

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETILBENCENO

GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA



Irene Benítez
María Lozano

Antonio Funes
Arnau Maestre
Judith Royo

Eduardo Larrousse
Joel Méndez

Curso 2022/2023
Tutor: Josep A. Torá

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETILBENCENO

CAPÍTULO VI: MEDIO AMBIENTE



Irene Benítez
María Lozano

Antonio Funes
Arnau Maestre
Judith Royo

Eduardo Larrousse
Joel Méndez

Curso 2022/2023
Tutor: Josep A. Torá

ÍNDICE

6.1. Introducción	5
6.2. Normativa y responsabilidad medioambiental	5
6.2.1. Normativa europea	6
6.2.2. Normativa española	6
6.2.3. Normativa catalana	7
6.3. Economía circular y Ecología industrial	7
6.4. Sistema de gestión ambiental	8
6.4.1. ISO 14001	8
6.4.2. EMAS	9
6.4.3. Comparación EMAS Y ISO 14001	10
6.5. Residuos industriales	10
6.5.1. Emisiones líquidas	11
6.5.1.1. Localización residuos líquidos	12
6.5.1.2. Valores límites de emisión	12
6.5.1.3. Tratamientos residuos líquidos	13
6.5.1.4. Normativa	13
6.5.2. Emisiones atmosféricas	13
6.5.2.1. Localización residuos gaseosos	14
6.5.2.2. Valores límites de emisión	14
6.5.2.3. Tratamientos de los residuos gaseosos	14
6.5.2.4. Normativa	16
6.5.3. Residuos sólidos	17
6.5.3.1. Localización de residuos sólidos	18
6.5.3.2. Tratamiento de residuos sólidos	18
6.5.3.3. Normativa	22
6.6. Contaminación acústica	23
6.6.1. Límites acústicos	23
6.6.2. Medidas contra la contaminación acústica	24
6.6.3. Normativas contaminación acústica	24
6.6.3.1. Normativa europea	24
6.6.3.2. Normativa estatal	24
6.6.3.3. Normativa catalana	24
6.7. Contaminación lumínica	24
6.7.1. Clasificación contaminación lumínica	25
6.7.2. Medidas contra la contaminación lumínica	26
6.7.3. Normativas contaminación lumínica	26
6.7.3.1. Normativa europea	26
6.7.3.2. Normativa estatal	27

6.7.3.3. Normativa catalana	27
6.8. Gestión externa de residuos	27
6.9 Matriz de Leopold	29
6.9.1. Ventajas de la matriz de Leopold	30
6.9.2. Desventajas de la matriz de Leopold	30
6.10. Bibliografía	33

6.1. Introducción

Actualmente, la industria química, es una de las industrias más contaminantes para el medio ambiente. Esto se debe a la utilización de materias primas, el agotamiento de fuentes de energía y las emisiones contaminantes que genera este tipo de industrias. Por eso, es importante hacer compatible el crecimiento económico e industrial con el consumo responsable de los recursos naturales, de forma que el impacto medioambiental sea el mínimo posible delante del crecimiento demográfico y de la demanda.

Por otro lado, la industria química es imprescindible para la vida humana y cada vez la necesidad es mayor, por ello, los gobiernos han creado una serie de normas y leyes de obligado cumplimiento para las empresas para que no se modifiquen las condiciones del medio ambiente.

Debido a que la empresa pertenece al sector químico, es necesario hacer un análisis de todas las posibles formas de contaminación que se puedan producir durante la producción de etilbenceno. Las formas más típicas de contaminación pueden ser:

- **Atmosféricos:** Los gases que se puedan generar durante la producción de etilbenceno que esté catalogado como subproducto, a más de cualquier mantenimiento de los servicios necesarios para el funcionamiento de la planta.
- **Líquidos:** Pueden ser los efluentes para el mantenimiento de los servicios, fugas de agua o cualquier producto químico implicado en el proceso de producción.
- **Sólidos:** Pueden ser cajas de cartón, cualquier envase, que haya o no estado en contacto con productos químicos.

Una vez se localice las diferentes fuentes de contaminación, desde la empresa Etilbenceno Production, se intentará eliminar o minimizar el uso de ese contaminante, buscando procesos alternativos reduciendo el impacto medioambiental.

6.2. Normativa y responsabilidad medioambiental

Para respetar el medio ambiente, existen leyes y normas de obligado cumplimiento. El cumplimiento de estas puede proporcionar beneficios a la empresa, desde un ahorro de materias primas a una mejor imagen de la empresa de cara a la sociedad.

Estas normativas empiezan como directivas europeas y se adaptan al estado español como ley o real decreto (RD). También si es necesario se deberá seguir la normativa de Cataluña y del término municipal de Tarragona.

Las leyes son de carácter general y tienen como objetivo fomentar la prevención y evitar o minimizar los posibles daños ambientales por contaminación.

6.2.1. Normativa europea

- La Directiva 2004/35/CE del parlamento europeo y del consejo, que determina las normas que se basan en el principio de “quien contamina paga”, es decir, que la empresa se haga responsable de los daños medioambientales que se produzcan y, por lo tanto, tomar las medidas preventivas o reparadoras y pagar todo lo que sea necesario. [1]
- El Reglamento 2020/852 del parlamento europeo y del consejo relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles, que tiene como objetivo poner en conocimiento a los inversores que una actividad económica es medioambientalmente sostenible mediante criterios comunes a toda la Unión Europea. [2]
- La Directiva 2012/18/UE relativa al control de riesgos inherentes a los accidentes graves que intervengan sustancias peligrosas, que como su nombre indica, tiene como objetivo controlar los riesgos a accidentes graves en los que intervengan sustancias químicas peligrosas. [3].
- El Reglamento (CE) 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) que ofrece un amplio marco legislativo para la fabricación y la utilización de las sustancias y preparados químicos, estableciendo procedimientos de recopilación y valorización de información sobre las propiedades y peligros de las sustancias químicas. Además, fomenta los métodos alternativos a las pruebas en los animales, crea un mercado único de sustancias y preparados químicos y fomenta la innovación y la competitividad en el sector. [4]

6.2.2. Normativa española

La Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental, que establece un nuevo régimen de reparación de daños medioambientales de acuerdo con los cuales los operadores no provoquen daños a los recursos naturales y adopte las medidas necesarias para prevenir o reducir estos. [5]

6.2.3. Normativa catalana

La ley 20/2009 de prevención y control ambiental de las actividades, que introduce un nuevo sistema de intervención administrativa sobre las actividades de incidencia ambiental. [6]

6.3. Economía circular y Ecología industrial

El cambio climático ha provocado que en los sistemas de producción se deban encontrar alternativas que sean más sostenibles. Por eso, se han desarrollado diferentes estrategias enfocadas en la actividad industrial con el fin de minimizar las emisiones y garantizar las buenas prácticas de sostenibilidad.

