

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA ENERGÉTICA  
SOSTENIBLE**

**TRABAJO FIN DE  
MÁSTER**

***APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA  
AGILIZAR ESTUDIOS DE IMPACTO  
AMBIENTAL: CENTRALES TÉRMICAS***

**Estudiante:** *Martinez ChuquiHuayta, Juan Carlos*

**Director/Directora:** *Rozas Guinea, Saroa*

**Departamento:** *Ingeniería Energética*

**Curso académico:** *2023-2024*

**Documento n°2 ANEXO 1 - Acciones**

*Bilbao, 1 de marzo de 2024*

## ÍNDICE

1.	CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL DE GAS NATURAL O GASÓLEO .....	3
1.1.	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	3
1.2.	FASE DE FUNCIONAMIENTO.....	5
1.3.	FASE DE DESMANTELAMIENTO .....	6
2.	CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL NUCLEAR.....	7
2.1.	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	7
2.2.	FASE DE FUNCIONAMIENTO.....	8
2.3.	FASE DE DESMANTELAMIENTO .....	9
3.	CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL DE CARBÓN .....	11
3.1.	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	11
3.2.	FASE DE FUNCIONAMIENTO.....	12
3.3.	FASE DE DESMANTELAMIENTO .....	13
4.	CENTRAL TÉRMICA DE BIOMASA .....	15
4.1.	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	15
4.2.	FASE DE FUNCIONAMIENTO.....	16
4.3.	FASE DE DESMANTELAMIENTO .....	17
	BIBLIOGRAFÍA.....	19

## **1. CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL DE GAS NATURAL O GASÓLEO**

Las acciones organizadas en este apartado son un conglomerado de la investigación de diferentes estudios de impacto ambiental y documentos referidos a los proyectos de centrales convencionales térmicas de gas natural y de gasóleo. Obtenidos en su mayoría del portal web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [1] [2] [3] [4] [5] [6].

### **1.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

1. Investigación y estudio detallado del emplazamiento y sus accesos.
2. Definir la zona exacta del emplazamiento y sus características específicas.
3. Procesos previos de ingeniería (diagramas, planos, detalles de planos, ensamblajes, planes de construcción, etc.).
4. Deforestación y desbroce de la zona.
5. Alejamiento de la fauna que ocupa la parcela.
6. Acondicionamiento y apertura de los accesos.
7. Demolición de cerramientos.
8. Excavaciones y movimiento de tierras.
9. Excavación, retirada de la tierra vegetal del emplazamiento y acopio de tierras.
10. Movimiento de maquinaria pesada y camiones.
11. Transporte, carga y descarga de materiales.
12. Llegada de los equipos al emplazamiento.
13. Consumo de energía, combustible y agua durante las construcciones previas.
14. Depósito de materiales de relleno.
15. Aumento del tráfico pesado en carreteras cercanas.
16. Modificación de la circulación viaria y alteración del tráfico.
17. Contrato de personal en necesidad de mano de obra.
18. Construcción de las edificaciones: estructura metálica, cubiertas, fachadas, cimentación, máquinas, soleras, etc.
19. Asfaltado y pavimentaciones.
20. Transporte de la maquinaria e instalaciones necesarias para la construcción de la planta.
21. Construcción del gasoducto (con el resto de materia prima). Así como la red de entrada y sus derivados.
22. Construcción de la línea eléctrica.
23. Emisiones atmosféricas durante la fase de obras.
24. Ruidos y vibraciones procedentes de la maquinaria de construcción.

