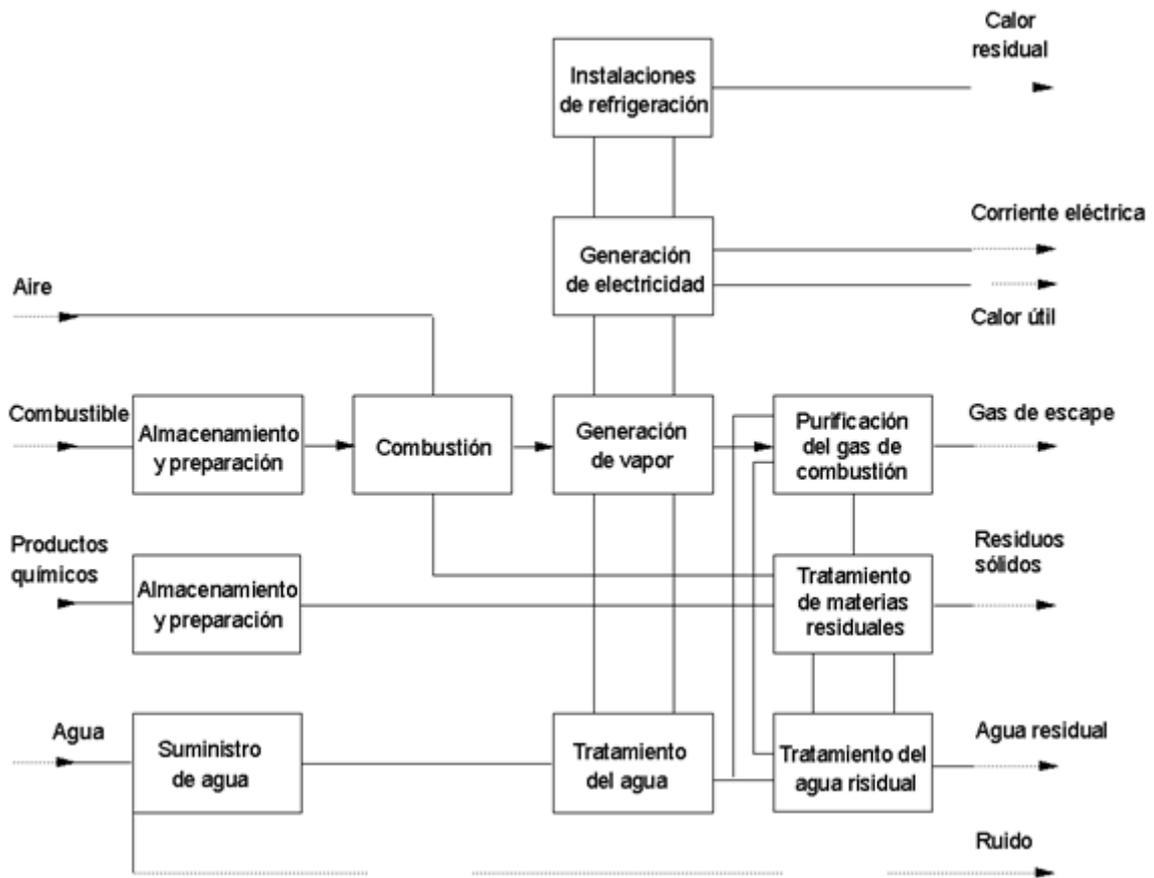


Ilustración 35. Diagramas de flujo del proceso productivo de la central térmica. (Wikipedia, s.f.)