La economía circular[7] es un sistema de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible. La economía circular intenta reducir los residuos al mínimo con el objetivo de que cuando llegue el fin de la vida de un producto, sus materiales sean reciclados y estos puedan ser utilizados una y otra vez, creando un valor adicional. Este modelo no es sólo favorable medio ambiente, sino que también para las empresas ya que cada vez necesitaran menos materias primas gracias a la reutilización de otras, sus costes de fabricación será menor y por lo tanto la empresa recibirá más beneficios económicos



Figura 1: Economía circular

La ecología industrial [8] es un sistema con el objetivo de que el funcionamiento de la vida se parezca al funcionamiento de los ecosistemas naturales, por medio del cumplimiento del ciclo de los recursos, donde se extraen, se utilizan y se devuelven al ecosistema eliminando la generación de residuos. La ecología industrial no solo tiene un impacto positivo económico, sino que a nivel económico también es un modelo muy rentable ya que se reducen los costes del mantenimiento de la infraestructura.

6.4. Sistema de gestión ambiental

El Sistema de Gestión Ambiental es una herramienta diseñada para las empresas o diferentes organizaciones para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tiene en cuenta la prevención y minimización de efectos sobre el entorno [8].

Este sistema tiene como objetivos [9]:

- La protección del medio ambiente mediante la prevención de los impactos ambientales.
- El apoyo a la organización en el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos.
- El logro de beneficios financieros y operacionales que puedan ser el resultado de implementar medidas ambientales más respetuosas.

Actualmente el sistema de gestión medioambiental se basa en una norma, pero se relacionan con la norma ISO 14001 y la norma EMAS. Se debe remarcar que estas normativas son complementarias.

6.4.1. ISO 14001

La legislación de gestión medioambiental es muy amplia y compleja, por eso surge la norma ISO 4001 para facilitar el cumplimiento de la legislación ambiental.

La ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización. Las normas creadas por esta organización deben de ser aprobadas por los miembros de CEN, que definen las condiciones dentro de las cuales se deben adoptar, sin modificaciones, la normativa europea y nacional.



Figura 2: Certificado ISO 14001

El modelo de esta norma se basa en el concepto de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA). Es un proceso iterativo que usan las organizaciones para lograr la mejora continua. Sus elementos individuales [11] de pueden definir como:

- **Planificar:** Establecer los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental.
- **Hacer:** Implementar los procesos según lo planificado.

- **Verificar:** Hacer el seguimiento y medir los procesos respecto a la política ambiental, incluidos sus compromisos, objetivos ambientales y criterios, e informar de sus resultados.
- **Actuar:** Empezar acciones para mejorar continuamente.

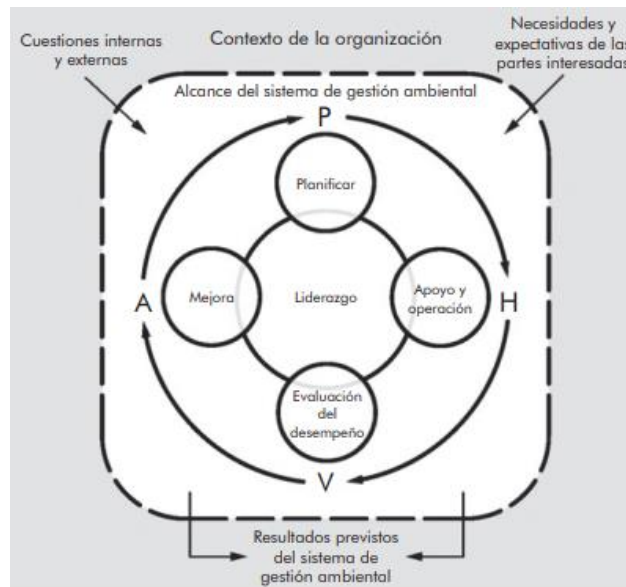


Figura 3: Modelo PHVA

6.4.2. EMAS

El Reglamento europeo EMAS (“Eco-Management and Audit Scheme”) es una herramienta desarrollada por la Unión Europea que reconoce a las organizaciones que han implementado un Sistema de Gestión Ambiental y han adquirido un compromiso de mejora continua, mediante auditorías independientes verificadas [12].

Este Reglamento ayuda a contribuir al desarrollo de una Economía Circular, ya que:

- Obliga a establecer unos indicadores de comportamiento ambiental para analizar y medir el uso eficiente de recursos.
- Contribuye a minimizar riesgos desde un enfoque preventivo y a identificar nuevas oportunidades de negocio.
- La Declaración Ambiental validada por un verificador independiente y acreditado.
- Supone un motor para la innovación.



Figura 3: Logotipo EMAS

6.4.3. Comparación EMAS Y ISO 14001

La normativa ISO 14001 supone un avance importante para las organizaciones ya que se preocupan por la gestión ambiental, pero la verificación EMAS demuestra un mayor compromiso con los requisitos y resultados que se obtienen.

La norma ISO ayuda a las empresas a crear un marco organizativo para definir el sistema de gestión ambiental, mientras que EMAS establece un mecanismo de observación y mejora para las empresas, aportando publicidad, seguridad y eficacia.

En definitiva, las dos normativas son compatibles entre ellas, ya que las dos ayudan a las organizaciones a crear y mantener un sistema de gestión ambiental con la finalidad de que el proceso sea verificado/certificado.

6.5. Residuos industriales

Los residuos se definen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha [13].

La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, define los “residuos industriales” como los residuos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

El Artículo 8 de la Ley 22/2011 dictamina que se aplicará una jerarquía de residuos con el siguiente orden [14]:

- 1) **Prevención:** Conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, para evitar los posibles residuos.
- 2) **Preparación para la reutilización:** Operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que se puedan reutilizar sin ninguna preparación previa.

- 3) **Reciclado:** Operación de valorización en la cual los residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si tienen la finalidad original como si tienen una de nueva.
- 4) **Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética:** Operación para convertir los residuos en materia prima tanto si es para utilizarlo nuevamente en la propia planta como en otra empresa.
- 5) **Eliminación:** Cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria de aprovechamiento de sustancias o energía.



Figura 5: Jerarquía de gestión de residuos

En la planta se generan diferentes residuos industriales y estos se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Residuos líquidos (emisiones líquidas).
- Residuos gaseosos (emisiones atmosféricas).
- Residuos sólidos.

6.5.1. Emisiones líquidas

Las emisiones líquidas son los residuos líquidos provenientes de las actividades humanas, como pueden ser las aguas residuales o industriales, las cuales contienen impurezas del proceso o sólidos en suspensión que son contaminantes.

Todas las emisiones líquidas generadas en la planta se tendrán en cuenta y después, tratadas para evitar la contaminación al medio ambiente. Se pueden clasificar principalmente en:

- **Aguas residuales domésticas:** Son aquellas que provienen de las oficinas y vestuarios de los trabajadores.
- **Aguas residuales industriales:** Son aquellas que se añade en el proceso o tienen contacto con él. Por ejemplo, encontramos las aguas

provenientes del laboratorio, de las zonas de producción utilizadas para la limpieza de los equipos, etc.