25. Gestión / Eliminación de residuos de construcción y residuos peligrosos asociados a la construcción (aceites, combustibles, etc.).
26. Vertidos aguas pluviales y residuales procedentes de las instalaciones auxiliares, (oficinas, casetas, etc..) asociadas a la construcción.
27. Restauración y acabado de las instalaciones.
28. Planes y documentos de prevención de emergencias y accidentes: incendios, accidentes de obra, incorrecta manipulación o almacenamiento, etc.
29. Habilitación de una zona específica para lavado, repostaje, entre otros adicionales.
30. Habilitar un medio de suministro de agua y electricidad para la construcción.
31. Habilitar una red de aguas pluviales para la construcción.
32. Habilitar red de aguas residuales durante la construcción.
33. Construcción estructural de la planta
34. Diseño, ingeniería y posterior construcción de caldera (independiente del tipo de caldera a usar).
35. Estudio geotécnico detallado para recomendaciones y restricciones de uso de zonas del emplazamiento.
36. Ocupaciones temporales de obra (casetas, zonas de acopio, nave de soldadura, etc.).
37. Edificación de toda la planta industrial
38. Edificación para el gaseoducto
39. Implementación de tuberías y sus accesorios para el gaseoducto
40. Implementación de una línea de evacuación
41. Instalación de equipos principales de la planta (turbinas, compresores, bombas, torres de refrigeración, calderas, etc.).
42. Desbroce, poda y tala de vegetación en la apertura de caminos, accesos y construcción de la línea eléctrica.
43. Movimiento de tierras y excavaciones para las cimentaciones y la implantación de la central.
44. Retirada de residuos procedentes de la construcción.
45. Transporte de materiales, hormigón, herramientas.
46. Transporte de apoyos, conductores, cables de tierra, cadenas aisladoras, etc.
47. Retirada de residuos a vertederos.
48. Ensamblaje e izado de apoyos y tendido de los conductores y cables de tierra.
49. Proceder con la instalación de las tomas de tierra.
50. Colocar las crucetas, aisladores y todos los elementos relacionados a la red eléctrica.
51. Tendido y tensado de las bobinas, los conductores y el cable de tierra.

52. Evaluación de la prioridad de localización del equipo eléctrico con multicriterio (usando, por ejemplo, Analytic hierarchy process).

## **1.2. FASE DE FUNCIONAMIENTO**

53. Ocupación del suelo urbanizado industrial.
54. Presencia de construcciones y elementos de la planta.
55. Presencia del gasoducto.
56. Presencia de la línea eléctrica y la subestación.
57. Emisiones de gases de combustión
58. Emisiones de ruido
59. Emisiones de vapor en las torres de refrigeración.
60. Creación y retirada de residuos sólidos de manera continua.
61. Circulación de vehículos.
62. Consumo de recursos: agua potable, electricidad y gas natural.
63. Almacenaje y consumo de materias primas peligrosas y no peligrosas.
64. Generación de emisiones a la atmósfera.
65. Vertidos líquidos: aguas pluviales, aguas residuales, aguas del proceso.
66. Generación de ruidos.
67. Iluminación durante el día y nocturna.
68. Planes, vigía y simulacros de riesgo de accidentes.
69. Operaciones de mantenimiento y reparación de todos los elementos inmersos en la generación de electricidad.
70. Operaciones de mantenimiento y reparación de los elementos de línea eléctrica.
71. Mantenimiento y reparación de los equipos de la planta.
72. Mantenimiento de los apoyos. Vigilancia del grado de oxidación y empleo de agentes protectores.
73. Limpieza de los aisladores o sustitución de estos de ser necesario.
74. Mantenimiento de conductores. Vigilar que las vibraciones no produzcan rotura de los hilos del conductor.
75. Vigilancia de distancias de seguridad adecuadas entre conductores y vegetación circundante. Podar de ser necesario.
76. Entrada y salida de subcontratas para mantenimiento, nuevas obras, nuevos empleados.
77. Generación de energía eléctrica y su abastecimiento a la red.

78. Detención y reactivación de uno o más grupos de generación de energía de acuerdo con demanda de la red.

### **1.3. FASE DE DESMANTELAMIENTO**

- 79. Identificación y catalogación de todos los equipos, estructuras y materiales
- 80. Verificar el cumplimiento de documentación, leyes y procesos de desmantelamiento.
- 81. Obtener los permisos y plan detallado de desmantelamiento
- 82. Definir métodos y procesos de desmantelamiento.
- 83. Evaluar el uso de equipos retirados en otras industrial símiles.
- 84. Desconexión de servicios.
- 85. Retirada de equipos principales de la planta y, de ser posible, su reubicación
- 86. Retirada y reutilización de materiales y residuos en otros lugares conservando las garantías y buen funcionamiento.
- 87. Desechar adecuadamente los residuos no reutilizables
- 88. Retirada de accesorios y complementos de los equipos de la planta
- 89. Retirada de cables, elementos eléctricos, elementos especiales y elementos peligrosos
- 90. Movimiento de tierras para retirada de cimientos y estructuras
- 91. Restauración del sitio
- 92. Revisión final y documentación.

## **2. CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL NUCLEAR**

Las acciones organizadas en este apartado son un conglomerado de la investigación de diferentes estudios de impacto ambiental y documentos referidos a los proyectos de centrales nucleares. [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

### **2.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

1. Descripción y documentación técnicas que sustenta la construcción
2. Autorización de construcción, ejecución y explotación.
3. Análisis y estudio de seguridad
4. Normativa para aplicar en el diseño, construcción, montaje y pruebas de modificación.
5. Establecer medidas de control para los equipos o sistemas para que no entren en conflicto entre ellas.
6. Estudio ALARA (Análisis para minimizar el impacto radiológico) durante el montaje de la planta.
7. Plan de emergencia interior y procedimientos que lo desarrollan.
8. Preparar el lugar de emplazamiento
9. Construcción de cimientos y soportes
10. Construcción de edificaciones principales y resto de edificios
11. Instalación del reactor y sus sistemas asociados.
12. Instalación de equipos y sistemas principales. Refrigeración, seguridad y mecanismos de control.
13. Instalación de sistemas secundarios, conexiones, complementos de la central.
14. Identificación y marcado de piezas, máquinas, elementos y estructuras a usarse en la construcción
15. Almacenamiento y extracción de objetos de un lugar establecido y seguro
16. Verificación de conexiones, procedimientos, montajes, etc. Tanto provisionales como establecidos para todo el periodo de funcionamiento.
17. Ensayos de calificación del prototipo, producción y construcción.
18. Pruebas pre nucleares de verificaciones y comprobaciones de los diferentes sistemas de la instalación. Pruebas específicas, demostrativas, funcionales y pruebas de operabilidad.
19. Realizar el programa de control del proceso de solidificación de residuos radiactivos.
20. Limpieza detallada de toda la planta para su puesta en marcha

## 2.2. FASE DE FUNCIONAMIENTO

21. Sigue y supervisa (entre otros medios, por muestreos y ensayos) el equipo y los sistemas (comprendidos los fluidos de los sistemas) para confirmar que funcionan conforme a lo previsto.
22. Establecer normas, restricciones y condiciones para los trabajadores de la planta.
23. Repara, pone a punto y ajusta el equipo para que funcione correctamente durante todo su ciclo de servicio.
24. Seguimiento de envejecimiento mediante procesos químicos y físicos de los materiales, componentes afectados y el hormigón
25. Revisión del impacto radiológico ambiental de acuerdo con los cambios que provoque el entorno y las nuevas tendencias de protección radiológica.
26. Seguimiento de la vida útil de los componentes electrónicos, polímeros, lubricantes, resinas, plásticos usados para recubrimientos protectores, etc.
27. Seguimiento de los campos de radiación, condiciones ambientales (humedad, temperatura, presión), condiciones químicas (presencia de ácidos, ambientes agresivos, etc.).
28. Inspección, reparación y posible sustitución de elementos clasificados como críticos por su relación con la seguridad y disponibilidad de la central.
29. Implementación de mejoras en las prácticas de mantenimiento.
30. Desarrollo de programas de gestión de vida actualizados de forma periódica e inspeccionados por el CSN.
31. Constante seguimiento del impacto radiológico según la normativa vigente.
32. Seguimiento de la integridad de la barrera de presión del refrigerante del reactor
33. Seguimiento del reactor, su funcionamiento y mantenimiento.
34. Seguimiento de los efluentes radiactivos líquidos, gaseosos y totales.
35. Parada previa a la recarga de combustible.
36. Gestión/eliminación de combustible gastado y residuos radiactivos
37. Gestión de bultos y su transporte. Se entiende como bulto al objeto que contiene combustible y material radiactivo usado.
38. Recarga de productos de fisión (mayormente, de Uranio).
39. Mantenimiento predictivo y preventivo de la central.
40. Identificación de los mecanismos de envejecimiento.
41. Análisis realizados con hipótesis de vida de diseño definida (time limited aging analyses, TLAA).



42. Disponer de un plan de gestión del combustible gastado.
43. De ser requerido modificación de estructuras, sistemas o componentes.
44. Información mensual química, de mantenimiento, de inoperables y variaciones de potencia/carga.
45. Análisis isotópicos constantes de muestras del refrigerante del reactor, agua del reactor y de la piscina de combustible.