- **Aguas residuales pluviales:** Son las aguas que se originan a partir de la lluvia o nieve.

6.5.1.1. Localización residuos líquidos

Tabla 1: Localización de residuos líquidos

Residuos Líquidos	Zona
Aguas pluviales	Toda la planta
Aguas industriales	Zonas de producción y 900
Aguas domésticas	Lavabos en zonas de producción y 1100

6.5.1.2. Valores límites de emisión

Las aguas que sean depositadas a los sistemas públicos de saneamiento deberán cumplir los valores límites de vertido establecidos en el Decreto 130/2003, de 13 de mayo, por el cual se aprueba el Reglamento de servicios públicos de saneamiento [15]. Estos valores deben ser inferiores a los que se muestran en la *Tabla 2*.

Tabla 2: Valores límites de emisión líquida

Parámetros	Valor límite
Temperatura [°C]	40
pH	6 – 10
Materias en suspensión [mg/L]	750
DBO [mg/L O ₂]	750
DQO [mg/L O ₂]	1500
Aceites y grasas [mg/L]	250
Cloruros [mg/L Cl ⁻]	2500
Conductividad [mS/cm]	6000
Dióxido de azufre [mg/L SO ₂]	15
Sulfatos [mg/L SO ₄ ²⁻]	1000
Sulfuros totales [mg/L S ²⁻]	1
Sulfuros disueltos [mg/L S ²⁻]	0.3
Fósforo total [mg/L P]	50
Nitratos [mg/L NO ₃ ⁻]	100
Amonio [mg/L NH ₄ ⁺]	60
Nitrógeno orgánico y amoniacal [mg/L N]	90

6.5.1.3. Tratamientos residuos líquidos

Las aguas residuales pluviales y domésticas serán depositadas directamente al sistema público, mientras que las industriales, se identificarán y se analizarán

para determinar si pueden ser vertidas al sistema público o deberán ser tratadas a partir de gestión externa.

6.5.1.4. Normativa

6.5.1.4.1. Normativa europea

- Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2007/35/CE. [16]
- Directiva del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. [17]

6.5.1.4.2. Normativa estatal

- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de los residuos mediante depósito en vertedero. [18]
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales. [19]

6.5.1.4.3. Normativa catalana

- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos. [20]
- Decreto 130/2003, de 13 de mayo, por el cual se aprueba el Reglamento de los servicios públicos de saneamiento. [15]

6.5.2. Emisiones atmosféricas

La contaminación atmosférica es la presencia que existe en el aire de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que puedan implicar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales que se encuentran en dicho ambiente [21].

Las emisiones gaseosas que podemos encontrar en la planta en función de la composición de los gases son:

- Las emisiones que provienen de los equipos de proceso que utilizan combustibles fósiles como fuente de energía, esto produce gases resultantes de la combustión como el dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.
- Las emisiones que proceden del propio proceso en forma de reacciones secundarias, como son el metano, etano y propileno.
- Las emisiones que proceden del propio proceso, laboratorio o de cualquier equipo que pueda contener etileno.

- Las emisiones que proceden del proceso de inertización de equipos, como son los óxidos de nitrógeno que puedan contener trazas de otros componentes.

6.5.2.1. Localización residuos gaseosos

Los residuos gaseosos mencionados anteriormente, se localizan en el área 600 que está destinada para realizar los diferentes tratamientos medioambientales relacionados principalmente con los residuos gaseosos.

6.5.2.2. Valores límites de emisión

El Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, establece un valor límite de emisión para evitar efectos nocivos al medio ambiente [22]. En la *Tabla 3* se establecen los límites para los compuestos mencionados anteriormente.

Tabla 3: Valores límites de emisión atmosférica

Contaminante atmosférico	Valor límite de emisión a la atmósfera (kg/año)	Valor límite de emisión al agua (kg/año)	Valor límite de emisión al suelo (kg/año)
Metano	100.000	-	-
Monóxido de carbono	500.000	-	-
Dióxido de carbono	100.000.000	-	-
Óxidos de nitrógeno	100.000	-	-

6.5.2.3. Tratamientos de los residuos gaseosos

6.5.2.3.1. Carbón activado

El procedimiento de adsorción con carbón activado se utilizará principalmente para las emisiones procedentes de la inertización de los equipos. Como se ha mencionado anteriormente, esta corriente puede contener trazas de otros componentes del proceso, por lo tanto, esta tecnología elimina los compuestos volátiles haciendo pasar el aire a través de un lecho con carbón activo.

Este tipo de tratamiento se puede usar para otros de los residuos gaseosos que se obtienen en la planta, ya que también se puede utilizar para eliminar otros compuestos orgánicos volátiles como son el metano, tolueno, etano, propano y etileno [23].

6.5.2.3.2. Sistema de cogeneración

La cogeneración es la producción de energía térmica (calor) y eléctrica (electricidad) a partir de una sola fuente de combustible. Este sistema se construye en torno a un motor de fuerza motriz (una turbina), junto con un alternador, convierte la energía química almacenada en el combustible en energía eléctrica [25].

En nuestro caso como subproducto del proceso obtenemos principalmente un corriente compuesto de metano, etano y otros componentes. Los alcanos son altamente combustibles y son valiosos como combustibles limpios [25] por lo tanto se utilizará esta corriente como materia prima para el sistema de cogeneración.

Para el sistema de cogeneración se destinará un 77% del corriente mencionado ya que el resto se destina a la caldera para calentar el vapor de los reboilers.

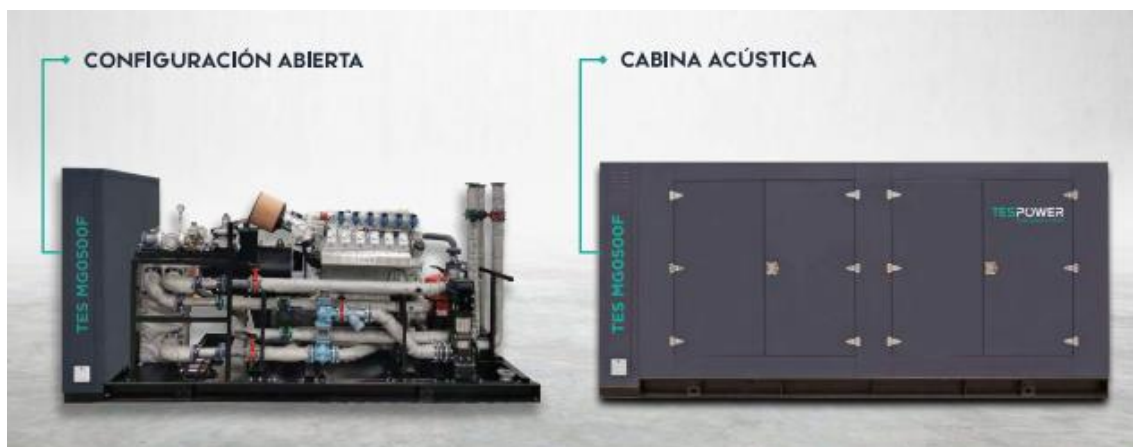


Figura 6: Sistema de cogeneración

En la figura 6 se puede observar el motor que se utilizará, con un consumo de combustible de $133,03 \text{ m}^3/\text{h}$ por módulo y una eficiencia del 85%. Este módulo [26] tiene una eficiencia eléctrica del 38,2%, lo que se obtiene unos 500 KW y una eficiencia térmica del 45,20%.