### **2.3. FASE DE DESMANTELAMIENTO**

46. Aviso con por lo menos un año de anticipación del cierre de la central.
47. Declaración de clausura. Autorización de cierre y desmantelamiento.
48. Estudio de seguridad en desmantelamiento con el proyecto y descripción de todo el proceso.
49. Garantizar el correcto funcionamiento de las estructuras, sistemas y componentes relacionados con la seguridad antes del desmantelamiento de las partes principales de la central.
50. Acotación, ballado y delimitación de la zona de obras de desmantelamiento.
51. Categorizar todos los elementos de la central en pasivos y activos. Luego subclasificarlos según importancia, funcionamiento, mecanismos, etc.
52. Plan, control y desecho de materiales des clasificables de criterios radiológicos.
53. Evacuación de los elementos combustibles, descargar el combustible del reactor y de las piscinas de almacenamiento.
54. Retirada de barra de control y los líquidos contaminados.
55. Cerrar y sellar los sistemas abiertos (válvulas, tapones, penetraciones, etc.); dejando intacto el circuito primario.
56. Acondicionar los residuos gastados para posteriormente desecharlos.
57. Establecer programa de control y vigilancia de la instalación en su estado latente. Entendiéndose que la latencia oscila entre 30 a 100 años.
58. Eliminación y tratamiento adecuado de elementos radiactivos.
59. Transporte adecuado de elementos radiactivos hacia un ATC o símil.
60. Desmontar el circuito primario cuando sea adecuado según estudio de la planta.
61. Desmontar el edificio de contención (solo con niveles de contaminación aceptablemente bajos).

62. Inspecciones constantes de los sellos y protección de la barrera. Pruebas y chequeos periódicos.
63. Se retira restos de materiales, equipos y partes de la planta.
64. Retirada de equipos auxiliares que serán inspeccionados radiológicamente, descontaminados si procede, desmontados y gestionados.
65. Descontaminación y recuperación máxima posible de los terrenos.
66. Plan de restauración del emplazamiento con propuesta y justificación adecuada.
67. Asegurarse de seguir el VI plan general de residuos radiactivos actual en España

### **3. CENTRAL TÉRMICA CONVENCIONAL DE CARBÓN**

Las acciones organizadas en este apartado son un conglomerado de la investigación de diferentes estudios de impacto ambiental referidos a los proyectos de centrales térmicas convencionales de carbón. [15] [16] [17] [18] [19].

#### **3.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

1. Contratar o poseer equipos de depósito de carbón, transporte y accesorios colectivos de manipulación mecánica de carbón.
2. Construir la cinta transportadora de carbón con las especificaciones y requerimientos de la planta.
3. Asegurarse de protección y enclavamiento de equipos en la central, principalmente de la cinta transportadora.
4. Instalación de los tanques (almacenamiento de Gasóleo, ácidos, NaOH, amoníaco, hidracina, fosfato trisódico, etc.
5. Construir un almacén techado y cerrado para tener botellas de gases
6. Construcción de la zona de recepción y almacenamiento de combustible y molienda.
7. Emplazamiento de la chimenea y su respectiva estructura
8. Nivelación del área de la planta de calderas
9. Pilotaje y cimentación de caldera.
10. Cimentación de la nave principal, su montaje estructural, piso revestido, losa, etc.
11. Nivelación del área de la planta del turbogenerador
12. Pilotaje y cimentación de turbogenerador
13. Montaje estructural de planta turbogeneradora.
14. Construcción de casa de bombas unitarias
15. Construcción de nave o caseta adecuada para control de incendios
16. Construcción de nave de aparatos de conmutación
17. Tendido de conductores de entrada y salida.
18. Construcción de casa de bombas de admisión.
19. Acondicionar pedestales para tender tuberías.
20. Construcción de edificio de grupo electrógeno Diesel.
21. Construcción de torres de enfriamiento.
22. Construcciones para evaluar dependiendo del alcance de la central (planta de fueloil, planta de hidrógeno, etc.).
23. Construcción de la nave de compresores.