Así pues, mediante este proceso se reduce la cantidad de residuo generado a la vez que se produce energía eléctrica la cual podemos utilizar para nuestros procesos o venderla a través de la red general. También se produce energía térmica, la cual también podemos utilizar en diferentes zonas de la planta donde se necesita calor. De esta forma, seguimos los principios de la economía circular mencionado anteriormente.

6.5.2.3.3. Antorchas

Las antorchas son sistemas que permiten quemar gases en condiciones de seguridad, reduciendo la emisión de compuestos orgánicos volátiles) [27]. En este caso, se dispone de este sistema por si hubiera algún fallo en el sistema de cogeneración.

También en el caso de que se detenga la producción, mientras se resuelve la incidencia o se completa el proceso de parada o puesta en marcha, se derivan los gases a la antorcha para quemarlos en condiciones de seguridad.

A pesar de lo llamativo que puede ser la llamarada o la humareda, las emisiones de la antorcha son fundamentalmente CO_2 y vapor de agua. Además, estas se dispersan en el momento que se alejan del punto de emisión y por lo tanto no suponen un riesgo para la salud.



Figura 7: Antorcha

6.5.2.4. Normativa

La legislación de referencia para la evaluación de la calidad del aire es la siguiente [28]:

6.5.2.4.1. Normativa europea

- Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos del aire ambiente.

- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa.
- Directiva 2015/1480 de la Comisión, del 28 de agosto de 2015, por la que se modifican varios anexos en los cuales se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

6.5.2.4.2. Normativa estatal

- Ley 37/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativa a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 678/2014, de 1 de agosto, por el cual se modifica el Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el cual se modifica el Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Corrección de errores del Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el cual se modifica el Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire.

6.5.2.4.2. Normativa catalana

- Ley 22/1983, de 21 de noviembre, de Protección del ambiente atmosférico.
- Decreto 322/1987, de 23 de septiembre, de despliegue de la Ley 22/1983.

6.5.3. Residuos sólidos

Los residuos sólidos son aquellos materiales que se encuentran en estado sólido y que son rechazados después de su vida útil. Se componen principalmente de los desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos, en su mayoría son susceptibles de reutilizarse o transformarse con un correcto reciclaje.

Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos, los residuos sólidos peligrosos y los no peligrosos. Los peligrosos, son aquellos que pueden suponer un peligro para el ciudadano o para el medio ambiente debido a sus propiedades corrosivas, explosivas o tóxicas. Estos, a su vez se pueden dividir en [29]:

- **Biodegradables:** Aquellos desechos que se pueden descomponer mediante la acción de microorganismos a través de un sistema natural aeróbico.

- **Ordinarios:** Residuo generado durante la rutina diaria en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, etc.
- **Inertes:** Son aquellos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no son solubles ni combustibles, ni reaccionan, no son biodegradables, ni afectan a los materiales cuando entran en contacto, son poco tóxicos y no suponen ningún riesgo para las aguas superficiales o subterráneas.
- **Reciclables:** Estos se pueden someter a procesos que permiten que puedan ser utilizados nuevamente.

6.5.3.1. Localización de residuos sólidos

En la *Tabla 4* se pueden observar los diferentes residuos sólidos que se generan, donde están localizados y si son peligrosos para el medio ambiente o para las personas.

Tabla 4: Localización y peligrosidad de residuos sólidos

Residuos sólidos	Zona	Peligrosidad
Residuos laboratorio	900	Peligroso
Piezas y equipos	Toda la planta	Peligroso
Ordinarios	Toda la planta	No peligrosos
Material oficinas	1100	No peligrosos
Pilas	Toda la planta	Peligroso
Bombillas	Toda la planta	Peligroso
Material primeros auxilios	1100	Peligroso

6.5.3.2. Tratamiento de residuos sólidos

6.5.3.2.1. Residuos laboratorio

Como en EB production, se trabajan con sustancia peligrosas, los residuos generados en el laboratorio también lo serán, por lo tanto, se deberán identificar cada residuo para después ser tratados a gestión externa.

6.5.3.2.2. Piezas y equipos

Con el tiempo, algunas piezas o equipos se desgastan o se quedan obsoletas y ya no son útiles en la planta, por lo tanto, las piezas o equipos desechados serán tratados mediante gestión externa.

6.5.3.2.3. Ordinarios

Los residuos ordinarios se clasifican en diferentes grupos y cada grupo tiene su contenedor propio de reciclaje para poder ser tratados y retirados por gestores externos. Los contenedores se encontrarán distribuidos para toda la planta y son las siguientes:

- **Contenedor amarillo:** Se depositan los residuos ordinarios que son envases, ya sean de plástico o de metal.



Figura 7: Contenedor amarillo

- **Contenedor verde:** Se depositan los residuos ordinarios que son de cristal. No se pueden depositar bombillas ni cristales rotos.



Figura 8: Contenedor verde

- **Contenedor azul:** Se depositan los que son de papel y cartón.



Figura 9: Contenedor azul

- **Contenedor gris:** Se depositan todos los residuos ordinarios que no sean envases o que no tengan un sistema específico de recogida.



Figura 10: Contenedor gris

- **Contenedor marrón:** Se depositan los residuos ordinarios biodegradables.



Figura 11: Contenedor marrón

6.5.3.2.4. Material oficinas

Aquellos residuos de las oficinas que no se puedan reciclar, se tiran al contenedor de color gris. En el caso, de los cartuchos y tóner de las impresoras, se dispondrá de un contenedor especial para este tipo de residuos que luego se enviarán a gestión externa.



Figura 12: Contenedor para cartuchos, tinta y tóner

6.5.3.2.5. Pilas

Las pilas tendrán un contenedor específico para que puedan ser tratadas por separado, mediante gestión externa.



Figura 13: Contenedor para pilas

6.5.3.2.6. Bombillas

Las bombillas también tendrán un contenedor específico, para que puedan ser tratadas por separado mediante gestión externa.



Figura 14: Contenedor para bombillas

6.5.3.2.7. Material primeros auxilios

Como hay una gran diversidad de materiales sanitarios, se deberán clasificar según los grupos de gestión de residuos sanitarios de la Generalitat de Catalunya ^[30]. Estos grupos se observan en la *Tabla 5*.

Tabla 5: Grupos de gestión de residuos

Grupo	Descripción
Grupo I	Envases, papeles, hojas
Grupo II	Guantes, gasas, yesos, tiritas
Grupo III	Agujas, bolsas de sangre
Grupo IV	Restos de medicamentos citotóxicos

Para la empresa EB production, se tendrá en cuenta los del grupo II y III que se deberán tratar mediante gestión externa.

6.5.3.3. Normativa

La legislación de referencia para la evaluación de residuos sólidos es la siguiente:

6.5.3.3.1. Normativa europea

- Directiva UE 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente. [31]
- Directiva UE 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por el que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.[32]
- Directiva UE 2018/849 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 30 de mayo del 2018, por la que se modifican la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil, la Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y la Directiva 2012/19/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.[33]
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre del 2008, sobre los residuos y por la que se derogan las determinadas Directivas.[34]

6.5.3.3.2. Normativa estatal

- Real Decreto 208/2022, de 22 de marzo, sobre las garantías financieras en materia de residuos. [35]
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. [36]
- Real Decreto 180/2015, de 24 de julio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. [37]
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. [38]
- Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios. [39]
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. [40]

6.5.1.4.1. Normativa catalana

- Real Decreto 209/2018, de 6 de abril, por el que se aprueba el Programa de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña (PRECAT20). [41]
- Ley 8/2008, de 10 de julio, de financiamiento de las infraestructuras de gestión de residuos sobre la disposición del rechazo de residuos.[42]

6.6. Contaminación acústica

La contaminación acústica es la presencia de ruidos y vibraciones, que alteran las condiciones normales de un ambiente y que impliquen molestias, riesgos o daños para las personas, para las actividades o para el medio ambiente.

Como todas las industrias, producen ruidos, por lo tanto, se deberán regular con un seguido de leyes para evitar los efectos nocivos que provocan como pueden ser alteraciones del sueño, hiperirritabilidad, trastornos en la capacidad de atención y de memorización y alteraciones del sistema nervioso, cardiovascular, hormonal y digestivo.

Los ruidos que se pueden encontrar en nuestra planta son [43]:

- **Ruidos continuos:** Provocados por los ventiladores, bombas o equipos de proceso.
- **Ruidos intermitentes:** Provocados por máquinas que operan en ciclos.
- **Ruidos impulsivos:** Originados por impactos o explosiones.

6.6.1. Límites acústicos

La intensidad del sonido es el principal factor de riesgo que determina los daños que van desde los 0 dB hasta los 130 dB. Los decibelios (dB) miden la presión sonora, que es la cantidad de energía del sonido por unidad de tiempo. A partir de estos rangos se puede definir una clasificación de los diferentes ambientes auditivos, que se observan en la *Tabla 6*.

Tabla 6: Ambientes auditivos

Ambiente	Decibelios (dB)
Muy tranquilo	<40
Tranquilo	40-50
Moderadamente tranquilo	50-60
Ruidoso	60-70
Muy ruidoso	70-80
Insoportable	80-90
Perjudicial	>90

Según la Ley 37/2003, del 17 de noviembre [44], del ruido, los límites de emisión de ruido para el sector industrial se presentan en la *Tabla 7*.

Tabla 7: Límites de emisión de ruido

Sector	Ld (dB)	Le (dB)	Ln (dB)
Industrial	70	70	60

Los valores de “Ld” corresponde al límite de ruido por el día (7h-19h), “Le” corresponde al límite de ruido por la tarde (19h-23h) y “Ln” corresponde a la noche (23h-7h). Los datos se han obtenido de el ‘Noise limit values’ [45].

6.6.2. Medidas contra la contaminación acústica

Para que la planta EB production cumpla con la normativa vigente, las medidas que se tomarán son las siguientes:

- Reforzar las prestaciones acústicas de las paredes, techos y suelos.
- Utilizar barreras y aislamientos acústicos.
- Equipos con silenciadores.

6.6.3. Normativas contaminación acústica

Las normativas referentes a la contaminación acústica [46] que se aplican son:

6.6.3.1. Normativa europea

- Directiva 2002/49/UE del parlamento europeo y del consejo, del 25 de junio del 2002, sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Directiva 2000/14/UE del parlamento y del consejo, del 8 de mayo del 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debido a las máquinas de uso en el aire libre.

6.6.3.2. Normativa estatal

- Real Decreto 1513/2005, del 16 de noviembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del 17 de noviembre, del ruido, en cuanto la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, del 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del 17 de noviembre, en cuanto a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

6.6.3.3. Normativa catalana

- Decreto 176/2009 por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, y se adaptan sus anexos.
- Decreto 245/2005 por el que se fijan los criterios para la elaboración de los mapas de capacidad acústica.

6.7. Contaminación lumínica

La contaminación lumínica se caracteriza por el resplandor del fondo del cielo nocturno a causa de la dispersión de la luz procedente de la iluminación artificial.

La iluminación artificial refuerza la prevención de riesgos laborales en algunos espacios y es necesario garantizar la seguridad industrial de determinadas instalaciones. Por otro lado, la contaminación lumínica altera los ritmos circadianos de los seres vivos y a la generación de melatonina de las personas, es decir que afecta a los patrones naturales de actividad-descanso.

Algunos de los efectos sobre el ecosistema son [47]:

- La variación de los ciclos reproductivos de algunas especies.
- La interferencia con los ritmos migratorios de las aves.
- La alteración de las poblaciones de insectos.

6.7.1. Clasificación contaminación lumínica

En Cataluña, el territorio se clasifica en cuatro zonas, en función de la vulnerabilidad del medio nocturno a la contaminación lumínica. En la *Tabla 8* y en la *Figura 15* se observa esta clasificación [48].

Tabla 8: Clasificación de la contaminación lumínica

Zona	Color	Descripción
E1 (máxima protección)		Son áreas incluidas en el Plan de espacios de interés natural (PEIN), espacios de la red Naturaleza 2000, playas, no integradas en los núcleos de población o núcleos industriales
E2 (alta protección)		Espacios con suelo no urbanizable fuera de las zonas E1
E3 (protección moderada)		Espacio con suelo urbano o urbanizable, espacios con un uso intensivo durante la noche por la alta movilidad de personas o actividad comercial o de ocio
E4 (protección menor)		Suelo urbano de uso intensivo durante la noche por la alta movilidad de personas y actividad comercial o de ocio

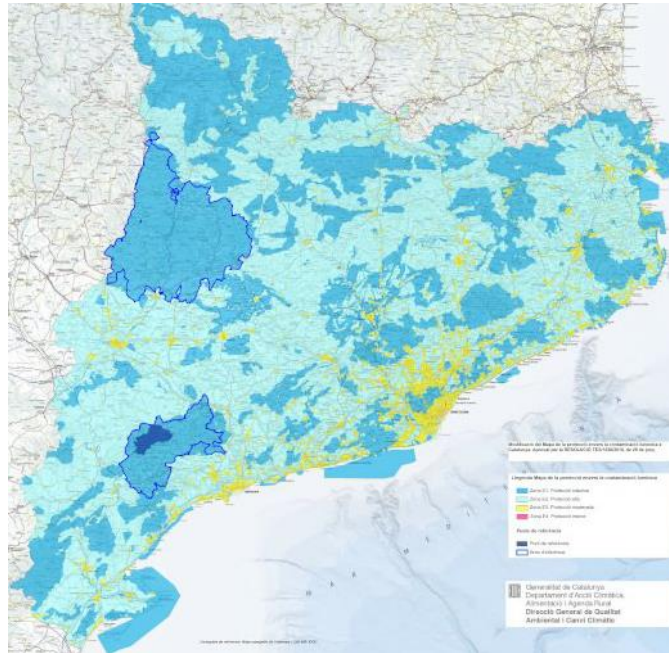


Figura 15: Mapa de zonas contaminación lumínica

6.7.2. Medidas contra la contaminación lumínica

Para evitar el exceso de luz en la planta EB production las medidas que se adoptaran son:

- Ajustar la cantidad de luz utilizada en la planta.
- Utilizar lámparas poco contaminantes.
- Utilizar únicamente las luces necesarias.
- Utilizar sensores de movimiento en algunas de las zonas.