24. Emplazamiento de caballetes y acondicionamiento para las tuberías y soportes de cables.
25. Puesta de equipos principales (caldera, turbinas, sistema eléctrico, sistema de condensado, sistema de refrigeración, tratamiento de agua, tratamiento de gases).
26. Complemento de la construcción con accesorios, tuberías, conexiones eléctricas secundarias, vertederos, etc.
27. Emplazamiento de las baterías y sistemas de alimentación ininterrumpida. (sala de baterías, salas de control, edificios eléctricos).
28. Acondicionamiento de los grupos electrógenos y sistemas de emergencia.
29. Construcción de almacén de productos químicos y peligrosos y gestión de espacios puntos limpios.
30. Construcción de la planta de tratamiento de agua.
31. Instalación de equipos y sistemas de tuberías en planta de manejo de cenizas.
32. Instalación de generadores y transformadores
33. Instalación de porta cables y claves de alta tensión, luego de baja tensión.
34. Montaje de puentes grúa, levantado de turbogenerador y resto de montajes.
35. Instalación de bombas de reposición
36. Señalizaciones de zonas seguras, peligrosas y delimitaciones de acceso de toda la planta.
37. Pruebas de todos los sistemas antes de la puesta en marcha general.

### **3.2. FASE DE FUNCIONAMIENTO**

38. Extraer carbón del medio de transporte en zona asignada para su almacenamiento.
39. Triturar, tamizar, mezclar y suministrar carbón periódicamente. (dependiendo de la calidad, se debe extraer hierro, se debe pesar, muestrear eliminar polvo).
40. Arranque, parada y mantenimiento de la cinta transportadora.
41. Operación y mantenimiento de la pantalla enrollable y diferentes componentes de los elementos de transmisión y movimiento.
42. Limpieza diaria de zonas de trabajo por personal cualificado.
43. Mantenimiento y supervisión de equipos de eliminación de polvo y hierro.
44. Mantenimiento de equipos principales de la central.
45. Monitoreo de descargas parciales en las subestaciones.
46. Mantenimiento de tuberías, válvulas y resto de accesorios.

47. Combustión constante del carbón triturado para general calor.
48. Monitoreo y mantenimiento del proceso de generación de electricidad.
49. Tratamiento constante de residuos (ceniza, entre otros).
50. Constante neutralización y acondicionamiento de las aguas para el ciclo de condensado y vapor.

### **3.3. FASE DE DESMANTELAMIENTO**

51. Clasificación y posterior retirada de residuos peligroso y no peligrosos.
52. Vaciado, limpieza, neutralización, inertización y descontaminación de equipos, instalaciones y depósitos.
53. Retirada de aislamientos térmicos, lanas, roca y cubiertas de fibrocemento.
54. Retirada de cables en galerías, subestaciones y conexiones auxiliares.
55. Separación de equipos contaminados y no contaminados.
56. Retirar restos de carbón, limpiar toda maquinaria que tuvo contacto con él (calderas, cintas, torres de transferencia, apiladores, recuperadores, tolvas, etc.).
57. Retirar cenizas y escoria, así como materia seca y húmeda de: silos, chimeneas, caldera, precipitadores electrostáticos, filtros de mangas, conductores de salida, etc.
58. Limpieza y desmantelamiento de tanques de almacenamiento de Gasóleo
59. Limpieza de restos de hidrocarburos en equipos y depósitos
60. Desguace mecánico de elementos de envergadura
61. Demolición mediante oxicorte desde elevadores articulados en las zonas de calderas
62. Desmantelamiento de la caldera (conductos de gases, tuberías principales, sopladores, calentadores, colectores, silenciadores, desgasificadores, etc.).
63. Desmontaje de chimeneas, precipitadores electrostáticos, subestaciones, torres de refrigeración), etc.
64. Deconstrucción del almacén para botellas de gases respetando seguridad y leyes de su gestión.
65. Desmantelamiento y demolición de edificios pequeños. Naves de almacenes, trabajadores, etc.
66. Deconstrucción de pozos de aguas negras y sistemas de alcantarillado.
67. Proceso de desmantelamiento de tanques, depósitos y balsas de agua.
68. Desmantelamiento de instalaciones mecánicas, eléctricas y de control.
69. Puesta en condición segura de la Central.

70. Retirada por gestores autorizados de los residuos existentes en la central (no peligrosos y peligrosos) una vez quede fuera de funcionamiento.
71. Realizar desulfuración que implica al yeso y la caliza.
72. Limpieza del sistema de circulación de agua, especialmente de tuberías y depósitos.

#### **4. CENTRAL TÉRMICA DE BIOMASA**

Las acciones organizadas en este apartado son un conglomerado de la investigación de diferentes estudios de impacto ambiental referidos a los proyectos de centrales térmicas de biomasa. Obtenidos en su mayoría del portal web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [20] [21] [22] [23] [24].