6.7.3. Normativas contaminación lumínica

Las normativas referentes a la contaminación lumínica que se aplican son [49]:

6.7.3.1. Normativa europea

- Reglamento de la Comisión UE 2019/2020, de 1 de octubre del 2019, el cual se establecen los requerimientos del ecodiseño para fuentes de la luz y el mecanismo de control independientes.
- Reglamento 1194/2012, de 12 de diciembre del 2012, el cual se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que hace los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, lámparas LED y sus equipos.
- Reglamento (CE) 245/2009 que hace los requisitos del diseño ecológico para las lámparas fluorescentes sin estabilizadores.
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 21 de octubre del 2009, el cual exige un marco para el establecimiento de

requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

6.7.3.2. Normativa estatal

- Real Decreto 1890/2008, del 14 de noviembre, por el se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

6.7.3.3. Normativa catalana

- Ley 6/2001, del 31 de mayo, ordenación ambiental del deslumbramiento para la protección del medio nocturno.
- Decreto 190/2015, de 25 de agosto, del despliegue de la Ley 6/2001, ordenación ambiental del deslumbramiento para la protección del medio nocturno.
- Orden MAH/566/2009, del 11 de diciembre, por el cual se regula y constituye la Comisión de la Prevención de la contaminación lumínica.

6.8. Gestión externa de residuos

Cada residuo que se quiera tratar mediante gestión externa estará clasificado según el Catálogo de Residuos de Cataluña (CRC). Esta clasificación viene determinada por el Decreto 152/2017 del 17 de octubre, sobre la clasificación, la codificación y las vías de gestión de residuos en Cataluña [50].

Después de clasificar los residuos, se buscarán gestores externos, que son personas o entidades que realizan las operaciones de gestión de residuos, mediante la página web del Sistema Documental de Residuos (SDR) [51], para que gestionen los diferentes tipos de residuos y puedan transportarlos.

Para la selección de gestores externos se deberá tener en cuenta el tipo de tratamiento del residuo y la localización del gestor externo.

En las *Figuras 16, 17 y 18* encontramos diferentes gestores externos que tratarán los residuos sólidos mencionados en el *apartado 6.5.3*.

ECOTRANS TARRACO, SL	
Codi gestor E-1666.16	Codi NIMA 4300084035
Adreça física POL. IND. ENTREVIES - C/ DE LA CLASSIFICACIÓ, 8 43006 TARRAGONA	
Adreça de correspondència POL. IND. ENTREVIES - C/ DE LA CLASSIFICACIÓ, 8 43006 TARRAGONA	
Telèfon 902730719	E-mail info@ecotranstarraco.com
Fax	Web

Figura 16: Gestor extern

SCRAP POINT, SL	
Codi gestor E-1505.14	Codi NIMA 4300077638
Adreça física POL. IND. FRANCOLÍ - -, 13, PARC. C 43006 TARRAGONA	
Adreça de correspondència POL. IND. FRANCOLÍ - -, 13, PARC. C 43006 TARRAGONA	
Telèfon 977554244	E-mail
Fax	Web

Figura 17: Gestor extern

SARPI CONSTANTÍ, SLU	
Codi gestor E-466.97	Codi NIMA 4300037100
Adreça física POL. IND. CONSTANTÍ - AV. D'EUROPA, S/N 43120 CONSTANTÍ	
Adreça de correspondència POL. IND. CONSTANTÍ - AV. D'EUROPA, S/N 43120 CONSTANTÍ	
Telèfon 977296561	E-mail oriol.sanchez@veolia.com
Fax 977524964	Web www.sarpindustries.fr

Figura 18: Gestor extern

6.9 Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un método para evaluar el impacto ambiental de un proyecto, es decir, para evaluar los gastos económicos y los beneficios ecológicos. La función principal de la matriz de Leopold es asegurar que los proyectos son valorados desde una perspectiva ambiental [52].

Para elaborarla, primero de todo se debe indicar todas las actividades que se realizan en EB production que puedan afectar al medio ambiente. Estas actividades conforman las columnas de la matriz de Leopold. Después, se deben establecer todos los factores ambientales que puedan ser afectados, positiva o negativamente, por las actividades mencionadas anteriormente. Estos factores conforman las filas de la matriz de Leopold. Cada recuadro estará separado por una línea en diagonal, con dos valores que serán:

- **Magnitud del impacto:** Este valor corresponde al grado de impacto medioambiental de la actividad. Será un valor entre 1 y 10, siendo 1 el grado mínimo y 10 de mayor impacto medioambiental provocado por EB production. Este podrá ser positivo o negativo, dependiendo de cómo afecte el impacto.
- **Importancia:** Este valor corresponderá a la importancia de la magnitud de los efectos.

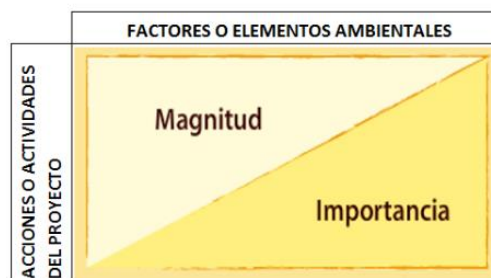


Figura 19: Estructura de la matriz de Leopold

Una vez se han establecido los valores mencionados anteriormente, se realizan los siguientes cálculos:

- **Afectaciones positivas:** Se hace un recuento de todos los valores positivos de cada columna y de cada fila.
- **Afectaciones negativas:** Se hace un recuento de todos los valores negativos de cada columna y de cada fila.
- **Impacto ambiental:** Se multiplica la magnitud del impacto por la importancia y se suman todos los valores de cada columna y de cada fila.

6.9.1. Ventajas de la matriz de Leopold

Entre las ventajas de la aplicación de la matriz de Leopold encontramos:

- Es una metodología de bajo costo.
- Fácil y sencilla de comprender.
- Muestra los efectos de todo el proyecto en conjunto.
- Posibilidad de plantear alternativas dentro del proyecto y ver cuál sería su efecto medioambiental.
- Es aplicable para cualquier proyecto que afecte al medio ambiente.

6.9.2. Desventajas de la matriz de Leopold

Las desventajas que presenta la matriz de Leopold son:

- Subjetividad en la asignación de valores, ya que se basan en tu propia experiencia. Por ello, es importante realizarla por alguien con cierta experiencia en el sector.
- No existe la consideración temporal, es decir, los efectos en el corto, mediano o largo plazo.
- No considera la probabilidad de que suceda realmente ese impacto, ya que supone 100% de probabilidad de que pase.
- La lista de acciones y de factores ambientales puede dejar fuera elementos del proyecto específicos.
- Considera únicamente interacciones lineales (efecto primario), no interacciones complejas entre acciones o entre los factores ambientales.

Factores ambientales		Actividades																			Impacto ambiental
		Limpieza y terreno	Edificación	Construcción de vías	Oficinas	Laboratorios	Primeros auxilios	Transporte de materias primas	Transporte de productos	Efluentes líquidos	Efluentes gaseosos	Purgas	Tanques de almacenamiento	Reactores	Columnas	Torres de refrigeración	Bombas y compresores	Intercambiadores de calor	Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	
Tierra	Calidad del suelo	-7	-6	-7	-5	-6		-2	-2	-5	-5	-4							0	10	-257
	Paisaje	-6	-7	-10	-6	-6	-2	-4	-4	-2	-2	-2							0	11	-286
Agua	Calidad del agua		-2	-2	-2	-2	-2			-2	-5			-2	-2	-6		-5	0	11	-114
	Generación de calor													+2	+2			+5	3	0	33
	Consumo	-4	-3	-2	-2	-5	-4							-5	-5	-7	6	-7	0	10	-179
Aire	Calidad del aire		-2	-3		-3		-4	-4	-4	-7	-5		-3	-3		-3	-3	0	12	-166
	Ruidos y vibraciones	-3	-6	-6				-3	-3					-3	-3	-3	-7	-3	0	10	-171
	Contaminación lumínica		-3	-3	-2	-2	-1	-1	-1										0	7	-27
Fauna	Alteración del hábitat	-8	-5	-5				-4	-4	-4	-2	-1							0	8	-148
	Especies en peligro	-3	-2	-2				-2	-2	-2	-2	-1							0	8	-33
Flora	Alteración del hábitat	-8	-5	-5				-5	-5	-5	-2	-1							0	8	-116
	Especies en peligro	-6	-3	-3				-2	-2	-2	-2	-1							0	8	-57
Social	Salud	+8	+6	+3	+7	-2	+9	+3	+3	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-3	7	10	148	
	Seguridad	+7	+7	+4	+7	-3	+6	+3	+3	-2	-2	+4	+4	-2	-5	-2	-2	9	8	-167	
	Ocupación	+6	+4	+3	+8	+5	+5	+4	+4	+4	+4	+2	+2	+4	+4	+4	+4	17	0	307	
Aspectos económicos	Valorización de zona	+4	+8	+4	+6	+6	+5											6	0	164	
	Generación de energía													+5	+2	+2		+3	4	0	37
Energía	No renovable	-6	-7	-7	-7	-4	-2	-7	-7	-4	-4	-2	-5	-7	-7	-5	-5	0	17	-511	
Afectaciones positivas		4	4	4	4	2	4	3	3	1	1	2	2	3	3	2	3				
Afectaciones negativas		9	12	12	6	9	5	10	10	11	10	10	2	7	7	6	5	7			
Impacto ambiental		-120	-102	-242	17	-104	126	-79	-79	-87	-84	-59	-15	-59	-88	-103	-81	-91			-1250

Como podemos observar en la matriz de Leopold, la planta EB production será perjudicial para el medio ambiente, ya que el valor total de la suma de impacto ambiental es negativa (-1250). Por lo tanto, se deberían realizar algunos cambios para que las acciones provocadas por la planta sean menos perjudiciales.

La edificación, construcción de vías y limpieza y terreno, producirán un gran impacto ambiental, ya que es necesario realizar una modificación del terreno donde se quiere localizar la planta. Por lo tanto, se deberán encontrar medidas para que el impacto de estas se reduzca como puede ser ejemplo utilizar productos que tengan menores impactos sobre el suelo.

Para el consumo de agua de la planta, podemos observar que es elevado, por lo tanto se plantean alternativas para aprovechar al máximo el agua de la planta.

Por lo contrario, la implementación de una sala de primeros auxilios en el área de oficinas, proporcionará grandes beneficios respecto a la salud de los trabajadores de la planta de EB production.

6.10. Bibliografía

1. Diario oficial de la Unión Europea Europea. DIRECTIVA 2004/35/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales . Consultado (28/04/2023): <https://www.boe.es/doue/2004/143/L00056-00075.pdf#:~:text=DIRECTIVA%202004%2F35%2FCE%20DEL%20PARLAMENTO%20EUROPEO%20Y%20DEL%20CONSEJO,con%20la%20prevenci%C3%B3n%20y%20reparaci%C3%B3n%20de%20da%C3%B1os%20medioambientales>
2. Diario oficial de la Unión Europea Europea. REGLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088. Consultado (28/04/2023): <https://www.boe.es/doue/2020/198/L00013-00043.pdf>
3. Diario oficial de la Unión Europea Europea. DIRECTIVA 2012/18/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2012 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE. Consultado (28/04/2023): <https://www.boe.es/doue/2012/197/L00001-00037.pdf>
4. Diario oficial de la Unión Europea Europea. REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión. Consultado (28/04/2023): <https://www.boe.es/doue/2006/396/L00001-00852.pdf>
5. BOE. LEY 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Consultado (29/04/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2007/10/24/pdfs/A43229-43250.pdf>
6. Generalitat de Catalunya. LLEI 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats. Consultat (30/04/2023): https://dibaaps.diba.cat/vnis/temp/CIDO_dogc_2009_12_20091211_09336035.pdf

7. Noticias parlamento europeo. Economía circular: definición, importancia y beneficios. Consultado (30/04/2023): <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
8. Universidad ean. Inicio, Noticias, Ecología industrial: ¿cómo pueden las empresas producir sin afectar el medio ambiente?, Consultado (30/04/2023) <https://universidadean.edu.co/noticias/ecologia-industrial-como-pueden-las-empresas-producir-sin-afectar-el-medio-ambiente>
9. Gobierno de España. Ministerio de defensa. Sistema de Gestión Ambiental. Herramienta fundamental de gestión en el Ministerio de Defensa. Consultado (02/05/2023). <https://www.defensa.gob.es/medioambiente/sistemasgestion/sistemages-tion/>
10. Aenor Ediciones. Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 14001:2015. Consultado (02/05/2023): <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788481439144.pdf>
11. AENOR CONFÍA. Certificación EMAS. Más allá de ISO 14001. Consultado (03/05/2023): [https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/reglamento-emas#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20ser%20compatible%20con,el%20trabajo%20\(ISO%2045001\)](https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/reglamento-emas#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20ser%20compatible%20con,el%20trabajo%20(ISO%2045001))
12. TABLA COMPARATIVA Norma ISO 14001:2015 – Reglamento EMAS. Consultado (04/05/2023): <https://derehoambiental.wordpress.com/2018/09/22/tabla-comparativa-norma-iso-140012015-reglamento-emas/>
13. Responsabilidad social Empresarial y Sustentabilidad. Residuos: qué son, definición, clasificación, manejo y ejemplos. Consultado (05/05/2023): <https://responsabilidadsocial.net/residuos-que-son-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/>
14. BOE. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Consultado (05/05/2023): <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-13046-consolidado.pdf>
15. GenCat. DECRETO 130/2003, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament. Consultado (07/05/2023): <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=322238>
16. DIRECTIVA 2006/21/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de marzo de 2006 sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas y por la que se modifica la Directiva 2004/35/CE.