##### **4.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

1. Estudio del lugar óptimo para el emplazamiento de la central
2. Manipulación y excavación del suelo
3. Retirada de fauna y vegetación presente en la zona antes de empezar con actividades in situ.
4. Uso de camiones, excavadoras, generadores, etc. En fase constructiva.
5. Construcción de los edificios y columnas principales en todo el emplazamiento
6. Transporte de materiales de construcción, herramientas y personal.
7. Implementación de la caldera, turbinas, entre otros equipos principales de la planta.
8. Construcción de lugar para recepción de combustible
9. Construcción del patio de combustible
10. Construcción de lugar para la trituración de combustible.
11. Construcción de almacén para combustible
12. Diseño y puesta en marcha de los sistemas de transporte, cintas trasportadoras, fajas, cadenas y elementos de carga.
13. Construcción del lugar para la alimentación de caldera.
14. Construcción de la chimenea y símiles para rechazo de residuos.
15. Construcción de espacio para generadores
16. Construcción de lugar para los condensadores, aerocondensadores y torres de refrigeración.
17. Construcción del circuito de agua, aceites, químicos, sistemas contra incendios, etc.
18. Construcción del sistema de aire comprimido, compresores, soplados, etc.
19. Construcción del sistema de extracción y enfriamiento de gases para posteriormente construir el sistema de limpieza de gases.
20. Construcción del resto de sistemas auxiliares.
21. Construcción del parque de transformación y derivados.
22. Conexión a vapor y calefacción
23. Sistema de distribución de luminarias
24. Sistema de distribución de desagüe y residuos

25. Terminación de todas las construcciones civiles.
26. Terminación de todas las instalaciones mecánicas
27. Balance de energía y masa con pruebas in situ.
28. Trazado y tendido de las líneas eléctricas de alta y baja tensión.
29. Término de las instalaciones eléctricas y de control e instrumentación
30. Eliminación de residuos de construcción
31. Pruebas de todos los componentes, equipos y circuitos. Asimismo, pruebas en vacío, en plena carga y pruebas de condiciones de operación. (claves, señales, instrumentos, motores, frecuencias, etc.).

#### **4.2. FASE DE FUNCIONAMIENTO**

32. Recepción de biomasa y almacenamiento en tanques de almacenamiento, dársenas, o similares que permitan su adecuado uso. (nivel de humedad, calidad de materia prima, etc.).
33. Mezclar los diferentes tipos de biomasa para extraer la energía máxima de la biomasa
34. Pretratamiento de la biomasa para optimizar la producción de gas.
35. Pruebas de potencial de gas en muestras de biomasa de los proveedores y contenido de sólidos secos para controlar cuestiones contractuales
36. Limpiar las áreas donde pueden ocurrir derrames
37. Comprobación y calibración periódica de los sensores
38. Inspeccionar la parte superior del digestor diariamente
39. Investigar el acceso potencial a nuevos tipos o proveedores de biomasa.
40. Mantenimiento de piezas en constante rozamiento y movimiento, además de soluciones a la corrosión
41. Limpieza de la caldera constante, sobre todo en superficies de transferencia de calor
42. Mantenimiento de cambio de elementos filtrantes
43. Monitoreo y servicio de sistemas de eliminación de óxidos de nitrógeno
44. Mantenimiento de válvulas y accesorios, especialmente válvulas de control y cierre.
45. Limpieza constante del condensador
46. Pruebas constantes de servicio del generador y sistemas eléctricos
47. Calibración de instrumentos y pruebas de los sistemas informáticos
48. Cambios de cables, fusibles, válvulas, filtros, bombas, etc. Que puedan surgir durante el periodo de vida de la planta.
49. Programación de la producción de energía y calor y del suministro de combustible.



50. Operar y monitorear todas las funciones del sistema de producción de energía.
51. Operación de recepción y manejo de combustible, incluyendo medición de peso y control de calidad (contenido de humedad y presencia de piedras, piezas metálicas y sobredimensionados partículas o elementos).
52. Operación y manejo de sistemas para cenizas de fondo, moscas, cenizas y otros subproductos
53. Supervisar el funcionamiento de la planta, incluidas las “caminatas” programadas.
54. Planificación y orden de los trabajos de mantenimiento necesarios y asegurar la planta antes del inicio del trabajo.
55. Monitoreo y registro de parámetros de procesos y equipos como temperaturas, presiones, flujos, corrientes eléctricas, análisis en línea de gases de combustión, vibraciones, etc.
56. Control de funcionamiento por debajo de niveles de ruido, vibraciones, olores, pesos, emisiones permitidas.
57. Generación de residuos, cenizas y materia prima mal combustionada.
58. Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera en la etapa de combustión
59. Ruido en diferentes zonas de la planta, generadores, caldera, válvulas de seguridad, subestaciones eléctricas.
60. Constante entrada y salida de camiones o símiles que transportan materia prima a la planta.
61. Entrada y salida de agua contante a la planta. Para refrigeración, uso del personal, circuitos transportadores, etc.
62. Otorgamiento de electricidad siempre que se requiera y permita la red.
63. Transporte y almacenamiento de cenizas de fondo y cenizas volantes.

#### **4.3. FASE DE DESMANTELAMIENTO**

64. Comunicación, plan de desmantelamiento y permisos totalmente aceptados para empezar con el desmantelamiento.
65. Habilitación de casetas, herramientas, maquinarias y trabajadores para la fase de desmantelamiento
66. Limpieza de ceniza y restos de materia en todos los equipos involucrados en la central.
67. Uso de camiones, excavadoras, demolidoras, etc. Que permiten desmantelar toda la planta.

68. Depuración de los gases de combustión y desulfuración adecuada para posteriormente desmantelar la caldera.
69. Cierre de todos los accesos de agua y taponamiento de tuberías o accesorios de conexión que, si se considera oportuno, se van a quedar en el emplazamiento.
70. Gestión y desecho adecuado de los residuos de pintura, sintéticos, aceites, lubricantes, peligrosos, etc.
71. Restitución de tierras y vegetación en la fase final de desmantelamiento.
72. Ejecución del plan de restauración.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Central Térmica de Ciclo Combinado de 1100 MW Eléctricos en el T.M. de Valverde de Mérida (BADAJOZ). Resolución publicada en BOE 03 01 11. 2009. Recuperado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/navServicioContenido>
- [2] Central Térmica de Ciclo Combinado en Corvera T.M. Corvera (ASTURIAS). Documento de síntesis. 2007. Recuperado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/navServicioContenido>
- [3] Estudio de Impacto Ambiental. Planta de Ciclo Combinado de Corvera (ASTURIAS). Volumen 2. Memoria (Texto principal). 2007. Recuperado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/navServicioContenido>
- [4] Estudio de Impacto Ambiental de la Central Térmica de Ciclo Combinado de 850 MW de Fayón (SARAGOZA). Memoria y Planos. 2006. Recuperado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/navServicioContenido>
- [5] Estudio de Impacto Ambiental de la Central Térmica de Ciclo Combinado de Nalón (ASTURIAS). 2006. Recuperado de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://sede.miteco.gob.es/portal/site/seMITECO/navServicioContenido>
- [6] Gasification Combined Cycle Test Facility. Department of Energy. San Francisco Operation Office. 1979.
- [7] Comisión de Seguridad Nuclear (CSN). (2009). Condiciones para la operación a largo plazo de las centrales nucleares. Recuperado de <https://www.csn.es/documents/10182/933197/Condiciones%20para%20la%20operaci%C3%B3n%20a%20largo%20plazo%20de%20las%20centrales%20nucleares>
- [8] Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas. Recuperado de <https://www.csn.es/documents/10182/896582/Real+Decreto+1836-1999%2C+de+3+de+diciembre%2C+por+el+que+se+aprueba+el+Reglamento+sobre+instalaciones+nucleares+y+radiactivas>
- [9] Informe GS 01-11: Modificaciones de diseño en centrales nucleares. Consejo de Seguridad Nuclear. (julio de 2002). Recuperado de [https://www.csn.es/documents/10182/896572/GS%2001-11%20Modificaciones%20de%20dise%C3%B1o%20en%20centrales%20nucleares%20\(Julio%202002\)](https://www.csn.es/documents/10182/896572/GS%2001-11%20Modificaciones%20de%20dise%C3%B1o%20en%20centrales%20nucleares%20(Julio%202002))
- [10] Informe GS 01-07: Revisión 2 - Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares (octubre de 2003). Recuperado de [https://www.csn.es/documents/10182/896572/GS%2001-07%20Revisi%C3%B3n%202%20-%20Informaci%C3%B3n%20a%20remitir%20al%20CSN%20por%20los%20titulares%20sobre%20la%20explotaci%C3%B3n%20de%20las%20centrales%20nucleares%20\(Octubre%202003\)](https://www.csn.es/documents/10182/896572/GS%2001-07%20Revisi%C3%B3n%202%20-%20Informaci%C3%B3n%20a%20remitir%20al%20CSN%20por%20los%20titulares%20sobre%20la%20explotaci%C3%B3n%20de%20las%20centrales%20nucleares%20(Octubre%202003))