- Consultado (07/05/2023): <https://boe.gob.es/doue/2006/102/L00015-00033.pdf>
17. Diario oficial de la Unión Europea Europea. Directiva del consejo de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales. Consultado (07/05/2023): <https://www.boe.es/doue/1991/135/L00040-00052.pdf>
18. BOE Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Consultado (08/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2020/07/08/pdfs/BOE-A-2020-7438.pdf>
19. BOE. Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales. Consultado (08/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2016/12/29/pdfs/BOE-A-2016-12466.pdf>
20. BOE. Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos. Consultado (09/05/2023): <https://www.boe.es/buscar/pdf/2009/BOE-A-2009-17181-consolidado.pdf>
21. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. IDEAM. Consultado (11/05/2023) <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>
22. BOE. Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas. Consultado (11/05/2023): <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-8351-consolidado.pdf>
23. ChiemiVall. Eliminación De Gases COV Con Carbón Activado. Consultado (11/05/2023): <https://www.carbonactivo.com/eliminacion-gases-cov-carbon-activado/>
24. Cummins. ENERGY IQ: ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN, SUS BENEFICIOS Y CÓMO FUNCIONA LA COGENERACIÓN. Consultado (12/05/2023): <https://www.cummins.com/es/news/2020/06/08/energy-iq-what-cogeneration-its-benefits-and-how-does-cogeneration-work>
25. Hyperphysics. Alcanos. Consultado (12/05/2023): <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Organic/alkane.html#:~:text=Los%20alcanos%20son%20altamente%20combustible,se%20usan%20directamente%20como%20combustibles.>

26. TesPower. Aplicación de Motores TesPower. Consultado (14/05/2023): <https://tespower.com.mx/wp-content/uploads/2023/05/2203-Ficha-tecnica-500.pdf>
27. Asociación empresarial Química de Tarragona. Las antorchas: elementos de seguridad. Consultado (14/05/2023): <https://www.aeqtonline.com/es/les-torxes-elements-de-seguretat/>
28. GenCat. Normativa. Consultado (14/05/2023): https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/valors_legislats_de_la_qualitat_de_laيرة/
29. Ecologia Verde. Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican, Consultado (15/05/2023): <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
30. Generalitat de Catalunya. Gestió extracentre dels residus sanitaris. Consultado (15/05/2023): https://residus.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/residus_sanitaris/esquema_de_gestio/sanitaris02.pdf
31. Diario oficial de la Unión Europea Europea. DIRECTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de junio de 2019 relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente. Consultado (15/05/2023) <https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>
32. Diario oficial de la Unión Europea Europea. DIRECTIVA (UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Consultado (15/05/2023): <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00109-00140.pdf>
33. Diario oficial de la Unión Europea Europea. DIRECTIVA (UE) 2018/849 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifican la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil, la Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Consultado (15/05/2023): <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00093-00099.pdf>
34. DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan de terminadas Directivas. Consultado (16/05/2023): <https://boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf>

35. BOE. Real Decreto 208/2022, de 22 de marzo, sobre las garantías financieras en materia de residuos. Consultado (16/05/2023): <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5142-consolidado.pdf>
36. BOE. Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Consultado (16/05/2023) <https://www.boe.es/boe/dias/2020/07/08/pdfs/BOE-A-2020-7438.pdf>
37. BOE. Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. Consultado (18/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2015/04/07/pdfs/BOE-A-2015-3715.pdf>
38. BOE. REAL DECRETO 255/2003 ,de 28 de febrero , por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. Consultado (18/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2003/03/04/pdfs/A08433-08469.pdf>
39. BOE. REAL DECRETO 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios. Consultado (18/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2001/12/28/pdfs/A50002-50004.pdf>
40. BOE. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Consultado (18/05/2023): <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-5809-consolidado.pdf>
41. BOE. Real Decreto 210/2018, de 6 de abril, por el que se aprueba el Programa de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña (PRECAT20). Consultado (19/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2018/04/16/pdfs/BOE-A-2018-5114.pdf>
42. CIDO. Llei 8/2008, de 10 de juliol, de finançament de les infraestructures de gestió dels residus i dels cànon sobre la disposició del rebuig dels residus. Consultado (19/05/2023): <https://cido.diba.cat/legislacio/1073175/llei-82008-de-10-de-juliol-de-financament-de-les-infraestructures-de-gestio-dels-residus-i-dels-canons-sobre-la-disposicio-del-rebuig-dels-residus-departament-de-la-presidencia>
43. CA&CCA. Tipos de contaminación acústica más habituales en obras y actividades industriales. Consultado (20/05/2023): <https://www.caycca.com/tipos-contaminacion-acustica-habituales-obras-actividades-industriales/>
44. BOE. LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Consultado (20/05/2023): <https://www.boe.es/boe/dias/2003/11/18/pdfs/A40494-40505.pdf>

-
45. VALORES LIMITE EXISTENTES (NOISE LIMIT VALUES IN FORCE). Consultado (21/05/2023): <https://sicaweb.cedex.es/docs/comunicaciones/2006-03-01/hoja5.pdf>
46. Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica. Consultado (21/05/2023): https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_acustica/normativa/legislacio/
47. GenCat. ¿Qué es la contaminación lumínica? Consultado (21/05/2023): https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/que-es-la-contaminacio-luminica/
48. GenCat. Mapa de la protección contra la contaminación lumínica. Consultado (21/05/2023): https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/
49. DECRET 190/2015, de 25 d'agost, de desplegament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.. Consultado (22/05/2023): <https://agricultura.gencat.cat/ca/departament/normativa/cercador-normativa/resultats/?action=results&departament=DARA&codi=N0820>
50. DECRETO 152/2017, de 17 de octubre, sobre la clasificación, la codificación y las vías de gestión de los residuos en Cataluña. Consultado (22/05/2023): https://residus.gencat.cat/web/.content/home/consultes_i_tramits/normativa/normativa_catalana_en_materia_de_residus/decret_152_17_es.pdf
51. SDR. Registro general de gestores de residuos en Catalunya. Consultado (22/05/2023): <https://sdr.arc.cat/modemp/ListGestors.do>
52. LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Dr. Victor M. Ponce. Consultado (23/05/2023): https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html