- [11] Documento sobre desmantelamiento y clausura de centrales nucleares. Conejo de Seguridad Nuclear. Recuperado de <https://www.csn.es/documents/10182/914805/Desmantelamiento%20y%20clausura%20de%20centrales%20nucleares>
- [12] Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). Guía de Seguridad N° GS-G-3.5. (2017). Sistema de Instalación de Centrales Nucleares. Recuperado de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1392\\_S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1392_S_web.pdf)
- [13] Ministerio de Industria Turismo y Comercio. (noviembre 2005). Orden Ministerial por la que se autoriza el desmantelamiento de las instalaciones paradas y en fase de clausura del CIEMAT. Recuperado de <https://www.csn.es/documents/10182/27926/Orden%20Ministerial%20por%20la%20que%20se%20autoriza%20el%20desmantelamiento%20de%20las%20instalaciones%20paradas%20y%20en%20fase%20de%20clausura%20del%20CIEMAT>
- [14] Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). (2012). Seguridad de las Centrales Nucleares: Puesta en Servicio y Explotación. Recuperado de [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1513s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1513s_web.pdf)
- [15] Lihua, Zhao. & Yin, Lin. (2011). Operation and Maintenance of Coal Handling System in Thermal Power Plant. ELSERVIER-ScieceDirect, Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2401>
- [16] Documento Ambiental del Cierre de la Central Térmica de los Barrios (CÁDIZ). IDOM. (marzo 2020). No publicado.
- [17] Documento Ambiental del Proyecto de Desmantelamiento de la Central Térmica La Robla (LEÓN). (mayo 2019). Recuperado de [https://stpropwebcorporativangy.blob.core.windows.net/uploads/2023/02/DesmantelamientoCentralTermicaLaRobla\\_Espana.pdf](https://stpropwebcorporativangy.blob.core.windows.net/uploads/2023/02/DesmantelamientoCentralTermicaLaRobla_Espana.pdf)
- [18] Choudhury, D. (2019). Standard Critical Path and Selection of Most Economic and Quality Contractors for Construction of Thermal Power Plant: A Case of Study in NTPC. SAGE. Recuperado de DOI: 10.1177/0972622519872653
- [19] Plan de Desarrollo tras Cierre de Central Térmica As Pontes. ENDESA. (2022). No publicado.
- [20] Medidas Preventivas, Correctoras, Compensatorias de Sistema de Generación de energía. No publicado.
- [21] International Finance Corporation. (2017). Converting Biomass to Energy. A guide for Developers and Investors. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/8433d4c8-5ee3-5d0d-9b05-757d8195e367>

[22] Gobierno Vasco. Departamento de Desarrollo Económico Sostenibilidad y Medio Ambiente. Resolución del Director de Calidad Ambiental y Economía Circular por la que se formula el Documento de Alcance del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Instalación de la Planta de Generación Eléctrica con Biomasa (20 MWe), y su Línea Aérea de Alta Tensión Asociada, promovida por Bioargi S.L. en Lantarón (ÁLABA). (2022). Recuperado de [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/eiad\\_062inet\\_lantaron\\_biomasa/es\\_def/adjuntos/EIAD-062INET-2022-09-02-Resolucio.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/eiad_062inet_lantaron_biomasa/es_def/adjuntos/EIAD-062INET-2022-09-02-Resolucio.pdf)

[23] Valentín, Sergio. (2011). Proyecto de una Central Eléctrica de Biomasa (Proyecto de fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid). Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/12079>

[24] Junta de Extremadura. (2023). Resolución de 16 de enero de 2023, de la Dirección General Sostenibilidad, para la autorización ambiental integrada del proyecto de planta de biomasa de 49,9 MWe, titularidad de Desarrollos Renovables Eólicos y Solares, SLU, en el término municipal de Logrosán, provincia de Cáceres. Diario Oficial de Extremadura. Recuperado de <https://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2023/160o/23060224.pdf>